

**Technische Universität Berlin
Fachbereich Verkehrswesen und Angewandte Mechanik
Institut für Straßen- und Schienenverkehr**

**Sven-Martin Nielsen
geboren am 15. November 1966 in Berlin**

**Beiträge des Verkehrssystem-Managements
zum stadtverträglicheren Straßenverkehr**

**- Straßenbenutzungsabgaben, Zufahrtbeschränkung
und elektrisch angetriebene Stadtautos im Vergleich**

**Vom
Fachbereich Verkehrswesen und Angewandte Mechanik
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation**

Wissenschaftliche Aussprache am 25. Oktober 2000

Promotionsausschuß:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. W. Stühler

Berichter: Prof. Dr.-Ing. G. Hoffmann

Prof. Dr.rer.pol. G. W. Heinze

Berlin 2001

D 83

Für meine Eltern, die sehr viel dazu beigetragen haben, daß ich den Weg bis
hierher gehen konnte

Vorwort

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik des Instituts für Straßen- und Schienenverkehr (Fachbereich Verkehrswesen und Angewandte Mechanik) habe ich mich neben anderen vom Fachgebiet vertretenen Teilbereichen des Straßenwesens besonders dem Verkehrssystem-Management (VSM) gewidmet. Die Beschäftigung mit diesem Teilbereich ist insofern hervorzuheben, da ich dort nach Antworten auf die drängenden Fragen nach der verträglicheren Abwicklung des Straßenverkehrs in Ballungsräumen gesucht habe.

Mit der Durchführung von Erhebungen, die einerseits Grundlagen für die Bewertung der Maßnahmen darstellen, andererseits einen bescheidenen Fortschritt für das Forschungsfeld dieser Maßnahmen bringen sollen, ist in der Regel ein hoher personeller und finanzieller Aufwand verbunden, der im Straßen- und Verkehrswesen z.B. durch einen Forschungsauftrag getragen werden kann. Da jedoch zu dem hier behandelten Thema im Fachgebiet kein Forschungsauftrag durchgeführt wurde und keine finanziellen Mittel zur Verfügung standen, wurden für die in der Dissertation angesprochenen Maßnahmen des VSM neben den eigenen Erhebungen und Auswertungen weitere Daten im Rahmen der von mir betreuten Studien-, Diplom- und Projektarbeiten mit empirischen Teilen erhoben. Dabei ist allen Studierenden zu danken, die sich mit großem Interesse und mit großem Aufwand diesen Themen gewidmet haben. Zu nennen sind hier folgende Arbeiten (in alphabetischer Reihenfolge):

- Beuster, K.: Untersuchung eines autoarmen Gebietes in der westlichen Berliner Innenstadt (Diplomarbeit, 1997)
- Bunz, M.: Maßnahmen zur flächenhaften Verkehrsreduzierung - dargestellt am Beispiel der Berliner Innenstadt (Diplomarbeit, 1996)
- Irsheed, M.: Auswirkungen eines kleinen Stadtfahrzeugs auf Stellplatzgröße und Stellplatzanzahl (Diplomarbeit, 1994)
- Kaden, L.: Untersuchung der Auswirkung von Maßnahmen des Verkehrssystem-Management anhand von Befragungen der Nutzer des motorisierten Individualverkehrs unter Berücksichtigung der Methoden der Stated Preferences (Diplomarbeit, 1997)
- Schönfuß, B.: Verkehrliche Einsatzbedingungen von Elektrofahrzeugen in Ballungsräumen am Beispiel Berlins (Studienarbeit, 1997)

Ebenfalls zu danken ist den Projektgruppen der Lehrveranstaltung „Verkehrssystem-Management“ in den Sommersemestern 1996 und 1997.

Ein herzlicher Dank gilt meinem „Doktorvater“ Prof. Dr.-Ing. Günter Hoffmann, der mir diese Arbeit ermöglicht hat. Er hat mich auch nach unserem gemeinsamen Ausscheiden aus der Hochschule immer geduldig und intensiv betreut. Das Korreferat hat Prof. Dr.rer.pol. G. W. Heinze übernommen und mir dabei wertvolle Ratschläge gegeben.

Viel Unterstützung und wertvolle Hilfe bei der Korrektur habe ich von Ursula Beneke (danke, Ulla, auch für das Ertragen des Dauerthemas Dissertation), Regine Schwarz und Dirk Faulenbach in der letzten (und wichtigen) Phase der Arbeit erhalten. Wellgunde Hoffmann und Jochen Gorzel haben mir bei der Darstellung der Graphiken und Bilder unter die Arme gegriffen.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	III
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	VIII
VERZEICHNIS DER TABELLEN	IX
VERZEICHNIS DER IM TEXT NICHT ERKLÄRTEN ABKÜRZUNGEN	XI
ABSTRACT	XIII
1. ZUR PROBLEMSTELLUNG	1
2. GRUNDLAGEN	11
2.1 Untersuchungsziel	11
2.2 Vorgehensweise	11
2.3 Vergleichende Untersuchungen von Maßnahmen des VSM	15
2.4 Das Untersuchungsgebiet	16
2.5 Die Materialien zum Stadtentwicklungsplan Verkehr	19
3. DIE MASSNAHME „STRASSEN BENUTZUNGSABGABEN“	22
3.1 Allgemeines	22
3.2 Ziele der Straßenbenutzungsabgaben	22
3.3 Theorie der Straßenbenutzungsabgaben	24
3.4 Einteilung von Road Pricing - Systemen	27
3.5 Erhebung und Kontrolle	29
3.6 Fragen der Standardisierung	33
3.7 Preisbildung bei Straßenbenutzungsabgaben, Beispiele und Auswirkungen	34
3.7.1 Vorbemerkungen	34
3.7.2 Festlegung der Abgabenhöhe	34
3.7.2.1 Externe Kosten des motorisierten Verkehrs	34
3.7.2.2 Orientierung an Fahrpreisen des ÖPNV	37
3.7.2.3 Orientierung an Kraftstoffpreiselastizitäten	37
3.7.2.4 Fahrzeugabhängige Abgaben	38
3.7.3 Festlegung der Verkehrsreduktion	38
3.7.3.1 Wahrnehmbare Veränderungen im Verkehr	38
3.7.3.2 Orientierung an der Staureduktion	39
3.7.3.3 Die stadtverträgliche Leistungsfähigkeit von Straßen	39
3.7.3.4 Der „notwendige“ Autoverkehr	39
3.7.3.5 Grenzwerte für Lärm- und Schadstoffemissionen	40
3.7.3.6 Orientierung an einer idealen Verkehrsmittelaufteilung	41
3.7.3.7 Anforderungen des Wirtschaftsverkehrs	42
3.7.4 Applikationen von Systemen für Straßenbenutzungsabgaben	42
3.7.4.1 Städte mit Straßenbenutzungsabgaben	42
3.7.4.2 Feldversuche mit Straßenbenutzungsabgaben in Ballungsräumen	46

3.7.4.3	Projekte innerhalb des Forschungsprogramms der EU	47
3.7.4.4	Planungen von Straßenbenutzungsabgaben in Ballungsräumen	48
3.7.4.5	Theoretische Überlegungen für Straßenbenutzungsabgaben	51
3.7.5	Befragungen von Akteuren des Wirtschaftsverkehrs	55
3.7.6	Auswirkungen der Maßnahme auf Wirtschaft und Raumordnung	56
3.8	Befragungen zu Verhaltensänderungen	56
3.8.1	Vorbemerkungen	56
3.8.2	Die Methoden der „Stated Preferences“	57
3.8.3	Auswertungen der Befragungen mit den Methoden der „Stated Preferences“	60
3.8.4	Durchgeführte Befragungen mit den Methoden der „Stated Preferences“	61
3.9	Fazit zum Grundlagenteil der ersten Maßnahme	62
3.10	Festlegung des Erhebungssystems, des Erhebungsgebiets und der Erhebungspunkte	65
3.10.1	Das Erhebungssystem	65
3.10.2	Der S-Bahn-Ring als Kordon	66
3.10.3	Weitere Unterteilung des Innenstadtgebiets	68
3.11	Hypothesen zu den Auswirkungen der Straßenbenutzungsabgaben	69
3.12	Eigene Untersuchung der Verhaltensänderungen	69
3.12.1	Vorbemerkungen	69
3.12.2	Eigene Befragung 1996 in Berlin	70
3.12.3	Eigene Befragung 1997 in Berlin	72
3.13	Das Netzmodell des Untersuchungsgebiets	75
3.14	Berücksichtigung der Verhaltensänderungen und Verkehrsumlegung	75
3.15	Ergebnisse der Kriterien der Stadtverträglichkeit	76
3.16	Fazit und Empfehlungen	77
4.	DIE MASSNAHME „ZUFAHRTBESCHRÄNKUNG“	80
4.1	Allgemeines	80
4.2	Städte mit bestehenden und geplanten Zufahrtbeschränkungen	83
4.2.1	Bestehende Zufahrtbeschränkungen	83
4.2.2	Konzepte für eine Zufahrtbeschränkung	88
4.3	Fazit zum Grundlagenteil der zweiten Maßnahme	89
4.4	Untersuchungs- und Planungsgebiet	92
4.4.1	Das Untersuchungsgebiet City West	92
4.4.2	Das Planungsgebiet	93
4.4.3	Festlegung der Ausnahmen	96
4.4.4	Geltungszeitraum	96
4.5	Hypothesen zu den Auswirkungen der Zufahrtbeschränkung	97
4.6	Eigene Untersuchung der Verhaltensänderungen	98
4.6.1	Notwendigkeit der Erhebung	98
4.6.2	Der Fragebogen	98
4.6.3	Durchführung der Befragung und Auswertung	100
4.7	Berücksichtigung der Verhaltensänderungen und Verkehrsumlegung	106
4.8	Ergebnisse der Kriterien der Stadtverträglichkeit	108
4.9	Fazit und Empfehlungen	109
5.	DER EINSATZ ELEKTRISCH ANGETRIEBENER STADTAUTOS	112
5.1	Allgemeines	112

5.2	Stand der Technik bei Elektrofahrzeugen	115
5.2.1	Personenfahrzeuge	115
5.2.2	Nutzfahrzeuge	116
5.2.3	Batterietechnik	117
5.2.4	Antriebsmotoren	118
5.2.5	Ladestationen	118
5.3	Das Stadtauto	120
5.4	Elektrisch angetriebene Stadtautos	122
5.4.1	Beispiele	122
5.4.2	Die Sicherheit elektrisch angetriebener Stadtautos	123
5.5	Einsatzprofile herkömmlicher Pkw	125
5.6	Einsatzprofile von Elektrofahrzeugen	126
5.6.1	Befragungen von Elektrofahrzeugnutzern	126
5.6.2	Feldversuche	127
5.7	Weitere Erhebungen zum Einsatzpotential von Stadt- oder Elektrofahrzeugen	128
5.7.1	Befragung der BEWAG	128
5.7.2	Forschungsprojekt „Neues Motorisiertes Zweirad“	128
5.8	Auswirkungen der Elektrofahrzeuge auf Luftschadstoffemissionen	130
5.9	Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr	132
5.9.1	Vorbemerkungen	132
5.9.2	Parkflächen im öffentlichen Straßenraum	132
5.9.3	Fahrgassenbreiten	133
5.9.4	Quantifizierung der Stellflächenveränderung	135
5.10	Flächen für den fließenden Verkehr	137
5.11	Fazit zum Grundlagenteil der dritten Maßnahme	137
5.12	Hypothesen zum Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos	139
5.13	Eigene Erhebung der Fahrprofile von Pkw-Nutzern in der Stadt	140
5.13.1	Der Fragebogen	140
5.13.2	Haushaltsgröße	141
5.13.3	Verfügbare Pkw im Haushalt	142
5.13.4	Motorgröße der Pkw im Haushalt	142
5.13.5	Motorgröße der eingesetzten Pkw	143
5.13.6	Fahrtzwecke	143
5.13.7	Aktivitätenmuster	144
5.13.8	Anzahl täglicher Fahrten	144
5.13.9	Länge der Fahrten	146
5.13.10	Mittlere Länge in Abhängigkeit vom Fahrtzweck	146
5.13.11	Tagesfahrleistungen	147
5.13.12	Längere Fahrten	148
5.13.13	Anzahl der Insassen und Gepäckstücke	149
5.13.14	Standzeiten der Pkw	150
5.13.15	Standorte der Pkw	152
5.13.16	Einstellung zum Elektrofahrzeug	153
5.13.17	Reaktionen auf Restriktionen	153
5.14	Freizeit- und Urlaubsfahrten	154
5.15	Auswirkungen auf die Lärmemissionen im Straßenverkehr	155
5.16	Auswirkungen auf den Zeitbedarfswert und die Sättigungsverkehrsstärke	155
5.17	Einsatz des elektrisch angetriebenen Stadtautos in der Beispielstadt Berlin	158
5.18	Fazit und Empfehlungen	160
6.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	162

LITERATURVERZEICHNIS	167
VERZEICHNIS DES ANHANGS	185

Verzeichnis der Abbildungen

- Bild 1-1: Beurteilungsprozeß für VSM-Maßnahmen (Quelle: nach [FGSV 1986])
- Bild 1-2: Bedingungsfeld für Zielsetzungen im Rahmen von VSM (Quelle: nach [FGSV 1986])
- Bild 1-3: Maßnahmen zur Verkehrsbeschränkung in Innenstädten (Quelle: nach [NICKEL 1991])
- Bild 1-4: Gliederung der Arbeit
- Bild 2-1: Gewählte Vorgehensweise für die Arbeit
- Bild 3-1: Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte bzw. Verkehrsstärke und Geschwindigkeit (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])
- Bild 3-2: Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke und Fahrzeit bzw. Fahrtkosten (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])
- Bild 3-3: Die optimale Stauabgabe und der gesellschaftliche Wohlfahrtsverlust in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])
- Bild 3-4: Anteile der Verkehrsmittel [%] in Abhängigkeit von der Abgabenhöhe beim Fahrtzweck Arbeit (Befragung 1997)
- Bild 4-1: Das Planungsgebiet der Zufahrtbeschränkung (Quelle: [SENVUB 1995b])
- Bild 5-1: Anordnung von Parkständen (Quelle: [NATZSCHKA 1997])
- Bild 5-2: Fahrbewegungen beim Einparken (Quelle: [LENTZ/BUCK 1989])
- Bild 5-3: Mittelwerte von Zeitbedarfswerten (Quelle: nach [HOFFMANN/NIELSEN 1994])
- Bild 6-1: Vorgehensweise bei Einführung der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 3-1: Externe Kosten des Verkehrs und Übertragung auf die Beispielstadt Berlin
- Tabelle 3-2: Orientierungs- und Grenzwerte für die Lärmbelastung (Quelle: eigene Zusammenstellung)
- Tabelle 3-3: Grenzwerte für Luftschadstoffe (Quelle: eigene Zusammenstellung)
- Tabelle 3-4: Auswirkungen eines tageszeitabhängigen Road Pricing-Systems in Oslo (Ergebnisse einer Modellrechnung, Quelle: nach [LARSEN/REKDAL 1996])
- Tabelle 3-5: Auswirkungen des Road Pricing in Trondheim bei verschiedenen Fahrtzwecken (Quelle: nach [KEUCHEL 1994])
- Tabelle 3-6: Road Pricing-Varianten und Auswirkungen in London (Ergebnisse einer Szenarienrechnung, Quelle: nach [MVA CONSULTANCY 1995])
- Tabelle 3-7: Verteilungswirkungen von Straßenbenutzungsabgaben in Dresden (Ergebnisse einer theoretischen Studie, Quelle: nach [TEUBEL 1997])
- Tabelle 3-8: Auswirkungen einer Straßenbenutzungsabgabe im Vergleich
- Tabelle 3-9: Fahrtzwecke bei der Befragung 1996
- Tabelle 3-10: Reaktionen auf eine Einfahrtabgabe
- Tabelle 3-11: Reaktionen auf eine Einfahrtabgabe in Abhängigkeit von den Fahrtzwecken
- Tabelle 3-12: Anteile der flexiblen Personen mit möglicher Verschiebung der Startzeit
- Tabelle 3-13: Kosten der Road Pricing-Varianten
- Tabelle 4-1: Verkehrsmittelwahl in Lübeck mit und ohne Innenstadtspernung (Quelle: nach [SCHÜNEMANN 1992])
- Tabelle 4-2: Auswirkungen der Zufahrtbeschränkung im Vergleich
- Tabelle 4-3: Verteilungen der Fahrtzwecke bei den Befragungen 1996 und 1997
- Tabelle 4-4: Parkdauerverteilungen bei den Befragungen 1996 und 1997
- Tabelle 4-5: Reaktionen aller Befragten auf eine Zufahrtbeschränkung
- Tabelle 4-6: Fragen nach der Häufigkeit des Besuchs der City West
- Tabelle 4-7: Reaktionen auf eine Zufahrtbeschränkung in Abhängigkeit vom Fahrtzweck
- Tabelle 4-8: Reaktionen auf eine Zufahrtbeschränkung beim Fahrtzweck Einkauf
- Tabelle 4-9: Anteile der Besucher von Einkaufszentren im Umland in Abhängigkeit von der Entfernung zur Stadtmitte
- Tabelle 4-10: Anteile der Antworten auf die Frage nach dem nächsten Parkhaus
- Tabelle 4-11: Teilverkehrszellen und Verkehrsaufkommen des Planungsgebiets im Personenverkehr
- Tabelle 4-1: Verteilung der Fahrtzwecke und das Verkehrsaufkommen der Spitzenstunde (Besucher)
- Tabelle 4-13: Anteile der Stundenintervalle am Nachmittag und Abend am Quell- und Zielverkehr
- Tabelle 5-1: Elektrisch angetriebene Stadtautos in Deutschland und der Smart im Vergleich
- Tabelle 5-2: Beispiel für die Schadstoffbelastung Berliner Straßen (Schildhornstraße mit hoher Schadstoffbelastung, Quelle: nach [BLÜMEL 1996])
- Tabelle 5-3: Fahrgassenbreiten bei Stadtautos (Quelle: [FGSV 1991a, IRSHEED 1994, LENTZ/BUCK 1989] und eigene Berechnungen)
- Tabelle 5-4: Verteilungen der Haushaltsgröße
- Tabelle 5-5: Verteilungen der verfügbaren Pkw im Haushalt
- Tabelle 5-6: Verteilungen der Motorgrößen der Pkw im Haushalt
- Tabelle 5-7: Verteilungen der Motorgröße der eingesetzten Pkw
- Tabelle 5-8: Verteilungen der Fahrtzwecke (ohne Heimfahrten)
- Tabelle 5-9: Verteilungen der häufigsten Aktivitätsmuster
- Tabelle 5-10: Verteilungen der Anzahl der Fahrten pro Tag und Mittelwerte

- Tabelle 5-11: Verteilungen der Fahrtlänge und Mittelwerte
Tabelle 5-12: Verteilungen der Tagesfahrleistung an einem typischen Tag und Mittelwerte
Tabelle 5-13: Verteilung der Fahrten zwischen 100 km und 150 km Länge
Tabelle 5-14: Verteilung der Fahrten über 150 km Länge
Tabelle 5-15: Verteilungen der Insassen pro Fahrt und Mittelwerte
Tabelle 5-16: Verteilungen der Standzeiten vor der ersten Fahrt und vor weiteren Fahrten und Mittelwerte
Tabelle 5-17: Verteilungen der Standzeiten nach der Fahrt zur Arbeit oder Ausbildung
Tabelle 5-18: Standorte der Pkw vor der ersten Fahrt am Tag
Tabelle 5-19: Standorte der Pkw vor den weiteren Fahrten
Tabelle 5-20: Verteilungen der Fahrtzwecke bei Fahrten in die City West
Tabelle 5-21: Zeitbedarfsmittelwerte, Geschwindigkeiten und Abstände an der Haltlinie
Tabelle 6-1: Vergleich der Wirkungen der Kriterien der Stadtverträglichkeit

Verzeichnis der im Text nicht erklärten Abkürzungen

a	Jahr
A	Autobahn
Abschn.	Abschnitt
AG	Aktiengesellschaft
B	Bundesstraße
bzw.	beziehungsweise
BMW	Bayerische Motorenwerke
ca.	circa
dB(A)	mit der A-Kurve bewerteter Schall, Einheit Dezibel
d.A.	der Autor
d.h.	das heißt
DM	Deutsche Mark
ECU	European Currency Unit
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
evtl.	eventuell
f.	folgende (Seite)
ff.	folgende (Seiten)
Fr	Schweizer Franken
ggf.	gegebenenfalls
GM	General Motors
Hrsg.	Herausgeber
i.a.	im allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
inkl.	inklusive
k.A.	keine Angabe
Kfz	Kraftfahrzeug, Kraftfahrzeuge
Lkw	Lastkraftwagen
M	Motorway
Mio.	Million, Millionen
Mrd.	Milliarde, Milliarden
Ni-Cd	Nickel-Cadmium
NOK	Norwegische Krone
Pf	Pfennig, Pfennige
Pkm	Personenkilometer
PSA	Peugeot-Citroen-Aktiengesellschaft
Rp	Rappen
s.	siehe
S.	Seite
u.a.	und andere
u.U.	unter Umständen
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VW	Volkswagen
z.T.	zum Teil
z.Z.	zur Zeit

Abstract

Ziel dieser Dissertation ist die Dokumentation der Beiträge von drei ausgewählten Maßnahmen des Verkehrssystem-Managements (VSM) einschließlich der notwendigen Voraussetzungen für ihren Einsatz sowie der Vergleich ihrer Fähigkeit, zu einem stadtverträglicheren Straßenverkehr beitragen zu können. Als Maßnahmen wurden die Straßenbenutzungsabgaben, die Zufahrtbeschränkung und der Einsatz elektrisch getriebener Stadtautos ausgewählt. Als Kriterien der Stadtverträglichkeit wurden Lärm, Luftschadstoffe, Erreichbarkeit, Kosten, Unfälle, Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr und Trennwirkung herangezogen. Anhand der Beispielstadt Berlin - bisher ohne Erfahrung mit einer der genannten Maßnahmen - wurde der Einsatz der Maßnahmen in einem Ballungsgebiet untersucht und verglichen.

