

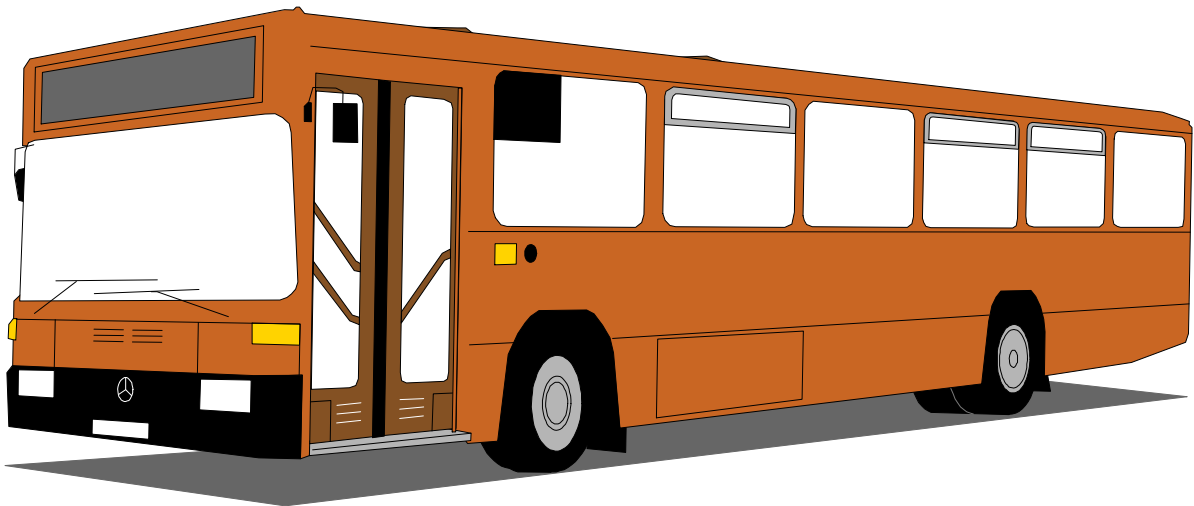
Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Psychologie

stud. Andreas Seier
stud. Stefan Waschlewski

Experimental-Praktikum
Wintersemester 1994/95

Bericht über eine Untersuchung zur

Funktionalität von abstrakten, halb-topographischen und
topographischen Liniennetzplänen öffentlicher
Personennahverkehrsbetriebe
am Beispiel von Plänen
der Stadtwerke Wuppertal



unter Anleitung von

Dr. rer. nat. Wolf-D. Heine
Ruhr-Universität Bochum

Inhalt

1 EINLEITUNG	4
1.1 Themenstellung	4
1.2 Theoretischer Hintergrund / Strukturierung der Themenstellung	6
1.3 Hypothesen	11
1.3.1 I. Hypothese (Zeit)	11
1.3.2 II. Hypothese (Fehler)	11
2 METHODE	12
2.1 Versuchsdesign	12
2.2 Meßinstrumente	14
2.2.1 Zeit	14
2.2.2 Fehler	14
2.2.3 Fragebogen	14
2.2.3.1 Haltestellenermittlung (Frage 1-2)	15
2.2.3.2 Haltestellensuche (Frage 3)	15
2.2.3.3 Linienverbindungssuche (Frage 4-7, 10)	15
2.2.3.4 Entfernungsschätzung (Frage 8)	16
2.2.3.5 Lerneffekt (Frage 9)	16
2.2.3.6 NutzerInnengruppen (Frage 11-15)	16
2.3 Durchführung	16
2.3.1 Aufgabe und Materialien	16
2.3.2 Ort und Zeit	18
2.3.3 Versuchsleiter	19
2.3.4 Versuchspersonen	19
2.3.5 Versuchsablauf	19
3 RESULTATE	21
3.1 Datenaufbereitung	21
3.1.1 Zeit	21
3.1.2 Fehler	21
3.1.3 Fragebogen	22
3.2 Datenanalyse	22
3.2.1 Allgemeines	22
3.2.2 Zeit (GZ)	23
3.2.3 Fehler (GF)	25
3.2.4 Fragebogen (Wx)	26
3.2.4.1 Frage 1 (Ermittlung Adresse->Haltestelle) (W1)	26
3.2.4.2 Frage 2 (Ermittlung Ort->Haltestelle) (W2)	26
3.2.4.3 Frage 3 (Suche Haltestelle auf Plan) (W3)	27
3.2.4.4 Frage 4 (Buslinien) (W4)	27
3.2.4.5 Frage 5 (Straßenbahnlinien) (W5)	27
3.2.4.6 Frage 6 (Suche Haltestellen->Linienverbindung) (W6)	27
3.2.4.7 Frage 7 (Umsteigemöglichkeiten) (W7)	27
3.2.4.8 Frage 8 (Abschätzung von Entfernungen) (W8)	28
3.2.4.9 Frage 9 (Lerneffekt) (W9)	28
3.2.4.10 Frage 10 (Unterscheidung ÖPNV-Typen) (W10)	29

3.2.4.11 Frage 11 (Nutzen für ÖPNV-NutzerInnen) (W11)	29
3.2.4.12 Frage 12 (Nutzen für Fahrrad-NutzerInnen) (W12)	29
3.2.4.13 Frage 13 (Nutzen für PKW-NutzerInnen) (W13)	29
3.2.4.14 Frage 14 (Nutzen für Ortskundige) (W14)	29
3.2.4.15 Frage 15 (Nutzen für Ortsunkundige) (W15)	30
4 DISKUSSION	31
4.1 Bewertung der Resultate bezüglich der Hypothesen	31
4.1.1 I. Hypothese (Zeit)	31
4.1.2 II. Hypothese (Fehler)	31
4.1.3 Bewertung der übrigen Resultate (Fragebogen)	31
4.1.3.1 Vorbemerkung	31
4.1.3.2 Haltestellenermittlung (Frage 1-2)	32
4.1.3.3 Haltestellensuche (Frage 3)	33
4.1.3.4 Linienverbindungssuche (Frage 4-7, 10)	33
4.1.3.5 Entfernungsschätzung (Frage 8)	34
4.1.3.6 Lerneffekt (Frage 9)	34
4.1.3.7 NutzerInnengruppen (Frage 11-15)	34
4.2 Probleme und Folgerung	35
5 ZUSAMMENFASSUNG	38
6 LITERATURVERZEICHNIS	39
7 ANHANG	40
7.1 Verwendete Abkürzungen	40
7.2 Liniennetzpläne (Ausschnitte)	41
7.2.1 topographischer Liniennetzplan 1991/92	41
7.2.2 abstrakter Liniennetzplan 1991/92	41
7.2.3 halb-topographischer Liniennetzplan 1994/95	41
7.2.4 abstrakter Liniennetzplan 1994/95	41
7.3 Daten und statistische Ergebnisse	41
7.4 Instruktionsbogen	41
7.5 Fragebogen	41

1 Einleitung

1.1 Themenstellung

Das Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) hat in den letzten Jahrzehnten drastisch zugenommen. Wurden 1960 noch 23% aller Wege in der Bundesrepublik (West) mit dem PKW oder dem motorisierten Zweirad zurückgelegt, waren es 1980 schon 44% (APEL&ERNST) - Tendenz steigend, so daß wir mittlerweile die 50%-Grenze deutlich überschritten haben dürften. Die mit dem Auto zurückgelegten Entfernungen haben sich zwischen 1960 und 1988 mehr als verdreifacht (VDA). Dabei wird das Auto auf über zwei Drittel aller Fahrten für Strecken bis zu 10km genutzt (HOLZAPFEL et al.) - also für Strecken, die auch mit umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln (Fuß, Rad, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)) zurückgelegt werden könnten.

Die Gründe dafür, daß Menschen doch ihr Auto benutzen, sind vielfältig. Während für den Autoverkehr seit 1960 Straßen in der Länge von 22.500km (+32%) nur allein in Nordrhein-Westfalen neu hinzugekommen sind (MSV) (nicht mitgerechnet der Ausbau alter Straßen), wurden von 1950 bis 1987 6.100km (-16%) des bundesdeutschen Schienennetzes demontiert (BMV).

Bei den städtischen Verkehrsbetrieben, den Trägerinnen des lokalen ÖPNV, sieht das Bild vom Angebotsabbau nicht wesentlich anders aus als bei der Bahn. Die Qualität des Angebots (Liniendichte, Taktichte, Geschwindigkeit, Fahrzeuge, Pünktlichkeit ...) ist jedoch nicht allein ausschlaggebend für die Akzeptanz des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Fahrgäste brauchen zuverlässige Informationen darüber, wie sie ihre Mobilitätsnachfrage mit Hilfe des ÖPNV erfüllen können. Die Informationsmaterialien der Verkehrsbetriebe stellen eine Übersicht über das Produktangebot der Unternehmen dar. Im Hinblick darauf, daß Verkehrsbetriebe immer mehr Servicepersonal einsparen und auch in immer mehr Fahrzeugen die FahrerInnen durch die Abkapselung zum Fahrgastraum nicht ansprechbar sind, sind die Kunden des ÖPNV darauf angewiesen, ihre Verbindungen anhand der bereitgestellten Informationsmaterialien selbst zusammenzustellen. Zu diesem Zweck setzen die Verkehrsunternehmen Fahrplanbücher und sogenannte Liniennetzpläne (LNP) ein. Konzeptionen dazu, wie die Informationsmaterialien verbessert werden könnten, erstellen die

Verkehrsunternehmen erst in den letzten paar Jahren. Eine wissenschaftliche Erfolgskontrolle der neuen Konzeptionen findet jedoch so gut wie nicht statt. Vor allem auch Personen, die keine Erfahrungen mit der Nutzung des ÖPNV-Angebots haben, müssen in der Lage sich anhand der Informationsmaterialien im ÖPNV-Netz zu orientieren. Denn dies sind immerhin potentielle neue Kunden für den ÖPNV, die vielleicht nur deswegen nicht auf die Nutzung ihres Autos verzichten, weil sie das Angebot des öffentlichen Verkehrs nicht durchschauen.

Seit wenigen Jahren vertreiben die öffentlichen Verkehrsunternehmen im Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) einheitlich gestaltete abstrakte LNPe. Im Gegensatz zu den vorher üblichen topographischen LNPen ist den abstrakten keine topographische Karte in blassem Grau unterlegt. Auf die reale geographische Anordnung von ÖPNV-Verbindungen zueinander, wird nur sehr grob Rücksicht genommen. Laufen mehrere Bus- oder Bahn-Linien auf bestimmten Abschnitten parallel zueinander, werden die Busse und Bahnen nicht zu einer Farblinie zusammengefaßt, sondern sie erhalten getrennte Farblinien, wobei versucht wird, durch farblich unterschiedliche Kennzeichnung die Differenzierung der einzelnen Linien zu ermöglichen. Zentrale Umsteigehaltestellen fallen durch ihre aufgrund der vielen dort zusammenkommenden Farblinien vergrößerte Darstellung auf. Infolge des Platzbedarfs für die parallel geführten Farblinien und die große Darstellung von Umsteigehaltestellen wirken die Teile einer Stadt mit hoher ÖPNV-Dichte deutlich größer als auf gleichgroßen topographischen LNP.

