

Universitätslehrgang  
Geographical Information Science & Systems  
Univ.Prof. Dr. Josef Strobl

## **PROJEKT ARBEIT**

### **Optimierung von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs im Raum Wien mittels GIS**

Eingereicht von

Albert Dechant  
(U726)

Wien, am 01.03.02

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Problemstellung.....	3
1.2	Ziele der Arbeit.....	3
1.3	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	4
2	Die systematische Basis.....	4
2.1	Geographische Informationssysteme (GIS) – eine Begriffsdefinition .....	4
2.2	Verkehrsplanung – Optimierung von Haltestellen .....	5
2.3	GIS und Haltestellenoptimierung.....	7
2.4	Die Datenbasis.....	8
3	Anwendungsbeispiel aus der Praxis – Fallstudie Straßenbahnlinien 49 und 52..	9
3.1	Konkrete Problemdefinition .....	9
3.2	Die zugrundeliegenden Daten.....	10
3.3	Softwareunterstützung .....	11
3.4	„Erreichbarkeit“ von Haltestellen .....	12
3.5	Determinanten und Restriktionen.....	12
3.6	Gang der Untersuchung .....	12
3.6.1	Auswahl des Untersuchungsgegenstands .....	12
3.6.2	Aufstellung der Zielfunktionen.....	13
3.6.3	Zielführende Schritte .....	14
3.6.4	Variantenuntersuchung.....	21
4	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	24
5	Abbildungsverzeichnis.....	25
6	Tabellenverzeichnis.....	25
7	Literaturverzeichnis .....	26

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

„Inwieweit sind Haltestellen des öffentlichen Verkehrs optimal?“ Diese Fragestellung war Ausgangspunkt unseres vierköpfigen Teams, das in einer Stadt lebt und daher oft mit den Einrichtungen eines öffentlichen Verkehrssystems unmittelbar betroffen ist. Dieses System, beschränkt auf eine Verkehrsmittelart, galt es mittels Einsatz von GIS-Instrumenten hinsichtlich einer „Optimierung“ von Haltestellen in Wien zu untersuchen.

Die Bearbeitung dieses Projekt erfolgte innerhalb eines Teams. Es folgt eine Kurze Aufstellung meiner Tätigkeiten innerhalb der Gemeinschaft. Da 75% der Projektmitarbeiter aus Studierenden der Wirtschaftsuniversität Wien bestand, wurde ich für die Bearbeitung der GIS relevanten Bereiche gewählt und war daher für nachstehende Bereiche zuständig.

- Auswahl eines geeigneten Bearbeitungsverfahrens
- Datenanforderungen und Datenauswahl
- Berechnung und Erstellung thematischer Karten

Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei einer Verbindung von Raumdaten und volkswirtschaftlichen Sachdaten gelegt.

Das öffentliche Verkehrsnetz in Wien beruht auf historischen Gegebenheiten und kann auf eine mehr als 100jährige Geschichte zurückblicken. Dies bedeutet aber auch, daß das öffentliche Verkehrssystem, historisch gewachsen, einer zunehmend modernen und dynamischen Umwelt Rechnung tragen muß.

Es gilt in dieser Arbeit zu untersuchen, inwieweit das Verkehrsnetz im Informationszeitalter als Ansammlung von Verkehrslinien, Einrichtungen und Haltestellen im Sinne eigens spezifizierter Determinanten optimal ist, daß heißt Anforderungen wie kurze Fahrzeit, minimale Wartezeit, Versorgung von Zielgebieten etc. gerecht wird.

Verstärkend wirkt der Umstand, daß in Zeiten der verstärkten Liberalisierung und Privatisierung von Staatsbetrieben und eines „Sparpakets“ der öffentlichen Hand, ein Interesse besteht, öffentliche Verkehrssysteme effizient und effektiv zu gestalten.

## 1.2 Ziele der Arbeit

Aus den oben beschriebenen Sachverhalten (ohne den Anspruch auf Vollständigkeit oder in extenso zu gehen) ist leicht abzulesen, daß es „DIE“ optimale Lösung nicht geben kann. Vielmehr ist unter Abwägung der einzelnen Interessen und unter Zugrundelegung der jeweils wirkenden Determinanten die jeweilige „optimale Alternative“ aus einer ganzen Reihe von Alternativen, mit den für sie geltenden Prämissen, darzustellen.

Ziel dieser Arbeit ist es, dem historischen Wachstum und Veränderungen der letzten Jahre Rechnung zu tragen. Dies gilt sowohl für die öffentlichen Verkehrseinrichtungen als auch den Instrumenten der Verkehrsplanung. Anhand von ausgewählten Linien des öffentlichen Verkehrs erfolgt eine Analyse der bestehenden Standorte und davon ausgehend eine Optimierung hinsichtlich Lage und Anzahl der Haltestellen. Insgesamt soll durch diese Untersuchung ein Beitrag zur effizienteren Verkehrsnetzplanung durch den Einsatz einer GIS-Technologie geleistet werden.

### **1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit**

Nach einer Einleitung, die die Ausgangslage, das gegenständliche Problem und die Ziele dieser Projektarbeit aufzeigt, folgt die Arbeit den untenstehenden Schritten, wobei jedes Kapitel für sich die Grundlage für die jeweils folgenden Punkte bildet:

In Kapitel 3 wird die Basis für das Projekt geschaffen. Zu Beginn wird der Begriff *Geographische Informationssysteme* erörtert und prinzipielle Anwendungs- und Einsatzgebiete vorgestellt. Anschließend folgt ein kurzer Einblick in die Inhalte und Aufgaben der Verkehrsplanung und die Optimierung von Haltestellen.

Kapitel 3.3 beschäftigt sich speziell mit dem Einsatz von GIS-Technologie für die Haltestellenplanung und Kapitel 3.4 mit der dafür notwendigen Datenbasis.

Die Fallstudie zur Optimierung des Haltestellennetzes von zwei ausgewählten Verkehrslinien in Wien ist Gegenstand des vierten Kapitels. Nach einer konkreten Problemerkörterung des Praxisfalles und der dafür benötigten Daten werden die dem Untersuchungsfall zugrundeliegenden Determinanten und Restriktionen festgestellt.

Schwerpunkt dieses Kapitels bildet der Gang der Untersuchung. Ausgehend von einer Darstellung des Ist-Zustands werden alternative Haltestellenpläne und deren Auswirkungen in Szenarien dargelegt, sowie die Ergebnisse präsentiert.

Abschließend wird die Arbeit mit einem Ausblick, welchen Dienst der Einsatz von GIS bei der Haltestellenplanung leistet und welche Vorteile sich daraus ergeben.

## **2 Die systematische Basis**

### **2.1 Geographische Informationssysteme (GIS) – eine Begriffsdefinition**

Ein GIS ist ein Informationssystem, das geographische Daten sammelt, aufbewahrt, verwaltet, manipuliert und analysiert. Es erlaubt die Visualisierung von komplexen Daten in einer leicht anschaulichen Weise, um eine realistischere Sicht zu bekommen. Der Einsatz geographischer Informationstechnologie ist immer in Zusammenhang mit Planungs- und Entscheidungsprozessen zu sehen. Die Nutzung von GIS-Technologie eröffnet den Unternehmen sowie Institutionen der öffentlichen Verwaltung neue Dimensionen der betrieblichen Informationsverarbeitung und wirkt als integratives Instrument im Unternehmen.

Die Bedeutung der geographischen Informationssysteme zeigt sich in Produkten wie Fahrzeugnavigationssystemen, digitalen Weltkarten auf CD und interaktiven Reiseführern. Das Internet macht es möglich, GIS-Daten und –Karten in der ganzen Welt abzurufen. Virtuelle Reisen durch ein dreidimensional präsentiertes Land werden dadurch ebenfalls möglich. Aber nicht nur der surfende Internet-Tourist, sondern auch die von Rauminformationen abhängigen Institutionen wie Exekutive, Planer, Dienstleistungsanbieter oder potentielle Investoren können auf die Karten- und Planinhalte aus dem GIS zugreifen.

GIS-Programme beinhalten digitale Pläne oder Karten. Eine Branche die populär GIS einsetzte, war die Autoindustrie. Der Bordcomputer arbeitet mit dem Navigationssystem GPS (Global Positioning System) und GIS: ein Stadtplan mit allen Baustellen und anderen Hindernissen auf der eingegebenen Route kann abgefragt werden. Und in der Schifffahrt, bei

Flugzeugen, im Transportwesen oder im Taxigewerbe werden GIS und GPS ebenso genutzt. Relativ neu ist die Verknüpfung von GIS mit dem Internet.