Die Auswirkungen der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ mit zwei Varianten einer elektronischen Gebührenerfassung (vom S-Bahn-Ring gebildetes einfaches Kordonmodell und Vier-Quadranten-Modell mit einer Fläche von je 100 km²) zeigen beim Lärm nur geringe Verbesserungen gegenüber dem Ohne-Fall, bei den Luftschadstoffen können jedoch deutliche Reduktionen erzielt werden. Wegen der größeren Reduktionswirkung des Vier-Quadranten-Modells ist dieser Planungsvariante der Vorzug zu geben. Bei der Erreichbarkeit, bei den Unfällen und bei der Trennwirkung sind positive Wirkungen erkennbar, beim ruhenden Verkehr können bei einer Berücksichtigung der nicht mehr durchgeführten Fahrten in der Stadt erhebliche Flächeneinsparungen (92 bzw. 176 ha) erzielt werden. Negativ zu sehen sind die Kosten (54 bzw. 64 Mio. DM). Diese werden jedoch durch die jährlichen Einnahmen durch die Abgabenerhebung (150 bzw. 400 Mio. DM) mehr als kompensiert.

Bei der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ für einen Teil der Berliner City West zeigen sich bei den Kriterien der Stadtverträglichkeit bis auf die Kosten (ca. 5 Mio. DM Investitionskosten) die gleichen Wirkungen wie bei den Straßenbenutzungsabgaben. Die Maßnahme hat jedoch mit einer Fläche von 2,2 km² eine nur sehr beschränkte räumliche Auswirkung.

Beim Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos mit einem Anteil von 10% an den Pkw ergeben sich erkennbare positive Wirkungen nur bei den Luftschadstoffen und beim ruhenden Verkehr. Einzeln betrachtet bewegen sich die Fahrzeuge mit Elektromotor zwar leiser fort (bis zu 10 dB(A)). Dieser Vorteil hat jedoch nur geringe Auswirkungen im Stadtverkehr zusammen mit normalen Pkw. Die Kosten für eine Vollausrüstung mit Ladestationen in der Beispielstadt (889 Mio. DM) übersteigen die Kosten der beiden anderen VSM-Maßnahmen. Erreichbarkeit (ohne Berücksichtigung von Nutzervorteilen), Auswirkungen auf Unfälle und Trennwirkung bleiben unverändert. Zusätzlich zur Untersuchung der Stadtverträglichkeit wurden in der Arbeit u.a. Erhebungen zu Fahrprofilen und Untersuchungen zum Einfluß der Stadtautos auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen gemacht. In über 90% der Fälle kann die Tagesdistanz mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt werden, wenn die Batterie eine Reichweite von 80 km ermöglicht. Die Zeit für eine achtstündige Nachladung zwischen den Einsätzen des Pkw (Nachtzeit) ist in über 90% der Fälle vorhanden. Ein Zweisitzer mit geringen Gepäckraum ist für die überwiegende Mehrheit der Fahrten ausreichend. Der Einfluß auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen ist bei einem Anteil der Stadtautos von 10% zu vernachlässigen.

1. Zur Problemstellung

Die deutschen Städte stehen im ausgehenden 20. Jahrhundert großen verkehrlichen Belastungen gegenüber, die unter anderem auf vier große Entwicklungen zurückzuführen sind:

- Die teilweise falsche Auslegung der sogenannten „Charta von Athen“ (1933), einer programmatischen Schrift für eine funktionelle Stadtplanung, seit den 30er Jahren und dann in der Nachkriegszeit. Die allzu großzügige Trennung der überwiegend verträglichen Nutzungen führte im städtischen Zusammenleben zu Fehlplanungen. Der gesellschaftskritische Ansatz der Charta trat in der öffentlichen Diskussion hinter dem Schlagwort der Funktionstrennung zurück, das sich auf nur zwei der 95 Thesen stützt [DTV-ATLAS ZUR STADT 1994, S. 59]: *“Die Schlüssel zum Städtebau liegen in den folgenden 4 Funktionen: wohnen, arbeiten, sich erholen (in der Freizeit), sich bewegen“* und *„Die Planungen werden die Struktur eines jeden den vier Schlüsselfunktionen zugewiesenen Viertels bestimmen und die entsprechenden Standorte innerhalb des Ganzen festsetzen.“* Weder wurde der Begriff Funktion eindeutig definiert, noch ist es möglich, die Art der Bodennutzung nur nach diesen Funktionen einzuteilen.
- Eine weitgehende Kriegszerstörung der historischen Kernstädte und die darauffolgende stadt- und verkehrsplanerische Neuorientierung dort, wo durch Wiederaufbaugesetze die erwünschten Flächensanierungen durchgeführt wurden.
- Die massive Hinwendung zum privaten Automobil vor allem seit der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg.
- Die durch das private Automobil begünstigte Randwanderung der Bevölkerung (Suburbanisierung) als Flucht vor den verkehrlichen Belastungen in den Innenstädten (eine Funktionstrennung auch über die Stadtgrenzen hinaus).

Diese Entwicklungen führten nach einer rasanten Wiederaufbauphase in der Folge des zweiten Weltkrieges erstmals Mitte der 60er Jahre zu einer kritischen Auseinandersetzung mit den bis dahin durchgeführten Planungen. Neben den städtebaulichen Fehlleistungen führte der Bau der Verkehrsanlagen zu Flächeninanspruchnahme und der Betrieb des ständig zunehmenden motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Personen-, aber auch im Wirtschaftsverkehr, der mit geringen Anteilen am Verkehr bedeutende Anteile an den Auswirkungen hat, zu spürbaren Folgen: Lärm- und Schadstoffemissionen (einschließlich der Abriebstoffe), Erschütterungen, Energieverbrauch, Staus, Zeitverluste, Unfälle, Trennung von Stadträumen und schließlich Platzbedarf des ruhenden Verkehrs.

Lärm- und Schadstoffemissionen zählen zu den deutlichsten Auswirkungen des MIV und werden oft als Gradmesser für die Lebensqualität in Straßen herangezogen. Lärm als unerwünschter Schall wirkt sich nachteilig auf das körperliche und psychische Wohlbefinden des Menschen aus und kann zu Bluthochdruck, Herz- und Kreislaufbelastung, Beeinträchtigung von Schlaf und Erholung, Leistungsstörungen, Belästigung und Beeinträchtigung der Sprachverständlichkeit führen. Einflußgrößen der Verkehrslärmemission sind die Verkehrsstärke, der Schwerverkehrsanteil, die Geschwindigkeit, die Längsneigung der Straße und die Art der Straßenoberfläche.

Bei den Luftschadstoffen sind Benzol, das farb- und geruchlose, giftige Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoff (HC), die zu Reizwirkungen der Atemorgane führenden Gase Schwefeldioxid (SO₂, auch als Ausgangsprodukt des sauren Regens bekannt) und Stickoxide (NO_x, insbesondere NO₂) sowie die überwiegend von Lkw ausgestoßenen Partikel (Dieselruß) zu nennen. Bleiemissionen spielen nur noch eine untergeordnete Rolle. Erhöhte Ozonkonzentrationen

nen können in Verbindung mit den vorgenannten Abgasen toxisch wirken und schädigen Pflanzen, Tiere und Menschen. Das Klimagas CO₂ (Kohlendioxid) führt dazu, daß die von der Erde abgestrahlte Wärme nicht mehr ungehindert in den Weltraum abgegeben wird (sogenannter „Treibhauseffekt“), was eine Erwärmung der Erdoberfläche zur Folge haben kann. Der Straßenverkehr ist zwar insgesamt gesehen nicht der größte Emittent von Luftschadstoffen, erreicht jedoch bei den Stickoxiden einen Anteil von fast 50 und beim Kohlenmonoxid von fast 60%. Ein noch größerer Anteil an den Gesamtemissionen wird an Hauptverkehrsstraßen erreicht. Für die Luftverunreinigungen mit kanzerogenem Potential werden als Indikatoren Dieselruß und Benzol herangezogen. Heute stammen ca. 80% aller Ruß- und 90% aller Benzolemissionen in den alten Bundesländern aus dem Verkehrsbereich [LUA 1997].

Antworten auf die drängenden Probleme wurden z.B. in Großbritannien gesucht: Während der bekannte Smeed-Report [MINISTRY OF TRANSPORT 1964] im Jahr 1964 sich mit der Einführung und der technischen Machbarkeit eines sogenannten „Road Pricing-Systems“ als Maßnahme zur Reduzierung der entstehenden Staukosten auseinandersetzte und dabei noch heute gültige Anforderungen an ein solches System aufzählte, war der Bericht „Traffic in Towns“ [BUCHANAN U.A. 1963] einer vom Stadtplaner *Buchanan* geleiteten Kommission ein direktes Hinweisen auf den Konflikt zwischen Zugänglichkeit durch das Auto und die Umweltbelastung - bei aller Bejahung von Auto und Mobilität. *Buchanan* forderte einen mittel- und langfristigen Weg zur Umgestaltung der Stadt durch Einteilung in sogenannte Environment-Zonen, verkehrsberuhigte Bereiche für das gesamte Wohnumfeld, die nur für den jeweiligen Quell- und Zielverkehr bestimmt waren und von Umfahrungen begleitet werden sollten.

Die Sachverständigenkommission „Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ [SACHVERSTÄNDIGEN-KOMMISSION 1965] forderte 1964 eine integrierte Planung für alle Verkehrsmittel, die Anerkennung der Aufgaben als Gemeinschaftsaufgabe und entsprechende Finanzhilfen von Bund, Ländern und Gemeinden. Besonders deutlich schilderte 1965 in Deutschland der Sozialpsychologe *Mitscherlich* die Auswirkungen der kurzsichtigen Nachkriegsplanungen in seiner Schrift „Die Unwirtlichkeit der Städte“ [MITSCHERLICH 1965], der er den Untertitel „Anstiftung zum Unfrieden“ verlieh. Er klagte über die Auswirkungen des Individualverkehrs in „*unseren lärmenden, verpesteten Städten*“ [MITSCHERLICH 1965, S. 12]“ und zeigt die Folgen einer unkritischen Funktionstrennung: „*Das Vorortdasein verliert in den Ballungsräumen, wie sie gegenwärtig strukturiert sind, mehr und mehr seinen Sinn. Es wird zu einer Belastung, weil man es nur nach erschöpfenden Fahrten in verstopften Straßen erreichen kann*“ [MITSCHERLICH 1965, S. 53].“

Durch gesetzliche Regelungen und die Weiterentwicklung in der Fahrzeugtechnik in den letzten Jahrzehnten ist die Menge der emittierten Schadstoffe pro Fahrzeug reduziert worden. Eine wirkungsvolle Maßnahme gegen das stetig steigende Verkehrsaufkommen mit der damit einhergehenden Kompensierung der Erfolge bei der Emissionsbekämpfung konnte aber in der Verkehrspolitik bei einer immer mehr von Individualisierung und Pluralisierung geprägten Gesellschaft, in der der Verkehrsbereich als wichtiger Wirtschaftsfaktor gilt und der Freizeitverkehr an Bedeutung gewinnt (heute schon 40% aller Wege und 50% der Personenverkehrsleistung, s. [HEINZE/KILL 1997]) sowie stetige Zuwächse erreicht, auch bei wachsender Bedeutung der Ökologie noch nicht gefunden werden.

Vielfältig waren die hervorgebrachten Maßnahmen gegen die allzu sichtbaren Folgen des motorisierten Verkehrs, die auch beim gängigen Verkehrsplanungsablauf nach der Analyse der Verkehrssituation als Mängel zu Tage traten. Es wurde erstmals auch der Ruf nach der Um-

weltverträglichkeit laut, die in besiedelten Räumen den Begriff der Umfeldverträglichkeit einschließt. Dieses Ziel steht in der Verkehrsplanung seit mehr als 25 Jahren gleichberechtigt neben der Qualität des Verkehrsablaufs, der Verkehrssicherheit und der Wirtschaftlichkeit. In den Städten sind dem flächenmäßigen Straßenausbau und -neubau als Maßnahme gegen die Verkehrsprobleme sehr enge Grenzen gesetzt. Geeigneter sind Maßnahmen, mit deren Hilfe die Leistungsangebote der einzelnen Verkehrsmittel besser genutzt und gleichzeitig die Verkehrsmittel zu einem besseren Zusammenwirken als Gesamtverkehrssystem gebracht werden.

Im Jahr 1982 wurde eine Pilotstudie mehrerer Bearbeiter, gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie, mit dem Titel „Technologien für integrierte Straßenverkehrssysteme“ [ETSCHBERGER U.A. 1982] aufgrund der Dringlichkeit der Probleme des expandierenden Straßenverkehrs veröffentlicht, die schwerpunktmäßig für die Bereiche des MIV und des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) Möglichkeiten, Erfordernisse und Randbedingungen für die Integration von Leitsystemen aufzeigte. *„Integration bedeutet in diesem Zusammenhang Kooperation zwischen den Teilsystemen des Straßenverkehrs, insbesondere die gemeinsame Nutzung von Systemkomponenten, die Koordination der Strategien bzw. Maßnahmen zur Verkehrslenkung und die organisierte Zusammenarbeit zwischen allen an Planung, Projektierung und Betrieb von Straßenverkehrssystemen beteiligten Interessengruppen (Verkehrssystemmanagement) [ETSCHBERGER U.A. 1982, S. 6].“* Aus einer groben Bestandsaufnahme der Verkehrsleitsysteme wurden Integrationsansätze aus verkehrlicher und technologischer Sicht sowie der Forschungs- und Entwicklungsbedarf und Empfehlungen für das weitere Vorgehen abgeleitet.

In der Mitte der 80er Jahre kam in der Bundesrepublik Deutschland eine Kommission der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) zusammen, um nach dem Vorbild des „Transportation System Management“ (TSM) der USA und der Bestrebungen auf OECD-Ebene (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) Maßnahmen unter dem Begriff „Verkehrssystem-Management“ (VSM) zusammenzutragen und eine Übersicht zu erarbeiten. Dies geschah zu einer Zeit, als erste Erfahrungen aus dem Einsatz von Maßnahmen vorlagen, wie z.B. der Einsatz des Road Pricing seit 1975 in Singapur und als Testphase bis 1985 in Hong Kong. Das VSM wurde als *„die direkte Beeinflussung von Angebot oder Nachfrage durch organisatorisch-betriebliche Maßnahmen verstanden, die dem Nachfrager durch geeignete Information verständlich gemacht werden [FGSV 1986, S. 6].“* Zu den Maßnahmen gehörten sowohl systeminterne als auch systemübergreifende Optimierungsmaßnahmen, zusätzlich wurden Maßnahmen der Verzahnung von Verkehrsplanung und überfachlicher Entwicklungsplanung einbezogen. Die in einem Katalog vorgelegten Maßnahmen lassen sich folgendermaßen abgrenzen [FGSV 1986, S. 6]:

- Sie sollen keine oder nur geringfügige zusätzliche Flächen konsumieren;
- soweit Kosten entstehen, liegt der Schwerpunkt weniger bei Wege-Investitionen als vielmehr bei der Organisation und den dazu notwendigen betrieblichen Einrichtungen;
- sie sollen vorwiegend kurz- bis mittelfristig verwirklicht werden können.

Als Verkehrszweige wurden neben der Straße auch Schiene, Schifffahrt und Luftfahrt betrachtet, eine weitere Untergliederung ermöglichte eine Differenzierung zwischen Personen- und Güterverkehr, Nah- und Fernverkehr, Verkehrsart (Individualverkehr und öffentlicher Verkehr) und Verkehrsmittel.

Die Maßnahmen innerhalb des VSM werden hinsichtlich ihrer Fähigkeit, die detaillierten Zielsetzungen zu erfüllen, beurteilt. Der Beurteilungsprozeß ist in vereinfachter Weise in Bild 1-1 dargestellt:

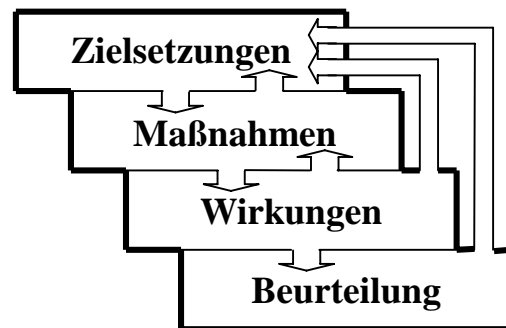


Bild 1-1: Beurteilungsprozeß für VSM-Maßnahmen (Quelle: nach [FGSV 1986])

Zu den Ziel- und Wirkungsbereichen zählen der Verkehr, die Raumordnung und Flächennutzung, die Umwelt und die entstehenden Kosten. Aus diesen Bereichen werden bestimmte Beurteilungsbereiche bestimmt (Bild 1-2), zu denen neben den oben schon genannten vier Zielen von Verkehrsplanungsmaßnahmen (Umweltqualität, Verkehrsqualität, Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit) die Standortqualität und der Energieverbrauch hinzugetreten sind.