Die Stadtwerke Wuppertal setzt seit dem Fahrplan 1994/95 einen neu entwickelten halb-topographischen LNP ein. Dieser Plan orientiert sich an dem Konzept des topographischen LNPs - jedoch mit dem Unterschied, daß eine stark vereinfachte topographische Karte dem Liniennetz unterlegt ist. Damit liegen für das ÖPNV-Netz in der Stadt Wuppertal drei unterschiedliche LNP-Typen vor. Nach unserem Kenntnisstand existieren keine wissenschaftlichen Untersuchungen, die die Qualität der jeweiligen Liniennetzplankonzeptionen im Hinblick auf ihre Anwendung evaluieren. Im Rahmen eines Experimentalpraktikums haben wir daher die Anwendungsqualität/Funktionalität der drei für Wuppertal vorliegenden Konzeptionen/Typen untersucht.

1.2 Theoretischer Hintergrund / Strukturierung der Themenstellung

In Fahrgastbefragungen, wie die der ÖTV im Raum Bochum, wird deutlich, daß Fahrgäste den Aushang von LNPe in Bussen und Bahnen und an Haltestellen fordern. Dabei wird auch der Wunsch geäußert, daß die LNPe mit einem Stadtplan unterlegt sein sollen, d.h. daß topographische oder halb-topographische LNPe verwendet werden sollen.

Um die Funktionalität eines LNPs überprüfen zu können, machen wir uns erst einmal die kognitiven Schritte und die Hilfsmittel bewußt, die bei der Ermittlung einer ÖPNV-Verbindung notwendig erscheinen. Es ist klar, daß nicht immer alle Schritte erforderlich sein müssen, bzw. bei einigen Schritten vorhandenes Wissen über den ÖPNV die Anwendung von Hilfsmitteln erübrigt. Bei den theoretischen Vorüberlegungen zu der Untersuchung ist die These entstanden, daß abhängig von den Erfahrungen der ÖPNV-NutzerInnen, d.h. ob sie die Stadt kennen, in der sie sich mit öffentlichen Verkehrsmitteln fortbewegen wollen, oder wie sie sich üblicherweise fortbewegen, sich die Anwendungsqualität der unterschiedlichen LNP-Typen unterscheidet. Personen, die eine Stadt kennen, werden eigene Informationen, die sie in ihrem Gedächtnis über die Stadt gespeichert haben, bei der Suche nach ÖPNV-Verbindungen mit einbinden (DOWNS). Ortskundige AutofahrerInnen und FahrradfahrerInnen werden über ein ausgeprägtes Wissen über das Straßennetz einer Stadt verfügen. Häufige ÖPNV-NutzerInnen werden hingegen vor allem Informationen in ihrem Gedächtnis gespeichert haben, die die Netzstruktur des ÖPNV wiedergeben.

Solche kognitiven Karten, d.h. strukturiertes kognitives Wissen über geographische Zusammenhänge, fließen bei der Suche nach Wegen, um eine geographische Distanz zu überwinden, mit ein. Die Vermutung liegt nahe, daß Personen, die über eine kognitive Karte über den Raum, in dem sie sich fortbewegen wollen, verfügen, am besten mit solchen Hilfsmitteln zurecht kommen, bei denen die Darstellung möglichst weitgehend mit ihren kognitiven Karten, d.h. ihrem strukturierten Wissen über geographische Zusammenhänge, übereinstimmt. Die kognitiven Karten sind nur dann auch kombinierbar mit den Hilfsmitteln der Verkehrsbetriebe, wenn die ÖPNV-Verbindungssuchenden ihr kognitiv gespeichertes Wissen in dem Hilfsmittel, z.B. einem LNP, identifizieren kann. Daraus resultierend ist anzunehmen, daß die Anwendungsqualität von topographischen LNPe bei der ÖPNV-Verbindungssuche

für ortskundige AutofahrerInnen höher sein wird als für ortsunkundige Personen. Vor allem bei der Ermittlung von Haltestellen oder bei dem Auffinden einer schon ermittelten Haltestelle, dürfte das unterlegte Straßennetz bei topographischen LNP äußerst hilfreich sein.

Bei ortskundigen ÖPNV-NutzerInnen ist diese Frage, welcher der uns vorliegenden LNP der geeignetste ist, nicht so einfach zu klären. Auf der einen Seite verfügen auch ÖPNV-NutzerInnen, soweit es sich nicht um eine Stadt handelt, in dem relativ flächendeckend ein unterirdisches öffentliches Verkehrssystem existiert, und sie sich so gut wie überhaupt nicht oberirdisch fortbewegen, über kognitive Karten über das Straßennetz und das ÖPNV-Netz. Inwieweit das kognitive Wissen über das Straßennetz und das ÖPNV-Netz einer Stadt strukturell in einer kognitiven Karte gekoppelt ist, ist leider unbekannt. Bei der Suche oder Ermittlung von Haltestellen liegt jedoch der Verdacht nahe, daß auch ÖPNV-NutzerInnen wie AutofahrerInnen ihr kognitives Wissen über das Straßennetz anwenden und damit topographische LNPe als Hilfsmittel brauchbar sind.

Im Gegensatz zu ortskundigen Personen besitzen ortsunkundige, soweit sie nicht mal irgendwann ausgiebig Stadtpläne der betreffenden Stadt studiert haben, über keine kognitive Karte über die geographischen Gegebenheiten einer Stadt. Bei der Suche oder Ermittlung einer Haltestelle liefert die unterlegte topographische Karte bei topographischen LNPe keine identifizierbaren Informationen, die weiterhelfen könnten. Zur Ermittlung einer Haltestelle müßten so und so andere Hilfsmittel herangezogen werden (z.B. Straßen-Haltestellenverzeichnisse). Die über das ÖPNV-Netz hinausgehenden Informationen eines topographischen LNPs stören eher den kognitiven Prozeß der Verbindungssuche, da Kapazitäten bei der Informationsverarbeitung im Gehirn für das Filtern der relevanten von den irrelevanten Informationen verloren gehen.

Alle Personen, ob ortskundig oder auch nicht, dürften von der detaillierteren Darstellung der Linienverläufe bei der Linienverbindungssuche, nachdem die Start- und Ziel-Haltestellen auf dem LNP lokalisiert sind, profitieren. Der genaue Verlauf jeder ÖPNV-Linie auf Abschnitten, in denen Linien parallel fahren, dürfte durch die separate Darstellung jeder Linie besser nachzuvollziehen sein. Vor allem Ortsunkundige und ortskundige Nicht-ÖPNV-NutzerInnen sind auf die detailliertere Darstellung der Linienverläufe und deutliche Erkennbarkeit der Umsteigehaltestellen

angewiesen, da sie diese Informationen nicht aus ihrem kognitiven Wissen einbringen könne.

Die Gesamtqualität eines LNPs setzt sich jedoch nicht nur aus Funktionalität, d.h. der Brauchbarkeit als Hilfsmittel bei der Suche einer ÖPNV-Verbindung, zusammen. Zwei weitere Faktoren dürfen bei der Bewertung eines Plans nicht unberücksichtigt bleiben: Die Attraktivität und die Einprägsamkeit.

Ein LNP besitzt eine hohe Attraktivität, wenn ÖPNV-Verbindungssuchende bei der oberflächlichen Betrachtung eines LNPs den Eindruck gewinnen, daß der Plan ihnen bei der Suche einer Verbindung weiterhelfen wird. Davon wird nämlich zum einen abhängig sein, ob die Person den LNP überhaupt als Hilfsmittel für die Verbindungssuche einsetzen wird, und zum anderen, ob die Person überhaupt auf ein Produkt des ÖPNV zurrückgreifen wird, um ihre Mobilitätsnachfrage zu befriedigen (Der letzten der beiden Aspekte läßt gleichermaßen als Werbeeffekt bezeichnen). Auch hier wird bei Ortskundigen die Identifikation von Informationen aus der kognitiven Karte mit der Darstellung im LNP eine positive Rolle spielen.

Die Einprägsamkeit bezieht sich auf die Speicherung der Informationen aus dem LNP als kognitive Karte im Gedächtnis der AnwenderInnen von LNPs. Eine gute LNP zeichnet sich u.a. auch dadurch, daß er sich nach mehrmaliger Anwendung weitgehend überflüssig macht und die ÖPNV-NutzerInnen bei der Suche nach ÖPNV-Verbindungen weitgehend auf das Hilfsmittel LNP verzichten und auf im Gedächtnis gespeicherten Informationen zurrückgreifen kann.

Die Gesamtqualität eines LNPs ist somit von folgenden Faktoren abhängig:

- a) Attraktivität, eine LNP als Hilfsmittel einzusetzen, bzw. überhaupt den ÖPNV zu benutzen
- b) Anwendungsqualität/Funktionalität bei der konkreten Verbindungssuche
- c) Einprägsamkeit bei mehrmaliger Verwendung

Alle drei Faktoren sind wiederum abhängig von benutzerInnen-spezifischen Faktoren:

- a) Ortskundigkeit
- b) Erfahrung mit dem jeweiligen ÖPNV

Beide Faktoren hängen mit der kognitiven Repräsentation des städtischen Verkehrsnetzes zusammen.

Im Rahmen einer viermonatigen Semesterarbeit war es nicht möglich, alle Faktoren befriedigend zu untersuchen. Daher beschränkt sich diese Arbeit auf die empirische Überprüfung der Funktionalität als sicherlich wichtigsten Faktor für der Bewertung der Gesamtqualität. Bezüglich der übrigen Faktoren hat die Studie nur den Anspruch, Ideen, Thesen und Ansätze für weitere Untersuchungen zu liefern. Im Hinblick darauf, daß für empirische Experimente nur auf genügend StudentInnen der Ruhr-Universität Bochum zurrückgegriffen werden konnte und die vorliegenden LNPe aus Wuppertal stammen, beziehen sich alle weiteren Überlegungen und Aussagen auf ortsunkundige Personen.