Auch im öffentlichen Verkehr wird GIS zunehmend genutzt, denn geographische Informationssysteme besitzen ein großes Anwendungspotential für Fragen der Planung und Verwaltung der Verkehrsinfrastruktur (Schienenwege- und Straßenbau, Hochleistungsbahn aber auch städtische Infrastruktur). GIS nimmt aber auch häufig eine unterstützende Rolle bei innovativen Technologien zur KFZ-Navigation und elektronischen Kartendisplays in Fahrzeugen ein.<sup>1</sup>

## 2.2 Verkehrsplanung – Optimierung von Haltestellen

*Die Verkehrsleistung ist eine Dienstleistung. Daher kann man die für eine Dienstleistung typischen Merkmale erkennen.*

*Verkehrsbetriebe erstellen immaterielle, damit nicht speicherbare, ökonomische Leistungen.<sup>2</sup> Folglich muß der Verkehrsbetrieb, um die ihm erteilten Aufträge zu erfüllen bzw. die getätigte Nachfrage zu befriedigen, in ständiger Leistungsbereitschaft sein. Aus diesem Grund muß der Betrieb personelle, materielle, organisatorische und finanzielle Vorbereitungen für die Erstellung der von den Nachfragern geforderten Leistungen treffen.<sup>3</sup> Diese Tatsache kann in zweifacher Weise Probleme mit sich bringen. Erstens kann es relativ schwierig sein, die zu erwartende Nachfrage in allen Dimensionen (Quantität, Qualität, Zeitraum) möglichst genau zu prognostizieren, zweitens ist die Aufrechterhaltung einer sehr aufwendigen, kapitalintensiven Ausstattung (Verkehrsmittel, Wegenetz, Stationen) eine kostspielige Angelegenheit. Eine weitere Besonderheit von Dienstleistungen im Allgemeinen und somit auch von Verkehrsleistungen, ist die Beteiligung des Kunden (Nachfragers) an der Leistungserstellung. Vom Verkehrsbetrieb wird hohe Sensibilität für Kundenwünsche und Kundenprobleme, sowie die Fähigkeit auf diese einzugehen und individuelle Lösungen anzubieten.*

*Laut Thiemeyer können unter öffentlichen Unternehmen jene verstanden werden, bei denen:*

- *der Eigentümer die öffentliche Hand ist*
- *die öffentlich zugänglich sind oder*
- *die eine allgemeine Versorgungsfunktion im „öffentlichen Interesse“ verfolgen.<sup>4</sup>*

*Die Ziele öffentlicher Betriebe werden gewöhnlich als dem Gemeinwohl nützlich bezeichnet, doch eine allgemeine Charakterisierung, wie „bestmögliche Versorgung“, hilft nicht viel weiter. „Die beste Versorgung der Bevölkerung mit einem bestimmten Gut würde zweifellos*

---

<sup>1</sup> vgl. Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie: Teil E; Grundlagen und Grundprobleme der Geoinformatik: Einführung in Business-GIS und Geomarketing, Wirtschaftsuniversität Wien Dezember 1996 (überarbeitet 1998), S.3

<sup>2</sup> vgl. Riebesmeier, B.: Leistungserstellung der Verkehrsbetriebe, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991, S. 122

<sup>3</sup> vgl. Brauer, K.M.: Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs, Berlin 1980, S. 7

<sup>4</sup> Thiemeyer, T.: Wirtschaftslehre öffentlicher Betriebe, Reinbeck bei Hamburg 1975, S. 19

dann erreicht, wenn das Gut kostenlos zur Verfügung gestellt würde.“<sup>5</sup> Das trifft aber auch bei öffentlichen Unternehmen nicht zu.

Eine Besonderheit von Verkehrsbetrieben liegt in der Trennung von Betriebsleistung (=angebotene Leistung eines Verkehrsbetriebes) und Marktleistung (=abgesetzte Leistung eines Verkehrsbetriebes). Die Marktleistung setzt Betriebsleistung voraus.<sup>6</sup>

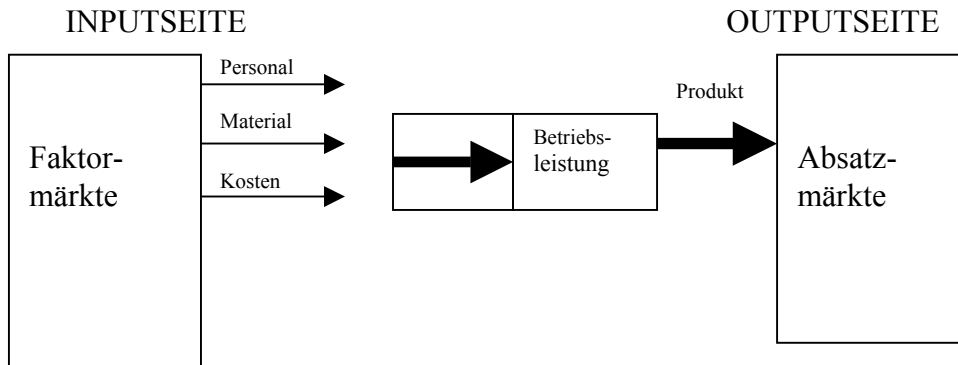


Abbildung 1: Input-Output-Schema des Verkehrsbetriebes

Quelle: Fallner, P.: Grundlagen und Grundprobleme der Verkehrswirtschaft, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991, S. 18

	<b>Betriebsleistung</b>	<b>Marktleistung</b>
<b>Güterverkehr</b>	Ladentonnenkilometer = Lademöglichk. x Entfernung  Bruttotonnenkilometer= Lademöglichk. + Totlastl x Entf.	Nettotonnenkilometer= Tatsächl. Leistung x Entfernung
<b>Personenverkehr</b>	Platzkilometer= Platzzahl x Entfernung	Personenkilometer= beanspruchte Plätze x Entfernung

Abbildung 2: Maßgrößen für die Betriebs- bzw. Marktleistung

Quelle: Riebesmeier, B.: Rechnungswesen und Controlling, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991, S. 202

Aus diesen Werten ist es nun möglich sich die Gesamtauslastung wie folgt zu errechnen:

$$\text{Gesamtauslastung} = \frac{\text{Betriebsleistung}}{\text{Marktleistung}} \times 100$$

oder Gesamtauslastung x Fahrauslastung<sup>7</sup>

<sup>5</sup> vgl. Hamm, W.: Kollektiveigentum. Die Rolle öffentlicher Unternehmen in der Marktwirtschaft, 9. Bank, Heidelberg 1961, S. 20f.

<sup>6</sup> vgl. Riebesmeier, B.: Rechnungswesen und Controlling, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991, S. 201

<sup>7</sup> Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991, S. 218 f.

Die Rahmenbedingungen für den öffentlichen Verkehr innerhalb des liberalisierten Verkehrsmarktes sind geprägt durch zunehmenden Wettbewerb und Kostendruck, der durch die leeren Kassen der öffentlichen Hand noch verstärkt wird. Dieser Druck wird in Zukunft weiter zunehmen und die Verkehrsunternehmen vor neue Aufgaben stellen. Will ein Nahverkehrsunternehmen auf dem Markt bestehen, muß es den Kunden ein besseres Angebot bieten, gleichzeitig aber eine Senkung seiner Kosten erreichen.

Die Notwendigkeit der Kostensenkung führte häufig zu einer Rationalisierung im öffentlichen Verkehr. Viele Haltestellen wurden abgeschafft, wodurch lange Zugangswege entstanden. Wege von 500 Metern und mehr kommen in der Praxis häufig vor, nicht nur weil der Bus regelmäßig die Wohngebiete meidet, sondern auch aufgrund der langen Distanzen zwischen zwei Haltestellen. Die Auflösung von Haltestellen bedeutet eine Beschleunigung des Busses, der pro nicht bedienter Haltestelle, also ohne Bremsen, Beschleunigen und den Fahrgastwechsel, viel Fahrtzeit einsparen kann. Ist es dann nicht konsequent, die Zahl der Haltestellen zu minimieren und nur speziell definierte Zielgebiete zu bedienen?

Nur wenn ein öffentliches Verkehrssystem geeignete Zugänge bietet, kann es erfolgreich sein. Die Zahl der Kunden eines solchen Unternehmens richtet sich neben anderen Faktoren nach Zahl und Lage der Haltestellen. Grundsätzlich gilt: Wird der Autofahrer bevorzugt und verliert der öffentliche Verkehr potentielle Kunden.

Ein Instrument zur Verbesserung der Zugänglichkeit eines öffentlichen Verkehrssystems ist die Analyse und Planung von Haltestellen auf Basis von Umgebungsdaten. Diese Analyse sollte sowohl den Forderungen des Fahrgastes nach hoher Haltestellendichte und gleichzeitiger hoher Beförderungsgeschwindigkeit nachkommen, als auch die Wünsche des Betreibers nach einem wirtschaftlich optimalen, kapazitätsgerechten Haltestellenangebot berücksichtigen. Neben den Umgebungsdaten spielen bei der Planung von Haltestellen noch eine Reihe von anderen Aspekten eine Rolle. Zu nennen sind hier beispielsweise wirtschaftliche, finanzielle, innerbetriebliche oder politische Faktoren. Die Ausprägung dieser Faktoren gestaltet sich je nach Betreiber und Verkehrsgebiet unterschiedlich, so daß sie hier unberücksichtigt bleiben.

### **2.3 GIS und Haltestellenoptimierung**

Der Einsatz geographischer Informationssysteme in der Angebotsplanung und Fahrgastinformation hat in den letzten Jahren stark zugenommen.<sup>8</sup> Seit Jahren gibt es im Bereich der Bearbeitung von Verkehrsproblemen spezifisch angepaßte Software, die als mehr oder weniger geschlossene Systeme konzipiert und auf Teilaufgaben der Verkehrsplanung angepaßt sind.<sup>9</sup> Durch den Einsatz von GIS-Technologie kann die bisher vorherrschende Teilung in plan- bzw. tabellenorientierte Programmsysteme überwunden werden.<sup>10</sup> Für einzelne Bereiche innerhalb der EDV-gestützten Angebotsplanung und Fahrgastinformation existieren bereits GIS-basierte Lösungen.<sup>11</sup> Von besonderem Interesse ist in dieser Arbeit die Verkehrsplanung und -analyse. Typische Tätigkeitsbereiche sind hier:<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Müller-Elschner, Reckernagel (GIS-Einsatz)

<sup>9</sup> Helmert (GIS)

<sup>10</sup> Krahl (GIS)

<sup>11</sup> Müller-Elschner, Reckernagel (GIS-Einsatz)

<sup>12</sup> Vgl. Müller-Elschner, Reckernagel (GIS-Einsatz)

- *Fahrangebotsplanung*: Orientierung des Fahrplan- und Linienangebotes an der Fahrgastnachfrage, Tourenplanung (Müller-Elschner 1999)
- *Infrastrukturplanung*: Planung und Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen, Bewertung von Alternativen (Müller-Elschner 1999)
- *Erreichbarkeitsanalysen*: Darstellung von Versorgungs- bzw. Einzugsbereichen von Haltestellen auf Basis der realen Wegenetze, Verschneidung mit flächigen Verteilungen, dynamische Start- und Ziel-Haltestellenermittlung<sup>13</sup>

Durch die Verknüpfung der zunächst heterogenen Datenbestände und verteilten Fachdatenbestände über den gemeinsamen Raumbezug ergeben sich in diesen Bereichen vielfältige Möglichkeiten der Analyse.<sup>14</sup>

## 2.4 Die Datenbasis

Die Entscheidungsfindung innerhalb der Haltestellenplanung beruht auf einem umfangreichen Informationskatalog. Für die Ermittlung von Haltestellenstandorten sind sowohl Informationen über umliegende Start- und Zielgebiete (Umgebungsdaten) als auch Informationen über die Attraktivität der Haltestelle wichtig. Letztere wird definiert durch die relative Nutzungshäufigkeit, d.h. den Anteil der potentiellen Kunden, die diese Haltestelle nutzen.