Ziel- und Wirkungsbereiche	Beurteilungsbereiche	Kriterien
Verkehr	Verkehrsqualität	Zeitaufwand
		Wegeaufwand
	Verkehrssicherheit	Geschwindigkeit
		Umsteige-/Übergangshäufigkeit
		Auslastungsgrad
Raumordnung/Flächennutzung	Standortqualität	Konflikte/Unfälle
		Lagegunst
		Erreichbarkeitsaufwand
Umwelt	Umweltqualität	Bedienungsniveau
		Luftverunreinigung
	Energieverbrauch	Verkehrslärm
		Trennwirkung
Kosten	Wirtschaftlichkeit	Energieverbrauch
		Investitionskosten
		Betriebskosten
		Kostendeckungsgrad

Bild 1-2: Bedingungsfeld für Zielsetzungen im Rahmen von VSM (Quelle: nach [FGSV 1986])

Richtet man seinen Blick auf die Maßnahmen, die zwecks Verkehrsverbesserungen in Innenstädten vorgeschlagen werden, so kann man zwischen ziehenden und schiebenden Maßnahmen, also zwischen den sogenannten Pull-Maßnahmen („Ziehen“ von MIV-Nutzern) und Push-Maßnahmen („Schieben“ zu öffentlichen und nichtmotorisierten Verkehrsmitteln, vgl. [MÜLLER U.A. 1992]) unterscheiden (Bild 1-3):

ziehende Maßnahmen	Verbesserung für den nichtmotorisierten Verkehr (Fußgänger/Radfahrer)					
	ÖPNV-angebotsorientiert	attraktiver ÖPNV				
		Park-and-Ride/Kiss-and-Ride				
schiebende Maßnahmen	administrativ	speziell auf die Innenstadt wirkend	Parken (Parkraum-bewirtschaftung)	Parkraumverknappung	Generell für Dauerparker	
				Parkgebühren	Fest	zeitlich variabel
					räumlich gestaltet	
			Fahren	Verkehrsberuhigung in der Innenstadt	Tempo 30-Zonen	verkehrsberuhigte Bereiche „Spielstraßen“
					Fußgängerbereiche	
				Einteilung der Innenstadt in Sektoren		
		Sperrung der Innenstadt		Dauernd	umschichtig	
				zeitweise		
		ÖPNV-Monatskarte an Autoscheibe				
		Road pricing	fester Straßenzoll	wegeabhängige Benutzungsgebühr		
		generell auf das Auto wirkend	auf die Autobenutzung	Mineralölsteuer		
			auf den Autobesitz	Kfz-Steuer		
Import-Zoll						
		Parkplatznachweis				

Bild 1-3: Maßnahmen zur Verkehrsbeschränkung in Innenstädten (Quelle: nach [NICKEL 1991])

Wenn hier die Stadt, besonders die Innenstadt, als der vom MIV besonders beeinträchtigte Ort ausgemacht wurde, muß der Begriff Innenstadt definiert werden: Als Innenstadt wird ein Gebiet mit besonders intensiver Nutzung verschiedenster Art bezeichnet - „ein Ganzes, das durch die Verknüpfung und Verflechtung der unterschiedlichen Funktionen erst entsteht [ENSSLIN 1992, S.24].“ Die hohe Einwohner- oder Beschäftigungsdichte wird durch ein dichtes Netz von Freizeiteinrichtungen sowie Einkaufsgelegenheiten ergänzt. „In Mitteleuropa ist die Stadtmitte überwiegend der historische Kern der ganzen Siedlungsform Stadt. In vielen Städten läßt sich die Innenstadt außerdem durch historische Bebauung oder Straßen entlang ehemaliger Befestigungsanlagen vom restlichen Stadtgebiet abgrenzen [ENSSLIN 1992, S. 23].“ Bökemann [BÖKEMANN 1992, S. 12] schreibt: „Als City („Innenstadt“) gilt die Spitze der innerstädtischen Zentrenhierarchie. City ist jener soziale Ort, wo das allen Bürgern Gemeinsame an städtische Politik, Kultur und Wirtschaft konzentriert ist. Auf die Grundstücksfläche bezogen bietet die City dem einzelnen

- den höchsten Erlebniswert durch urbane Reize und Freiheiten,
- das größte Sortiment im Warenangebot,
- die meisten unternehmerischen Gewinn- und beruflichen Aufstiegschancen sowie
- den stärksten Wettbewerbs- und Innovationsdruck.“

Damit ist jedoch noch nichts über die Folgen der Ballung für den Verkehr gesagt. Eine hohe Nutzungsdichte ist zwar erstrebenswert, führt in den Innenstädten aber zu verkehrlichen Problemen, wenn auf engstem Raum Verkehrsbedürfnisse, sei es im MIV, sei es bei Verknüpfung

gen von Linien des öffentlichen Verkehrs oder beim Auftreten von großen Fußgängerströmen, befriedigt werden müssen. Besondere Probleme ergeben sich dabei beim Zusammentreffen von radialen Strömen, bei der Überlagerung von Binnen-, Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr und beim Abstellen der „Transportgefäße“ in der Innenstadt. Verschärft wird die Problematik durch die Auswirkungen der baulichen Enge auf die Lärm- und Luftschadstoffimmissionen durch Motorfahrzeuge.

Als Konsequenz wird von vielen Seiten eine stadtverträgliche Abwicklung des Straßenverkehrs in Analogie zur Umweltverträglichkeit gefordert, jedoch ohne Konsens darüber, was unter diesem Begriff verstanden wird, auf welche Auswirkungen des Verkehrs sich der Begriff bezieht und wie eine stadtverträgliche Belastbarkeit von Straßen zu ermitteln ist. Der Begriff der Stadtverträglichkeit, dessen Verankerung in das Instrumentarium der Verkehrsentwicklungsplanung gefordert wird, bedarf also einer Definition: Nach *Retzko* [RETZKO 1992, S. 8] bedeutet stadtverträglich gleichzeitig umweltverträglich und sozialverträglich. Umweltverträglich heißt dabei *„mit einem Minimum an Nachteilen für die Umwelt, in der Stadt also mit einem Minimum an Flächeninanspruchnahme, Beeinträchtigungen des Stadtbildes, Energieverbrauch und Immissionen“* und sozialverträglich *„mit einem Maximum an sozialen Vorteilen im Sinne der jeweils ortsspezifisch maximalen Gewährleistung zweckgerechter Ortsveränderungen von Personen, Gütern, Nachrichten und Energie, also zweckgerechter Verkehre, und gleichzeitig mit einem Minimum an sozialen Nachteilen (Behinderungen, Belästigungen und Gefährdungen).“*

Apel [APEL 1994] hat die Literatur auf Kriterien der Stadtverträglichkeit untersucht und kommt zum Ergebnis, daß von fast allen Autoren die Verkehrslärmbelastung, die Luftschadstoff-Immissionen, Gefährdung/Verkehrsunfälle, die Trennwirkung von stark befahrenen Fahrbahnen, Raumansprüche für Aufenthaltsfunktionen und Straßenbäume sowie die Straßenraumgestaltung und Straßenraumqualität genannt werden. Er zieht als Bewertungsmaßstäbe der Stadtverträglichkeit bei der Betrachtungsebene der Gesamtstadt Lärm- und Luftbelastung, Straßenverkehrsunfälle und Flächenverbrauch heran. In Fallstudien bestimmt er stadtverträgliche Belastbarkeiten von Hauptverkehrsstraßen der Berliner Innenstadt. Als Kriterien kommen auf dieser Ebene zusätzlich die Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge, die Überquerbarkeit der Fahrbahn, die Breite der Seitenräume, die Proportionen der Breitenaufteilung und die Ausstattung mit Straßenbäumen hinzu. Ergebnis der Straßenanalysen ist eine Ermittlung der umweltrelevanten Leistungsfähigkeit eines Straßenabschnitts mit Angaben über noch verträgliche Verkehrsstärken. *Apel/Lehmbrock* [APEL/LEHMBROCK 1990] stellen Parkraumkonzepte und Beispiele der Parkraumbewirtschaftung als Möglichkeiten für eine stadtverträgliche Verkehrsplanung zusammen. In [FGSV 1996a] werden Handlungs- und Maßnahmenkonzepte und Strategien zur Durchsetzung und Finanzierung einer stadtverträglichen Verkehrsplanung genannt. Als Problemfelder des motorisierten Verkehrs werden Lärm- und Schadstoffbelastung, Unfälle, Erreichbarkeit und Flächenverbrauch genannt.

Verträglichkeitsanalysen bewerten Straßenräume nutzungsabhängig unter den Bedingungen bestimmter Kfz-Belastungen mit den Bestimmungsgrößen Menge, Schwerverkehrsanteil und Geschwindigkeit und erlauben über diesen Ansatz Aussagen zum straßenräumlichen Eingriffsbedarf und zum verkehrlichen Entlastungsbedarf. In [COLLIN U.A. 1998, FGSV 1995b] werden die drei gebräuchlichsten Verfahren M.A.R.S., LADIR und Berliner Ansatz vorgestellt, Untersuchungsgebiet ist jeweils das Hauptstraßenverkehrsnetz. Das M.A.R.S. (Modell der autonomen und relativen Standards) beurteilt die Problemträchtigkeit über Art und Ausmaß der systematisch angelegten konflikträchtigen Interaktionen durch Addition von „Problempunkten“ und kann damit die Konfliktminderungsmöglichkeiten durch straßenräumliche Eingriffe und durch Kfz-Entlastung benennen. Autonome Standards

Eingriffe und durch Kfz-Entlastung benennen. Autonome Standards beschreiben dabei die Qualitätsziele, die unabhängig von der tatsächlichen Kfz-Verkehrsmenge festgelegt werden können (z.B. Stadtgestalt, Flächenbedarf), relative Standards beziehen die vom Kfz-Verkehr verursachten Auswirkungen in die Festlegung der Qualitätsziele mit ein. Das LADIR-Verfahren zeigt straßenräumliche Probleme ganzer Gebiete anhand der Zahl von Grenzwertüberschreitungen von Kriterien der städtebaulichen Verträglichkeit und der verkehrlichen Belastbarkeit auf. Für die Aussage über eine noch stadtverträgliche Gesamtbelastung wird zusätzlich zu der Straßenbelastbarkeit die Belastbarkeit in den dazwischenliegenden Gebieten unter anderem durch Berücksichtigung des ruhenden Verkehrs ermittelt. Der Berliner Ansatz nennt straßenabschnittsweise für ausgewählte Indikatoren die Überschreitung von Orientierungs- und Alarmwerten. Über eine Gewichtung von Alarmwertüberschreitungen werden Dringlichkeiten ermittelt sowie Bereiche mit „Sanierungsbedarf“ ausfindig gemacht. Die vier Bewertungsfelder sind Straßenraum, Gefährdung, Lärmbelastung und Lufthygiene. Gerade beim Berliner Ansatz ist die benötigte Datenmenge sehr groß und umfaßt für jeden Straßenabschnitt 15 Indikatoren der vier Bewertungsfelder.

Nach Haag [HAAG 1996, S. 4 f.] finden sich in der Literatur auf globaler, gesamtstädtischer und kleinräumiger Ebene Ansätze zur Bestimmung von verträglichen Verkehrsmengen. Auf globaler Ebene ist die Schadstoffkomponente CO₂ der entscheidende Indikator, auf gesamtstädtischer Ebene sind es Lärm, Luftschadstoff-Immissionen und Flächenverbrauch, auf der lokalen Ebene wird die Verträglichkeit kleinräumig auf der Ebene einzelner Straßenräume untersucht. *„Hierfür liegen wiederum unterschiedliche Ansätze vor. Allen gemeinsam ist, daß die (Un)Verträglichkeit an der Verkehrsbelastung, Flächenaufteilung, Gestaltungssituation, Begrünung (...) einzelner Straßenabschnitte festgemacht wird. Daraus ergibt sich eine sehr kleinteilige und nachvollziehbare Analyse der Probleme und (ergeben sich, d.A.) gleichzeitig auch Hinweise, wo besonders hohe Defizite und damit auch dringende Handlungserfordernisse vorliegen. Die lokalen Ansätze sind mit dem Nachteil behaftet, daß die Belastungen zwar lokal auftreten, die entscheidenden Lösungsbeiträge allerdings meist oberhalb der lokalen Ebene liegen.“*

Konkrete Aussagen zu unverträglichen Belastungen des Straßenverkehrs sind selten. Der Kriterienkatalog „Kritische Straßenbelegungen hinsichtlich Luftschadstoffbelastungen“ des Landesumweltamtes Brandenburg [LUA 1997] dient der Lokalisierung von Problembereichen des Straßenverkehrs, bei denen die erlaubte Luftschadstoffkonzentration von Benzol und Dieselruß überschritten wird. Für Innerortsstraßen in Orten mit mehr als 10.000 Einwohnern und geschlossener Bebauung liegt der kritische DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr) bei einem Abstand von 10 m zwischen Fahrbahnrand und Immissionsort bei 8.000 Kfz/24 h und 700 Fahrzeugen des Schwerverkehrs in 24 h.

Es stellt sich nun die Frage, durch welche verkehrlichen Maßnahmen die Stadt, insbesondere die Innenstadt, zu Anfang des 21. Jahrhunderts eine Mitgestaltung erfahren soll und wie die durch den Autoverkehr verursachten Auswirkungen reduziert und stadtverträglicher werden sollen (s. Bild 1-3). In den Innenstadtbereichen könnte z.B. durch das „Aussperren“ großer Teile des störenden motorisierten Individualverkehrs der Nahbereich wieder ins Blickfeld rücken und besonders der Fußgänger verlorenes Terrain zurückerobern oder ein ähnlicher Effekt durch die Regelung über den Preis - im fließenden oder im ruhenden Verkehr - stattfinden. Bei der Beschäftigung mit den Maßnahmen des Verkehrssystem-Managements in Städten wird deutlich, daß Ideen von verschiedenen Seiten in die Diskussion gebracht und auch umgesetzt worden sind, so daß es geraten scheint, diese Maßnahmen näher zu betrachten, Einsatzbedingungen aufzuzeigen, Probleme aufzudecken und den Beitrag zum stadtverträglicheren

Straßenverkehr zu vergleichen. Ausgehend von den Erfahrungen in anderen Ländern und Städten soll in dieser Arbeit eine vertiefende Betrachtung der Maßnahmen „Road Pricing“ (hier als Entrichtung sogenannter „Straßenbenutzungsabgaben“ verstanden und als Synonym verwendet) und „Sperrung der Innenstadt durch Zufahrtbeschränkung“, die im weiteren Verlauf auch als „Autoarme Innenstadt“ bezeichnet wird, vorgenommen werden. Wegen mehrerer Ausnahmeregelungen, wie z.B. für Anwohner, kann keine reine autofreie Zone geschaffen werden. Da abgaberechtliche Fragen noch umstritten sind, sollte im Gegensatz zur gebräuchlichen Bezeichnung „Straßenbenutzungsgebühren“ die Bezeichnung „Abgabe“ als Überbegriff für die in Frage kommenden Abgabearten Steuern, Gebühren, Beiträge und Sonderabgaben verwendet werden. Im Gegensatz zu der Bezeichnung „administrativ“ in Bild 1-3 wird die Maßnahme „Road Pricing“ in anderen Quellen als preispolitisches Instrument (vgl. [FGSV 1995a]), die Schaffung einer autoarmen Innenstadt dagegen als ordnungspolitische (oder mengenpolitische) Maßnahme bezeichnet.

Zusätzlich soll noch eine Untersuchung einer weiteren Maßnahme dazutreten, die in Bild 1-3 nicht explizit aufgeführt ist, die aber aus den auf den Autobesitz zielenden Maßnahmen abzuleiten ist und mit weiteren Maßnahmen des VSM verbunden werden kann. Wenn man sich aus der Begriffs-Trias der Verkehrsplanung (vermeiden, verlagern und verträglich gestalten) das Schlagwort der Verkehrsverlagerung zur Verbesserung der Umwelt-, Umfeld- oder Stadtqualität vor Augen hält, so herrscht Übereinstimmung, daß für eine Verkehrsverlagerung Konzepte zur Verlagerung von Verkehrsanteilen auf den öffentlichen Verkehr und auf den Rad- und Fußgängerverkehr notwendig sind. Da diese Maßnahmen in der Summe jedoch finanziell weitreichend sind und erst langfristig wirksam werden, wird auf das Schlagwort der verträglichen Gestaltung des verbleibenden MIV hingewiesen, mit dem ausgesagt wird, daß eine Verlagerung innerhalb des Verkehrsegments auf umweltverträglichere motorisierte Verkehrsmittel zu erreichen ist. Die dritte Maßnahme der Arbeit stellt daher einen Beitrag der Fahrzeugindustrie bzw. -technik, die ein Produkt auf diese Weise an das Leitbild der Stadtverträglichkeit anpaßt, dar: den Einsatz von elektrisch angetriebenen Stadtautos, eine Kombination aus zwei Eigenschaften. Durch die Lärmarmut und Schadstofffreiheit des elektrischen Antriebs könnten diese Pkw einen Beitrag zur Lebensqualität in Ballungsräumen liefern. Aufgrund der beschränkten Verkehrsfläche soll das Fahrzeug helfen, den Flächenverbrauch vor allem des ruhenden MIV - eine Substituierung von Teilen des herkömmlichen Pkw-Bestands vorausgesetzt - in Grenzen zu halten oder gar einen teilweisen Straßeninfrastrukturrückbau zu ermöglichen. Zusätzlich können die kleinen Fahrzeuge durch ein vermindertes Gewicht und geringer Leistung zu Energieeinsparungen im Betrieb sowie in der Herstellung und Entsorgung führen und durch veränderte Fahreigenschaften den Pkw-Nutzern zu einem anderen Fahr- und Mobilitätsverhalten verhelfen.

Zur Zeit gibt es nur allgemeine ziehende Maßnahmen für den verstärkten Einsatz von Elektrofahrzeugen, wie die vereinzelte Bereitstellung von Parkplätzen und Ladestationen, die Befreiung von der Kfz-Steuer und weitere Finanzierungshilfen (Investitionspolitik). Schiebende Maßnahmen, wie z.B. eine ausschließliche Bevorzugung von Stadtautos mit elektrischem Antrieb im ruhenden oder fließenden Verkehr eines bestimmten Gebiets, werden derzeit nicht eingesetzt. Einige Gemeinden in der Schweiz, die Nutzervorteile für Fahrer von Elektrofahrzeugen eingeführt haben, bilden eine Ausnahme. Eine Mitbenutzung von Bussonderfahrstreifen durch Elektrofahrzeuge ist bisher noch nicht ermöglicht worden.

Neben den in Deutschland eher unbekannteren Maßnahmen - sieht man von den autoarmen Innenstädten Lübecks und Aachens, dem Road Pricing-Feldversuchen in Stuttgart sowie der Straßenbenutzungsgebühr für Lkw seit 1995 ab - muß hier noch auf eine bekanntere und in

vielen deutschen Städten bereits eingeführte Nachfragebeeinflussung als Rahmenbedingung beim Einsatz von Maßnahmen hingewiesen werden: Die Parkraumbewirtschaftung als Management des Parkangebots mit zeitlich und örtlich gestaffelten Parkgebühren, bevorzugten Nutzergruppen und Überwachung [FGSV 1993] ist als singuläre Maßnahme in Städten bereits häufig vertreten. Das Parkraummanagement umfaßt die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Steuerung des Parkraumbangebots entsprechend der Nutzung zur Verteilung des knappen Angebots nach stadtentwicklungspolitischen Prioritäten und zur Abstimmung des Angebotes auf die Kapazität des Straßennetzes [FGSV 1993]. Einschränkend muß zu dieser Maßnahme gesagt werden, daß ihre Wirkung durch die Tatsache, daß die privaten Stellplätze ohne Zugriff der kommunalen Bewirtschaftungsinstrumente in den westdeutschen Großstädten einen Anteil von 50% und mehr besitzen [FGSV 1993], abgeschwächt wird.

Somit stehen in dieser Arbeit drei aktuelle und vielversprechende Beiträge des VSM zum stadtverträglicheren Straßenverkehr im Vergleich, die sich durch verschiedene Eigenschaften auszeichnen: Eine Maßnahme versucht, durch den Preis einen Eingriff in die Organisation von motorisierten Fahrten vorzunehmen (nachfragebeschränkende Maßnahme), die zweite hält durch ein einfaches ordnungspolitisches Mittel einen Teil der Fahrzeugnutzer davon ab, bestimmte Zielfahrten in ein Gebiet oder Durchgangsfahrten durch ein Gebiet auszuführen und wirkt somit auch auf die Fahrtenorganisation (angebotsbeschränkende Maßnahme), die dritte versucht, durch fahrzeugtechnische Elemente die negativen Auswirkungen des Fahrzeuggebrauchs zu mindern (technische Maßnahme). Im Hinblick auf die Umsetzung der Maßnahmen kann die Zufahrtbeschränkung als kurzfristig realisierbar bezeichnet werden, Road Pricing und der Einsatz alternativer Stadtautos sind mittelfristig durchführbar. Im Kapitel 2 (Grundlagen) wird nach einer Beschreibung des Untersuchungsziels und der Vorgehensweise eine Übersicht über vergleichende Untersuchungen von Maßnahmen des VSM aufgeführt, dann das Untersuchungsgebiet vorgestellt und auf bereits angewandte Maßnahmen des VSM untersucht. Die drei dann folgenden Kapitel 3 bis 5 beschäftigen sich jeweils mit den Beiträgen der genannten Maßnahmen zum stadtverträglicheren Straßenverkehr. Zuletzt erfolgen in Kapitel 6 eine Zusammenfassung der Arbeit und ein Ausblick (s. Bild 1-4).