Die vollständige Ermittlung einer ÖPNV-Verbindung dürfte idealtypisch wie im folgenden Schema dargestellt ablaufen. Abhängig von der Vorkenntnis (z.B. Start- und Ziel-Haltestelle schon bekannt) erübrigen sich selbstverständlich einige der aufgeführten Schritte:

Nr.	kognitiver Schritt	mögliche Hilfsmittel
-1	Entscheidung, sich von einem Punkt A (Start) zu einem anderen Punkt B (Ziel) bewegen zu wollen	keine
0	Spezifizierung von Start und Ziel in Form a) einer Adresse (Straße+HNr., Ort), b) topographischer oder städtebaulicher Merkmale (Park, Wald, Museum, Zentrum, Bahnhof, Rathaus, Schwimmbad, Theater, Stadion, See, Berg, Krankenhaus Stadtteil, ...)	keine ÖPNV-spezifischen Hilfsmittel
1	Ermittlung der dem dem Start und Ziel naheliegenden Haltestellen (Start- und Ziel-Haltestellen) (Haltestellenermittlung)	A) (Straßen-Haltestellen-Verzeichnis) B) Erreichbarkeits-Verzeichnis für wichtige Ort der Stadt C) Stadtplan+LNP

Nr.	kognitiver Schritt	mögliche Hilfsmittel
		D) LNP (alleine nur bei Ortskenntnis)
2a	Suche der Start- und Ziel-Haltestellen auf dem LNP und/oder Stadtplan (<i>Haltestellensuche</i>)	A) (Straßen-Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnis) B) (Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnis) C) keine (d.h. orientierungslos suchen)
2b	Ermittlung möglicher Verbindungen zwischen Start- und Ziel-Haltestelle (<i>Linienverbindungssuche</i>)	A) LNP B) Stadtplan mit Informationen zum ÖPNV-Netz C) Fahrplanbuch
3	Ermittlung der Fahrzeit für die gefundenen Verbindungen	A) Fahrplanbuch

Unter einem X-Y-Verzeichnis verstehen die Autoren ein Verzeichnis, in dem jedem X ein oder mehrere Y zugeordnet sind. Ein Erreichbarkeits-Verzeichnis ordnet wichtigen Orten in einer Stadt (siehe 0. Schritt, b)) die nächstgelegene Haltestelle zu. Mit Planquadraten sind die Orientierungshilfen zum Auffinden von Haltestellen auf dem LNP gemeint. Straßen-Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnisse stellen eine Kombination von Straßen-Haltestellen- und Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnissen dar, d.h. sie ordnen jeder Straße die passende(n) Haltestelle(n) und gleichzeitig die Planquadratsangaben zu, in dem die Haltestelle(n) auf dem LNP zu finden sind. Die Hilfsmittel A), E) und F) sind eingeklammert, da solche Verzeichnisse entweder überhaupt nicht, nur sehr selten oder nicht im direkten Zusammenhang mit den LNPe(n) (z.B. nur im Fahrplanbuch) existieren.

Unter der Vorgabe, daß nur ortsunkundige Versuchspersonen für experimentelle Versuche in ausreichenden Mengen zur Verfügung standen, konzentriert sich diese Untersuchung auf den 2. Schritt. Da nicht zu alle der zu untersuchenden LNP-Typen der Stadtwerke Wuppertal Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnisse existieren, die Nicht-Existenz durch die orientierungslose Suche der Haltestelle in Schritt 2a jedoch zu erheblich Zeitverzögerungen geführt hätte, aber die Ergänzung von Planquadraten-Orientierungshilfe ohne grundsätzliche Änderungen der LNP-

Konzeptionen möglich ist, beschränken sich die empirisch überprüften Hypothesen auf den Schritt 2b (Linienverbindungssuche).

1.3 Hypothesen

Um bei der Ermittlung von Linienverbindung unter Vorgabe der Start- und Ziel-Haltestellen die Funktionalität der LNP zu bestimmen lassen sich drei Kriterien aufzuführen:

- die (Such-)Zeit, die für die Linienverbindungssuche benötigt wird,
- die Fehlerrate, die die gefundenen Linienverbindungen aufweisen und
- die Fahrtzeit, die für die gefundenen Linienverbindungen benötigt würde.

Da die Fahrtzeit nur bei fehlerlosen Linienverbindungen überprüfbar gewesen wären und die Untersuchung der Fahrtzeit nur in Kombination mit Fahrplanbüchern, die aber nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, sinnvoll gewesen wäre, bezogen sich die aufgestellten und überprüften Hypothesen nur auf die Kriterien (Such-)Zeit und Fehlerrate.

Aus den oben beschriebenen theoretischen Überlegungen zur kognitiven Verarbeitung der durch die LNP gegebenen Informationen ergeben sich folgende Hypothesen:

1.3.1 I. Hypothese (Zeit)

Bei Vorgabe der Start- und Zielhaltestellen auf dem Liniennetzplan (LNP) ermitteln ortsunkundige Personen ÖPNV-Linienverbindungen am schnellsten mit Hilfe eines abstrakten LNPs, gefolgt von einem halb-topographischen LNP und am langsamsten mit Hilfe eines topographischen LNPs.

1.3.2 II. Hypothese (Fehler)

Bei Vorgabe der Start- und Zielhaltestellen auf dem Liniennetzplan (LNP) ist die Fehlerhäufigkeit bei der Ermittlung von ÖPNV-Linienverbindungen durch ortsunkundige Personen mit Hilfe eines nicht-topographischen LNPs am geringsten, gefolgt von einem halb-topographischen LNP und am höchsten mit Hilfe eines topographischen LNPs.

2 Methode

2.1 Versuchsdesign

Bei den aufgestellten Hypothesen handelt es sich um qualitative Unterschiedshypothesen. Die zu untersuchenden Variablen sind:

- LNP (unabhängige Variable)
- Zeit (abhängige Variable)
- Fehler (abhängige Variable)

Um die Abhängigkeit der Variablen Zeit, die benötigt wird, um mit Hilfe eines LNPs eine Linienverbindung zu ermitteln, und Fehler, die bei einer solchen Linienverbindungssuche gemacht werden, von der Variable LNP festzustellen, wird ein experimentelles Laborversuchsdesign gewählt, bei dem entsprechend der Anzahl der zu untersuchenden LNPe unabhängige Stichproben/Untersuchungsgruppen gebildet werden.

Aufgrund der Fragestellung in den Hypothesen, daß drei unterschiedliche LNP-Typen (topographisch, halb-topographisch und abstrakt) miteinander verglichen werden sollen, dem Problem, daß der topographische LNP aus dem Jahre 1991/92, der halb-topographische jedoch aus dem Jahre 1994/95 stammen und die Stadtwerke Wuppertal in der Zwischenzeit erhebliche Veränderungen an ihrem Liniennetz vorgenommen haben, und dem glücklich Umstand, daß aus dem Jahr 1991/92 und dem Jahr 1994/95 konzeptionsgleiche abstrakte LNPe existieren, gehen in das Versuchsdesign folgende vier LNPe ein:

- (1) ein topographischer LNP 1991/92
- (2) ein abstrakter LNP 1991/92
- (3) ein halb-topographischer LNP 1994/95
- (4) ein abstrakter LNP 1994/95

Durch die Verwendung einer vierten Untersuchungsgruppe soll die eventuelle Störvariable Netzveränderung ausgeschaltet werden. Sollten bei den Untersuchungsgruppen, die die beiden konzeptionsgleichen abstrakten LNPe vorgelegt bekommen, die Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen aufweisen, ist die Variable Netzveränderung als Störvariable auszuschließen und signifikante Unterschiede zwischen dem topographischen und dem halb-topographischen LNP auf die unterschiedliche LNP-Konzeption der

beiden zurückzuführen. Um desweiteren die Streuung der abhängigen Variablen zu verringern, erhalten alle vier Untersuchungsgruppen (UG) vier Aufgabenstellungen. Für jede der vier Aufgabenstellungen wird die Zeit- und Fehlermessung (Z1..Z4, F1..F4) getrennt durchgeführt, jedoch zur statistischen Auswertung wieder zusammengefaßt (GZ, GF). Im Anschluß an die Erledigung der Aufgabenstellung, Linienverbindungen zu suchen, wird den UG eine Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt, der sich auf unterschiedliche in der Einleitung 1.2 aufgeworfene Thesen bezieht, aber nicht zur Überprüfung der Hypothesen dient. Das Versuchsdesign sieht demnach wie folgt aus:

topo 91/92	(1) abstr. 91/92	(2) halb-topo 94/95	(3) abstr 94/95
1) Linienverbindungssuchaufgabe mit Zeit- und Fehlermessung (Z1, F1)			
2) Linienverbindungssuchaufgabe mit Zeit- und Fehlermessung (Z2, F2)			
3) Linienverbindungssuchaufgabe mit Zeit- und Fehlermessung (Z3, F3)			
4) Linienverbindungssuchaufgabe mit Zeit- und Fehlermessung (Z4, F4)			
Fragebogen (W1..W15)			

Die beiden Hypothesen lassen sich formal folgendermaßen ausdrücken:

$$H_1: G(4) < G(3) < G(1) \text{ und } G(2) < G(3) < G(1)$$

Die dazu gehörende und zu verwerfende Nullhypothese lautet:

$$H_0: G(4) = G(3) = G(1) \text{ und } G(2) = G(3) = G(1)$$

Um den Test der Nullhypothese mit dem t-Test vorzubereiten, läßt sich die Nullhypothese auch in folgende Einzelrelationen zerlegen:

$$H_0: G(4)=G(3) \text{ und } G(3)=G(1) \text{ und } G(2)=G(1)$$

Desweiteren gilt es, wie oben beschrieben, zum Ausschluß der Störvariable Netzänderung folgende Nullhypothese zu bestätigen:

$$H_0: G(4)=G(2)$$

Bei dem angewendeten Signifikanztest zur Überprüfung der Nullhypothesen (t-Test) und dem Anspruch, daß nur starke Effekte zur Verwerfung der Nullhypothese führen ($\varepsilon=0,8$), resultiert ein optimale Stichprobenumfang/UG-Größe von $n_{opt}(1)=n_{opt}(2)=n_{opt}(3)=n_{opt}(4)=20$ (BORTZ). Tatsächlich nahmen an dem Versuch insgesamt $n=84$ Versuchspersonen (Vpn) teil ($n(1)=n(2)=n(3)=n(4)=21$).

2.2 Meßinstrumente

Für den Versuch waren folgende Meßinstrumente erforderlich:

2.2.1 Zeit

Zur Messung der Zeitdauer, die die Vpn für die Ermittlung der jeweils vier ÖPNV-Verbindungen benötigen, wurde eine gewöhnliche Stoppuhr eingesetzt. Die Stoppuhr erfaßte die Zeitdauer von dem Startkommando des Versuchsleiters bis Kundgebung durch die Vpn, am Ziel angekommen zu sein. Die Ergebnisse der einzelnen Zeitmessungen (Z1..Z4) besitzen Verhältnisskalenniveau und sind damit zur Gesamtzeit (GZ) additiv verknüpfbar.