Informationen über Start- und Zielgebiete im Einzugsbereich einer Haltestelle:

- *Demographische Daten (Bevölkerungsverteilung, Bevölkerungsstruktur)*
- *Arbeitsplatzdichte und -verteilung*
- *Zentralität des Gebietes*
- *Öffentliche Einrichtungen*
- *Versorgungsstandorte*
- *Erholungseinrichtungen*
- *Größe des Einzugsgebietes*
- *Erreichbarkeit der Haltestelle*

Informationen über die Attraktivität der Haltestelle:

- *Lage der Haltestelle*
- *Dichte und Lage anderer Haltestellen*
- *Bedienungshäufigkeit der Haltestelle*
- *Linienführung, Fahrdauer zum Zielpunkt und Anschlußmöglichkeiten*
- *Bedienungsformen, Qualität und Komfort des Verkehrsmittels*
- *Kosten*
- *Informationsstand des Kunden*
- *Ausstattung der Haltestelle (Überdachung, Parkplätze)<sup>15</sup>*

In der Arbeit wird, unter Ausschluß aller anderen Parameter, die Erreichbarkeit einer Haltestelle in Abhängigkeit von der Entfernung betrachtet. Untersucht wird: Wie läßt sich mit

<sup>13</sup> Vgl. Krahl (GIS)

<sup>14</sup> Müller-Elschner, Reckernagel (GIS-Einsatz)

<sup>15</sup> Overkämping, B. und Rütter, C.: Modellierung von Erreichbarkeit in GIS - Optimierung der Haltestellenplanung im ÖPNV, Münster: Insitut für Geoinformatik/WWU Münster, 1991, S.3.

Hilfe von Geoinformationssystemen der optimal erreichbare Standort einer Haltestelle unter Berücksichtigung der fußläufigen Erreichbarkeit bestimmen?

## **3 Anwendungsbeispiel aus der Praxis – Fallstudie Straßenbahnlinien 49 und 52**

### **3.1 Konkrete Problemdefinition**

Anhand von zwei Wiener Straßenbahnlinien soll aufgezeigt werden, welchen Beitrag ein GIS für die Analyse und Planung von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs leisten kann. Die Anwendung von GIS in der Verkehrsplanung des öffentlichen Verkehrs bietet verschiedene Vorteile:

- Durch Kartendarstellungen werden die Untersuchungsergebnisse verständlicher dargestellt. Die Qualität der Untersuchungen läßt sich durch die Implementierung von räumlichen Modellen in GIS verbessern.
- Durch Einbezug weiterer Parameter kann ein GIS zur Ermittlung des optimalen Standortes einer Haltestelle beitragen und so bereits bestehende oder angewendete Modelle verbessert werden. (Bevölkerungsverteilung, Entfernung zur Haltestelle, Anbindung an andere Verkehrslinien oder Park&Ride-Systeme, öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Universitäten, etc.)
- Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die Attraktivität der Haltestelle dar. Unterschiedliche Bedienungsformen und –häufigkeiten, die Fahrdauer zum Zielpunkt und die Notwendigkeit auf der Fahrt umzusteigen bestimmen im besonderen Maße die Nutzungshäufigkeit einer Haltestelle.
- Der Standort einer Haltestelle wird auch beeinflusst von der Lage anderer Haltestellen. Bei der Neuplanung von Haltestellen sind benachbarte Haltestellen in die Untersuchung mit einzubeziehen, so daß eine optimale Versorgung des Gebietes gewährleistet ist. Dieses Vorgehen ermöglicht es, unterversorgte Gebiete leichter zu identifizieren.

Insgesamt soll der historischen Entwicklung des Wiener Verkehrsnetzes Rechnung getragen werden und so der Zugang mittels GIS als Planungstool zu einer effizienteren Planung von Haltestellen aufgezeigt werden.

Unter Berücksichtigung von vorab definierten Restriktionen und zugrundegelegten Determinanten wird das bestehende Haltestellennetz beider Linien mit einem GIS analysiert. Darauf aufbauend erfolgt eine „Optimierung“ der Standorte von möglichen Haltepunkten. Dabei wird nicht der Versuch unternommen, einzelne ermittelte Varianten hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu bewerten und zu quantifizieren. Dies ist (unseres Erachtens, Anm. d. Verf.) Aufgabe der Entscheidungsträger, i.S. von öffentlichen Stellen.

Es sollen potenzielle Standorte von Haltestellen mittels GIS analysiert und graphisch veranschaulicht werden, unter Berücksichtigung von bestimmten Determinanten, die sich ihrerseits konfliktär verhalten können.

So sollen unter anderem die Eigenschaften Fahrzeit und möglichst hohe Anzahl an Personen in einem Einzugsgebiet erreicht werden, was bedeutet, daß durch eine mögliche Erweiterung des bestehenden Haltestellennetzes die Fahrzeit einer Straßenbahn negativ beeinflusst wird (i.e. die Fahrzeit wird aufgrund weiterer Stopps verlängert). Es besteht also ein Zielkonflikt. Ähnlich verhält es sich beim Eigenschaftenspaar „Kurze Fahrzeit“ (möglichst wenig Haltestellen) und einem minimalen Fußweg für die Benutzer der Linie vom Wohnort zum Anschlußpunkt.

### 3.2 Die zugrundeliegenden Daten

Für die Berechnung wurden folgende Daten herangezogen:

- Polygonthema Straßennetz der Stadtgemeinde Wien
- Digitalisierung der Linienthemen für die zu untersuchenden Straßenbahnlinien 49 und 52 an Hand eines Verkehrsnetzplanes des Verkehrsverbundes Ost-Region (VOR)
- Polygonthema mit demographischen Informationen über die Gemeindebezirke der Stadtgemeinde Wien:

ArcData Österreich	
ArcData Nr: AA-BLK	
Beschreibung: Baublöcke Wien mit demographischen Daten	
ArcData Autor: WIGeoGIS GesmbH	
Copyright: WIGeoGIS GesmbH, ÖSTAT Österreichisches Statistisches Zentralamt, RBW der Gemeinde Wien	
Quelle/Herkunft: ÖSTAT Österreichisches Statistisches Zentralamt, RBW der Gemeinde Wien	
Maßstab: 1 : 2 000	
Stand: 1999	
Format: ArcView Shapefile	
Workspace: /ARCAUSTR/GEODATA/POLY/WIEN/BLK	
Thema: BLK	
Attribute von BLK.DBF:	
Flaeche	Fläche
Umfang	Umfang
Block-id	Baublocknummer
Staat	Staat-ID für Österreich
Status	(Verfügbar, Datenschutz, Keine Daten oder NEU 1999)
Typ	Gewässer, Grünfläche, Bahngrund oder bebaut (ohne Eintrag)
Name	Nähere Bezeichnung bei Typ <> " "
Zaehls_p_id	Zählsprenkel-ID
Zaehls_p	Amtliche Bezeichnung des Zählsprenkels
Kurz	Kurzbezeichnung des Zählsprenkels gem. ÖSTAT
Zaehls_b_id	Zählbezirks-ID
Zaehls_b	Amtliche Bezeichnung des Zählbezirkes
Gemeinde_i	Gemeinde-ID
Gemeinde	Amtliche Bezeichnung der Gemeinde
Bezirk_id	Bezirk-ID
Bezirk	Amtliche Bezeichnung des Bezirkes
Land_id	Land-ID
Land	Bundesland
STD_01A	Anzahl der Haushalte
STD_02A	Anzahl der Einwohner
STD_03A	Anzahl der Männer
STD_04A	Anzahl der Frauen
STD_05A	Anzahl der bis 19 jährigen Personen
STD_06A	Anzahl der 20 bis 39 jährigen Personen
STD_07A	Anzahl der 40 bis 59 jährigen Personen