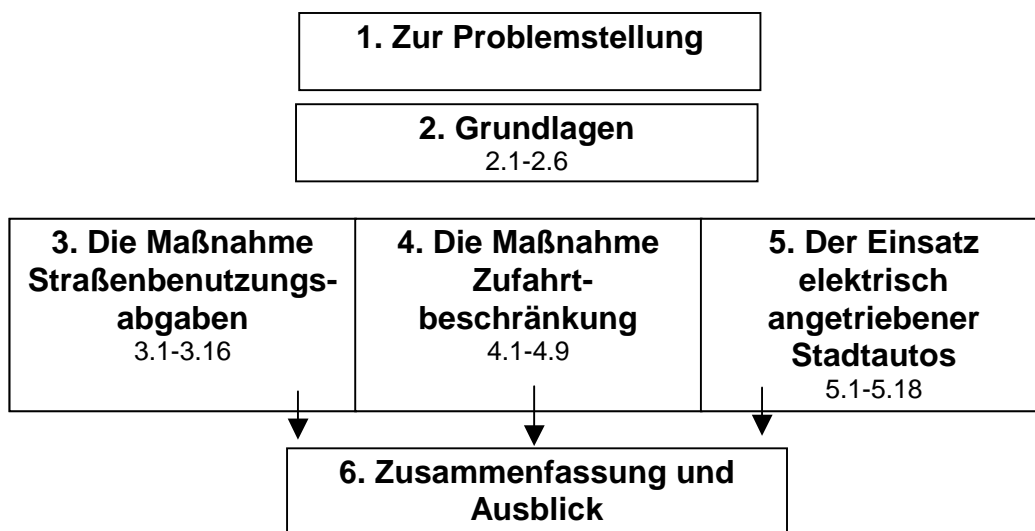


Bild 1-4: Gliederung der Arbeit

2. Grundlagen

2.1 Untersuchungsziel

Ausgehend von den vorab in Kapitel 1 ausgemachten negativen Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs auf die Stadt als Lebensraum wird die Notwendigkeit deutlich, zunächst ein Oberziel zu postulieren. *Zumkeller* [ZUMKELLER 1993] nennt als oberstes Ziel jeder Verkehrsplanungsmaßnahme die Verbesserung der Lebensqualität. Dies kann als Oberziel für die Arbeit übernommen werden, soll jedoch auf die Betrachtung der Stadt beschränkt werden, in der eine Maßnahme für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen kann.

Ziel dieser Untersuchung ist die Dokumentation der Beiträge der drei ausgewählten Maßnahmen des Verkehrssystem-Managements einschließlich der notwendigen Voraussetzungen für ihren Einsatz sowie der Vergleich ihrer Fähigkeit, zur Verringerung der negativen Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs in Ballungsgebieten und somit zu einem stadtverträglicheren Straßenverkehr für das Oberziel (Verbesserung der Lebensqualität) beitragen zu können. Die Kriterien, anhand deren eine Veränderung der Stadtverträglichkeit abgelesen werden kann, werden in der Arbeit festgelegt.

Viele Städte berichten über die erfolgreiche Anwendung von Maßnahmen des VSM. Lassen sich die Maßnahmen „Road Pricing“ und „Zufahrtbeschränkung“, oft auch in einem Atemzug genannt, in Verkehrskonzepten wiederfinden, so ist eine Gegenüberstellung und Bewertung hinsichtlich der Kriterien des stadtverträglichen Straßenverkehrs, z.B. durch Anwendung einer Verträglichkeitsanalyse, jedoch bisher nicht zu finden. Auch fand bisher keine Berücksichtigung der alternativen Fahrzeugkonzepte in den Verkehrsplanungsmaßnahmen statt, obwohl hier mit einem neuen Bemessungsfall zu rechnen ist. Mit dem Smart als Gemeinschaftsentwicklung von Daimler-Benz (jetzt DaimlerChrysler) und dem Uhrenhersteller Swatch ist seit dem Jahr 1998 ein Auto in größerer Stückzahl auf unsere Straßen gekommen, das sich zwar mit einem Verbrennungsmotor fortbewegt, aber mit seinen Maßen zu den Stadtfahrzeugen gehört und in Zukunft auch mit Batterie und Elektromotor ausgerüstet werden könnte.

Von den Beiträgen dieser Maßnahmen zu einem stadtverträglicheren Straßenverkehr wurden in der Literatur bisher nur einzelne Elemente (z.B. Auswirkungen auf die Luftschadstoffe) genannt, eine Gesamtzusammenstellung und ein Vergleich werden jedoch vermisst. Bezüglich der Auswirkungen eines Stadtautos werden z.T. nur qualitative Aussagen gemacht, ohne dafür jedoch den Nachweis zu führen. Die Darstellung des Beitrags eines solchen Fahrzeugs zum stadtverträglicheren Straßenverkehr ist bisher lückenhaft. Diese Kenntnislücken sollen in der Arbeit geschlossen werden.

2.2 Vorgehensweise

Durch eine Literaturanalyse zu den genannten Maßnahmen des Verkehrssystem-Managements mit theoretischen Darstellungen und praktischen Anwendungsfällen sollen zunächst Einsatz und Erfolg der Maßnahmen sowie die Einsatzvoraussetzungen (Grundlagen) analysiert sowie die einzelnen Beiträge für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr dokumentiert werden (s. Bild 2-1).

Bei den in [FGSV 1995b] genannten Verträglichkeitsanalysen wird neben den verkehrlichen Komponenten auch eine straßenräumliche Betrachtung genannt. Da durch die hier behandelten Maßnahmen aber keine Veränderungen der straßenräumlichen Gestaltung (Änderung des

Querschnitts, der Proportionen und des Grünanteils, Einrichtung von Querungshilfen) vorgenommen werden und die Gestaltung nur zusätzlich zu den Maßnahmen zur weitergehenden Abmilderung der Auswirkungen des motorisierten Straßenverkehrs eingesetzt werden kann, muß hier ein anderer Ansatz gewählt werden. Dieser muß die verbleibenden Kriterien einschließlich des ruhenden Verkehrs einbeziehen.

Als einzelne Kriterien, die für die Beschreibung der Beiträge für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr hier herangezogen werden, sind Lärm und Luftschadstoffe (Kriterien der Umweltverträglichkeit) sowie Erreichbarkeit, Kosten, Unfälle, Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr und die Trennwirkung als Kriterien der Sozialverträglichkeit ausgewählt worden. Zwar deutet sich heute eine Ablösung der starken Fokussierung auf die Schadstoffemissionen (mit Ausnahme von CO₂ auf globaler Ebene) durch neue Engpässe massenhafter Pkw-Mobilität an, dieses Kriterium soll aber nicht zuletzt wegen der unverändert kritischen Situation des Schadstoffausstoßes durch den Schwerverkehr unangetastet bleiben. Die Geschwindigkeit im Kfz-Verkehr wird nicht als Kriterium herangezogen, da bei den Maßnahmen „Road Pricing“ und „Zufahrtbeschränkung“ durch eine Verkehrsstärkenreduktion Geschwindigkeitssteigerungen auftreten können, die für nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer eher einen negativen Nebeneffekt darstellen. Mit dem Kriterium Erreichbarkeit von Zielen im Raum wird zusätzlich noch eine Größe aufgenommen, die aber im Gegensatz zu einer quantitativen Bestimmung (z.B. als das Verhältnis von Aktivitätenhäufigkeit und Wegeaufwand) hier als qualitative Größe eingehen soll. Neben der Beschreibung der Auswirkung auf die direkte Erreichbarkeit ist zu prüfen, ob die VSM-Maßnahmen Veränderungen der räumlichen Strukturen in der Stadt mit sich bringen können, die ihrerseits zu einer Verschlechterung der Erreichbarkeit führen. Die Kosten einer Maßnahme werden betrachtet, um in den Zeiten der kommunalen Finanzprobleme auch in dieser Hinsicht eine Untersuchung der Stadtverträglichkeit vorzunehmen.

Zum stadtverträglicheren Straßenverkehr kann eine Maßnahme des VSM dann beitragen, wenn in der Summe Verbesserungen gegenüber dem normalen Zustand ohne Einsatz der Maßnahme zu verbuchen sind. Dies kann durch relative Veränderungen der Kriterien abgelesen werden. Dem Straßenverkehr werden hier private Pkw und Fahrzeuge des Wirtschaftsverkehrs zugeordnet. Motorisierte Zweiräder sollen nur dann berücksichtigt werden, wenn abgesicherte Aussagen getroffen werden können. Sie werden i.d.R. in der Verkehrsplanung vernachlässigt und nur bei der Umrechnung in Pkw-Einheiten bei der Freigabezeitberechnung für Lichtsignalanlagen berücksichtigt. Für öffentliche Verkehrsmittel wird eine Betrachtung von Stadtverträglichkeitsgewinnen relevant, wenn durch Maßnahmen am Fahrzeug oder am Fahrweg Emissionen verringert werden können (z.B. Bekämpfung des Schienenlärms). Was jedoch hier vernachlässigt werden soll. Es sollen zuerst die Auswirkungen der Maßnahmen auf den motorisierten Individualverkehr und dann die dadurch bewirkten Veränderungen betrachtet werden. Komplexe Bewertungsverfahren wie in [BMV 1993, FGSV 1997] sollen nicht angewandt werden.

Die Auswirkungen des Lärms und der Luftschadstoffe sind schon in Kapitel 1 beschrieben worden. Vergleichswert für die Lärmbelastung ist der Beurteilungspegel L_r mit der Einheit dB(A) [BMV 1990]. Zu klären ist, welche Luftschadstoffe als Kriterium für eine Belastung durch den Straßenverkehr herangezogen werden. Dies muß vom zur Verfügung stehenden Instrumentarium abhängig gemacht werden. Zu den weiteren Kriterien für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr können folgende Aussagen gemacht werden:

- Die Erreichbarkeit von Räumen kann durch Nutzervorteile für bestimmte Gruppen erhöht werden. Durch räumliche und wirtschaftliche Strukturveränderungen infolge einer Maßnahme des VSM kann sich die Erreichbarkeit verändern oder sogar verschlechtern.
- Bei den Kosten sollen nur die Elemente betrachtet werden, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den Maßnahmen des VSM stehen (Investitions- und Betriebskosten). Stehen Instrumente zur Monetarisierung von Folgewirkungen der Maßnahme zur Verfügung, so können diese hier eingesetzt werden.
- Für die nähere Beschreibung von Unfällen gibt es verschiedene Kenngrößen. Neben den fünf Unfallschwerekategorien (Unfälle mit Getöteten, Schwerverletzten oder Leichtverletzten als Personenschäden oder leichte oder schwere Unfälle als Sachschäden) existieren die Kennzahlen Unfalltyp (sieben Typen), Unfallrate [Unfall/10⁶ Kfz·km], Unfallkostenrate [DM/10³ Kfz·km] (innerorts vereinfachend 112 DM/10³ Kfz·km), Unfallkosten [DM/Unfall] und Unfallkostendichte [DM/km·a] [FGSV 1997, SCHNABEL/LOHSE 1997a].
- Im ruhenden Verkehr können im allgemeinen Verbesserungen durch eine reduzierte Ziel-fahrtenmenge (und dadurch eine Reduzierung des Parksuchverkehrs und eine mögliche Einsparung von Parkflächen) erreicht werden und im speziellen stadtverträglichere Zustände durch eine Verkleinerung der Parkflächen herbeigeführt werden.
- Die ausgewählten Maßnahmen des VSM können eine Veränderung der durch den Straßenverkehr hervorgerufenen Trennwirkung ermöglichen. Die Betroffenen der Trennwirkung sind Fußgänger und Radfahrer, deren benötigte Zeitlücke zum Queren vom Querschnitt der Straße abhängt, vorgegeben durch die Anzahl und Breite der Fahrstreifen und Anlage von Querungshilfen. Bei unverändertem Straßenquerschnitt kann die Trennwirkung durch eine verminderte Verkehrsstärke abgeschwächt werden, was zu einer größeren Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein der notwendigen Zeitlücke zum Queren führt. In den EWS 97 [FGSV 1997] werden Veränderungen der Querungszeiten für Fußgänger mit 9,50 DM/(Person·h) bewertet.

Für die einzelnen Kriterien existieren verschiedene Betrachtungsebenen der Betroffenen (Teilnehmer, Allgemeinheit und Betreiber). Der Stadtverkehrsteilnehmer nimmt - unabhängig vom Verkehrsmittel - alle oben genannte Elemente wahr, wobei von der Trennwirkung Fußgänger und Radfahrer betroffen sind. Als Steuerzahler ist der Teilnehmer auch von den Kosten betroffen. Die Allgemeinheit (Anwohner und Träger von Kosten) ist direkt von Lärm und Luftschadstoffen betroffen, indirekt durch den Beitrag zum Steueraufkommen. Betreiber von Stadtverkehrsmitteln (öffentliche Verkehrsmittel, Taxiunternehmen, Wirtschaftsverkehr, Ver- und Entsorgung, Rettungsdienste, Polizei, Feuerwehr) sind von den Elementen Erreichbarkeit, Kosten und Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr betroffen.

Als geographische Betrachtungsebene dieser Arbeit wird für die Maßnahmen „Road Pricing“ und „Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos“ die gesamtstädtische, für die Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ die kleinräumige Ebene gewählt. Da keine globale Betrachtung stattfindet, wird die Schadstoffkomponente CO₂ nicht einbezogen.

Das Verkehrsaufkommen (motorisierte Wege pro Person und Tag) und die Verkehrsleistung des MIV (zurückgelegte Entfernung in Personenkilometern pro Zeitintervall) nehmen bei den Stellgrößen für die Beiträge zum stadtverträglicheren Stadtverkehr eine Schlüsselrolle ein, da fast alle Elemente durch eine Reduktion der beiden Größen positiv verändert werden können (z.B. Luftschadstoffe). Durch die Einwirkung auf die Fahrtenanzahl und Fahrtenlänge und somit auf die Verkehrsleistung (*Retzko* [RETZKO 1992, S. 10] bevorzugt die Bezeichnung

„Verkehrsarbeit“, da die Leistung „*etwas anzustrebendes Positives*“ darstellt) und die Verkehrsstärke [Kfz/h] im Querschnitt, aber auch auf die Fahrtroute, die Nachfrage im ruhenden Verkehr, auf den Straßentwurf und die Straßengestaltung sowie auf Fahrzeuggröße, Gewicht, Verbrauch und Emissionen der Fahrzeuge läßt sich ein stadtverträglicherer Straßenverkehr realisieren.

Als Kern der Arbeit können die Einschätzungen von Verhaltensänderungen der von den Maßnahmen betroffenen Personen bezeichnet werden. Daher muß auch für diesen Themenkreis eine Aufarbeitung der Literatur erfolgen. Anschließend muß über die Notwendigkeit entschieden werden, nach dem Aufstellen von Hypothesen eigene Erhebungen zum Zwecke der Einschätzung der Auswirkungen der Maßnahmen auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer der Beispielstadt durchzuführen, wobei auf das vorhandene Wissen über Erhebungs- und Auswertungsmethoden zurückgegriffen werden kann. Erkenntnisse zu Beiträgen für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr aus dem Anwendungsbeispiel erweitern die bereits vorhandenen Informationen (s. Bild 2-1). Aus dem Einsatz der Maßnahme im Beispielfall können weitere, bisher vernachlässigte Grundlagen untersucht werden. Die Hauptkapitel 3 bis 5 der VSM-Maßnahmen enden jeweils mit einem Fazit und Empfehlungen.

Zur Ermöglichung der Bewertung der Beiträge der hier betrachteten VSM-Maßnahmen zum stadtverträglicheren Straßenverkehr muß dazu ein Netzmodell der Stadt herangezogen werden, um mit Hilfe der Verkehrsumlegungen Veränderungen gegenüber dem Vorherzustand, die durch diese Verhaltensänderungen und Änderungen im Netz hervorgerufen werden, zu ermitteln. Anhand eines Verkehrsumlegungsmodells können die Änderungen der Infrastruktur berücksichtigt werden und dann mit den geänderten Randbedingungen durch die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf das Verkehrsverhalten die Auswirkungen auf Verkehrsbelastungen sowie Lärm- und Schadstoffemissionen quantifiziert werden. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob das Instrument der Verkehrsumlegung in jedem Fall als geeignet erscheint.

Bei der Betrachtung der Beiträge der Maßnahme in der Beispielstadt werden *ceteris paribus*-Zustände vorausgesetzt, d. h., daß alle weiteren Randbedingungen beim Vergleich des Zustands mit und ohne Maßnahme unverändert bleiben.

Der klassischen Zweiteilung in ein Untersuchungsgebiet und in ein im Untersuchungsgebiet liegendes Planungsgebiet folgend, soll die Beispielstadt zunächst als Untersuchungsgebiet dargestellt werden. Für die einzelnen Maßnahmen müssen wegen der Unterschiedlichkeit der Wirkungsweise und auch wegen der Handhabbarkeit des umfangreichen Datenmaterials u.U. kleinere Untersuchungsgebiete gefunden werden, in denen dann die Planungsgebiete liegen.

Bei der Betrachtung des Untersuchungsgebiets soll bei der angestellten Untersuchung keine weitere Maßnahmen als eine der drei hier ausgewählten aufgenommen werden. Nur der Einsatz jeweils einer Maßnahme soll betrachtet werden, wobei sich jedoch das „Road Pricing“ und die „autoarme Innenstadt“ durchaus um die Ausnahmeregelung für oder die Bevorzugung von elektrisch angetriebenen (Stadt)fahrzeugen erweitern lassen. Die Parkraumbewirtschaftung ist eine mit den Maßnahmen „Straßenbenutzungsabgaben“ und „Einführung elektrisch angetriebener Stadtautos“ verträgliche Option.

Nur ein Bündel mehrerer Verkehrsplanungsmaßnahmen kann zum gewünschten Erfolg führen, es sollten keine singulären Lösungen zur Bevorzugung oder Einschränkung eines Verkehrsmittels eingeführt werden. Grundsätzlich erfolgversprechend sind daher nur konsequente

gesamtstädtische, regional eingebundene Konzepte zur Verminderung des MIV, die Zielwerte um 15 bis 30% mit Kombinationen von restriktiven Push- und Pull-Maßnahmen erreichen können [FGSV 1993]. Genannt werden in [FGSV 1993] als Push-Maßnahmen neben der Beruhigung der Fahrweise durch Straßenraumgestaltung, Verkehrsregelung und Verkehrsaufklärung die Parkraumbewirtschaftung und die „Fahrraumbewirtschaftung“. Eine Ergänzung der Konzepte kann durch Maßnahmen der Verkehrssteuerung geschehen.

Um die Umsetzung der zu untersuchenden VSM-Maßnahmen und die Beiträge zur Stadtverträglichkeit an einem Beispiel zu zeigen, wird das Ballungsgebiet Berlin ausgesucht, das nicht mit einer konkreten Planung der Einführung der genannten Maßnahmen vorbelastet ist. Am Ende der Arbeit sollen ein zusammenfassender Vergleich der Maßnahmen und ein Ausblick stehen.