2.2.2 Fehler

Zur Fehlermessung wurde ein Ton-Aufnahmegerät verwendet, welches die von den Vpn mündlich gemachten Angaben zu der Gefundenen ÖPNV-Verbindung aufzeichnete. Die mündlichen Aufzeichnungen wurden im Anschluß an den Versuch von den Versuchsleitern abgehört und von ihnen auf Fehler bewertet. Wann eine Linienverbindungsangabe als falsch galt, ist dem Abschnitt 3.1.2 zur Fehlerdatenaufbereitung dargestellt.

2.2.3 Fragebogen

Der Fragebogen umfaßt 15 Formulierungen in Aussageform, die auf einer fünfstufigen, zustimmungsspezifischen Skala beurteilt werden mußten. Die Skala umfaßte folgende Stufen:

stimmt nicht stimmt wenig stimmt mittelmäßig stimmt ziemlich stimmt sehr

Die Umwandlung der Skala in Zahlenwerte ist dem Abschnitte 3.1.3 zur Datenaufbereitung zu entnehmen. An dieser Stelle soll noch einmal die Entstehung und Zusammensetzung des Fragebogens eingegangen werden.

Die Aufgabe des vorliegenden Fragebogens war und ist, den gesamten Themenkomplex 'Linienetzpläne' grob, aber möglichst vollständig zu erfassen, ohne dabei am Ende des Berichts starke Aussage über den gesamten Themenkomplex machen zu können. Alle Formulierungen entspringen nicht einem ausgiebigen Abwägungsprozeß, sondern sind mehr oder weniger Produkte eines

noch nicht abgeschlossenen Brainstorming-Prozesses. Die Formulierungen sind aus der Überlegung entstanden, folgende vier Komponenten des LNP-Komplexes beschreiben zu wollen:

- die kognitiven Schritte 1 und 2 (siehe Schema in der Einleitung 1.2) bei der ÖPNV-Verbindungssuche; bei denen LNP eingesetzt werden können (Abschnitt 2.2.3.1, 2.2.3.2, 2.2.3.3)
- Wirkung der geographisch verzerrten Darstellungsform abstrakter LNPe (Abschnitt 2.2.3.4)
- Einprägung, bzw. Lerneffekt von LNPen (Abschnitt 2.2.3.5)
- NutzerInnen-spezifische Qualität von LNPen (Abschnitt 2.2.3.6)

2.2.3.1 Haltestellenermittlung (Frage 1-2)

In der Einleitung war die Vermutung aufgestellt worden, daß vor allem die (halb-)topographischen LNPe dazu geeignet seien, unter Kenntnis einer Adresse oder eines markanten Ortes innerhalb einer Stadt die passende Haltestelle zu finden. Durch die im Fragebogen verwendete Formulierungen der Frage 1 und 2 sollen sich die Vpn kognitiv in die Situation versetzen, unter Kenntnis einer Adresse, bzw. eines markanten Ortes mit Hilfe des ihnen vorliegenden LPNs eine Haltestelle ermitteln zu müssen.

2.2.3.2 Haltestellensuche (Frage 3)

Im Gegensatz zu Frage 1 und 2 geht die Frage 3 einen Schritt weiter und geht davon aus, daß eine Haltestelle schon bekannt ist und die Vpn nun die Haltestelle auf dem LNP lokalisieren müssen.

2.2.3.3 Linienverbindungssuche (Frage 4-7, 10)

Diese Fragegruppe umfaßt den Bereich, auf den sich auch die beiden Hypothesen beziehen. Die Frage 8 fordert die Vpn auf, sich genau in die Situation zurrück zu versetzen, die sie noch wenige Sekunden zuvor selber meistern mußten. Die Fragen 4, 5, 7 und 10 erfassen Unterasspekte der Linienverbindungssuche (Diskriminierung der unterschiedlichen Linien voneinander und Erkennbarkeit von Umsteigemöglichkeiten). Die Antworten auf diese Fragen lassen hoffen, mehr über die theoretischen Begründungen, die hinter den Hypothesen stehen, aussagen zu können. Die Frage mit den Straßenbahnen muß als deutlicher Fehlschlag der

Autorinnen gewertet werde: In Wuppertal gibt es seit vielen Jahren gar keine Straßenbahnen mehr.

2.2.3.4 Entfernungsschätzung (Frage 8)

Bei dieser Fragestellung geht es vor allem darum festzustellen, inwieweit die Vpn die Verzerrungen in abstrakten LNP auch als solche wahrnehmen oder nicht.

2.2.3.5 Lerneffekt (Frage 9)

Herbei ist die Formulierung dahingehend ausgerichtet, daß die Vpn eine Selbsteinschätzung darüber abgeben sollen, inwieweit sie bei der Anwendung des vorliegenden LNPs, Informationen aus dem Plan in ihrem Gedächtnis speichern und für weitere Anwendungsfälle nutzbar machen könne. Sicherlich ist die kurzfristige Selbsteinschätzung des Lerneffekt problematisch und muß mit längerfristigen Untersuchungen ersetzt werden.

2.2.3.6 NutzerInnengruppen (Frage 11-15)

Hierbei müssen die Vpn in fünf verschiedene Rollen schlüpfen und die Brauchbarkeit der LNPe bei der Suche nach ÖPNV-Verbindungen für die Menschen in den Rollen einschätzen. Dabei unterscheiden sich die Rollen in ihrem üblich Mobilitätsverhalten (ÖPNV-NutzerInnen, FahrradfahrerInnen, PKW-FahrerInnen) und ihrer Orstkennntnis (ortskundig, ortsunkundig). In zwei der Rollen müßten sich die Vpn leicht hineinversetzen können und auf eigene Erfahrung durch den Versuch zurrückgreifen: als ÖPNV-NutzerInnen und Ortsunkundige. Mit der Rolle der Ortskundigen dürften die größten Probleme haben, da ja alle in Wuppertal ortsunkundig sind. Mit der Rolle als FahrradfahrInnen oder PKW-FahrerInnen könnten die Vpn noch vertraut sein.

2.3 Durchführung

2.3.1 Aufgabe und Materialien

Die Hauptaufgabe der Vpn bestand darin, zu vier vorgegebene Start-Ziel-Haltestellen-Paaren, wobei alle Halltestellen innerhalb von Wuppertal liegen, jeweils eine mögliche ÖPNV-Verbindung zu finden, mit Hilfe derer man sich von der Start- zur Ziel-Haltestelle bewegen konnte. Dabei handelte es sich um folgende

Haltestellen-Paare, die hier mit einer kurzen Begründung für ihre Auswahl, aufgeführt sind:

Morianstraße -> Landwehrplatz (Gelb)

Dies ist die kürzeste Verbindung von allen vier. Sie ist an den Anfang gesetzt, um den Einstieg zu erleichtern. Die Morianstraße liegt direkt im Zentrum W-Elberfeld, der Landwehrplatz nicht weit vom Zentrum W-Barmen entfernt. Das Angebot an möglichen Linien ist groß, dadurch aber auch unübersichtlich.

Am Hofe -> Blombach Schleife (Rot)

Dies ist die zweit-kürzeste Verbindung. Beide Haltestellen liegen südlich von der lang gestreckten Stadtkernachse entlang der Wupper. D.h. die beiden Haltestellen sind auch, ohne die Stadtkernachse durchfahren zu müssen, mit ÖPNV-Linien verbindbar.

Dickmann -> Kluse (Grün)

Der Start liegt im Wuppertaler Norden, das Ziel im äußeren Süd-Westen der Stadt. D.h. die Strecke ist relativ lang und muß auf jeden Fall durch die Stadtkernachse geführt werden, aber sie ist überschaubar.

Hebringhausen -> Asbruch/Bahnübergang (Blau)

Die Strecke ist ähnlich lang wie die dritte Verbindung, und zwar führt sie aus dem Süd-Osten an die nord-westliche Stadtgrenze. Wenn man den LNP durchschaut, ist man mit zweimal Umsteigen am Ziel. Wenn man einmal falsch anfängt, kann die Suche ewig dauern.

Die Haltestellen werden auf allen vier LNPs mit farbigen Pinnwandnadeln markiert, damit die Vpn keine unnötige Zeit für die Suche der Start- und Ziel-Haltestellen verlieren. Dabei wird jedes Haltestellenpaar durch eine Farbe (siehe oben) repräsentiert und ist für die Vpn auf der Karte sofort zueinander zuordbar. Die Verbindungsangaben, werden die Vpn gebeten, mündlich abzugeben. Diese werden dann auf Tonband mitgeschnitten und erst im Anschluß an den Versuch von den Versuchsleitern auf Fehler ausgewertet.

Im Anschluß an die Aufgabe, die vier ÖPNV-Verbindungen zu ermitteln, erhalten die Vpn den Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt.

Insgesamt sind für die Versuchsdurchführung folgende Materialien erforderlich:

- die vier LNPe der Stadtwerke Wuppertal (Ausschnitte siehe Anhang 7.2)
- vier auf die LNPe zugeschnittene Pinnwände, um die LNPe darauf zu befestigen
- Reißzwecken mit weißen Köpfen zur Befestigung der LNPe auf den Pinnwänden
- von jeder Farbe jeweils 4x2 farbige Pinnwandnadeln (Gelb, Rot, Grün, Blau), also insgesamt 32, zur Markierung der Haltestellen-Paare
- ein Instruktionsbogen (siehe Anhang 7.4)
- ausreichend Kopien des Fragebogens (siehe Anhang 7.5)
- eine vorbereitete Liste für den Versuchsleiter zum Notieren der Vpn-Nummer, des der Vpn vorgelegten LNPs (UG-Zuordnung), der vier Zeiten für die Verbindungssuche
- zwei Stifte
- ein Aufnahmegerät (Diktiergerät oder ähnliches)
- ausreichend leere Tonbänder

2.3.2 Ort und Zeit

Die Datenerhebung fand während des Wintersemesters 1994/95 vom 12. bis zum 23. Dezember 1995 in einem Arbeitsraum der Fakultät für Psychologie der Ruhr Universität Bochum statt. Es handelte sich dabei um einen Laborversuch. In dem Raum, der ca. 2m x 6m groß war, befanden sich neben zwei 1m x 2m großen Tischen mit weißer Tischplatte, zwei Stühle, ein Mülleimer und zur einen der beiden schmalen Seiten ein durch Rollos verdunkeltes Fenster. Der Raum wurde durch Neonlicht beleuchtet. Der Tisch für die Vpn war mit seiner breiten Seite an eine der beiden langen Wände gerückt. Davor stand der Stuhl für die Vpn. Auf dem Tisch stand möglichst senkrecht an die Wand gelehnt der jeweils benötigte auf der Pinnwand Brett befestigte LNP. Die übrigen drei Pläne standen senkrecht an die Wände gelehnt auf dem Boden verteilt. Auf dem Vpn-Tisch lag desweiteren das Tonbandgerät, ein Stift und der Instruktionsbogen. Am rechten Rand des Tisches saß der Versuchsleiter auf einem Stuhl. Er nutzte den rechten Rand des Tisches, um mit einer Stoppuhr die Zeit zu messen, das Tonband zu bedienen und die Zeit auf einem Zettel zu notieren. Alle Versuche erfolgten in der Zeit zwischen 9h00 und 18h00 und dauerten zwischen 20 und 40 Minuten.