STD_08A	Anzahl der ab 60 jährigen Personen
STD_09A	Anzahl der Einpersonenhaushalte
STD_10A	Anzahl der Zweipersonenhaushalte
STD_11A	Anzahl der Drei- und Mehrpersonenhaushalte (Familien)
STD_12A	Durchschnittliche Haushaltsgröße
STD_13A	Anzahl der Personen mit Universitätsabschluß
STD_14A	Anzahl der Personen mit Matura
STD_15A	Anzahl der Personen ohne Matura
STD_16A	Anzahl der ledigen Personen
STD_17A	Anzahl der verheirateten Personen
STD_18A	Anzahl der verwitweten Personen
STD_19A	Anzahl der geschiedenen Personen
STD_03P	Anteil der Männer
STD_04P	Anteil der Frauen
STD_05P	Anteil der bis 19 jährigen Personen
STD_06P	Anteil der 20 bis 39 jährigen Personen
STD_07P	Anteil der 40 bis 59 jährigen Personen
STD_08P	Anteil der ab 60 jährigen Personen
STD_09P	Anteil der Einpersonenhaushalte
STD_10P	Anteil der Zweipersonenhaushalte
STD_11P	Anteil der Drei- und Mehrpersonenhaushalte (Familien)
STD_13P	Anteil der Personen mit Universitätsabschluß
STD_14P	Anteil der Personen mit Matura
STD_15P	Anteil der Personen ohne Matura
STD_16P	Anteil der ledigen Personen
STD_17P	Anteil der verheirateten Personen
STD_18P	Anteil der verwitweten Personen
STD_19P	Anteil der geschiedenen Personen
Letzte Bearbeitung:	Mai 99

Tabelle 1: ArcData Austria

Quelle: ArcAustria

### 3.3 Softwareunterstützung

Geographische Informationssysteme ermöglichen eine Visualisierung, Untersuchung, Abfrage und Analyse von Daten, durch das Schaffen eines räumlichen Bezuges. Es können somit Fragestellungen gelöst, neue Ergebnisse erzielt und ein besseres Verständnis von räumlich abhängigen Verhaltensweisen geschaffen werden.

Für die Beurteilung der geographischen Zusammenhänge wurde folgende GIS Software eingesetzt:

- Environmental Systems Research Institute (ESRI)
- ArcView3.2
- ArcView Network Analyst 2.0
- Extension für Flächenberechnung WiGeoGIS

### **3.4 „Erreichbarkeit“ von Haltestellen**

Eine Haltestelle wird als erreichbar betrachtet, wenn der Aufwand sie zu erreichen für die Zielgruppe akzeptabel ist. In der klassischen Verkehrsplanung werden Einzugsbereiche für die fußläufige Erreichbarkeit einer Haltestelle häufig in Luftlinienentfernung angegeben, außerhalb dessen die Entfernung zur Haltestelle für den Kunden nicht mehr annehmbar ist. Traditionell werden solche Probleme mit den GIS-Werkzeugen „Buffer“ und „Overlay“ gelöst. Bei der Berechnung des Potentials eines Haltestellenstandortes sollte jedoch das Wegenetz nicht unberücksichtigt bleiben. Der kürzeste Weg zur nächsten Haltestelle im tatsächlichen Wegenetz ist unter Umständen wesentlich länger als der durch die Luftlinienentfernung bestimmte Weg. Von besonderer Bedeutung bei Erreichbarkeitsanalysen ist deshalb die Netzwerkanalyse (Network Analyst). Sie wird in dieser Arbeit verwendet, um Einzugsbereiche von Haltestellen auf Basis des realen Wegenetzes zu bestimmen.

### **3.5 Determinanten und Restriktionen**

Bei der Überlegung, nach welchen Kriterien man Haltestellen planen kann, kamen wir auf folgende Variablen, die auf jeden Fall eingehalten werden müssen, wie beispielsweise „Fixstationen“, also Stationen, die einen gewissen Anschluss bzw. einen Knotenpunkt darstellen, z.B. Karlsplatz, Landstrasse, Längenfeldgasse etc.

Bei unserer Aufgabenstellung ist es nötig eine Linienauswahl vorzunehmen, um das Stadtgebiet einzugrenzen. Andere, in der Umgebung verkehrende Linien werden bei der Umstrukturierung der Haltestellen nicht berücksichtigt. Der Einzugsbereich zu einer Haltestelle wurde mit 350 m festgelegt und der Anteil der Einwohner, die in diesem Einzugsbereich liegen, muß ermittelt werden. Die Maximierungsfunktion ist eine möglichst große Anzahl an Einwohnern mit einer Haltestelle zu erreichen, die Minimierungsfunktion hingegen lautete den Weg zu den einzelnen Haltestellen zu minimieren. Öffentliche Einrichtungen wie Ämter, Schulen, Universitäten, Krankenhäuser, Kindergärten, Freizeiteinrichtungen sowie Theater, Kino, Oper etc. wurden als Einflussfaktoren zwar untersucht, konnten jedoch nicht in die Berechnung aufgenommen werden, da notwendige Daten, wie zum Beispiel Anzahl der SchülerInnen, Besucherfrequenz, etc. nicht verfügbar waren.

Wenn es an die Neuplanung einer Haltestelle an Hand der oben genannten Kriterien geht, darf man jedoch auch die Straßenbreite für eine mögliche neue Station nicht außer Acht lassen sowie natürliche oder künstliche Barrieren wie Brücken, Flüsse, Bahngleise etc. Auch wurde jede Haltestelle an einer Straßenecke angesiedelt, da der Eingang eines großen Wohnblocks an der Ecke angenommen wird.

### **3.6 Gang der Untersuchung**

#### **3.6.1 Auswahl des Untersuchungsgegenstands**

Bei den konkreten Straßenbahnen handelt es sich um die Linie 49 und 52. Das Untersuchungsgebiet ist der 14.te und 15.te Wiener Gemeindebezirk.

Der Ursprung des heutigen Wiener Verkehrsnetzes entstammt dem Ende des 19.Jhdts. Mit der Elektrifizierung der Straßenbahnlinien (zuvor wurden sie durch Pferdekraft betrieben) wurden auch die Haltestellen festgesetzt und die meisten sind bis heute nahezu ident geblieben.

Einige historische Daten unserer „Untersuchungsobjekte“:

### Linie 49

Teilstück:	Erstbefahrung:
Märzstrasse – Hütteldorferstrasse (bis Hickelgasse)	26.07.1873
Hütteldorferstrasse - Linzerstrasse	04.07.1885
Linzerstrasse - Bahnhofstrasse	01.05.1892

### Linie 52

Teilstück:	Erstbefahrung:
Linzerstrasse – Lützow-Gasse	12.01.1903
Lützow-Gasse - Hütteldorferstrasse	11.07.1903

Tabelle 2: Linien 49 und 52

Quelle: Verkehrsbetriebe Wien

Die untenstehende historische Karte zeigt das Untersuchungsgebiet im Jahr 1926

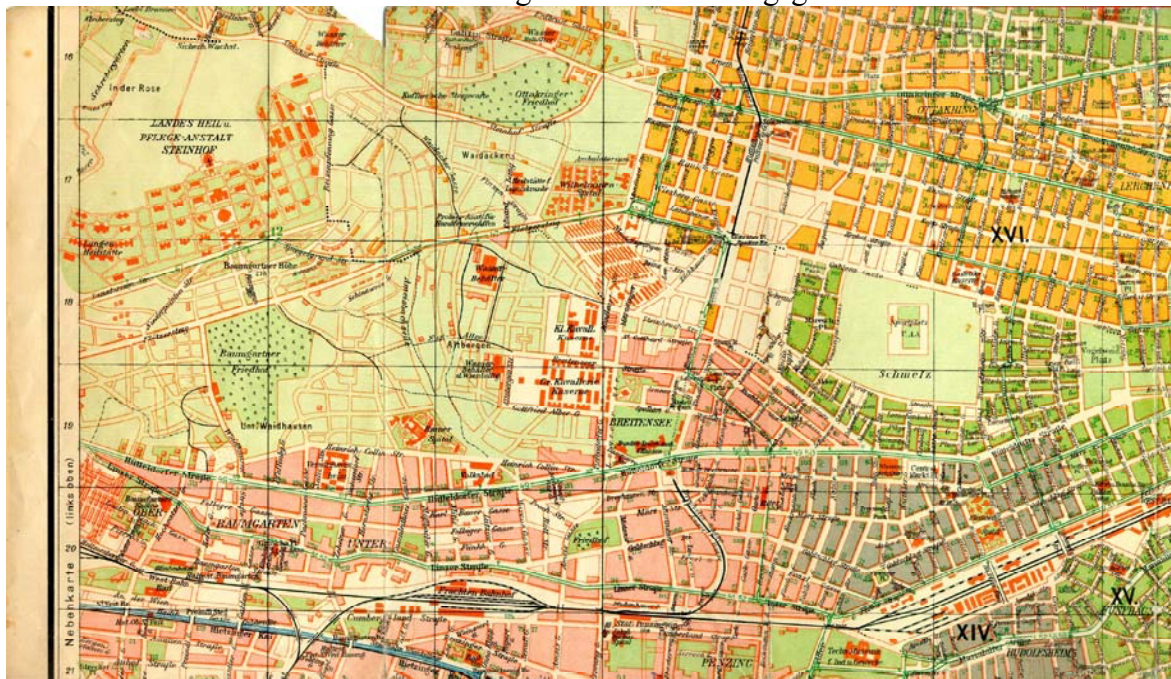


Abbildung 3: historische Karte Wien, 1926

Quelle: Freytag & Berndt

### 3.6.2 Aufstellung der Zielfunktionen

Durch die Analyse und Planung von Haltestellen auf Basis von Umgebungsdaten soll ein effizienteres Verkehrsnetz in Wien erreicht werden. Unsere Arbeit soll den Veränderungen (Bevölkerungsstruktur, Besiedlungsgebiet) der letzten Jahre und Jahrzehnte Rechnung tragen. Unsere Analyse soll sowohl den Forderungen des Fahrgastes nach hoher Haltestellendichte und gleichzeitig hoher Beförderungsgeschwindigkeit nachkommen, als auch die Wünsche des Betreibers nach einem wirtschaftlich optimalen, kapazitätsgerechten Haltestellenangebot berücksichtigen. Das Ergebnis soll mehrere alternative Standorte bzw. Veränderungen aufzeigen, ohne dass eine Wertung vorgenommen wird.