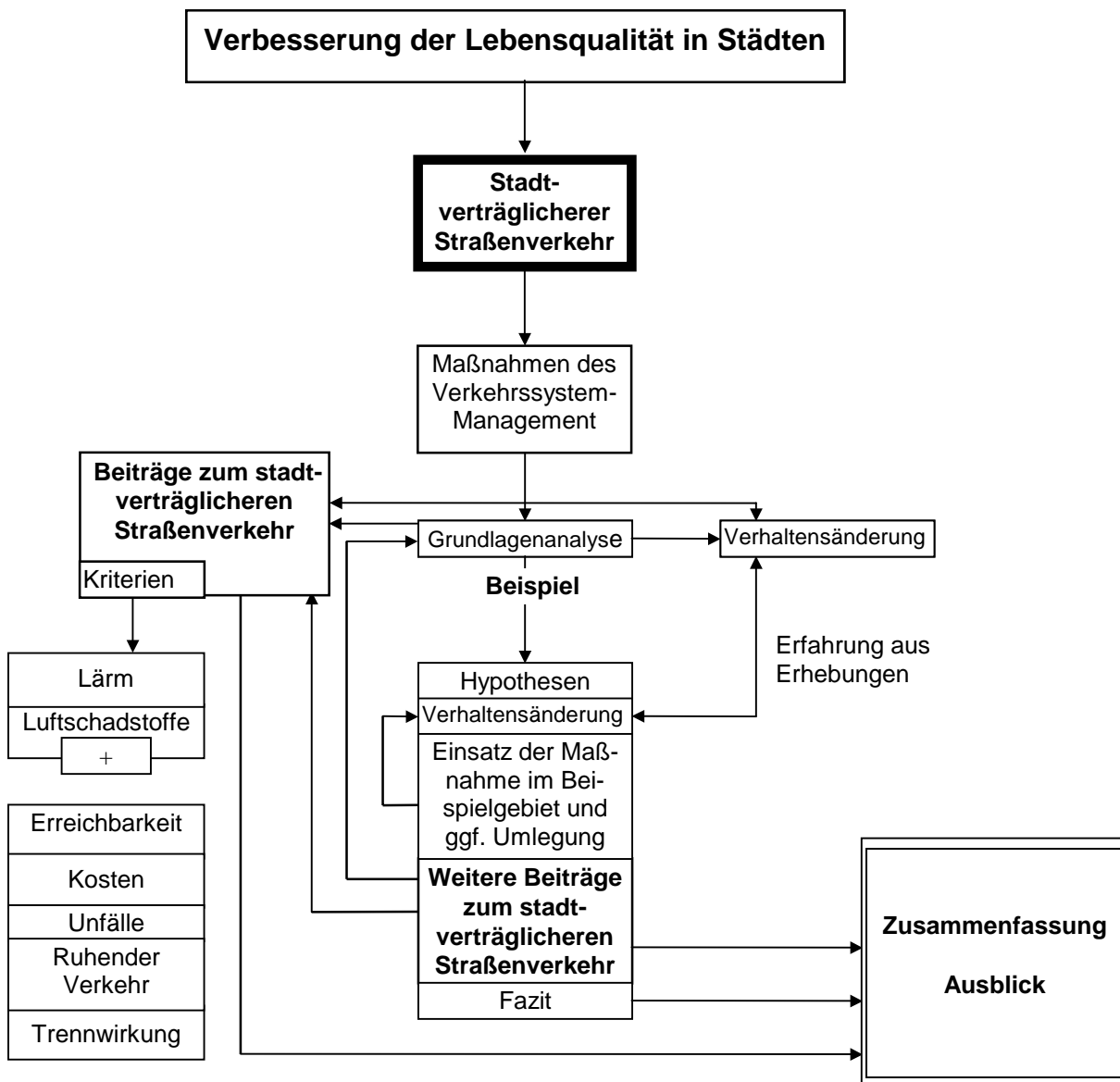


Bild 2-1: Gewählte Vorgehensweise für die Arbeit

2.3 Vergleichende Untersuchungen von Maßnahmen des VSM

In der Literatur findet man Untersuchungen von Wirkungen sehr umfangreicher Maßnahmenbündel und/oder sehr restriktiver Eingriffe, so daß diese Ergebnisse dort eine Vorstellung geben, was maximal an modalen Verlagerungen und Reduktionen zu erreichen wäre. Die ver-

gleichenden Untersuchungen zu den in dieser Arbeit relevanten Themen werden hier chronologisch aufgeführt.

Am Beispiel der Stadt Hannover wurde ein Umweltszenario durchgerechnet, in dem verschiedene restriktiv wirkende Maßnahmen für den Autoverkehr (z.B. steigende Energiepreise, Restriktionen im Parkraum) mit attraktivitätssteigernden Maßnahmen für den ÖPNV und die nichtmotorisierten Verkehrsmittel kombiniert wurden. Dabei ergaben sich Reduktionen im MIV um bis zu 12% (bezogen auf das Verkehrsaufkommen) und um etwa 11% (bezogen auf die Verkehrsleistung) [ZUMKELLER 1987].

Boltze/Schöttler [BOLTZE/SCHÖTTLER 1993] stellen die innerhalb der Erkundungs- und Machbarkeitsstudie FRUIT (Frankfurt Urban Integrated Traffic Management) betrachteten Arbeitsgebiete bzw. Maßnahmen Verkehrsdatenbasis und digitale Straßenkarte, Kraftfahrerinformationssysteme, Zufahrtbeschränkung, Straßenbenutzungsabgaben, Parkraummanagement, Öffentlicher Personennahverkehr sowie Fracht- und Flottenmanagement vor. Als Folgerung aus den Verkehrsproblemen im Rhein-Main-Gebiet mit den 200.000 täglichen Pkw-Pendlern nach Frankfurt am Main ist das Projekt FRUIT unter Mitwirkung aller relevanten Institutionen auf kommunaler und regionaler Ebene ins Leben gerufen worden, um einen Ansatz zu einem besseren Verkehrsmanagement zu bieten. Zu den drei Oberzielen gehören die Verbesserung der Lebensqualität, der Qualität des Wohnumfeldes und der Standortqualität für die Wirtschaft. Auf die Maßnahmen „Zufahrtbeschränkung“ und „Straßenbenutzungsabgaben“ im Rahmen der Studie FRUIT wird später in dieser Arbeit eingegangen.

Frey [FREY 1994] berichtet über die für Zürich möglichen zehn Verkehrsmaßnahmen, die z.T. der Internalisierung der externen Kosten des Stadtverkehrs dienen sollen. Die Effizienz der Maßnahmen wurde anhand ihres Nutzen-/Kosten-Verhältnisses ermittelt. Die Maßnahmen Treibstoffabgabe, Stadtvignette und Parkraumabgabe haben eine Nutzen-/Kosten-Relation von deutlich über eins. Bei den Nicht-Internalisierungsmaßnahmen „Citysperrung“ und „Passiver Lärmschutz“ sind die Nutzen dagegen nur unwesentlich höher als die Kosten. Konkret ergab sich für die Stadtvignette eine Nutzen-/Kosten-Relation von 1,5 und für die Citysperrung ein Wert von 1,2.

Die Verlagerungsmöglichkeit von Pkw-Fahrten bei einem Road Pricing-Konzept für die Stadt Hamburg [BAUBEHÖRDE HAMBURG 1995] wird mit -10% abgeschätzt.

Auf dem Weg zu einem neuen Stadtentwicklungsplan hat sich die Landeshauptstadt München auch mit einem Verkehrsminderungskonzept beschäftigt [BIELING U.A. 1996]. Dieses ist als Szenarienuntersuchung mit drei Szenarien angelegt, die Elemente aus einem Katalog von 13 Maßnahmen enthalten. In einem Minderungsszenario werden Verlagerungen vom Auto zum sogenannten „Umweltverbund“ (unmotorisierter und öffentlicher Verkehr) durch Road Pricing und Zufahrtbeschränkungen beschrieben, die zu einer Minderung von 92.000 Personenfahrten im Binnenverkehr (-15%) und von 48.000 Personenfahrten im Quell- und Zielverkehr pro Werktag (-17%) führen sollen. Die Wirkungen der Maßnahmen wurden in Anlehnung an Erfahrungen anderer Städte abgeschätzt.

2.4 Das Untersuchungsgebiet

Als Beispielstadt für diese Arbeit wird Berlin ausgewählt. Die deutsche Hauptstadt mit 3,4 Mio. Einwohnern und einer polyzentralen Struktur mit 13 Oberzentren, darunter die Cities Ost und West, scheint auf den ersten Blick nicht stellvertretend für andere deutsche Städte mit

dicht abgegrenzter Innenstadt zu sein - man denke nur an die mittelalterlichen Kerne alter Städte. Die negativen Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs sowie die Lärm- und Schadstoffproblematik sind jedoch in Berlin allgegenwärtig: 70% der Hauptverkehrsstraßen mit angrenzender Bebauung sind mit mehr als 65 dB(A) belastet (Gebäudekantenlänge 1.270 km), [SENBWV 1999]. Mehr als 200.000 Einwohner Berlins (davon 170.000 an übergeordneten Straßen) leben an Straßen mit gesundheitsgefährdendem Lärm, da ein Pegel von mehr als 65 dB(A) das Risiko für Herzinfarkterkrankungen erhöhen kann.. Bei Pegeln über 70 dB(A) erhöht sich z.B. das Risiko um 30% [APEL 1994, TOEPPEN 1997]. Bestimmt man den Schwellenwert für ein Gesundheitsrisiko bei nächtlichem Lärm (22 bis 6 Uhr) mit 55 dB(A), so liegen 1.478 km der Straßenseiten (77%) über diesem Pegel [SENBWV 1999].

Die „Studie zur Luft- und Lärmbelastung in der Berliner Innenstadt durch den Kfz-Verkehr“ (1992) [SENSTADTUM 1992] und die Studie „Abschätzung der Luftschadstoffimmissionen für die Hauptstraßen Berlins“ [IVU 1994] aus dem Jahr 1994 dienten zur objektiven Ermittlung der verkehrsverursachten Belastungen und zeigten, daß aufgrund der mit einem Immissionsprogramm errechneten NO₂-Konzentration in ca. 6% der Straßenabschnitte nach dem Vergleich mit den Konzentrationswerten der Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) vertiefte Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Bei Ruß wurden die Konzentrationswerte in ca. 18% der Straßenabschnitte, bei Benzol in ca. 8% der Straßenabschnitte überschritten. Am 1. März 1997 ist nun jene 23. BImSchV in Kraft getreten, in der Konzentrationsgrenzwerte für die Schadstoffe NO₂ (160 µg/m³ als 98%-Wert aller Halbstundenmittelwerte), Ruß und Benzol (8 µg/m³ bzw. 10 µg/m³ für den arithmetischen Jahresmittelwert) für die Zeit ab dem 1.7.1998 festgelegt sind und als Grundlage für Verkehrsbeschränkungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) dienen sollen. Zieht man den Kriterienkatalog in [LUA 1997] für die Berliner Situation heran, so kann man feststellen, daß in 88% der Hauptstraßen innerhalb des S-Bahn-Rings der genannte kritische DTV für Ruß und Benzol von 8.000 Kfz/24 h und (bei einem angesetzten Lkw-Anteil von 10 %) in gleichem Umfang der Schwellenwert für den Schwerverkehr überschritten wird.

Apel [APEL 1994] nennt Grenzen verträglicher Verkehrsbelastungen in Berlin und beschreibt Entlastungsmöglichkeiten für den Straßenverkehrslärm und die Luftbelastung in der Berliner Innenstadt, ausgehend von einem Mittelungspegel von 75 dB(A) und einer Stickstoffdioxid-Belastung von 75 µg/m³ als Grenzbereiche der Berliner Situation. Für den Straßenverkehrslärm und die Luftbelastung ist durch Kombination mehrerer Maßnahmen (z.B. Lärm- und Luftschadstoffminderung bei den Fahrzeugen, besseres Einhalten der Tempolimits, Geschwindigkeitsschalter) als Entlastungsperspektive eine Lärmreduktion um maximal 15 dB(A), bei der Stickstoffdioxid-Belastung eine Reduktion um maximal 40 µg/m³ möglich.

Für die West-Berliner Situation des Jahres 1986 liegen Berechnungen von *Cerwenka u.a.* [CERWENKA U.A. 1989] vor, die für den MIV einen Endenergieverbrauch von 655.000 t Steinkohleeinheiten/Jahr und Luftschadstoffemissionen in Höhe von mehr als 95.000 t/Jahr ausweisen, wobei über 80% auf CO zurückzuführen sind. *Apel* [APEL 1989] hat für das gleiche Jahr externe Kosten des Berliner Pkw-Straßenverkehrs ermittelt: Es entstanden Unfallfolgekosten in Höhe von 360 Mio. DM, Schäden durch Verkehrslärm (580 Mio. DM) und Luftverschmutzung (670 Mio. DM).

Besonders einer Einführung von Straßenbenutzungsabgaben für die Einfahrt in die Berliner Innenstadt stehen hohe politische Widerstände entgegen. Dies wurde erneut im November 1997 durch ein Interview des Berliner Senators für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie deutlich, der mit der Favorisierung eines Road Pricing-Konzeptes für Berlin eine

Welle der Ablehnung produzierte [BAHR 1997, DER TAGESSPIEGEL; 1997]. Schon im Sommer 1995 gab es einen Schlagabtausch zwischen Wirtschaftssenator und Verkehrssenator, da ersterer zur Stärkung des Technologiestandorts Berlin einer Einführung eines elektronischen Road Pricing auch wegen der damit verbundenen Effekte für die Wirtschaft positiv gegenüberstand und somit ein neues Ziel in die Road Pricing-Diskussion einbrachte [DER TAGESSPIEGEL 1995b, HAASE 1995]. Heute wird die Straßenmaut für einzelne Straßenbauprojekte ins Spiel gebracht, wenn bei leeren kommunalen Kassen die Privatfinanzierung als letzter Ausweg erscheint: Bei der möglichen Fortführung einer Autobahn südlich des Tiergartentunnels zum Autobahnkreuz Schöneberg, bei der Weiterführung des Stadtautobahnringes (sogenannter mittlerer Straßenring) im Osten der Stadt oder bei der sogenannten Tangentialen Verbindung Ost (TVO) im Bezirk Köpenick wurde über diese Möglichkeit nachgedacht [DER TAGESSPIEGEL 1998a].

Am Anfang der 90er Jahre wurde in der Berliner Verkehrspolitik das sogenannte „Stockholmer Modell“, das für die motorisierte Einfahrt in die City das Vorweisen einer Zeitkarte der öffentlichen Verkehrsmittel vorsah, favorisiert (vgl. [NICKEL 1991]). Diesen Ideen folgten jedoch keine Taten, da das Modell in Stockholm aus politischen Gründen nicht zur Umsetzung kam. Seit mehr als fünf Jahren werden aus Politik und Wissenschaft immer wieder Stimmen laut, die auch für die deutsche Hauptstadt ein Road Pricing-System fordern. Dabei wurde mehrheitlich nicht mehr als etwas über das Erhebungsgebiet innerhalb des Berliner S-Bahn-Rings („Großer Hundekopf“) ausgesagt [DANNENBAUM 1994, DER TAGESSPIEGEL 1995a, HAEFNER/MARTE 1994]. Der Wunsch einer autofreien Innenstadt durch den Einsatz von Gebühren oder ordnungspolitischen Maßnahmen wurde im Jahr 1992 im Programm der Partei Die Grünen/Bündnis 90 [FRAKTION BÜNDNIS 90 1992] ausgedrückt.

Auch eine autoarme Innenstadt gehört nicht zu den Verkehrskonzepten der nahen Zukunft in Berlin, entbehrt aber wegen der über eine lange Zeit an Vorweihnachtssamstagen eingerichteten Sperrung der Tauentzienstraße für den Durchgangsverkehr in der City West nicht einer gewissen Aktualität. Die Sperrung wurde am letzten Samstag vor dem Weihnachtsfest 1996 durch die in der Arbeitsgemeinschaft City organisierten Händler jedoch wegen der erwarteten Einnahmeeinbußen zu Fall gebracht und auch in den folgenden Jahren nicht mehr praktiziert.

In diesem Zusammenhang zu nennen ist der im Februar 1997 von der Bezirksverordnetenversammlung des Berliner Bezirks Tiergarten vorgebrachte Beschluß, im Erholungsgebiet Großer Tiergarten nach dem Beispiel anderer Metropolen (London, Paris, New York) an Wochenenden dem MIV das Durchqueren zu untersagen [VOCHAZER 1997]. Eine Umsetzung in Teilen erfolgte nur an wenigen sogenannten freiwilligen „autofreien Sonntagen“ durch die Sperrung der Straße des 17. Juni. Auch die ursprünglich für den 1. Juli 1998 vorgesehene und dann aufgegebene Sperrung der Berliner Innenstadt innerhalb des Berliner S-Bahn-Rings für nichtschadstoffarme Kraftfahrzeuge hätte eine bisher ungewohnte Situation für Berlin dargestellt, da es sich hier im Gegensatz zu Fahrverboten bei Winter- oder Sommersmog um eine dauerhafte, großflächige Maßnahme gehandelt hätte. Nach § 40 (2), Satz 1 des BImSchG „(...) können die Straßenverkehrsbehörden den Kraftfahrzeugverkehr auf bestimmten Straßen oder in bestimmten Gebieten unter Berücksichtigung der Verkehrsbedürfnisse und der städtebaulichen Belange nach Maßgabe der verkehrsrechtlichen Vorschriften beschränken oder verbieten, soweit die für den Immissionsschutz zuständige Behörde dies im Hinblick auf die örtlichen Verhältnisse für geboten hält, um schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu vermindern oder deren Entstehen zu vermeiden [BIMSCHG 1997, S. 27].“ Dabei sind vor dem Aussprechen von Beschränkungen und Verboten verkehrsplanende und verkehrslenkende Maßnahmen zu ergreifen.

Das Elektrofahrzeug ist im Berliner Straßenbild ein äußerst selten anzutreffendes Fortbewegungsmittel. Die Foren und Institutionen wie z.B. die BEWAG (Berliner Kraft- und Licht-Aktiengesellschaft), die Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge (DGES) und nicht zuletzt die Technische Universität und Veranstaltungen wie z.B. Solarautorallyes haben dazu beitragen, dieses Diskussionsthema in die Fachwelt und Öffentlichkeit zu tragen.

2.5 Die Materialien zum Stadtentwicklungsplan Verkehr

Dieser im Juli 1995 erschienene Bericht [SENVUB 1995a], der einerseits verkehrspolitische Strategien für die Zukunft der Bundeshauptstadt Berlin und andererseits konkrete Planungsmaßnahmen für die einzelnen Verkehrsträger beinhaltet, soll hier auf die Relevanz für die weitere Arbeit untersucht werden. Da es sinnvoll erscheint, auf den vorhandenen Maßnahmen aufzubauen bzw. die geleistete Planungsarbeit als Grundgerüst aufzufassen, werden hier nun die wichtigsten Aussagen vorgestellt.

Ausgehend von den Problemen (Sorge vor einer mit anderen deutschen Ballungsräumen vergleichbaren Suburbanisierung und der Außenwanderung des Gewerbes) und Chancen der Verkehrsentwicklung in der Region Berlin (Raumordnungsvorstellungen und Standortprogramme) werden zunächst Leitlinien der Verkehrsplanung für Berlin dargestellt. Dazu gehören eine Zielvorstellung, eine Entwicklung einer neuen Verkehrsstrategie und Handlungskonzepte.

Zur Zielvorstellung gehören Oberziele (bestmögliches Raum-Verkehrssystem, bestmögliche räumlich-materielle Randbedingungen für die Metropolregion Berlin-Brandenburg) sowie der Wunsch nach einer langfristig gesicherten Funktionalität im Verkehr, nach einer Umwelt- und Stadtverträglichkeit und nach ausgeglichenen Mobilitätschancen. Als Unterpunkte der Entwicklung einer neuen Verkehrsstrategie gelten eine integrative Regionalentwicklung, die Verkehrsvermeidung (Beibehaltung der Nutzungsvielfalt und Durchmischung der Innenstadt- und Stadtteilbereiche, Stärkung der polyzentralen Stadtstruktur und Entgegenwirkung einer Zersiedlung) sowie die Verkehrsverlagerung und die Steigerung der Effizienz. Zu den Handlungskonzepten zählen Infrastrukturmaßnahmen im Verkehrsbereich, Förderung des nichtmotorisierten Verkehrs, Ausbau des ÖPNV, Anpassung der Verkehrsanlagen für den notwendigen motorisierten Individualverkehr und organisatorische Maßnahmen (Beschleunigung und Bevorrechtigung des ÖPNV, Verkehrsberuhigungsmaßnahmen, Parkraumbewirtschaftung und ein „Kooperatives Integriertes Verkehrsmanagement“).

Im Teilkapitel Grundlagen wird auf das Modell der Nachfrageermittlung in der Region Berlin eingegangen. Da das Verkehrsverhalten im Westteil Berlins nicht auf die gesamte Stadt und Region übertragen werden konnte, wurden für die östlichen Bezirke und das Land Brandenburg auf der Basis vorhandener Daten mit Annahmen ein Bild der heutigen Verkehrsnachfrage (Bezugsjahr 1995) und eine langfristige Verkehrsprognose für das Jahr 2010 erarbeitet. Ausgehend von einer Motorisierung von 338 Pkw/1.000 Einwohner wurde für die beiden untersuchten Zielszenarien eine Zunahme auf 420 Pkw/1.000 Einwohner bzw. 470 Pkw/1.000 Einwohner (jeweils für das Jahr 2010) angenommen. Als Zielszenarien für das Jahr 2010 wurden eine „Engpaßfreiheit“ (unbegrenzte Leistungsfähigkeit des Straßennetzes) einer „Polyzentralen Entwicklung“ (Stärkung der polyzentralen Strukturen in Berlin und im Umland, Realisierung der verkehrspolitischen Ziele zur umwelt- und stadtverträglichen Gestaltung, Abwicklung des Verkehrs unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes und Durchführung von Ordnungsmaßnahmen) gegenübergestellt.