2.3.3 Versuchsleiter

Bei den Versuchsleitern handelte es sich um die Planer, Durchführer und Auswerter dieser Untersuchung. Sie sind beide Psychologie-Studenten im 3. Semester, männlich. Sinn und Zweck des Versuchs war Ihnen natürlich bekannt.

2.3.4 Versuchspersonen

An dem Versuch nahmen 84 Psychologie-StudentInnen der Ruhr-Universität Bochum, die ihr Vordiplom noch nicht hinter sich hatten, teil. Für die Teilnahme sollten die Vpn zwei Voraussetzungen erfüllen:

- Sie sollten sich weder im Straßen-, noch im ÖPNV-Netz in Wuppertal auskennen.
- Sie sollten Erfahrung in der Nutzung von ÖPNV haben.

Sie mußten sich dazu die Zeit selbst festlegend in einem Aushang eintragen. Die Vpn erhielten im Anschluß an die Beantwortung des Fragebogens eine Versuchspersonenstunde gut geschrieben.

Die Vpn sollten immer abwechselnd in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf die vier Untersuchungsgruppen (UG) verteilt werden, um die zufällige Verteilung der Vpn auf die UG zu gewährleisten. Durch einen Fehler in der Vorbereitung und Absprache der Versuchsleiter, wurden die Vpn 1 bis 11 der UG 2 (abstr 91/92) zugeordnet. Die Vpn 12 bis 20 wurden der UG 3, 3, 4, 1, 1, 3, 4, 1, 3 zugeordnet. Bei den Vpn 21 bis 60 erfolgte die Zuordnung nach dem vorher festgelegtem System (1, 2, 3, 4 ...). Ab der Vpn 61 bis zur letzten Vpn 84 erfolgte zum Ausgleich der Gruppengröße die Zuordnung in der Reihenfolge 4, 1, 3, 4, 1, 3, ...

Demnach betrug der Stichprobenumfang jeder UG 21 Vpn.

2.3.5 Versuchsablauf

Am Anfang eines jeden Tages wurde im Labor das Tonband incl. Tonträger auf Funktionstüchtigkeit überprüft und das Versuchsmaterial zurechtgelegt. Vor jeder Vpn wurde der Instruktionsbogen auf dem Tisch bereitgelegt, der entsprechende LNP auf dem Tisch bereitgestellt und der ordentliche Sitz der farbigen Markierungsnadeln überprüft. Nach Eintritt der Vpn wurde diese an den Platz geführt, an dem der Instruktionsbogen und der LNP bereitgestellt waren. Nach dem Lesen der Instruktionen bestand die Möglichkeit für Verständnisfragen an den Versuchsleiter. Anschließend fragte der Versuchsleiter noch einmal, ob die Vpn für die erste Verbindungssuche bereit sei, setzte bei positiver Antwort das

Aufnahmegerät in Betrieb, gab das Startzeichen „los“ und startete die Stoppuhr. Die Vpn sprach nun die Verbindung laut vor sich her, konnte auch Verbesserungen vornehmen, was alles zur späteren Fehlerauswertung mit dem Aufnahmegerät auf Band festgehalten wurde. Sobald die Zielhaltestelle erreicht worden war und die Vpn dem Versuchsleiter durch verbale Äußerungen oder Blickkontakt deutlich machte, daß sie mit der Verbindung fertig sei, stoppte der Versuchsleiter die Zeit, notierte diese auf einem dafür vorgesehenen Zettel, setzte die Stoppuhr auf Null und gab das Startzeichen für die nächste Verbindungssuche. Im Anschluß an die vierte Verbindung wurde der Vpn der Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt.

3 Resultate

3.1 Datenaufbereitung

3.1.1 Zeit

Die auf 1/100s genau gemessene und notierte Zeit für die Verbindungssuche wurde auf 1/1s abgerundet, da eine so genaue Zeitmessung nicht notwendig erschien und die Angabe der 1/100 Sekunde eine Meßgenauigkeit vorgekaukelt hätte, die real nicht existiert hat. Die Zeiten der vier Aufgaben (Z1..Z4) wurde für jede Versuchsperson zur Gesamtzeit ($GZ=Z1+Z2+Z3+Z4$) summiert. Für alle weiteren statistischen Berechnungen wurde auf die Gesamtzeit zurückgegriffen.

Bei der Gesamtzeit wurde davon ausgegangen, daß eine intervallskalierte Variable vorlag.

3.1.2 Fehler

Die Tonbandaufzeichnungen mit den Linienverbindungsangaben durch die Versuchspersonen wurden abgehört und die Aufgaben anhand von Liniennetz- und Fahrplänen auf ihre Richtigkeit überprüft. Eine Verbindungsangabe galt als richtig, wenn man anhand der Angaben jeweils von der Start- zur Zielhaltestelle gelangt wäre. Tauchten bei einer Verbindungsangabe mehrere Einzelfehler auf, wurde dies als ein Fehler gewertet (Fehlerpunkt (F1..F4), $F_x=1$ (Fehler) oder $F_x=0$ (kein Fehler)). D.h. eine Versuchsperson konnte bis zu maximal vier Gesamtfehler (GF) machen ($GF \leq 4$).

Explizit als falsch galt,

1. wenn eine Haltestelle angegeben wurde, an der eine angegebene Linie nicht oder nicht in gegebener Fahrtrichtung hält,
2. wenn beim Umsteigen an einer anderen Haltestelle eingestiegen als ausgestiegen wurde,
3. wenn eine Linienangabe so unvollständig oder mehrdeutig war, daß auch Linien hätten gemeint sein können, die nicht zur Ziel- oder nächsten Umsteigehaltestelle führen oder

4. wenn eine Haltestellenangabe so unvollständig oder mehrdeutig war, daß auch Haltestellen hätten gemeint sein können, an denen der angegebene Umstieg nicht möglich ist oder die nicht die Zielhaltestelle darstellt.

Die Fehlerpunkte der vier Aufgaben wurden für jede Versuchsperson zu den Gesamtfehlern ($GF=F1+F2+F3+F4$) summiert. Für alle weiteren statistischen Berechnungen wurde auf die Gesamtfehler zurückgegriffen.

Bei den Gesamtfehlern wurde davon ausgegangen, daß eine intervallskalierte Variable vorlag, da jeder einzelne Fehlerpunkt dahingehend als gleichwertig angesehen werden konnte, daß — egal wieviele Einzelfehler bei einer Aufgabe gemacht wurden — jede fehlerhafte Verbindungsangabe dazu geführt hätte, daß man anhand der Verbindungsangabe nicht von der Start- zur Zielhaltestelle hätte fahren können.

3.1.3 Fragebogen

Die Antworten der Fragebögen wurden wie folgt in Zahlenwerte umgewandelt:

Fragebogenstufen:	Fragebogenwert (W_x):
stimmt nicht	0
stimmt wenig	1
stimmt mittelmäßig	2
stimmt ziemlich	3
stimmt sehr	4

Nach ROHRMANN sind die Abstände zwischen den Stufen der verwendeten fünfstufigen zustimmungsspezifischen Antwortskala als gleichwertig anzusehen, so daß man für alle weiteren statistischen Berechnungen bei den Fragebogenwerten (W₁..W₁₅) von intervallskalierten Variablen ausgehen konnte.

3.2 Datenanalyse

3.2.1 Allgemeines

Da zu allen Daten Unterschiedshypothesen überprüft werden sollten und alle Daten Intervallskalenniveau besitzen, wurde durchgängig der t-Test angewendet (BORTZ).

Problematisch im Hinblick auf die statistische Auswertung stellt sich die in Teilen nicht zufällige Verteilung der Versuchspersonen auf die Untersuchungsgruppen dar (siehe 2.3.4). Es wurde jedoch davon ausgegangen, daß die nicht zufällige Verteilung zu keiner wesentlichen Veränderungen der statistischen Ergebnisse im Vergleich zu einer durchgehend zufälligen Verteilung geführt hat.

Das Signifikanzniveau wurde durchgehend auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Bei durchgängigen Freiheitsgraden von $30 > df \leq 40$ und unter Berücksichtigung, daß alle Daten zweimal in einem t-Test eingehen, ergibt sich für alle t-Tests eine Signifikanzgrenze von $t_{(30, 2,5\%)} = 2,0$.

Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen werden im Folgenden tabellarisch, die Mittelwerte der Zeit- und Fehlermessungen zusätzlich graphisch dargestellt. In den Tabellen finden sich folgende Angaben:

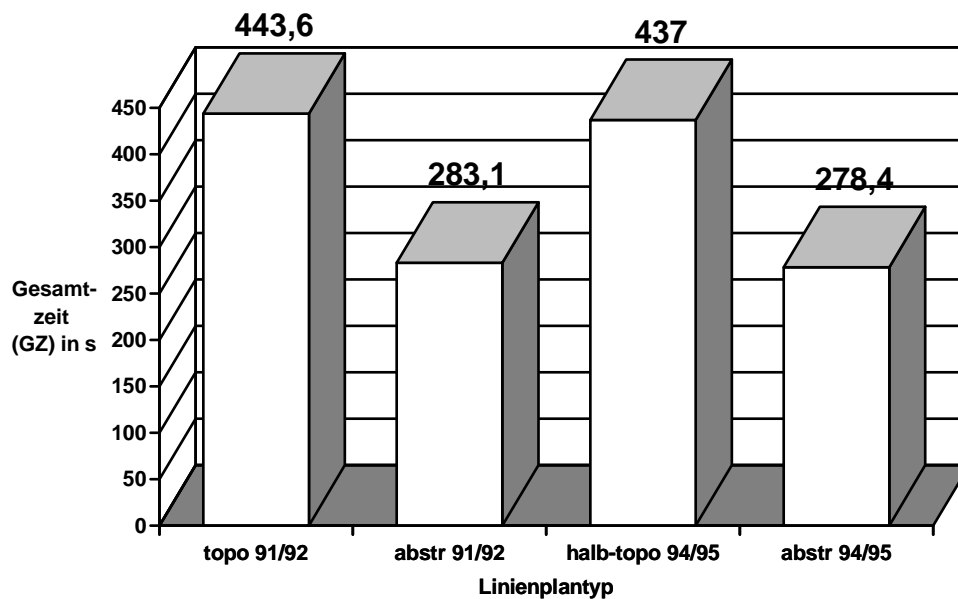
- die verglichenen Untersuchungsgruppen (UG)
- die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen und der Gesamtstichprobe (m)
- das Verhältnis der Mittelwerte Untersuchungsgruppen UG1 und UG2 zueinander (m_2/m_1)
- der Signifikanzwert des t-Tests (t)
- die Bewertung des Signifikanzwertes bzgl. der Signifikanzgrenze (Signif.)