### 3.6.3 Zielführende Schritte

Im folgenden wird der Gang der Untersuchung explizit in seinen einzelnen Schritten detailliert dargestellt :

a) Erstellen der Straßenbahnlinien und der Haltestellen:

Nach der Auswahl des Untersuchungsgebietes für diese Arbeit bestand der erste Arbeitsschritt im Erstellen der Straßenbahnlinien. Ausgangspunkt bildete der City View Wien aus dem ArcAustria Datensatz und das Wiener Straßennetz. Anhand des VOR-Linienplans (erhältlich bei den Wiener Linien) wurden die Linien 49 und 52 und die derzeit bestehenden Haltepunkte digitalisiert.

Eine erste Klassifizierung bildete die Kennzeichnung der Haltestellen als „bestehende Stationen“ und eine Vergabe von „Labels“ zur Kennzeichnung und besseren Identifizierung in den nachfolgenden Analysen.

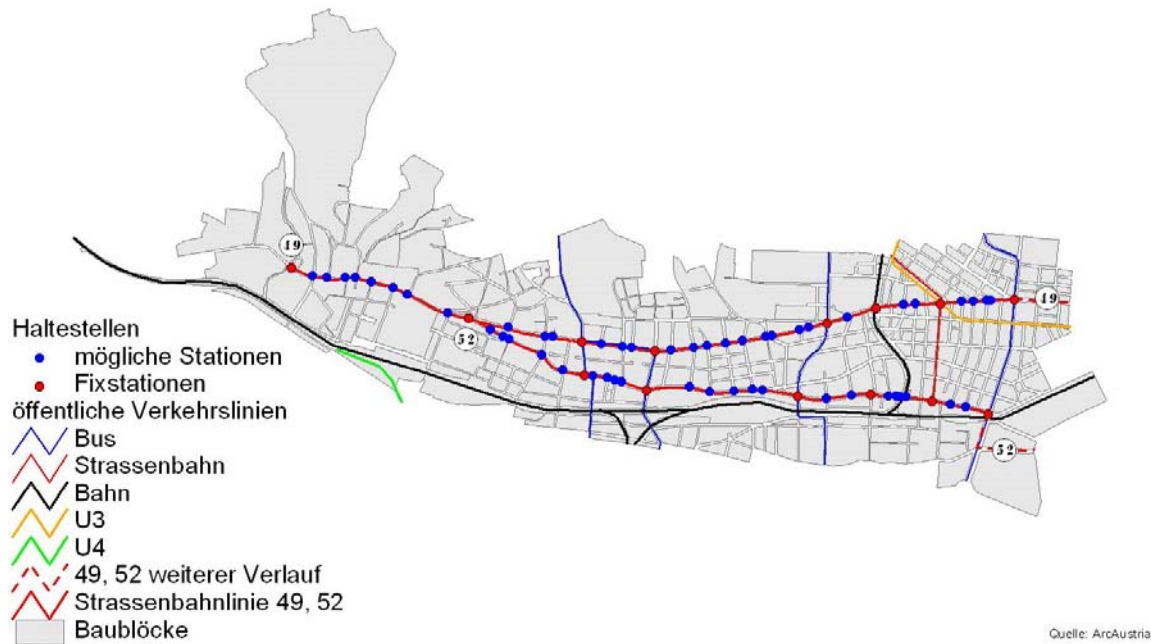
Von den bestehenden Haltestellen wurden diejenigen als „Fixstationen“ angesehen, die eine Umsteigmöglichkeit zu anderen Verkehrslinien bildeten. Diese Fixstationen wurden als „gegeben“ angenommen, das heißt eine Veränderung dieser war nicht vorgesehen. In diesem Sinne als „fix“ definiert waren die Endstationen der beiden Linien.

Bei der Auswahl von möglichen neuen Haltestellenstandorten wurden folgende Eigenschaften berücksichtigt. Prinzipiell wird jede Straßenkreuzung entlang der bestehenden Linienführung als möglicher Standort angesehen. Einschränkungen bildeten nur natürliche oder künstliche (bauliche) Barrieren und es musste ein Mindestabstand von 100 Metern zu Fixstationen eingehalten werden. Diese erste Selektion erschien sinnvoll, da zwar jede Straßenkreuzung ein Potential darstellte, aber aufgrund der räumlichen Nähe zu fixen Stationen kaum „Verbesserungsmöglichkeiten“ im Sinne von Fahrzeit, Kosten, Einwohneranbindung erreicht werden konnte.

b) Grobe Auswahl des Einzugsgebiet:

Als mögliches Einzugsgebiet waren 350 Meter um die Straßenbahnlinien festgelegt worden. Um einen Überblick über das gegenständliche Einzugsgebiet zu erhalten wurde die Methode des Buffering auf Baublockbasis angewandt.

Auf untenstehender Grafik ist diese erste Auswahl ersichtlich:



**Abbildung 4: „Grobe Auswahl des Einzugsgebietes mit der Methode des Buffering“**

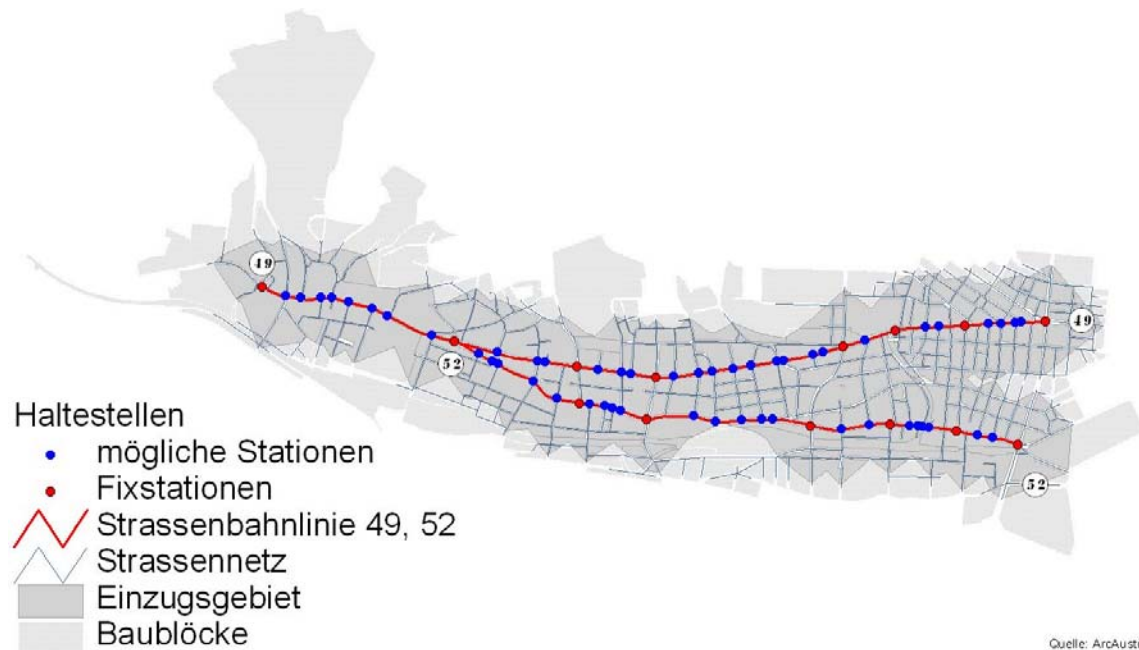
Quelle: ArcAustria, eigene Berechnungen

Die Linien 49 und 52 sind mit roter Farbe gekennzeichnet. Weiters sind bestehende öffentliche Verkehrslinien eingezeichnet, die die beiden Linien 49 und 52 schneiden, um die Fixstationen herauszuheben. Die Fixstationen sind als rote, die möglichen Haltestellen als blaue Punkte ersichtlich. Die graue Fläche stellt jene Baublöcke dar, die aufgrund des Buffering von 350 Metern selektiert wurden.

c) Detaillierte Auswahl des Einzugsgebietes:

Durch die Methode des Bufferns wählt ArcView jene Baublöcke, die einerseits zur Gänze im Umkreis von 350 Metern liegen, aber auch alle jene, die nur teilweise im definierten Umkreis angesiedelt sind. Im Extremfall wird ein Baublock noch zu dieser Auswahl hinzugezogen, der nur zu einem sehr geringen Anteil im definierten Einzugsgebiet liegt. Diese Selektion war unter der Bedingung der fußläufigen Erreichbarkeit von 350 Metern von Haltestellen nicht ausreichend.