Von den 10,41 Mio. werktäglichen Personenfahrten im Stadtgebiet Berlins im status quo (1995) werden 4,22 Mio. im MIV, davon 1,17 Mio. Fahrten von Mitfahrern durchgeführt. Zum Vergleich: Die Zahl der werktäglichen Pkw-Fahrten innerhalb des S-Bahn-Rings beträgt 1,1 Mio. Die Anteile der für die Hauptaktivitäten der Berliner am häufigsten genutzten Verkehrsmittel betragen bei den Fußgängern und Radfahrern zusammen 36%, im ÖPNV 26% und im MIV 38%. Bei einer Engpaßfreiheit wird ein Anstieg auf 5,83 Mio., bei einer polyzentralen Entwicklung auf 4,23 Mio. werktägliche Personenfahrten erwartet.

Im Teilkapitel Straßenverkehr werden neben der Einteilung des übergeordneten Berliner Straßennetzes in Verbindungsfunktionsstufen (Hauptverkehrsstraßen mit Verbindungsfunktionsstufen I bis III mit einer Länge von 1.296 km sowie Ergänzungsstraßen der Kategorie IV) Konflikte zwischen der Verbindungsfunktion und der Nutzungsfunktion aufgespürt und Konfliktpotentiale dargestellt.

In einem Überblick über den geplanten Umbau und Neubau der Straßeninfrastruktur werden detaillierte Einzelmaßnahmen dargestellt: Es sind dies im einzelnen die Schließung des mittleren Straßenrings zwischen der A 100 vom Autobahndreieck Neukölln bis zur Greifswalder Straße, die Tangentiale Verbindung Nord (TVN) und Ost (TVO), die Südostverbindung (SOV) als mittlerer Straßenring zwischen der Autobahnanschlußstelle Gradestraße der A 100 und dem Bezirk Oberschöneweide sowie die A 113 (neu) als Verbindungsautobahn zwischen der A 100 und der A 113. Weitere Baumaßnahmen ganzer Entwicklungsgebiete (Stadtmitte, Nord-Nordost-Raum, Köpenick, Adlershof und Wasserstadt Oberhavel) werden in einem Teilkapitel dargestellt.

Zu den vier Zielvorstellungen des Stadtverkehrsmanagements im Teilkapitel Verkehrsmanagement zählen die Stärkung von Leistungsfähigkeit, Attraktivität, Flexibilität und Akzeptanz des ÖPNV im Nah- und Regionalbereich, die Erhöhung der Stadtverträglichkeit des Wirtschaftsverkehrs durch effizientere logistische Konzepte, die Gestaltung des Individualverkehrs nach Maßgabe der ihm im Interesse der Funktionalität und der Lebensqualität der Stadt zugewiesenen Flächen und die Verknüpfung des Individualverkehrs mit dem ÖPNV. Dargestellt werden die für ein schrittweise zu gestaltendes und umfassendes, integriertes und kooperatives (verkehrsmittelübergreifendes) Verkehrsmanagement benötigten Maßnahmenbausteine. Zunächst werden Verkehrsleitsysteme beschrieben, wozu die kollektive Verkehrsbeeinflussung mit einer gemeinsamen Autobahn Verkehrsrechnerzentrale Berlin - Brandenburg und individuelle Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen gezählt werden. Die Entwicklung des unter dem Namen EURO-SCOUT bekannten dynamischen Leitsystems ist jedoch eingestellt, eine Weiterführung bleibt derzeit überaus fraglich. Von der Verkehrssteuerung durch Lichtsignalanlagen und den Parkraumbewirtschaftungsgebieten „Stadtmitte“, „westliche Innenstadt“ und „Altstadt Spandau“ über den Bau von Tiefgaragen bis hin zur Darstellung der Planung von Park&Ride-Anlagen in der Region Berlin, das inzwischen fallengelassene Konzept zonenwirksamer Straßenverkehrsbeschränkungen zur Entlastung des Innenstadtbereiches vom Verkehr mit nicht schadstoffarmen Kraftfahrzeugen (vgl. Kapitel 2.4) und den sonstigen Angeboten (Car Pooling, Car Sharing und Mitbenutzung von Sonderfahrstreifen für Linienomnibusse durch den Wirtschaftsverkehr) reichen die dargestellten Maßnahmen des Verkehrsmanagements. Die bewirtschafteten Parkzonen wurden in der Innenstadt 1997 und 1998 leicht ausgedehnt und beinhalten nun auch ausschließlich dem Anwohnerparken vorbehaltene Straßen.

Neben dem Personenverkehrsmodell (s. dazu auch [KUTTER 1995a, b]) wird auch ein Wirtschaftsverkehrsmodell beschrieben. Dabei wird zwischen dem Güterverkehr, dem etwa 20%

der Fahrzeuge zuzuordnen sind, dem Gewerbeverkehr und dem Restverkehr ohne Quelle-Ziel-Bezug unterschieden. Dieses Modell WIVER, ein Berechnungsmodell für den städtischen und regionalen Wirtschaftsverkehr (Güter- und Dienstleistungsverkehr), beinhaltet alle Fahrten in Ausübung des Berufs mit Kraftfahrzeugen und kann mit Verhaltensdaten aus Befragungen in Berlin, Hamburg und München versorgt werden. Das Modell berechnet anhand von Strukturdaten einer Stadt oder Region und der erhobenen Daten das Fahrtenaufkommen des Wirtschaftsverkehrs und dessen Verflechtungen auf Basis von Verkehrszellen, unterteilt nach Branchen und Fahrzeugarten [MEIMBRESSE U.A. 1996, SONNTAG U.A. 1996]. Dabei werden zehn Quellbranchen (Industrie, Bauhauptgewerbe, Ausbaugewerbe, Großhandel, Einzelhandel, Verkehr/Nachrichten, Banken/Versicherungen, Reinigung, Rechtsberatung und sonstige Dienstleistungen) sowie vier Fahrzeugtypen (Pkw und Kombi, Klein-, Mittel- und Groß-Lkw) unterschieden.

Als Ergebnisse der Analyse der Situation durch Befragungen im Wirtschaftsverkehr lassen sich folgende Aussagen treffen: Bei den Branchenanteilen ist in Berlin die Branche Dienstleistung mit einem Anteil von 29% führend, der Handel hat dagegen nur einen Anteil von 16%. Von den Fahrleistungen werden 63% von gewerblich genutzten Pkw und Kombifahrzeugen, die der Branche Dienstleistung zuzuordnen sind, erbracht; nur 22% der Fahrleistungen werden von Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t erbracht. 21% des Gesamtverkehrs eines mittleren Werktags (etwa 1,2 Mio. Kfz-Fahrten) sind dem Wirtschaftsverkehr zuzurechnen. Der Anteil des Wirtschaftverkehrs an den Fahrleistungen beträgt in Berlin 34%.

1999 erschien mit dem „Verkehrskonzept für Berlin“ ein aktualisierter, aber gegenüber dem „Stadtentwicklungsplan Verkehr“ stark gekürzter Bericht zur Verkehrsplanung der Landesregierung [SENSTADT 1999]. Als zusätzliche Maßnahmen aus dem VSM-Bereich werden der Modellversuch „Verkehrslärmschutz“ und der Aufbau einer Verkehrsmanagementzentrale mit dem Ziel, den Verkehrsteilnehmern dynamische Verkehrsinformationsmeldungen vor Fahrtantritt und während der Fahrt zu geben, genannt.

Die zum Inhalt dieser Arbeit gemachten VSM-Maßnahmen sind nicht Bestandteil der Planungen in Berlin. Im 2. Zwischenbericht der Verkehrsentwicklungsplanung für die Region Berlin aus dem Jahr 1993 [SENVUB/MSWV 1993, S. 112] ist jedoch eine kurze Bemerkung zum Thema „Road Pricing“ vorhanden: *“Die Durchsetzung des „Road-pricing-Systems“ als Instrumentarium zur Begrenzung des Verkehrsaufkommens ist rechtlich umstritten. Vom Grundsatz her werden zwar „kommunale Sonderabgaben“ für den Kraftfahrzeugverkehr nicht ausgeschlossen. Rechtliche Einzelprobleme stoßen jedoch oftmals an verfassungsrechtliche Grenzen (§ 14 Grundgesetz). Auch im Hinblick auf das EG-Recht und die Auswirkungen auf die Wirtschaft bleibt gegenwärtig noch eine Reihe von Fragen offen.“*

Für die Arbeit lassen sich zusammenfassend zwei Punkte festhalten:

- Neben der oben beschriebenen Parkraumbewirtschaftung, die beachtet werden muß, und dem Aufbau einer Verkehrsmanagementzentrale gibt es in Berlin zur Zeit keine weitreichende Anwendung von VSM-Maßnahmen, die in Wechselwirkung mit den in dieser Arbeit beschriebenen Maßnahmen treten können.
- Für die Abbildung der Verkehrsverflechtungen in Berlin und der umgebenden Region stehen jeweils ein Personenverkehrs- und ein Wirtschaftsverkehrsmodell zur Verfügung.

3. Die Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“

3.1 Allgemeines

In Kapitel 3 erfolgt die vollständige Behandlung der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ von der theoretischen Betrachtung bis hin zur Ermittlung der Kosten. Dabei werden im Grundlagenteil die mit der Maßnahme verbundenen Ziele genannt und die Theorie der Straßenbenutzungsabgaben, die gängige Einteilung von Road Pricing-Systemen, Fragen der Erhebung, Kontrolle und Standardisierung, die Möglichkeiten der Preisbildung, Applikationen, Planungen und Konzepte von Road Pricing-Systemen sowie Befragungen zu Verhaltensänderungen mit einer Informationsvermittlung für diese Thematik vorgestellt und ein Fazit zum Grundlagenteil gezogen. Dort wird der Umfang eigener Untersuchungen zu Kriterien der Stadtverträglichkeit deutlich. Die Festlegung des Erhebungsgebiets und der Erhebungspunkte, die Hypothesen zu den Auswirkungen der Maßnahme am eigenen Beispiel, eigene Untersuchungen der Verhaltensänderungen, das Netzmodell Berlins, die Berücksichtigung der Verhaltensänderungen in diesem Modell, die Verkehrsumlegung, die Vorstellung der Auswirkungen auf die Kriterien der Stadtverträglichkeit und ein Fazit mit Empfehlungen gehören zum Anwendungsteil.

Derzeit wird wohl kaum eine andere Maßnahme aus dem Gebiet des VSM und aus dem ganzen Angebotsspektrum der Verkehrsplanung so kontrovers diskutiert wie das Road Pricing. Dieser knappe Begriff hat sich auch in Deutschland eingebürgert, oft mit dem Zusatz „Electronic“ versehen, abgekürzt ERP, wenn moderne Technik statt dem althergebrachten Bezahlen an Mautstationen eingesetzt wird. Im Deutschen nennt man dies „Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren“ oder seit einigen Jahren auch „Automatische Gebührenerhebung“ (AGE). Daß sich in Deutschland die Bezeichnung Straßenbenutzungsgebühr durchgesetzt hat, liegt daran, daß diese ursprünglich nur auf das Ziel der Anlastung von Wegekosten ausgerichtet wurde. Neuen Auftrieb bekam die Diskussion in Deutschland am Anfang der 90er Jahre im Zusammenhang mit den Überlegungen, ein fahrleistungsabhängiges, elektronisches Erheben von Gebühren auf deutschen Autobahnen einzuführen. Gab es für diesen Anwendungsfall zur Prüfung der technischen Voraussetzungen einen großangelegten Feldversuch (s. [TÜV RHEINLAND 1995]), so wird eine Einführung in deutschen Ballungsräumen eher aus theoretischer Sicht und bislang im Hinblick auf die fehlende politische Durchsetzbarkeit, die technischen, rechtlichen und datenschutzrechtlichen Fragen, die unbekanntes räumlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen und die mögliche Benachteiligung sozial schwacher Schichten skeptisch betrachtet. Im Gegensatz zu anderen restriktiven Maßnahmen bleibt die freie Wahl des Verkehrsmittels jedoch bestehen. Allein die Einwohner und Pendler in Stuttgart konnten in Deutschland Erfahrungen mit dieser Maßnahme im Rahmen eines Feldversuchs sammeln (vgl. [FAW 1995]), wenn auch nur eine geringe Zahl von Autofahrern zu den Versuchsteilnehmern gehörte.

3.2 Ziele der Straßenbenutzungsabgaben

Der Gedanke, einen Preis für die Benutzung einer Straße oder eines Straßenabschnitts zu zahlen, ist nicht mit unserer Zeit verknüpft. Schon im Mittelalter und auch früher war Geld zu entrichten, mit dem der Eigentümer des Bauwerks z.B. den Brückenbau oder die Straßenerhaltung finanzierte. Am Anfang des 20. Jahrhunderts markierten theoretische Arbeiten den Beginn der Beschäftigung mit der Idee des Road Pricings, als zu dieser Zeit die Lösung der Zeitkostenproblematik im Vordergrund stand [ROTHENGATTER 1994]. An konkrete Anwendungen dachte man nicht. Mit neu aufkeimendem Interesse in den 60er Jahren erschien im Jahr 1964 der schon oben genannte Smeed-Report [MINISTRY OF TRANSPORT 1964]

(Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities) als Ergebnis der Arbeit einer vom britischen Verkehrsministerium eingesetzten Expertenkommission. Auch wenn hier die Bekämpfung von Stauproblemen und der Knappheitsgedanke bei der Zuteilung des Gutes „Straße“ durch einen Preis im Vordergrund standen und nur am Rand Gesichtspunkte des Umweltschutzes (Abgase), so sind doch die in diesem Bericht genannten Anforderungen an ein solches System noch heute problemlos zu übernehmen. Aus der Sicht der Kommission war eine Erhebung direkter Straßenbenutzungsabgaben grundsätzlich möglich, wurde aber aufgrund der damaligen beschränkten technischen Möglichkeiten nicht weiter verfolgt¹.

Besonders durch die Diskussion um fahrleistungsabhängige Autobahngebühren sowie die zunehmenden Umweltbelastungen und Überlastungen durch den Straßenverkehr in Ballungsgebieten ist das Thema seit dem Ende der 80er Jahre neu belebt worden². Zahlreich sind die im nordamerikanischen Raum zu den Themen „Road Pricing“ und „Congestion Pricing“ erschienenen Aufsätze, denen auch Sonderausgaben der Fachzeitschriften gewidmet sind (s. [TRANSPORTATION 1992, TRANSPORTATION RESEARCH 1986]). Auch dort trat eine Renaissance des Themas „Road Pricing“ ein. Das Hauptgewicht soll in dieser Arbeit jedoch auf die Betrachtung europäischer Beispiele gelegt werden.

Drei Ziele der Maßnahme „Road Pricing“ wurden bereits genannt. In expliziter Form sind dies:

- Finanzierung bestehender oder zukünftiger Straßeninfrastruktur und Begleichung der Betriebskosten (Wegekosten),
- Steuerung der Nachfrage nach dem knappen Gut „Straße“ durch einen Preis: optimale Ausnutzung der Straßeninfrastruktur durch Entrichtung einer Stauabgabe (ökonomische Sichtweise) sowie
- Entlastung der Umwelt durch einen Preis und somit Dämpfung der motorisierten Verkehrsteilnahme, also Reduktion von Lärm, Luftschadstoffen und CO₂-Ausstoß sowie weiterer Auswirkungen des MIV (ökologische Sichtweise).

Als weitere Ziele können genannt werden:

- Generelle Lenkung des motorisierten Individualverkehrs durch Einwirkung auf Fahrtenhäufigkeit, Fahrtlänge, Routenwahl, Fahrtorganisation, Verkehrsmittelwahl, Wahl des Zeitpunktes und Zielwahl (verkehrsplanerische Sichtweise),
- Internalisierung der sogenannten externen, im Verkehrssektor entstehenden, aber vom Verursacher nicht oder nur unvollständig getragenen Kosten, wie die sozialen und ökologischen Kosten sowie die Unfallfolgekosten,
- Einflußnahme auf Wirtschafts- und Siedlungsstruktur durch einen Preismechanismus,
- Bevorzugung des Wirtschaftsverkehrs und/oder des öffentlichen Verkehrs im Straßenraum,
- Finanzierung von Anlagen für Fußgänger und Radfahrer,

¹ Im deutschsprachigen Raum sind aus dieser Zeit die theoretischen Arbeiten von *Aberle* [ABERLE 1969], *Baum* [BAUM 1972], *Fuchs* [FUCHS 1964], *Grünärml* [GRÜNÄRML 1971] und *Hellmann* [HELLMANN 1971] zu nennen.

² In Deutschland sind die Beiträge von *Baum* [BAUM 1991], *Bertram* [BERTRAM 1990], *Ewers* [EWERS 1991, 1996], *Rothengatter* [ROTHENGATTER 1991, 1994] und *Sauer/Weissbarth* [SAUER/WEISSBARTH 1991] zu nennen. Zustimmend bezüglich der Maßnahme „Road Pricing“ haben sich auch der Wissenschaftliche Beirat des Ministers für Verkehr [WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 1992], die Baukommission „Zukunft Stadt 2000“ [BMRBS 1993] und die Deutsche Bank [DEUTSCHE BANK BULLETIN 1991] geäußert.

- Finanzierung des ÖPNV inklusive Park&Ride sowie stadt- und umweltverträglicher Lösungen im Güterverkehr und weiterer Vorhaben oder Abgabe mit fehlender Zweckbindung und
- Ersatz für eine entfallende Kfz-Steuer oder Mineralölsteuer.

Lauer [LAUER 1996] unterscheidet zwischen Abgaben mit verschiedenen Zielen: Finanzierungsmaut, Verkehrsregelungsmaut zur Änderung des Fahrverhaltens und Orientierungsmaut zur gewollten Beeinflussung der Verhaltensweisen. Letztere Maut läßt sich nicht auf einfache Wahlentscheidungen reduzieren, sondern geht auf komplexere mentale Vorgänge zurück, wie z.B. individuelle Vorstellungen und Kreativität als Folge der Abgabenerhebung.

Für diese Arbeit werden aufgrund des gewählten Themas die ökologische (Entlastung der Umwelt) und die verkehrsplanerische Sichtweise (Lenkung des Individualverkehrs) unter den möglichen Zielen bevorzugt und bei der weiteren Vorgehensweise im Auge behalten.

3.3 Theorie der Straßenbenutzungsabgaben

Aus ökonomischer Sicht betrachtet, ist der fehlende Preismechanismus charakteristisch für den Straßenverkehr: Regelt normalerweise in der Marktwirtschaft der Preis den Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage, so entstehen auf bestimmten Straßen zu bestimmten Zeiten durch ineffiziente Nutzung ohne Preismechanismus Staukosten aus der Selbstblockade. Exemplarisch für die zahlreichen theoretischen Abhandlungen, die sich mit dieser Problematik befassen (s. z.B. [BOBINGER 1993]), soll hier aus dem Bericht „Road Pricing für die Agglomeration Bern“ von Abay/Zehnder [ABAY/ZEHNDER 1992, S. II], in dem sich auch eine konkrete Anwendungsbeschreibung eines Konzeptes findet, zur weiteren Erklärung des Sachverhalts zitiert werden: *„Die Ursache der ständig zunehmenden individuellen Mobilität wird von der Ökonomie im falschen (zu tiefen) Preis der Mobilität gesehen. Die Diagnose der Ökonomie lautet: Die individuelle Mobilität verursacht Kosten, für die der oder die Einzelne nicht aufkommt. Diese Kosten werden als externe Kosten bezeichnet. Es sind im wesentlichen die Kosten der Luftverschmutzung (z.B. Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, auf die landwirtschaftlichen Erträge, auf Fauna und Flora usw.), der Lärmbelastung, der Unfälle sowie der Staukosten. Der zu tiefe Preis führt zu einer, aus gesellschaftlicher Sicht, zu großen Nachfrage nach Mobilität und verursacht damit volkswirtschaftliche Verluste (...). Die durch die Übernachtfrage verursachten Staukosten weisen zum großen Teil den Charakter von externen Kosten auf. Jedes zusätzliche in eine Stauungszone einfahrende Fahrzeug erhöht nämlich nicht nur seine eigenen Betriebs- und Zeitkosten. Darüber hinaus bewirkt es einen Anstieg der Kosten bei allen anderen Fahrzeugen. Ökonomisch ins Gewicht fallen dabei vor allem die erhöhten Zeitkosten (Verringerung der verfügbaren Arbeits- und/oder Freizeit). Road Pricing verfolgt nun das Ziel, diese externen Staukosten zu internalisieren, indem den einzelnen Verkehrsteilnehmern eine Abgabe auferlegt wird, die der Höhe der externen Staukosten entspricht.“*

Über eine Betrachtung des linearen Zusammenhanges zwischen der Verkehrsdichte k [Kfz/km] und der Geschwindigkeit (mittlere momentane Geschwindigkeit v_k [km/h]), daraus abgeleitet der Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke q [Kfz/h] und der Geschwindigkeit v_k (als parabelförmige Darstellung der abhängigen Größe q mit der optimalen Geschwindigkeit v_{opt} im Punkt der maximalen Verkehrsstärke, s. Bild 3-1), und dann durch eine Umwandlung der Geschwindigkeit in eine Fahrtzeit (durch Bildung des Quotienten aus Länge pro Streckenabschnitt - L - und Geschwindigkeit v) und schließlich durch Multiplikation der Fahrtzeit mit einem Zeitkostensatz erhält man die Durchschnittskostenkurve DK (individuelle,

also private Grenzkosten, s. Bild 3-2). Diese wird für den Vergleich mit den zusätzlichen Kosten eines zusätzlichen Fahrzeugs in Form der Grenzkostenkurve (GK) über der Verkehrsstärke dargestellt. Zusammen mit der Nachfragekurve erfolgt eine aus mehreren Quellen bekannte Darstellung dieser Kurven, hier in linearer Form (Bild 3-3).