Weitere statistische Werte (Minima, Maxima, Summen, Standardabweichungen, Mittelwertsdifferenzen, Varianzen, Freiheitsgrade) finden sich im Anhang 7.3.

3.2.2 Zeit (GZ)

Untersuchungsgruppe (UG)	Mittelwert (m)
Gesamt	360,5
topo 91/92	443,6
abstr 91/92	283,1
halb-topo 94/95	437,0
abstr 94/95	278,4

Zeitvergleich



Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	0,638	19,72	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	0,637	14,90	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	0,985	0,64	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	0,983	0,55	nein

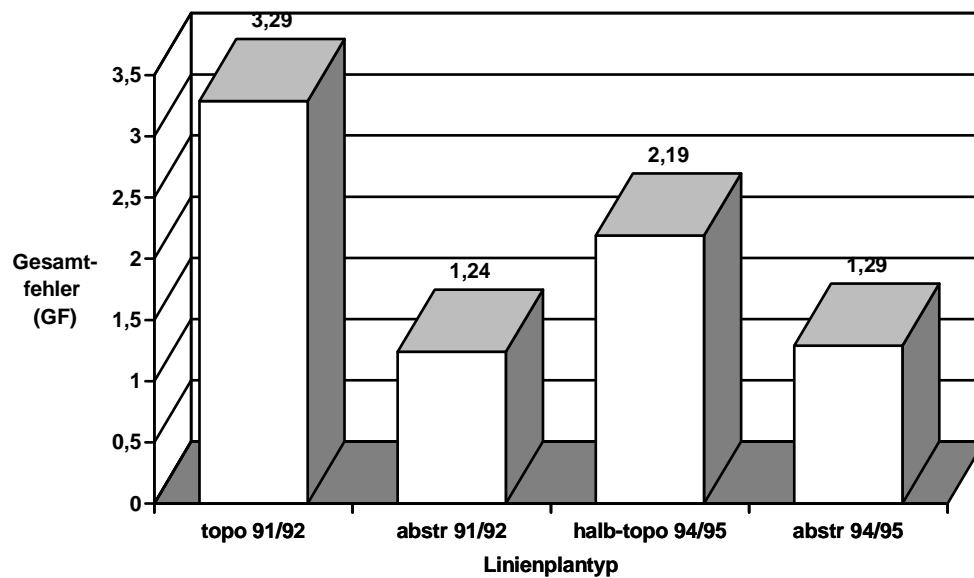
Zwischen den (halb-)topographischen und den abstrakten LNP finden sich jeweils hochsignifikante Unterschiede im Hinblick auf die Zeit bei der Suche von Linienverbindungen. Die Mittelwerte der abstrakten LNP sind um jeweils ca. 36% niedriger als die der (halb-)topographischen LNP.

Da kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden abstrakten LNP existiert, kann davon ausgegangen werden, daß die Variable Netzänderung keinen Einfluß auf die Zeit hat. Somit sind der topographische und der halb-topographische LNP im Hinblick auf die Zeit direkt vergleichbar. Aber auch hierbei findet sich kein signifikanter Unterschied.

3.2.3 Fehler (GF)

Untersuchungsgruppe (UG)	Mittelwert (m)
Gesamt	2,00
topo 91/92	3,29
abstr 91/92	1,24
halb-topo 94/95	2,19
abstr 94/95	1,29

Fehlervergleich



Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	0,38	32,0	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	0,59	11,8	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	0,67	18,3	ja, hoch
abstr 91/92	abstr 94/95	1,04	-0,6	nein

Zwischen den (halb-)topographischen und den abstrakten LNP finden sich jeweils hochsignifikante Unterschiede im Hinblick auf die Fehlerrate bei der Suche von Linienverbindungen. Die Mittelwerte der abstrakten LNP sind um ca. 62% (91/92), bzw. ca. 41% (94/95) niedriger als die der (halb-)topographischen LNP.

Da kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden abstrakten LNP existiert, kann davon ausgegangen werden, daß die Variable Netzänderung keinen Einfluß

auf die Fehlerrate hat. Somit sind der topographische und der halb-topographische LNP im Hinblick auf die Fehlerrate direkt vergleichbar. Auch hierbei findet sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen dem topographischen und dem halb-topographischen LNP. Der Mittelwerte des halb-topographischen LNP ist um ca. 33% niedriger als der Mittelwert des topographischen LNP.

3.2.4 Fragebogen (Wx)

Auf die tabellarische Wiedergabe der Mittelwerte der Fragebogenwerte wurde an dieser Stelle um Platz zu sparen verzichtet. Die Mittelwerte können im Anhang 7.3 nachgeschlagen werden. Erläuterungen zu den statistischen Resultaten finden sich im Abschnitt 4.1.3

Mit den Mittelwerte wurden, obgleich in der Einleitung keine klaren Unterschieds-Hypothesen zu den Gegenstandsbereich der Fragen aufgestellt worden sind, zur einfacheren Interpretation der Mittelwertsdifferenzen Signifikanz-Tests (t-Test) durchgeführt.

3.2.4.1 Frage 1 (Ermittlung Adresse->Haltestelle) (W1)

Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	0,73	3,55	ja
halb-topo 94/95	abstr 94/95	0,82	4,03	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,46	-7,4	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,63	-5,8	ja

3.2.4.2 Frage 2 (Ermittlung Ort->Haltestelle) (W2)

Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	1,19	-5,2	ja
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,15	-4,1	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	0,98	0,6	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	0,95	1,68	nein

3.2.4.3 Frage 3 (Suche Haltestelle auf Plan) (W3)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	0,93	1,54	nein
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,22	-5,0	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,13	-2,6	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,49	-9,1	ja, hoch

3.2.4.4 Frage 4 (Buslinien) (W4)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	2,32	-18	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	2,45	-19	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	0,91	1,32	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	0,96	1,27	nein

3.2.4.5 Frage 5 (Straßenbahnlinien) (W5)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	2,29	-20	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,83	-14	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,38	-5,0	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,10	-3,4	ja

3.2.4.6 Frage 6 (Suche Haltestellen->Linienverbindung) (W6)

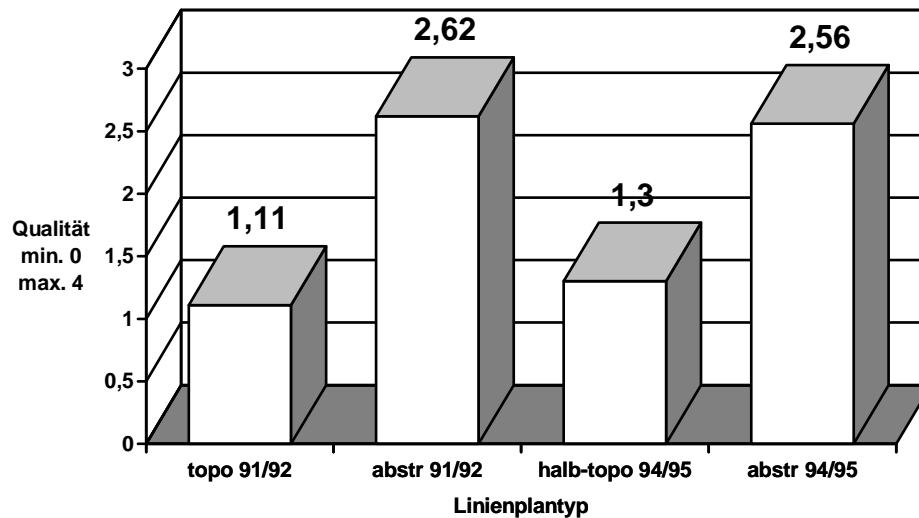
<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	2,11	-20	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,84	-18	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,11	-1,9	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	0,97	1,39	nein

3.2.4.7 Frage 7 (Umsteigemöglichkeiten) (W7)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	2,82	-25	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,93	-14	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,32	-3,9	ja

abstr 91/92	abstr 94/95	0,90	3,36	ja
-------------	-------------	------	------	----

Fragebogen (Frage 4-7) Verbindungssuche



3.2.4.8 Frage 8 (Abschätzung von Entfernungen) (W8)

Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	0,52	10,1	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,03	-0,6	nein
topo 91/92	halb-topo 94/95	0,91	1,82	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	1,82	-8,5	ja

3.2.4.9 Frage 9 (Lerneffekt) (W9)

Vergleich UG1	mit UG2	m2/m1	t	Signif.
topo 91/92	abstr 91/92	1,22	-4,3	ja
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,21	-6,3	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,34	-6,7	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,33	-9,2	ja, hoch

3.2.4.10 Frage 10 (Unterscheidung ÖPNV-Typen) (W10)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	0,95	1,13	nein
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,03	-0,60	nein
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,00	0,00	nein
abstr 91/92	abstr 94/95	1,09	-1,90	nein

3.2.4.11 Frage 11 (Nutzen für ÖPNV-NutzerInnen) (W11)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	1,61	-17	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,49	-13	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,14	-3,1	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,05	-2,5	ja

3.2.4.12 Frage 12 (Nutzen für Fahrrad-NutzerInnen) (W12)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	1,88	-5,6	ja
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,29	-3,7	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	2,13	-8,5	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,47	-4,7	ja

3.2.4.13 Frage 13 (Nutzen für PKW-NutzerInnen) (W13)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	1,00	0,0	nein
halb-topo 94/95	abstr 94/95	0,79	2,9	ja
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,46	-4,4	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,15	-1,5	ja

3.2.4.14 Frage 14 (Nutzen für Ortskundige) (W14)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	1,42	-14	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	1,26	-11	ja, hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,19	-6,0	ja

abstr 91/92	abstr 94/95	1,06	-3,2	ja
-------------	-------------	------	------	----

3.2.4.15 Frage 15 (Nutzen für Ortsunkundige) (W15)

<i>Vergleich UG1</i>	<i>mit UG2</i>	<i>m2/m1</i>	<i>t</i>	<i>Signif.</i>
topo 91/92	abstr 91/92	3,22	-13,0	ja, hoch
halb-topo 94/95	abstr 94/95	3,14	-23,0	ja hoch
topo 91/92	halb-topo 94/95	1,56	-3,7	ja
abstr 91/92	abstr 94/95	1,52	-9,6	ja hoch

4 Diskussion

4.1 Bewertung der Resultate bezüglich der Hypothesen

4.1.1 I. Hypothese (Zeit)

Die Daten des durchgeführten Experiments zeigen, daß abstrakte LNPe deutlich signifikante zeitliche Vorteile bei der Suche nach Linienverbindungen bei Vorgabe von Start- und Zielhaltestelle im Vergleich zu (halb-)topographischen LNPe erzielen (ca. 36% schneller). Damit bestätigt sich der eine Teil unserer Hypothese, daß abstrakte LNP gegenüber topographischen, bzw. halb-topographischen zeitlich deutliche Vorteile erzielen. Der zeitliche Vorteil des halb-topographischen LNP zum topographischen läßt sich jedoch nicht bestätigen!