Aus diesem Grund wurde anhand des Straßennetzes und dem Tool ArcView Network Analyst ein „Service Area“ um die Straßenbahnlinien gelegt. Dieses Service Area ist in der nächsten Grafik ersichtlich:



**Abbildung 5: „Detaillierte Auswahl des Einzugsgebietes mit der Methode des Network Analyst“**

**Quelle: ArcAustria, eigene Berechnungen**

Die Straßenbahnlinien, Fixstationen und mögliche Haltestellen sind wieder in den gleichen Farben wie bereits zuvor dargestellt. Das Service Area von 50 Metern ist mit (dunkel-)grauer Farbe ersichtlich. Es bildet nun das tatsächliche Einzugsgebiet für die Analyse und ist jenes, dass aufgrund des Straßennetzes maximal 350 Meter von den Straßenbahnlinien entfernt ist. Sehr gut sichtbar ist auch der Unterschied zur bisherigen Klassifikation mittels Buffering auf Baublockbasis (hellgraue Farbe).

d) Verschneidung des Einzugsgebietes mit den Baublöcken:

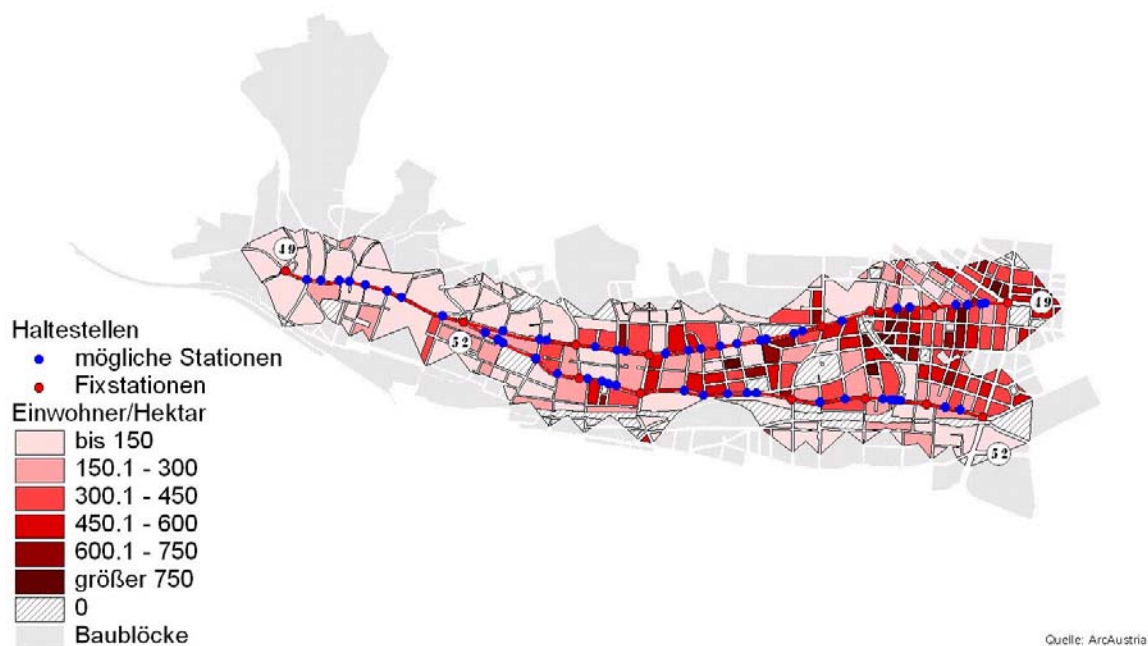
Der nächste Schritt war notwendig, da das ermittelte Service Area keinerlei demographische Informationen enthielt, die für eine weitere Analyse aber unumgänglich waren. Da auf Baublockbasis diese Daten vorhanden waren, wurden mittels ArcView Geoprocessing (Clip) diese gespeicherten Informationen auf das Service Area übertragen.

e) Neubestimmung der Einwohner je Baublock:

Die so erhaltenen demographischen Daten bezogen sich auf die ursprüngliche Fläche der Baublöcke. Da aber das Service Area unter Umständen nicht zur Gänze einem Baublock entsprach, musste auf Basis der Fläche eine Neubestimmung der Einwohner vorgenommen werden. Da keine weiteren Informationen zum Zeitpunkt der Analyse vorhanden waren, wurde die Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Einwohner pro Quadratmeter getroffen. Die Berechnung erfolgte mittels WigeoGis Tools.

## f) Klassifizierung der Baublöcke:

In einem nächsten Schritt galt es, die Baublöcke im Einzugsbereich anhand der Einwohnerdichte, die ein Indikator für die Benützung der öffentlichen Verkehrseinrichtungen ist, zu klassifizieren. Eine ex ante Analyse der Werteverteilung in MS Excel mittels Histogrammdarstellung brachte keine weiteren Information über die Verteilung. Aus diesem Grund wurde die Methode „Equal Interval“ gewählt. Diese Klassifikation ermöglicht eine Analyse der Einwohnerdichte in gleichen Intervallen.



**Abbildung 6: „Klassifikation anhand der Einwohnerdichte“**

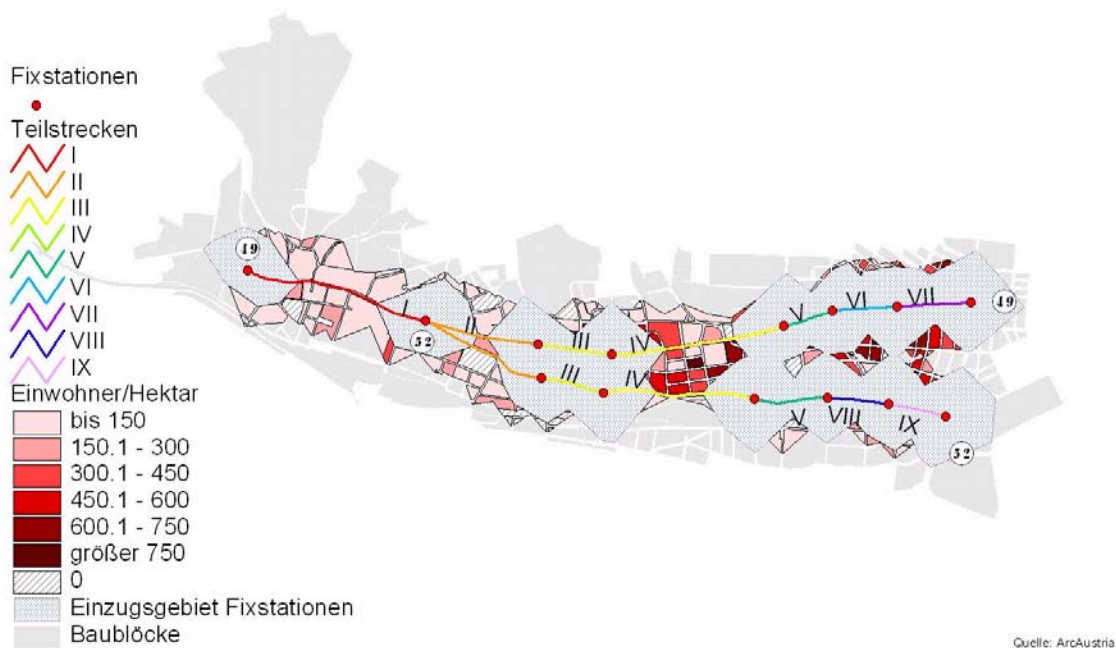
**Quelle: ArcAustria, eigene Berechnungen**

Die Klassifikation in abgestuften Farben zeigt übersichtlich die Baublöcke mit unterschiedlichem Einwohnerpotential. Jene Baublöcke, die rot bzw. dunkelrot eingefärbt sind, weisen eine hohe Einwohnerdichte auf. Baublöcke mit hellroter oder nahezu weißer Farbe haben dagegen nur geringes Potential. Die Grafik zeigt anschaulich inwieweit einzelne Gebiete bereits mit bestehenden Haltestellen versorgt sind bzw. welche Haltestellen in Baublöcken angesiedelt sind, die aufgrund der Einwohneranzahl - und damit den damit verbundenen Benützern der Verkehrslinien - eine geringe Priorität besitzen.

Hier gilt es - wie bereits weiter oben schon erwähnt - zu beachten, dass neben der Einwohnerzahl als Haupteinflussfaktor auch ursprünglich öffentliche Einrichtungen wie Ämter, Schulen, Universitäten, Krankenhäuser, Kindergärten, sowie Freizeiteinrichtungen etc. als Einflussfaktoren untersucht wurden, diese jedoch aufgrund dem Fehlen notwendiger Daten, wie zum Beispiel Anzahl der SchülerInnen, Besucherfrequenz, etc., keine Berechnung und Quantifizierung möglich war und daher diese auch keine weitere Berücksichtigung in dieser Arbeit fanden.

## g) Reduktion des Untersuchungsgebietes:

Die Reduktion des Einzugsgebietes um das der Fixstationen war nötig, um alle jene Gebiete und damit Einwohner aus dem Untersuchungsbereich zu entfernen, die bereits durch das Vorhandensein der Fixstation versorgt waren. Praktisch erfolgt dies wieder mit Hilfe des Tools ArcView Geoprocessing (Clip). Das nun relevante Gebiet für mögliche Stationen korrigiert um den Einzugsbereich der Fixstationen ist in untenstehender Grafik ersichtlich.



**Abbildung 7: „Einzugsgebiet der Straßenbahnlinien korrigiert um die Fixstation“**

**Quelle: ArcAustria, eigene Berechnungen**

Die Grafik zeigt das nach Einwohnerdichte klassifizierte Einzugsgebiet und den Bereich der Fixstationen, dargestellt durch hellblaue Flächen.