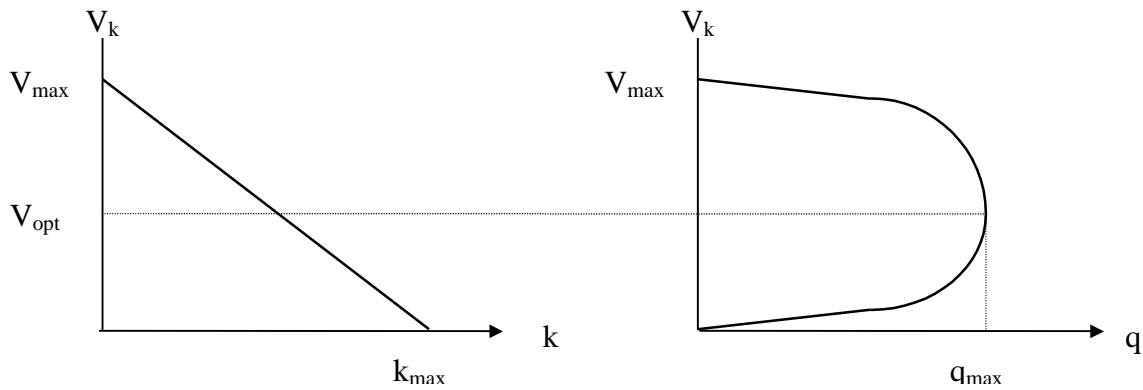


Bild 3-1: Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte k bzw. Verkehrsstärke q und Geschwindigkeit V (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])

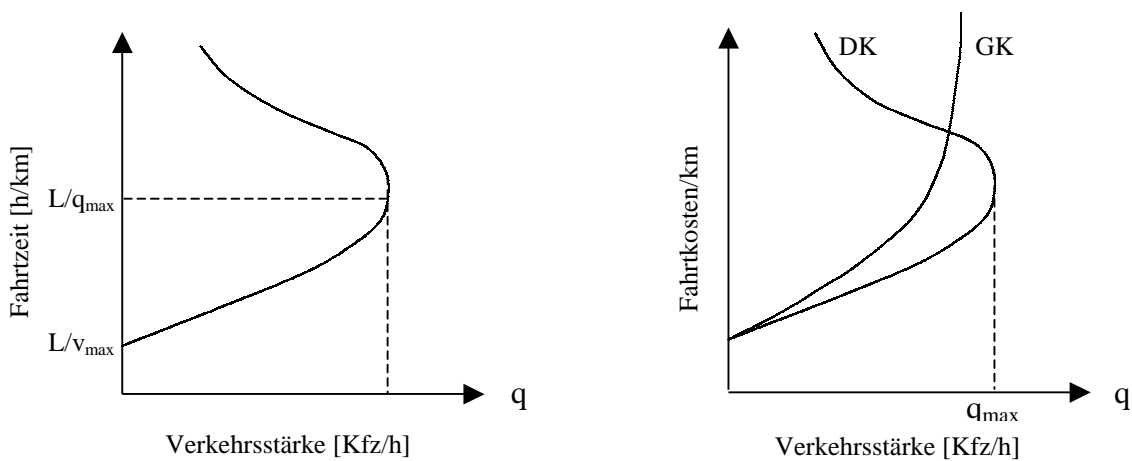


Bild 3-2: Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke q und Fahrtzeit bzw. Fahrtkosten (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])

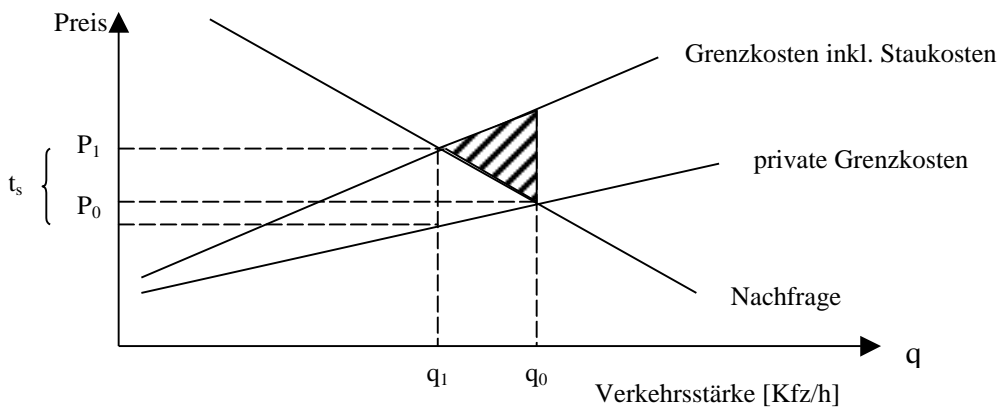


Bild 3-3: Die optimale Stauabgabe und der gesellschaftliche Wohlfahrtsverlust in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke (Quelle: nach [ABAY/ZEHNDER 1992])

Ferner schreiben Abay/Zehnder [ABAY/ZEHNDER 1992, S. 19 f.]: „Aus den hergeleiteten Zusammenhängen läßt sich die theoretisch optimale Stauabgabe bestimmen, welche die externen Staukosten den einzelnen Verkehrsteilnehmern/-innen anlastet und damit das Verkehrsaufkommen auf sein „optimales“ Niveau senkt. Die Nachfragekurve repräsentiert die Zahlungsbereitschaft für unterschiedliche Anzahl an Fahrten. Die heutige Situation ohne Road Pricing ist durch den Schnittpunkt der Nachfragekurve mit der individuellen Grenzkostenkurve charakterisiert. Die Verkehrsmenge ist dabei q_0 , die Kosten pro Fahrt P_0 . Da aber in der individuellen Kostenkurve die externen Staukosten nicht enthalten sind, entsteht ein aus volkswirtschaftlicher Sicht zu großes Verkehrsaufkommen. Bei der Verkehrsmenge q_0 werden nämlich Fahrten unternommen, deren Grenzkosten höher liegen, als sie den Nachfragenden Nutzen stiften. Daraus resultiert ein gesellschaftlicher Wohlfahrtsverlust in der Höhe der schraffierten Fläche. Die Abgabe, die den Verkehr auf sein „optimales“ Niveau reduziert (q_1), ist in der Graphik mit t_s eingezeichnet. Die Zahlungsbereitschaft für eine zusätzliche Fahrt entspricht dort genau den (Stau)Grenzkosten (...). Die Internalisierung der externen Staukosten stellt den klassischen Anwendungsbereich von Road Pricing dar. Dies ist unseres Erachtens aber ein zu eng ausgelegtes Road Pricing. Mit demselben theoretischen Hintergrund und derselben Legitimation müssen die anderen externen Kosten des Verkehrs (Luftverschmutzungs-, Lärm- und Unfallkosten) mit in ein Road Pricing-System einbezogen werden. Andernfalls ist dieses System nur Stückwerk: Es entstehen weiterhin gesellschaftliche Wohlfahrtsverluste. Sie können nur durch den Einbezug sämtlicher externer Kosten des Verkehrs vermieden werden.“ Diese hier vorgebrachte Bemerkung zielt auf die unterschiedlichen Preisbildungsprinzipien ab, die sich in der Vergangenheit entwickelt haben. Wegen der möglichen Budgetunterdeckung bei der Marginalkosten-Theorie (flexible Anlastung der Differenz zwischen sozialen Grenzkosten und den für die Verkehrsteilnehmer verhaltensbestimmenden privaten Grenzkosten, sogenannte „Pigou-Steuer“) werden die sogenannten „Ramsey-Preise“ (Verändern der Grenzkosten durch nachfragebezogene Aufschläge) propagiert. Weitere Möglichkeiten sind gespaltene Preise, bei denen die Nachfrager neben den Fixkosten einen leistungsbezogenen Tarif zu entrichten haben [ROTHENGATTER 1994] sowie die Festlegung von Standards (z.B. Umweltbelastungen) und die Ableitung von Abgabenhöhen zur Einhaltung dieser Standards, was „Standard-Preis-Ansatz“ genannt wird (s. z.B. [SCHÜTTE 1998]).

Grundlagen der verkehrlichen Abschätzung der Auswirkungen der Maßnahme sind Preis- und Nachfrageelastizitäten (Elastizität ε = relative Mengenänderung/relative Preisänderung). Ein negativer Elastizitätswert besagt, daß im Zähler (Menge) oder im Nenner (Preis) eine Reduktion stattgefunden hat, beim jeweils anderen Wert eine Zunahme. Erst bei einem Quotienten, der größer oder gleich 1 (bzw. -1) ist, spricht man von einem elastischen Verhalten, z.B. bei einer 10%igen Reduktion des Verkehrsaufkommens als Folge einer 10%igen Preissteigerung. Entstehen durch Veränderungen in einem Verkehrssegment Auswirkungen in einem anderen, so spricht man von einer Kreuzpreiselastizität. Bestes Beispiel ist die Zunahme von Fahrten im öffentlichen Verkehr bei Preissteigerungen im motorisierten Individualverkehr.

Für unterschiedliche Verkehrszwecke muß von unterschiedlichen Elastizitäten ausgegangen werden, zudem sind Durchgangs- sowie Quell- und Zielverkehr zu unterscheiden. Weiterhin sind die Abgabenhöhe, die Einkommensentwicklung der Betroffenen sowie die Wahrnehmbarkeit der Kosten zu berücksichtigen. Im Gegensatz zur traditionellen Vorgehensweise in der Verkehrsplanung, bei der die Verkehrsanlage einer gegebenen Verkehrsnachfrage angepaßt wird, ist die Nachfrage als eine variable Größe mit dem Einflußparameter Preis aufzufassen. Große Aufmerksamkeit wird heute von den Verkehrsplanern dem Ziel der Verkehrslenkung und der Nachfragesteuerung geschenkt. Eine Einbindung des Road Pricing in den Gesamtbereich der Verkehrssteuerung mit den Teilkomponenten der kollektiven und individuellen Ver-

kehrsbeflussung und -information soll dafür sorgen, daß unterstützende Maßnahmen vorhanden sind und keine singuläre Lösung entsteht. Im Gegensatz zur makroökonomischen Betrachtung des „optimalen“ Preises für den gesamtgesellschaftlich optimalen Stauzustand und der Anlastung einer Pigou-Steuer wird in der Verkehrsplanung - losgelöst von den wirtschaftlichen Aspekten - die Fahrten- und Fahrleistungsreduktion im MIV in einem Gesamtnetz in Abhängigkeit von der zu entrichtenden Abgabe betrachtet und die Elastizität, auch in Abhängigkeit vom Fahrtzweck, berechnet. Daneben ist es theoretisch möglich, bei einer bekannten Elastizität die Abgabenhöhe zu bestimmen, die zur gewünschten Fahrtenreduktion führt. Bei dem Wunsch nach einer Fahrtenreduktion, die i.a. aus Umweltgesichtspunkten festgelegt wird, können eine Reduktion auf den sogenannten „notwendigen Autoverkehr in der Stadt“ (*Buchanan* [BUCHANAN U.A. 1963] wie auch *Haag* [HAAG 1996] verstehen darunter die Summe der Wege, die für die Funktions- und Lebensfähigkeit der Stadt erforderlich sind und für die eine Benutzung des Verkehrsmittels Auto erforderlich ist), auf den stadtverträglichen Verkehr oder auf die durch andere Vorgaben ermittelte Verkehrsmengen gemeint sein. Diese Möglichkeiten der Preisbildung werden in Kapitel 3.7 ausführlich beschrieben.

Versucht man, Reduktionsfaktoren für das MIV-Aufkommen aus den Betrachtungen des notwendigen und des verträglichen bzw. stadtverträglichen Verkehrs abzuleiten, so wird deutlich, daß zwei Fragestellungen für die Zusammenhänge zwischen Stadt und Verkehr möglich sind: „Wieviel Verkehr braucht die Stadt?“ und „Wieviel Verkehr verträgt die Stadt?“.

3.4 Einteilung von Road Pricing - Systemen

In diesem Kapitel soll die Frage beantwortet werden, wie die Systeme unter dem Namen „Road Pricing“ für die Erhebung von Abgaben unterschieden werden können. Hier ist zunächst eine Unterscheidung in fahrleistungsunabhängige und fahrleistungsabhängige Systeme zu nennen [HAAG 1993]. Fahrleistungsunabhängige Systeme sind einfach zu handhaben und kostengünstig einzuführen. Die Umsetzung von fahrleistungsunabhängigen Modellen erfolgt in der Regel durch Vignettensysteme mit konventionellen oder elektronischen Vignetten.

Fahrleistungsabhängige Systeme (z.B. Autobahnmaut bei Teilstrecken) können ebenfalls konventionell (manuell) oder elektronisch sein. Hauptvorteil der manuellen Erhebungsmethoden ist die einfache Einführung, da fahrzeugseitig keine Änderungen vorzunehmen sind. Nachteile liegen im hohen Personalaufwand, in den Störungen des Verkehrsablaufs, im Flächenbedarf der Anlagen sowie in deren fehlender städtebaulicher Integrierbarkeit.

Bei den elektronischen Systemen sind fahrzeugexterne und fahrzeuginterne Modelle zur Abgabenerhebung zu unterscheiden. Fahrzeugexterne Registrierungsgeräte (sogenannte Tags oder Read Only-Tags) erkennen das Fahrzeug an Erhebungsstationen. Dieser Impuls wird an einen Zentralrechner weitergeleitet, der ein Fahrtenprotokoll erstellt und die entsprechende Abgabe errechnet, wenn ein differenziertes Abgabensystem vorliegt. Die Rechnung geht dem Verkehrsteilnehmer zu, der den Betrag zu entrichten hat (sogenanntes Post Pay-Verfahren); auch das Abbuchen von Konten ist möglich. Die Problematik der fahrzeugexternen Geräte liegt in der ungeklärten Datenschutzproblematik, da Fahrten leicht nachzuweisen sind. Aus Gründen der Überprüfbarkeit von Rechnungen wird das Speichern von Daten für einen gewissen Zeitraum erforderlich sein.

Die fahrzeuginternen Systeme umgehen diese Probleme, da der gesamte Abbuchungsvorgang im Fahrzeug stattfindet. Hinter der Windschutzscheibe wird eine On Board Unit (OBU) installiert. Die Abgabe wird im Fahrzeug von einer wiederaufwertbaren und in Verbindung mit der

OBU zu benutzenden, sogenannten „Smart Card“ abgebucht, die außerhalb des Road Pricing-Systems weitere Bezahlungsmöglichkeiten bietet. Da das Aufladen der Chipkarte vor dem Abbuchen geschieht, spricht man von einem Pre Pay-System. Die Abbuchungsvorgänge sind direkt auf einem Display im Fahrzeug nachvollziehbar, der verbleibende Restbetrag wird angezeigt. Zweifel hinsichtlich des Datenschutzes können hier wegen möglicher Manipulationen bei der Datenübertragung zwischen Fahrzeug und Infrastruktur bestehen.

Eine weitere Charakterisierung der Road Pricing-Systeme kann anhand der grundsätzlich möglichen räumlichen Modelle vorgenommen werden (vgl. [BOBINGER 1993]). Man unterscheidet zwischen

- Kordonsystemen,
- Zonensystemen und
- Streckensystemen.

Ein Kordonsystem besteht aus einer Kette von Mautstellen, die für Innerortsfahrten üblicherweise als Ring um das Stadtgebiet konzipiert werden. Kordonsysteme können aus einem oder mehreren solcher Ringe bestehen und haben i.d.R. nur einen Einfluß auf den einfahrenden Verkehr. Es gibt somit keine direkte Beeinflussung des ausfahrenden Verkehrs. Nachteilig ist auch, daß ein Kordonsystem erlaubt, beliebig viele Fahrten innerhalb des Gebiets ohne erneute Abbuchung zu machen; reine Binnenfahrten werden nicht beeinflusst. *Steierwald u.a.* [STEIERWALD U.A. 1997, S. 506] merken an: *“Je geringer die Anzahl der räumlichen Gebührengrenzen, um so größer ist der mit der einzelnen Gebührengrenze verbundene Anstieg der Gebührengrenzenzahlung, d. h. um so größer sind bei kurzen Fahrten über die einzelne räumliche Gebührengrenze hinweg die privaten Grenzkosten je Fahrzeugkilometer. Diese können dann durchaus die sozialen Grenzkosten übersteigen. Andererseits werden im Falle eines Kordon-Preissystems Fahrten, die einen Kordon nicht überschreiten, mit keinen Gebühren belastet, so daß hier weiterhin die sozialen Grenzkosten die privaten Grenzkosten übersteigen. Eine geringe Anzahl von Gebührengrenzen führt damit ihrerseits zu Verzerrungen des Preisgefüges. Manche Fahrten werden benachteiligt, andere bevorzugt.“*

Zur Bemessung des Abgabensatzes bei der Einfahrt können Zeitpunkt, Wochentag, Verkehrs- und Immissionszustand, die Art der baulichen Nutzung des Gebiets, Fahrzeugkategorie, Fahrzeuggewicht, Fahrzeuglänge, die Anzahl der Achsen, Hubraumgröße, die Antriebsart oder die Schadstoffklasse des Kraftfahrzeugs herangezogen werden.

Dem Kordonsystem sehr ähnlich ist das Zonensystem. Der charakteristische Unterschied zwischen den beiden Systemen ist, daß bei einem Kordon nur das Passieren berücksichtigt wird, bei einem Zonensystem hingegen auch der Aufenthalt in einem bestimmten Gebiet. Um den Aufenthalt mit in die Abgabeberechnung aufzunehmen, muß nicht nur die Einfahrt in ein Gebiet, sondern auch die Ausfahrt registriert werden. Ein Zonensystem kann deshalb als ein Kordonsystem mit zusätzlicher Ausfahrtkontrolle angesehen werden. Zur Bemessung des Aufenthalts bieten sich neben den beim Kordonsystem aufgezählten Grundlagen die Länge des zurückgelegten Weges, die Aufenthaltsdauer sowie Zeitverluste in Staus als Grundlage der aufenthaltsabhängigen Abgabe an. Zonensysteme kommen in ihren Wirkungen den fahrleistungsabhängigen nahe, sind jedoch einfacher zu realisieren.

Das Streckensystem ist das der Theorie am meisten angepaßte, da mit ihm eine fahrleistungsabhängige Abbuchung individuell für einzelne Straßenabschnitte möglich ist. Damit kann es ganz präzise auf die unterschiedlichen Verkehrsverhältnisse in einem Netz angepaßt werden.

Beispiele für flächendeckende Streckenmodelle sind Autobahngebühren wie z.B. in Italien, Frankreich, Spanien und Portugal, wobei das Bezahlen größtenteils noch manuell an Mautstationen abgewickelt wird. Bei lokalen Streckenmodellen wird ein Pauschalpreis für das Benutzen von Brücken, Tunneln und Pässen erhoben. Auf eine Stadt übertragen, würde sich mit diesem System eine sehr hohe Zahl von Erhebungsstellen ergeben.