4.1.2 II. Hypothese (Fehler)

Die Daten des durchgeführten Experiments zeigen, daß bei der Benutzung von abstrakten LNPen deutlich signifikant weniger Fehler gemacht werden als bei der Benutzung von topographischen und halb-topographischen LNPen (62%, bzw. 41% weniger Fehler). Auch zwischen den beiden letzteren LNP-Typen existiert ein deutlich signifikanter Unterschied zugunsten des halb-topographischen Plans (30% weniger Fehler). Damit bestätigt sich die aufgestellte Hypothese zur Fehlerhäufigkeit.

4.1.3 Bewertung der übrigen Resultate (Fragebogen)

4.1.3.1 Vorbemerkung

Der Fragebogen war entwickelt worden, um zum einen die Ergebnisse des Experiments (Zeit- und Fehlermessung) zu untermauern und Ansätze und Hypothesen für weitergehende Untersuchungen von LNP aufzuzeigen. Wie schon darauf hingewiesen, existieren zum Gegenstandsbereich der Fragen keine klaren Hypothesen. Die folgende Bewertung der Fragebogen-Resultate erhebt daher nicht den Anspruch, die Bestätigung oder Widerlegung von Hypothesen darzustellen. Dieser Bericht geht daher nicht ausführlich auf die Bewertung der Resultate jeder einzelnen Frage ein, sondern versucht Fragen zusammenzufassen und auf die wichtigsten Tendenzen hinzuweisen. Die aufgeführten Bewertungen stehen daher

nicht für sich allein, sondern können nur Ideen und Ansatzpunkte für weitere gründliche Untersuchungen liefern.

4.1.3.2 Haltestellenermittlung (Frage 1-2)

Die Resultate der Fragen 1 und 2 sollten Aufschluß darüber geben, welcher LNP-Typ für die Festlegung der Start- und Zielhaltestelle einsetzbar ist. Die Resultate zeigen in unterschiedliche Richtungen. Kann man der Tendenz der ersten Frage folgen, so sprechen sich die Versuchspersonen bei der Ermittlung einer Haltestelle, soweit eine Adresse gegeben ist, für topographische LNPe aus. Die Resultate dieser Frage sind jedoch anzuzweifeln, wenn man sich den deutlich signifikanten Unterschied zwischen den beiden abstrakten LNPen anschaut. Da beide Pläne gleich konstruiert sind und sich nur ein wenig in der farblichen Gestaltung und einigen Linienverläufen unterscheiden, sind die beschriebenen Resultate nur dadurch zu erklären, daß weitere, nicht kontrollierte Variablen eine Rolle spielen.

Bei der zweiten Frage äußern die Versuchspersonen mit signifikanter Ausprägung, daß die abstrakten LNPe geeignet seien, unter Vorgabe eines markanten Ortes die nächstgelegene Haltestelle zu finden.

Überhaupt scheint der Bereich der Haltestellenermittlung anhand von Hilfsmitteln ein Problem für Fahrgäste darzustellen. An Orten, an denen sich ÖPNV-Kunden nicht auskennen, wird es häufig schwer, anhand einer Adresse die passende Haltestelle zu finden. Erst braucht man einen Stadtplan, um die Adresse zu lokalisieren, dann einen aktuellen Liniennetzplan, in dem man dann Haltestelle und Linienverbindung sucht. Warum geben öffentliche Verkehrsbetriebe nicht kombinierte Stadt-/Liniennetz-Pläne heraus (damit sind nicht die untersuchten topographischen LNPe gemeint, da diese über kein Straßenverzeichnis verfügen und in der Karte nur einige wenige große Straßen mit Namen benannt sind)? Mit Hilfe solcher Pläne wären die Anforderungen an einen LNP von der Ermittlung der Haltestelle, über die Verbindungssuche bis hin zur Adressensuche nach dem Ausstieg an der Zielhaltestelle erfüllt. Da ein so kombinierter Stadt-/Liniennetz-Plan auch ein 'topographischer' LNP ist, müßten Ideen entwickelt werden, die Darstellung der ÖPNV-Linie in zentralen Bereichen der Karte (Bahnhöfe ...) zu entzerren, um die Lesbarkeit zu erhöhen und somit die hohe im Experiment festgestellte Fehlerrate zu verringern und die Suche zu beschleunigen.

4.1.3.3 Haltestellensuche (Frage 3)

Ein hoher signifikanter nicht erklärbarer Unterschied zwischen den beiden abstrakten LNPen macht es so gut wie unmöglich, die geringfügigen übrigen Signifikanzen auszuwerten. Generell ist wohl zu sagen, daß LNP mit Gitternetzen zu überziehen und mit Straßen-, Haltestellen- und Erreichbarkeitsverzeichnissen zu versehen sind. Auch an diesem Punkt führt konsequente Problemlösung zu einem o.g. Stadt-/Linien-Plan-Konzept.

4.1.3.4 Linienverbindungssuche (Frage 4-7, 10)

Das Experiment hat die vorher aufgestellten Hypothesen bestätigt, daß abstrakte LNPe zur Ermittlung einer Linienverbindung zwischen vorgegebenen Start- und Zielhaltestellen deutlich schneller und zuverlässiger sind. Die subjektive Einschätzung in den Fragen 4 bis 7 stützt die experimentell gewonnenen Erkenntnisse. Mit sehr hoch-signifikantem Unterschieden zwischen denjenigen Personen, die (halb-)topographische LNPe, und denen, die abstrakte LNPe vorgelegt bekommen haben, werden die Fragen 4 bis 7 zur Einschätzung der Brauchbarkeit für typische Schritte bei der Linienverbindungssuche (Linienverläufe erkennen, Umsteigepunkte erkennen, günstige Verbindungen finden) beantwortet. Umsteigepunkte zu erkennen, schätzen die Versuchspersonen 2,8-mal besser mit abstrakten Plänen ein als mit topographischen. Vor allem der Verlauf von Buslinien kann von NutzerInnen (halb-)topographischer LNPen deutlich über 50% schlechter erkannt werden als auf abstrakten LNPen.

Hier zeigen sich die deutlichen Vorteile der abstrakten LNP. Vielleicht stellen ja gerade topographische Stadt-/Liniennetz-Pläne mit verzerrter Kartendarstellung im Innenstadtbereich eine brauchbare Alternative zu existierenden LNP-Typen dar. Durch ein Aufblähen der zentralen Bereiche könnte Platz für deutlichere Darstellung der Linienverläufe und Umsteigehaltestellen geschaffen werden. Nebenbei entsteht der positive Effekt der Aufwertung innerstädtischer Strukturen. Durch die verzerrte Darstellung wirken die gut mit dem ÖPNV angebundene Stellen größer, imposanter und wichtiger.

Die Beantwortung von Frage 10 hat zu keinen signifikanten Resultaten geführt. In allen vorliegenden LNP waren die unterschiedlichen ÖPNV-Arten (Bus, Straßenbahn, Schwebbahn, S-Bahn, sonstige DB-Strecken) von den Versuchspersonen etwa gleich gut oder schlecht voneinander zu unterscheiden. Die

abstrakten Pläne dürften aufgrund fehlender farblicher und gestalterischer Abgrenzung der unterschiedlichen ÖPNV-Arten voneinander trotz ansonsten deutlicher Erkennbarkeit von Linienverläufen (siehe Frage 4-5) keinen Vorteil gegenüber den (halb-)topographischen LNP haben.

4.1.3.5 Entfernungsschätzung (Frage 8)

Auch die Resultate dieser Frage sind aufgrund des hohen, nicht erklärbaren signifikanten Unterschieds zwischen den beiden abstrakten LNPen nicht weiter auswertbar. Im Hinblick auf die Idee eines Stadt-/Liniennetz-Plans mit verzerrten Zentren könnten die Resultate dahingehend gedeutet werden, daß den Versuchspersonen die verzerrte Darstellung in den abstrakten LNPen nicht systematisch auffällt.

4.1.3.6 Lerneffekt (Frage 9)

Auch hier ist die Interpretation des hohen signifikanten Unterschieds zwischen den beiden abstrakten LNP schwierig. Die einzig erkennbare Variable könnte die unterschiedliche Farbgestaltung sein, die aber dann bei dem abstrakten LNP von 1994/95 im Vergleich zum abstrakten LNP von 1991/92 zu 33% besserer Einprägsamkeit führen müßte.

Wenn man sich doch an die Interpretation der Unterschiede zwischen (halb-)topographischen und abstrakten LNP herantraut, so könnte man zu dem Schluß kommen, daß die Versuchspersonen die Einprägsamkeit der abstrakten LNP um ca. 20% höher als die der (halb-)topographischen LNP einschätzen. Diese Interpretation ist wage und basiert nur auf der Einschätzung der Versuchspersonen. Eine experimentelle Untersuchung mit unterschiedlichen Personengruppen (siehe Frage 11-15) wäre hier angebracht.

4.1.3.7 NutzerInnengruppen (Frage 11-15)

Bei den letzten fünf Fragen sollten sich die Versuchspersonen in die Rolle unterschiedlicher Personengruppen, die sich in ihrem täglichen Verkehrsverhalten (ÖPNV-NutzerInnen, FahrradfahrerIn, PKW-FahrerIn) oder Ortskundigkeit unterscheiden, nun aber öffentliche Verkehrsmittel benutzen wollen/müssen, hineinversetzen, und die Brauchbarkeit des jeweils vorliegenden LNP beurteilen. Die Brauchbarkeit für die eigene Klassifizierung (Ortskundige und ÖPNV-NutzerInnen)

als auch für die Ortskundigen ist sehr deutlich und hoch signifikant. Für Ortsunkundige halten die Versuchspersonen die abstrakten LNPe für dreimal brauchbarer als die (halb-)topographischen LNPe. Für Ortskundige und ÖPNV-NutzerInnen wird das Mehr an Brauchbarkeit bei 25% bis 60% eingeschätzt.

Diese Interpretation ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da wieder hohe Signifikanzen bei den Unterschieden zwischen den abstrakten LNPen auftreten, für die sich keine Erklärung finden lassen.