## h) Unterteilung des Untersuchungsgebietes:

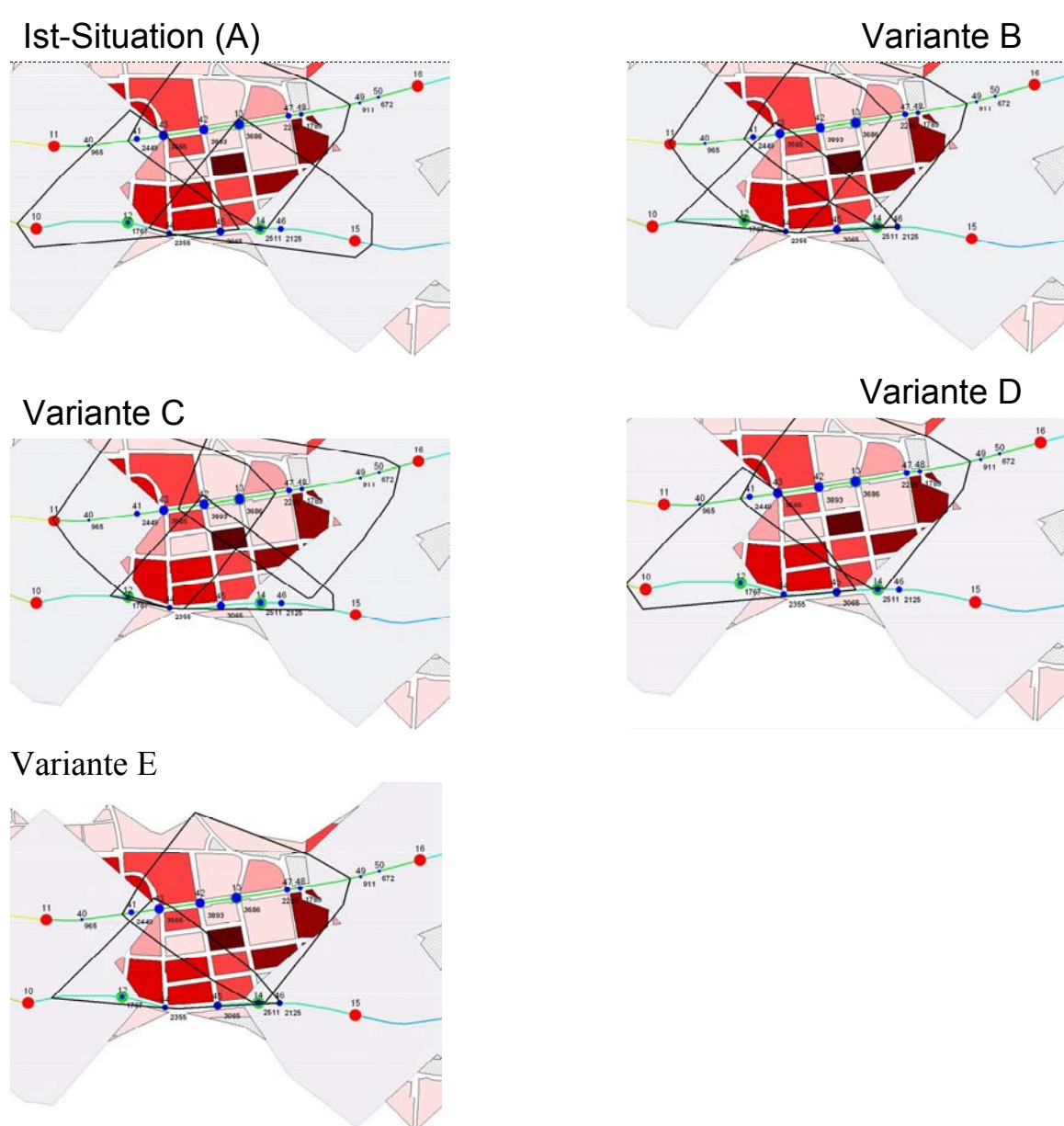
Um eine sinnvolle Untersuchung zu ermöglichen, wurde die gesamte Streckenführung in einzelne Teilstrecken zerlegt. Dabei ging man folgendermaßen vor: Streckenabschnitte zwischen zwei Fixstationen bilden jeweils eine für die Analyse mögliche Teilstrecke. Diese Teilstücke sind ebenfalls in der Grafik unter Schritt g.) in unterschiedlichen Farben erkennbar. Jede dieser Teilstrecken kann nun Ausgangspunkt einer Untersuchung sein. Damit ist die Bearbeitung des Untersuchungsgebietes bzw. die vorbereitenden Schritte zur eigentlichen Untersuchung, der Optimierung von Haltestellen, abgeschlossen.

Im folgenden wird anhand einer Teilstrecke die konkrete Beurteilung von Haltestellenalternativen gezeigt.

i) Variantenuntersuchung einer ausgewählten Teilstrecke:

Nach dem Einrichten der Teilstrecken wurde für jede einzelne Teilstrecke eine Variantenuntersuchung verschiedener Stationskombinationen durchgeführt. Für jede Variante wird eine Karte mit dem Einzugsgebiet erstellt, anschließend wird die Summe der Einwohner im Einzugsgebiet berechnet.

### Variantenuntersuchung Teilstrecke 4:



**Abbildung 8: Ist-Situation und Varianten B-E**

**Quelle: ArcAustria, eigene Berechnungen**

Wie im obigen Fall dargestellt wurden für eine beliebige Teilstrecke verschiedene Haltestellenkombinationen untersucht. Wie in der nächsten Tabelle ersichtlich stellt Variante A die Ist-Situation dar. Sie beinhaltet drei Stationen, wobei alle drei bereits die derzeit vorhandenen repräsentieren. Variante B analysiert ebenfalls eine Kombination aus drei Haltestellen, allerdings ist nur eine davon eine bestehende. Die restlichen zwei sind zwei der möglichen potenziellen Standorte, usw.

Variantenuntersuchung									
Teilstrecke	Variante	Anzahl Stationen	davon bestehend	Stationen auf Linie 49	Stationen auf Linie 52	Stationennummern	Durchschnittlicher Abstand der Haltestellen (m)	EW im Einzugsgebiet	Veränderung EW zu Var. A
4	A	3	3	1	2	12, 13, 14	430,4	5272	0
	B	3	1	2	1	13, 43, 44	430,4	5573	301
	C	3	0	2	1	43, 45, 47	430,4	5599	327
	D	2	2	1	1	12, 13	538	5218	-54
	E	2	1	1	1	13, 44	538	5245	-27

Tabelle 3: Variantenuntersuchung

Quelle: eigene Berechnungen

## j.) Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Anschließend an die Variantenuntersuchung, wurde eine statische Wirtschaftlichkeitsuntersuchung der unterschiedlichen Varianten durchgeführt.

Als Kriterium für die Veränderung der Erlöse wurde die Veränderung der Einwohnerzahl im Einzugsgebiet verwendet. Diese wurde mit der durchschnittlichen Fahrtenhäufigkeit pro Einwohner und dem durchschnittlichen Fahrscheinerlös pro Fahrt multipliziert.

Der Veränderung der Kostenseite wurde durch folgende Kriterien Rechnung getragen:

- Abschreibungen für neue Stationen  
Aufgrund der langen Haltbarkeit von Straßenbahnstationen (mindestens 45 Jahre) wurden nur Abschreibungen für neue Stationen inkludiert, still zu legende Stationen wurden hingegen als sunk costs betrachtet.
- Kosten für Fahrpersonal  
Aufgrund der Veränderung der Fahrzeit benötigt man mehr bzw. weniger Fahrpersonal. Dies ist abhängig von der Gesamtanzahl an Fahrten einer Linie.
- Kosten für Straßenbahnen  
Ebenfalls durch die Veränderung der Fahrzeit, verändert sich der Bedarf an Straßenbahntriebwagen. Im Gegensatz zum Fahrpersonal ist dieser von der Fahrtenhäufigkeit in der Hauptverkehrszeit (HVZ) abhängig.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Während ein Fahrer eine Wochenarbeitszeit von 38,5 Stunden hat, könnte man eine Straßenbahn bei Bedarf fast rund um die Uhr einsetzen.

**3.6.4.1.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung**

Teilstrecke	Variante	Veränderung Fahrzeit 49er (min)	Veränderung Fahrzeit 52er (min)	Veränderung der Erlöse	Abschreibungen für neue Stationen	Kosten für Fahrpersonal	Kosten für Straßenbahnen	Volkswirtschaftliche Kosten, Nutzen	Gewinn / Verlust
4	A	0,0	0,0	0	0	0	0	?	0
	B	1,5	-1,5	798.252	17.778	179.193	233.333	?	367.948
	C	1,5	-1,5	867.204	26.667	179.193	233.333	?	428.011
	D	0,0	-1,5	-143.208	0	-365.853	-291.667	?	514.312
	E	0,0	-1,5	-71.604	8.889	-365.853	-291.667	?	577.027

**Tabelle 4: Wirtschaftlichkeitsberechnung (Werte in ATS pro Jahr)****Quelle: eigene Berechnungen**

Bei dem sich aus diesen Erlös- und Kostenveränderungen ergebenden Ergebnis, werden allerdings externe Kosten nicht berücksichtigt. In anbetracht der Tatsache, daß die Fahrscheinerlöse derzeit nur rund 50% der Kosten der Wiener Linien decken und die restlichen knapp 50% durch Subventionen der öffentlichen Gebietskörperschaften - im wesentlichen durch die Gemeinde Wien – gedeckt werden müssen, erscheint es auch sinnvoll Volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen in die Rechnung ein zu beziehen.

Ohne Berücksichtigung von volkswirtschaftlichen Kosten kommen wir zu dem Ergebnis, daß die günstigste Variante (E) die Einstellung einer Station und die Verlegung einer weiteren erfordert.

Würden die Gebietskörperschaften die Subventionen allerdings relativ zu den Erlösen konstant halten, so wäre allerdings Variante C allen anderen Varianten vorzuziehen.<sup>17</sup>

Es bleibt also der Politik vorbehalten, ob Variante E oder Variante C, realisiert werden sollen. Die restlichen Varianten – also auch die Ist-Situation – sind hingegen eindeutig suboptimal.

<sup>17</sup> Variante A: 0; B:1.166.200; C: 1.295.215; D: 371.104; E: 505.423

**Berechnungsgrundlage**

	Wert:	Quelle:
Anzahl Fahrten pro Jahr und Einwohner	442	Wiener Verkehrsbetriebe, Betriebswirtschaftliche Abteilung
Durchschnittlicher Fahrscheinerlös je Fahrt (ÖS)	6	Wiener Verkehrsbetriebe: Geschäftsbericht 1999. verfügbar von <a href="http://www.wienerstadtwerke.at/tu/generaldirektion/Unternehmen/zahlen/geschaeftsbericht/Geschaeftsbericht_1999/wienerlinien/lagebericht.html">http://www.wienerstadtwerke.at/tu/generaldirektion/Unternehmen/zahlen/geschaeftsbericht/Geschaeftsbericht_1999/wienerlinien/lagebericht.html</a> , Abfragedatum 22.06.2001
Errichtungskosten pro Station und Fahrtrichtung (ÖS)	200.000	Fischer, W (1994): Die Analyse der Bau- und Betriebskosten des DCC im Vergleich zu alternativen systemen des ÖPNV. In: Das Doppelmayr Cable Car im Städtischen Nahverkehr, Wien: Institut für Transportwirtschaft. S. 29-40
Abschreibungszeitraum für Stationen (Jahre)	45	Fischer, W (1994): Die Analyse der Bau- und Betriebskosten des DCC im Vergleich zu alternativen systemen des ÖPNV. In: Das Doppelmayr Cable Car im Städtischen Nahverkehr, Wien: Institut für Transportwirtschaft. S. 29-40
Gesamtsumme der Personalkosten für Straßenbahnfahrer (1990; Mio. ÖS)	558	Wiener Verkehrsbetriebe, Betriebswirtschaftliche Abteilung
Anzahl Straßenbahnfahrer	1409	Wiener Linien: Betriebsangaben 2000
Tariflohnindex Verkehrsbedienste; Wiener Stadtwerke Verkehrsbetriebe (1990/2000)	113,6 / 155,5	Statistik Austria: Statistisches Jahrbuch 2001, Einkommen und Löhne. Verfügbar von <a href="http://www.statistik.at/fachbereich_13/pdf/k09.pdf">http://www.statistik.at/fachbereich_13/pdf/k09.pdf</a> , Abfragedatum 22.06.2001
Anzahl Fahrten auf Linie 49 (pro Werktag)	438	Verkehrsverbund Ostregion: Fahrpläne2000/2001; Wien
Anzahl Fahrten auf Linie 52 (pro Werktag)	294	Verkehrsverbund Ostregion: Fahrpläne2000/2001; Wien
Anzahl Fahrten der Linie 49 in der HVZ	36	Verkehrsverbund Ostregion: Fahrpläne2000/2001; Wien
Anzahl Fahrten der Linie 52 in der HVZ	20	Verkehrsverbund Ostregion: Fahrpläne2000/2001; Wien
Kosten für eine Straßenbahn Typ ULF B (ÖS)	35.000.000	Der Standard (02.03.2001): Wiens Bim ist teurer als die in Graz. Wien: Der Standard
Abschreibungszeitraum für Straßenbahnen (Jahre)	30	Fischer, W (1994): Die Analyse der Bau- und Betriebskosten des DCC im Vergleich zu alternativen Systemen des ÖPNV. In: Das Doppelmayr Cable Car im Städtischen Nahverkehr, Wien: Institut für Transportwirtschaft. S. 29-40

**Tabelle 5: Berechnungsgrundlagen**

## 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Anwendung von GIS in der Verkehrsplanung des öffentlichen Verkehrs bietet verschiedene Vorteile. Durch Kartendarstellungen werden die Untersuchungsergebnisse verständlicher dargestellt. Die Qualität der Untersuchungen lässt sich durch die Implementierung von räumlichen Modellen in GIS verbessern.

Ein GIS kann damit auch zur Ermittlung des optimalen Standortes einer Haltestelle beitragen. Durch Einbeziehung weiterer Parameter kann das angewendete Modell verbessert werden. So hat die Bevölkerungsverteilung in einem Gebiet erheblichen Einfluß auf den optimalen Haltestellenstandort. Durch Bevölkerungsstrukturdaten lässt sich der Anteil potentieller Nutzer des öffentlichen Verkehrs an der Wohnbevölkerung bestimmen.

In dieser Fallstudie wurde ausschließlich die fußläufige Erreichbarkeit einer Haltestelle betrachtet. Abhängig von Lage und Zweck der Haltestelle können auch Verkehrsmittel wie Fahrrad, PKW/Krad und öffentlicher Verkehr einen gewichtigen Einfluß auf die Erreichbarkeit haben und müssen mitberücksichtigt werden.

Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die Attraktivität der Haltestelle dar. Unterschiedliche Bedienungsformen und -häufigkeiten, die Fahrtdauer zum Zielpunkt und die Notwendigkeit auf der Fahrt umzusteigen bestimmen im besonderen Maße die Nutzungshäufigkeit einer Haltestelle.

Der Standort einer Haltestelle wird auch beeinflusst von der Lage anderer Haltestellen. Bei der Neuplanung von Haltestellen sind benachbarte Haltestellen in die Untersuchung mit einzubeziehen, so dass eine optimale Versorgung des Gebietes gewährleistet ist. Dieses Vorgehen ermöglicht es, unterversorgte Gebiete leichter zu identifizieren.

Durch die Schaffung neuer Möglichkeiten für Analyse und Planung von Haltestellen tragen GIS zu einer kapazitätsgerechten, optimalen Angebotsplanung bei.

## 5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Input-Output-Schema des Verkehrsbetriebes .....	6
Abbildung 2: Maßgrößen für die Betriebs- bzw. Marktleistung.....	6
Abbildung 3: historische Karte Wien, 1926.....	13
Abbildung 4: „Grobe Auswahl des Einzugsgebietes mit der Methode des Buffering“ .....	15
Abbildung 5: „Detaillierte Auswahl des Einzugsgebietes mit der Methode des Network Analyst“ .....	16
Abbildung 6: „Klassifikation anhand der Einwohnerdichte“ .....	17
Abbildung 7: „Einzugsgebiet der Straßenbahnlinien korrigiert um die Fixstation“ .....	18
Abbildung 8: Ist-Situation und Varianten B-E.....	20

## 6 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: ArcData Austria .....	11
Tabelle 2: Linien 49 und 52 .....	13
Tabelle 3: Variantenuntersuchung .....	21
Tabelle 4: Wirtschaftlichkeitsberechnung (Werte in ATS pro Jahr).....	22
Tabelle 5: Berechnungsgrundlagen.....	23

## 7 Literaturverzeichnis

- Brauer, K.M. (1980): Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs, Berlin.
- Der Standard (02.03.2001): Wiens Bim ist teurer als die in Graz. Wien: Der Standard
- Faller, P.: Grundlagen und Grundprobleme der Verkehrswirtschaft, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz 1991.
- Fischer, W (1994): Die Analyse der Bau- und Betriebskosten des DCC im Vergleich zu alternativen Systemen des ÖPNV. In: Das Doppelmayr Cable Car im Städtischen Nahverkehr, Wien: Institut für Transportwirtschaft.
- Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.) (1991): Verkehrswirtschaft, Linz.
- Hamm, W. (1961) Kollektiveigentum. Die Rolle öffentlicher Unternehmen in der Marktwirtschaft, 9. Bank, Heidelberg.
- Helmert, C. (1999): GIS und Verkehrsplanung - Konfrontation oder Kooperation. AGIT GIS in Verkehr und Transport, Salzburg.
- Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie (Dezember 1996 – überarbeitet 1998) Teil E; Grundlagen und Grundprobleme der Geoinformatik: Einführung in Business-GIS und Geomarketing, Wirtschaftsuniversität Wien Dezember 1996.
- Krahl, M. (1999): Einsatz von GIS in der Verkehrstechnik. ESRI European User Conference.
- Müller-Elschner, M. und Reckernagel, C. (1999): Integrierter GIS-Einsatz in der EDV-gestützten Angebotsplanung und Fahrgastinformation im öffentlichen Personenverkehr. AGIT GIS in Verkehr und Transport, Salzburg.
- Overkämping, B. und Rüter, C. (2001): Modellierung von Erreichbarkeit in GIS – Optimierung der Haltestellenplanung im ÖPNV. Verfügbar von:  
[www.corp.at/corp2001/PROGRAM\\_M\\_/DO\\_THU/01\\_Overkaemping\\_DO.pdf](http://www.corp.at/corp2001/PROGRAM_M_/DO_THU/01_Overkaemping_DO.pdf)  
Abfragedatum: 28.05.2001
- Riebesmeier, B. (1991): Leistungserstellung der Verkehrsbetriebe, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz.
- Riebesmeier, B. (1991): Rechnungswesen und Controlling, in: Gürtlich, G. u.a. (Hrsg.): Verkehrswirtschaft, Linz.
- Statistik Austria: Statistisches Jahrbuch 2001, Einkommen und Löhne. Verfügbar von [http://www.statistik.at/fachbereich\\_13/pdf/k09.pdf](http://www.statistik.at/fachbereich_13/pdf/k09.pdf), Abfragedatum 22.06.2001
- Thiemeyer, T. (1975): Wirtschaftslehre öffentlicher Betriebe, Reinbek bei Hamburg.
- Verkehrsverbund Ostregion: Fahrpläne2000/2001; Wien.
- Wiener Verkehrsbetriebe: Geschäftsbericht 1999. verfügbar von [http://www.wienerstadtwerke.at/tu/generaldirektion/Unternehmen/zahlen/geschaeftsbericht/Geschaeftsbericht\\_1999/wienerlinien/lagebericht.html](http://www.wienerstadtwerke.at/tu/generaldirektion/Unternehmen/zahlen/geschaeftsbericht/Geschaeftsbericht_1999/wienerlinien/lagebericht.html), Abfragedatum 22.06.2001