4.2 Probleme und Folgerung

Mit dieser Studie ist der Versuch gemacht worden, die Funktionalität von LNP empirisch zu überprüfen - soweit bekannt ist dies einer der ersten wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Anwendungsgebiet. Dementsprechend bunt war das methodische Vorgehen. Durch Introspektion wurden die Ansprüche an Informationsmaterialien für die Nutzung des ÖPNV definiert und die kognitiven Abläufe in eine Struktur gebracht. Ein Teil dieser kognitiven Abläufe wurde herausgenommen und empirisch überprüft, welcher LNP das beste Hilfsmittel zur Unterstützung der kognitiven Prozesse darstellt. Parallel dazu wurde ein Fragebogen entwickelt und mit dem Experiment verknüpft. Dabei ging es nicht darum, empirische Beweise zu sammeln, sondern in einem Rundumschlag in dem Themengebiet zu landen und eine Reihe von Thesen und Ideen für die weitere Arbeit zur Gestaltung von ÖPNV-Informationsmaterial zu sammeln.

Die teilweise widersprüchlichen Ergebnisse aus dem Fragebogen (große Differenzen zwischen den beiden abstrakten Plänen) zeigen, daß die aus dem Fragebogen gewonnen Aussagen über LNPe mit Vorsicht zu genießen sind. Das Ziel des Fragebogens, die weitere Arbeit auf dem Themengebiet 'Liniennetzpläne' zu strukturieren, hat derselbe jedoch erfüllt. Vor einer weiteren Anwendung sollte der Fragebogen jedoch gründlichst überarbeitet werden.

Im Gegensatz dazu haben die hypothesen-prüfenden Zeit- und Fehlermessungen bei der Linienverbindungssuche trotz des Fehlers bei der Zuordnung der Versuchspersonen zu den Untersuchungsgruppen durch die Versuchsleiter zu sehr deutlichen Ergebnissen geführt. Die aufgestellten Unterschiedshypothesen lassen sich im großen und ganzen durch die empirischen Werte bestätigen. Vor allem der große Unterschied zwischen den abstrakten und den (halb-)topographischen Plänen

macht den Vorteil der abstrakten Pläne bei der Nutzung durch ortsunkundige Personen deutlich. Ein klarer Unterschied zwischen dem halb-topographischen und dem topographischem LNP ist jedoch nur im Hinblick auf die Fehleranfälligkeit zugunsten des halb-topographischen Plans zu erkennen. Die Reduktion der topographischen Information führt offensichtlich zu einer fehlerfreieren, wenn auch nicht schnellern Lesbarkeit der Linieninformationen. Zu Überprüfen wäre jedoch noch, ob die bessere Lesbarkeit des halb-topographischen Plans nicht auf den günstigeren Maßstab zurrückzuführen ist.

Die Ergebnisse des Experiments sollten jedoch nicht all zu schnell verallgemeinert werden! Erstens wurden bei dem Experiment die Ermittlung und Suche der Start- und Zielhalttestellen nicht mit einbezogen. Zweitens ist das Experiment mit ortsunkundigen ÖPNV-NutzerInnen durchgeführt worden. Wie allerdings schon in der Einleitung dargestellt, gibt es gute Gründe davon auszugehen, daß andere NutzerInnen-Gruppen aufgrund ihrer eignen im Gedächtnis gespeicherten Informationen über eine Stadt und über in ihr verkehrenden ÖPNV-Linien (kognitive Karten) deutlich andere experimentelle Ergebnisse erzeugen werden. Die Gesamtbewertung der Liniennetzpläne wird demnach erst nach Einschluß auch anderer NutzerInnen in zukünftigen Untersuchung möglich sein. Auch dann wird es vorraussichtlich keine einheitliche Bewertung geben. Für Unterschiedliche KundInnen/NutzerInnen des ÖPNV mit unterschiedlichem kognitiven Karten werden sich Differenzen in dem Gebrauchswert der Pläne ergeben. Drittens ist Wuppertal von seinem auf das enge Tal zentrierten Aufbau mit vier Stadtkernen nicht typisch für andere Großstädte. Dieser Aufbau hat auch Folgen für die Darstellung der ÖPNV-Linien auf einem topographischen LNP. Die Linienverläufe sind aufgrund der Talenge auch auf dem LNP dicht gedrängt und somit schwer auseinanderzuhalten. In anderen Städten sind die Stadtkerne oft weiträumiger und damit die Darstellung auf topographischen LNPen deutlicher.

Die verwendete Meßtechnik zur Ermittlung von Zeit und Fehler bei der Suche nach ÖPNV-Linienverbindung hat sich in diesem Experiment bewährt. Die Untersuchung ist jedoch von der Prämisse ausgegangen, daß die Start- und Ziel-Halttestellen schon ermittelt und auf dem Plan gefunden wurden. Unter realistischen Bedingung kann man von dieser Vorraussetzung allerdings nicht ausgehen. Vor allem die Ermittlung der Start- und Ziel-Halttestellen wird bei allen vorliegenden LNP-Typen für

die unterschiedlichen NutzerInnen-Gruppen zu mehr oder weniger großen Schwierigkeiten führen. Ohne weitere Hilfsmittel, wie Stadtpläne mit Straßenverzeichnis, dürften die meisten NutzerInnen (auch relativ ortskundige) vor unüberwindbare Probleme gestellt sein. Hier wären sicherlich Konzeptionen zu einem neuen Plantypus, der einen Stadtplan (samt Straßenverzeichnis) mit einem Liniennetzplan vereint, oder Ergänzung von in der Einleitung beschriebenen Straßen-Haltestellen-Planquadrat-Verzeichnissen angebracht.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde die Anwendungsqualität/Funktionalität von drei unterschiedlichen Liniennetzplankonzeptionen der Stadtwerke Wuppertal (Betreiberin des öffentlichen Personennahverkehrs in Wuppertal) untersucht. Dabei handelte es sich um einen topographischen Liniennetzplan (LNP) von 1991/92, einen halb-topographischen LNP von 1994/95 und zwei abstrakten LNPe von 1991/92, bzw. 1994/95. Die abstrakten LNPe unterschieden sich von den beiden (halb-)topographischen dahingehend, daß dem Liniennetz keine topographische Karte der Stadt Wuppertal unterlegt ist, der Darstellung der Linienverläufe mehr Platz eingeräumt wird und sich die Darstellung nur sehr grob an geographischen Gegebenheiten orientiert. Der halb-topographische LNP unterscheidet sich von dem topographischen dahingehend, daß ihm eine stark vereinfachte topographische Karte unterlegt ist.

In einem Laborexperiment wurden die aufgestellten Hypothesen bestätigt, daß die Funktionalität, die sich aus geringem Zeitbedarf und niedriger Fehlerrate bei der Suche von ÖPNV-Verbindung zwischen vorgegebenen Start- und Zielhalttestellen definierte, bei den abstrakten LNPen deutlich höher ist als bei den (halb-)topographischen. Die 84 Versuchspersonen (Psychologie-StudentInnen, die sich in Wuppertal nicht auskannten), die zu je 21 Personen in vier Untersuchungsgruppen jeweils einem LNP-Typ zugeordnet wurden, waren bei den abstrakten LNPen um ca. 35% schneller als bei den (halb-)topographischen. Die Fehlerrate des abstrakten LNPs war sogar 60%, bzw. 40% niedriger als die des topographischen, bzw. halb-topographischen Plans.

Theoretische Überlegungen legen jedoch nahe, daß die drastische Funktionalitätsdifferenz sich bei anderen Versuchspersonen (Ortskundige) reduzieren wird.

6 Literaturverzeichnis

APPEL & ERNST, Stadtverkehrsplanung, Teil 1: Mobilität, Grunddaten zur Entwicklung des städtischen Personenverkehrs, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik, 1980, S. 143

BORTZ, J., Statistik für Sozialwissenschaftler, Berlin und Heidelberg, Springer, 4. Aufl., 1993

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (BMV) (Hg.), Verkehr in Zahlen, Bonn, 1989, S. 98

DOWNS, R.-M. & STEA, D., Kognitive Karten: Die Welt in unseren Köpfen (dt. Übers.), New York, 1992

GEWERKSCHAFT FÜR ÖFFENTLICHEN DIENST, TRANSPORT UND VERKEHR (ÖTV) - KREISVERWALTUNG BUCHUM UND GELSENKIRCHEN (Hg.), Vorrang für den öffentlichen Personennahverkehr - Ergebnisse und Erkenntnisse der Fahrgastbefragungsaktion vom Frühjahr '93, Bochum und Gelsenkirchen, 1. Aufl., 1994, S. 11-13

HOLZAPFEL, H. et al., Autoverkehr 2000. Wege zu einem ökologische und sozial verträglichen Straßenverkehr, Karlsruhe, 1985, S. 173

MINISTERIUM FÜR STADTENTWICKLUNG UND VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MSV) (Hg.), Daten und Fakten zum NRW-Verkehr, Düsseldorf, 1994, S. 5

ROHRMANN, B., Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung, ...?

VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE (VDA) (Hg.), Auto 87/88, Frankfurt, 1988

7 Anhang

7.1 Verwendete Abkürzungen

α	alpha-Niveau, Wahrscheinlichkeit, eine richtige Nullhypothese zu verwerfen	
abstr 91/92	abstrakter LNP 1991/92	
abstr 94/95	abstrakter LNP 1994/95	
df	Freiheitsgrade	
ε	Effektgröße	
F1..F4	Fehlerpunkt (Fehler)	$F_x=0$ (kein Fehler) oder $F_x=1$
G	GF, GZ	
GF	Gesamtfehler	$0 \leq GF=F1+F2+F3+F4 \leq 4$
GZ	Gesamtzeit	$GZ=Z1+Z2+Z3+Z4$
H_0	Nullhypothese	
H_1	Alternativhypothese	
LNP	Liniennetzplan	
m	Mittelwert	
n, n(x)	Stichprobenumfang	$n=n(1)+n(2)+n(3)+n(4)$
n_{opt}	optimaler Stichprobenumfang	
t	Prüfgröße des t-Tests	
halb-topo 94/95	halb-topographischer LNP 1994/95	
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr	
topo 91/92	topographischer LNP 1991/92	
UG	Untersuchungsgruppe	1=topographischer LNP 1991/92 2=abstrakter LNP 1991/92 3=halb-topographischer LNP 1994/95 4=abstrakter LNP 1994/95
VP	Versuchspersonennummer	
Vpn	Versuchsperson	
Z1..Z4	Zeit	
W1..W15	Fragebogenwert	$0 \leq W_x \leq 4$

7.2 Liniennetzpläne (Ausschnitte)

7.2.1 topographischer Liniennetzplan 1991/92

7.2.2 abstrakter Liniennetzplan 1991/92

7.2.3 halb-topographischer Liniennetzplan 1994/95

7.2.4 abstrakter Liniennetzplan 1994/95

7.3 Daten und statistische Ergebnisse

7.4 Instruktionsbogen

7.5 Fragebogen