Eine weitere Differenzierung der Systeme ermöglicht eine Unterscheidung in offene und geschlossene Systeme. Ein System wird als offen bezeichnet, wenn nur an bestimmten Erhebungspunkten die Abgabe fällig wird, dazwischen aber auch abgabefreie Strecken existieren (Kordonmodell). In geschlossenen Systemen führen alle Ein- und Ausfahrten zu Abgaben.

3.5 Erhebung und Kontrolle

Zwei Erhebungstechniken sollen hier nur kurz erwähnt werden, da sie nicht weiter betrachtet werden. Das ist zum einen die Einrichtung von festen Mautstationen. Schon zu Beginn der Diskussion um die Erhebung fahrleistungsabhängiger Gebühren auf deutschen Autobahnen wurde diese platz- und personalintensive Möglichkeit wegen der dadurch entstehenden Verzögerungen auf dem weitverzweigten und dichtbefahrenen Autobahnnetz Deutschlands ausgeschaltet. Auch der Einsatz in Ballungsgebieten, sei es auch nur bei Fahrstreifen für Touristen und Seltenfahrer, ist wegen der Flächenknappheit nicht angebracht.

Ebenso ist der Einsatz von Vignetten in Form von Tagesvignetten für den Ballungsraum nicht praktikabel, weil die einmal erworbene Vignette eine ständige Einfahrt in das Erhebungsgebiet am Stichtag ermöglicht, weil sie bei Einfahrt mit unverminderter Geschwindigkeit kaum personell kontrollierbar ist und weil im Erhebungsgebiet ebenfalls Kontrollprobleme auftauchen, wenn nämlich Fahrzeuge nicht im öffentlichen Straßenraum abgestellt werden und z.B. in Garagen den Blicken des Kontrollpersonals entzogen sind. Die Berücksichtigung der Touristen und Seltenfahrer sollte nicht in Form der Vignette erfolgen. Einzig als Übergangslösung in der Vorbereitungsphase für eine elektronische Erhebung kann der Einsatz einer Vignette ins Auge gefaßt werden.

Schon der Smeed-Report [MINISTRY OF TRANSPORT 1964, S. 7 f.] beschreibt neben anderen Maßnahmen der direkten und indirekten Abgabenerhebung ein Verfahren, bei dem die Fahrzeuge mit taxameterartigen Geräten auszurüsten wären. Deren Zählwerke sollten durch elektronische Schleifen aktiviert werden, die an festen Tarifpunkten („Pricing Points“) in die Straßen eingelassen werden mußten. Auch wenn die Ideen wegen der fehlenden technischen Machbarkeit nicht umgesetzt wurden, kann der Anforderungskatalog an das System, der auch heute nichts an Aktualität eingebüßt hat, als vorbildlich gelten. Unter anderem werden genannt:

- Die Abgaben sollten im Zusammenhang mit dem Maß der Belastung der Straße/Zone stehen.
- Es sollte möglich sein, Preise in gewissem Umfang zu variieren, und zwar für verschiedene Straßen oder Zonen, zu verschiedenen Zeiten des Tages, der Woche oder des Jahres und für verschiedene Fahrzeuggrößen.
- Die Preise sollten stabil und für den Straßenbenutzer vor Antritt der Fahrt ermittelbar sein.
- Die Vorauszahlung sollte möglich sein.
- Das System sollte leicht verständlich sein.
- Das System sollte keinen Betrug oder eine sowohl absichtlich als auch unbewußt auftretende Umgehung der Abgabenerhebung ermöglichen.

- Es sollte erweiterungsfähig, wenn nötig auf das ganze Land übertragbar und für eine große Zahl von Fahrzeugen geeignet sein.
- Es sollte im Bedarfsfall auch auf die Parkgebührenerhebung anwendbar sein.

Ein Überblick über die heute aktuellen Erhebungsmöglichkeiten lieferte der Feldversuch "Autobahntechnologien A 555" [TÜV RHEINLAND 1995]. Er wurde zwischen 1993 und 1995 auf der Autobahn zwischen Köln und Bonn durchgeführt und zeigte den Stand der Technik bei der vollelektronischen Gebührenerhebung, die auch innerorts eingesetzt werden kann. Dabei wurden die Produkte von zehn Anbietern für die auf deutschen Autobahnen geltenden Randbedingungen der unbegrenzten Geschwindigkeit und des Fahrstreifenwechsels geprüft. Es wurden mehr als 60 speziell ausgerüstete Fahrzeuge eingesetzt, etwa 33.000 Versuchsfahrten durchgeführt und insgesamt über 83.000 "gebührenpflichtige Fahrten" abgewickelt. Dabei wurden unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung gegenseitiger Beeinflussungen maximal drei Fahrzeugeinrichtungen mit den verschiedenen Kommunikationsmedien und -techniken Mikrowelle, Infrarot, Hochfrequenz-Richtfunk, Satellitenortung mit GPS (Global Positioning System) und Mobilfunk in einem Fahrzeug betrieben. Unterschiedlich waren die Anzahl der Schilderbrücken pro System (bis zu zwei) und die Art der Abbuchung. Bei der Kontrolle muß zwischen den festen Einrichtungen an Schilderbrücken und den mobilen Einheiten (Fahrzeuge im Verkehrsstrom) bei den GPS- und Mobilfunksystemen unterschieden werden, da letztere wegen der Abbuchung ohne Schilderbrücke und somit ohne festen Bezugspunkt auf eine vorhandene OBU im Fahrzeug und eine eingeführte Smart Card untersucht werden müssen.

In jeder Grundtechnologie konnte mindestens ein System die Erhebung unter allen Versuchsbedingungen mit hoher Erfolgsquote durchführen, die Teilaufgabe Kontrolle (das sogenannte „Enforcement“ als Summe aller Kontrollfunktionen von der Klassifikation über die Identifikation bis zur Ahndung) wurde von keinem System und der damit verbundenen Kontrolltechnik zufriedenstellend gelöst. Für die Durchführung einer vollautomatischen Kontrolle bleibt ein Risiko bestehen, das sich aus dem heute nicht abschätzbaren Verhalten zukünftiger Nutzer und aus den derzeit noch bestehenden Problemen der Verifikation und Beweissicherung ergibt. Technische Fehler, Störungen und Ausfälle dürfen aber nicht zu Lasten der Verkehrsteilnehmer gehen. Es wird davon ausgegangen, daß eine stichprobenartige Kontrolle ausreicht, um einen ausreichend hohen Befolgungsgrad zu erreichen. Die Anforderungen des Datenschutzes können erfüllt werden, wenn ein anonymes Zahlungsverfahren gewählt wird. Ausgehend von den Ergebnissen aus dem Feldversuch wird aber gefolgert, daß zumindest die automatische Abbuchung von Autobahngebühren bei schweren Lkw mittelfristig durchführbar ist, da es sich hier um ein kleines, überschaubares Teilkollektiv handelt und die Kontrolle zunächst manuell unterstützt durchgeführt werden kann [TÜV RHEINLAND 1995]

Durch die weltweite Beschäftigung der Elektronikbranche und der Forschung mit den Möglichkeiten der elektronischen Abgabenerhebung - sei es nun im täglichen Einsatz auf Mautautobahnen oder bei Feldversuchen - haben sich etwa im Laufe der letzten zehn Jahre vier Systeme, von denen eins in Kapitel 3.10.1 ausgesucht wird, als für die Zukunft denkbare Lösungen herausgestellt, und deren Grundstrukturen schon in Kapitel 3.4 genannt wurden. Die Systeme sind:

- Ausstattung des Fahrzeugs mit einem „elektronischen Nummernschild“ (Tag) im Post Pay-Verfahren und Kommunikation mit straßenseitiger Fahrzeugidentifizierung,
- die Ausstattung des Fahrzeugs mit einer On Board Unit und einer Smart Card im Pre Pay -Verfahren und Kommunikation mit straßenseitiger Infrastruktur (meistens ein Mikrowellensystem),

- die Ausstattung des Fahrzeugs mit einer On Board Unit und einer Smart Card im Pre Pay - Verfahren mit Aktivierung der On Board Unit an einer Zufahrt und mit laufender Abbuchung während der Fahrt im Erhebungsgebiet (im folgenden vereinfachend „Cambridge-Technik“ genannt) und die
- Ausstattung des Fahrzeugs mit einer On Board Unit und einer Smart Card im Pre Pay-Verfahren mit Abbuchung durch die Definition virtueller Erhebungsstellen unter Verwendung des GPS.

Verwendung eines Tag

Das „elektronische Nummernschild“ kann an Fahrzeugen installiert werden und ist mit Mikrowellensendern identifizierbar. Die Daten werden bei der Einfahrt an einen Zentralrechner übermittelt und führen nach dem Erstellen eines Fahrtenprotokolls zur Erstellung einer Rechnung oder zu einem Abbuchen vom Konto. Da dieser Vorgang des Bezahlens der Fahrzeugidentifizierung nachgelagert ist, spricht man im Gegensatz zu den folgenden drei Systemen von einem Post Pay-System. Aus Datenschutzgründen kommt das Tag-System jedoch in Deutschland zur Zeit nicht in Betracht. Eingesetzt wurde es in Hong Kong während einer Testphase und heute in den später beschriebenen norwegischen Städten Oslo und Trondheim. Genutzt werden kann das System jedoch dort, wo die Überwachung der Fahrten erwünscht ist, nämlich im Güterverkehr - auch im Straßengüterverkehr.

Verwendung einer On Board Unit mit Smart Card

Die Datenschutzprobleme werden bei einem bordinternen Abbuchungsgerät - On Board Unit oder Transponder genannt - umgangen, da die mit Geld aufgeladene Smart Card in Verbindung mit dem Transponder Anonymität gewährleistet. Der technische Vorgang der Abbuchung an einer straßenseitig vorhandenen Infrastruktur, den Sende- und Empfangsanlagen, kann als ein Aktivieren der OBU und Veranlassen der Abbuchung durch diese Geräte bezeichnet werden. Die Fahrzeugklasse muß - wenn eine Unterscheidung notwendig ist - bei diesem Vorgang ermittelt werden (durch Wiegen, durch Erkennen typischer Auslenkungen der Induktivschleifenverstimmung, durch Vergleich der Umriss beim Scannen der Fahrzeuge oder durch festgelegte Parameter in der OBU). Bei einer nicht vorhandenen, fehlerhaften oder nicht der Fahrzeugklasse entsprechenden OBU bzw. einer Smart Card mit einem zu geringen Kontostand wird ein Kontroll- und Strafverfolgungsmechanismus („Enforcement“) in Gang gesetzt, der das automatische Erkennen der Kennzeichen durch Videokameras voraussetzt. Denkbar wäre auch eine Kombination mit dem Tag-System für Enforcement-Zwecke.

Verwendung der Cambridge-Technik

Das sogenannte „Congestion Pricing“, das Bepreisen von Stausituationen, geht auf Stauungskosten als Teil der externen Kosten zurück und kann als die technische Umsetzung der Anlastung dieser entstehenden Kosten angesehen werden. Verbunden wird der Name vor allem mit dem Feldversuch in Cambridge, bei dem mehrere Bemessungsmöglichkeiten existieren: Eine Geldeinheit wird von der Smart Card des sich in der Zone befindlichen Fahrzeugs abgebucht, wenn - wie beim Versuch - mindestens vier Stops auf einer Strecke von 500 Metern gemacht wurden oder die Fahrzeit für eine Strecke von 500 Metern mehr als drei Minuten betrug [CLARK U.A. 1994] diese Weise wird der Zustand „Stau“ mit Parametern festgelegt. Da das System, das eine Verbindung von Entfernungsmessung und On Board Unit darstellt, flexibel ist, sind auch andere Vorgaben (distanz- und zeitbezogene Abgaben, Kordonmaut) und Distanzen möglich. Es sind aber negative Auswirkungen auf Verkehrsablauf und -sicherheit zu befürchten, da - je nach Abbuchungssystem - versucht werden könnte, möglichst nicht anzuhalten, die verlorene Zeit aufzuholen oder Abkürzungen durch sensible Stadtgebiete zu suchen. In [HUGHES/ISON 1992] zeigten sich die Zeitverluste als Abgabenbasis als die

beste Lösung. Für den Fall der stadtweiten Einführung in Cambridge wurden die Kosten für die Installation der Staumeßgeräte in die Fahrzeuge 1992 auf 7,5 Mio. Pfund (ca. 22,5 Mio. DM) geschätzt, zusammen mit der Entwicklung und der Errichtung der Baken für 17 Zufahrten ergäben sich 25 bis 30 Mio. Pfund (ca. 75 bis 90 Mio. DM). Die Reduktion des Verkehrsaufkommens wurde mit 37 bis 59% beziffert.

Das fahrzeugseitige Gerät muß für die Abbuchungsfunktion erst von straßenseitigen Geräten aktiviert werden. Die Kontrolle findet nicht bei der elektronischen Aktivierung der Geräte am Kordon statt, sondern durch mobile Kontrollsysteme im Erhebungsgebiet. Neben dem Umfang der Infrastruktur (zwei mobile Sende- und Empfangsanlagen zur Aktivierung und Deaktivierung des Systems bei Einfahrt bzw. Ausfahrt und wenige Versuchsfahrzeuge) ist die Verbindung des Tachometers der Fahrzeuge mit einem Zeitmeßgerät und der Kopplung mit der On Board Unit als Besonderheit zu nennen. Probleme ergeben sich dann, wenn ein Stauzustand nicht auf die Tatsache zurückzuführen ist, daß zu einem Zeitpunkt zu viele Fahrzeuge unterwegs sind, sondern auf unbeeinflussbare Zustände (z.B. einen Unfall, Baustelle). Parkvorgänge müssen vom Transponder als solche erkannt werden, um hohe Abgaben bei einem vermeintlichen Stau zu verhindern und können mit einer einmaligen oder zeitabhängigen Parkgebühr belegt werden. Die Fahrt kann auch fortgesetzt werden, wenn kein Guthaben auf der Smart Card mehr vorhanden ist, jedoch nur bei Fahrtunterbrechungen unter drei Minuten.

Verwendung des GPS-Systems

Das GPS-System ist ein dem Verteidigungsministerium der USA unterstelltes satellitengestütztes Navigationssystem und steht bis zum Jahr 2003 für die zivile Nutzung kostenlos zur Verfügung. Mit einem Empfangsgerät wird die aktuelle Position des Fahrzeugs nur auf 100 m genau bestimmt, da die genauere Ortung der militärischen Nutzung vorenthalten ist. Dies kann jedoch durch ein „Differential GPS“ (DGPS) auf 10 m Genauigkeit korrigiert werden, was durch fest installierte Referenzstationen erreicht wird. Zur Bestimmung der fahrleistungsproportionalen Abgaben ist beim GPS die Information über die betreffenden abgabepflichtigen Straßenabschnitte erforderlich. Beim deutschen Feldversuch auf der A 555 wurde neben dem System ROBIN (Road Billing Net), bei dem Erhebungspunkte und Abgabetarif in der OBU abgespeichert sind, mit dem digitalen Straßennetz verglichen werden und gegebenenfalls zur Abbuchung von der Wertkarte führen, ein System mit einer GSM-Mobilfunkeinheit eingesetzt, die dazu dient, aktuell gültige Abgabetarife zu übermitteln und Sammelabbuchungen vorzunehmen, sobald bei der Zwischenspeicherung mit der Smart Card ein bestimmter Betrag aufgelaufen ist [MEYER 1994].

Nachteilig sind bei diesem System die fehlende Kontrollmöglichkeit an einem festem Punkt, eine mögliche militärische Nutzung des GPS-Systems, die ungenaue Ortung und das Problem der Sendestörungen bei Abschattungen durch hohe Gebäude. Die letzten beiden Punkte erscheinen noch problematisch für den Einsatz in Ballungsräumen. Kommen keine festen Kontrolleinrichtungen zum Einsatz, müssen personalintensive mobile Stichprobenverfahren eingesetzt werden. Eine völlige Abhängigkeit vom amerikanischen System ist jedoch nicht gegeben. Die ungeklärte zivile Weiternutzung über das Jahr 2003 hinaus könnte einerseits durch einen möglichen Einsatz des russischen Systems GLONASS abgesichert werden [MEYER 1994]. Die Bestrebungen, bestehende Systeme durch technische Ergänzungen kurzfristig für Anwendungen mit hohen Anforderungen nutzbar zu machen und ein ziviles europäisches Satellitennavigationssystem (GNSS-Galileo) zu errichten, werden in [FRÜHAUF/TUSK 1998] beschrieben. Beim Einsatz eines geeigneten Finanzierungsmodells könnte im Jahr 2006 die Betriebsphase begonnen werden. In [BMVBW 2000] wird das Jahr 2008 genannt.

Abschließend ist dem Vergleich der vier Systeme anzufügen, daß sich als Kommunikationsmedium zwischen der externen Infrastruktur und dem Fahrzeuggerät auf europäischer Ebene die Mikrowellen-Übertragung bei einer Frequenz von 5,8 GHz durchgesetzt hat. In den USA dient die Mikrowellentechnologie zur Erhebung der Autobahnmaut, in Japan werden ebenfalls Mikrowellen-Systeme produziert und eingesetzt. Die Umsetzung eines fahrleistungsproportionalen Streckensystems in der Stadt mit einer Mikrowellentechnologie wird wegen der vielen benötigten straßenparallelen Anlagen jedoch als nicht realistisch angesehen (s. Kapitel 3.4).

3.6 Fragen der Standardisierung

Eine Voraussetzung für eine flächendeckende Einführung der automatischen Abgabenerhebung ist die Definition bestimmter Standards für eine Interoperabilität. Neben den Bestrebungen, bundes- oder sogar europaweit einheitliche, kompatible Geräte mit Modulfähigkeit für die Abgabenerhebung in Ballungsgebieten und auch auf Autobahnen zu schaffen, sollte auch die stadtweite Möglichkeit der Inanspruchnahme mehrerer Dienste mit einem Medium sichergestellt werden: der Einsatz möglichst nur einer Chipkarte mit mehreren Funktionen wie Parken, Telefonieren, bargeldloses Benutzen des ÖPNV und eben die Abgabenerhebung, auch bei mehreren Anbietern. Probleme der Einnahmезuordnung sind durch Einrichtung einer übergeordneten Clearing-Stelle zu lösen.

Umfangreiche Vorarbeiten für eine Standardisierung sind auf europäischer Ebene, insbesondere im Rahmen von Projekten wie ADS (Automatic Debiting Systems) oder CASH bereits geleistet worden [BOURNE 1997, BLYTHE/HAYES 1995]. Das Projekt CASH (Coordination of ADS Standardisation and Harmonisation) hat das Ziel, eine gemeinsame funktionale Spezifikation für Abgabenerhebungssysteme zu erstellen.

Die für die Frage der Standardisierung wichtigen Schnittstellen befinden sich zwischen

- korrespondierender externer Infrastruktur und On Board Unit,
- On Board Unit und Chipkarte (Smart Card) sowie
- Aufwertungseinrichtungen und Chipkarte.

Ob es einer Standardisierung der Identifikations- und Überwachungseinrichtungen bedarf oder hier auch nationale oder kleinere Gebiete mit beschränkten Lösungen nebeneinander existieren können, sollte bei weiteren Abstimmungsprozessen geklärt werden.

Im europäischen Komitee für Normung (CEN) beschäftigen sich mehrere Arbeitsgruppen (WG) im TC (Technical Committee) 278 mit dem Kommunikationsmedium Mikrowelle: WG 1 (Automatische Abgabenerhebung und Zufahrtkontrolle), WG 9 (Kurzweg-Kommunikation) und WG 12 (Automatische Fahrzeug- und Ausrüstungsidentifikation). Auf nationaler, deutscher Ebene existieren bei der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE) und beim Deutschen Institut für Normung (DIN) die Arbeitskreise 1 (automatische Abgabenerhebung) und 9 (Kurzweg- Kommunikation).

Als nächste Schnittstelle ist hier die Kommunikation zwischen der On Board Unit und der Smart Card zu nennen. Hervorzuheben ist hier die Arbeitsgruppe 11 (WG 11, maschinell lesbare Karten, Anwendung im Verkehr) in TC 224 der CEN, in der Normungsaktivitäten auf diesem Gebiet stattfinden. Hier ist insbesondere geplant, ein integriertes Zahlungssystem für den Verkehrsbereich zu schaffen, das auch für die elektronische Abgabenerhebung benutzt werden kann [BOURNE 1997, BLYTHE/HAYES 1995].

3.7 Preisbildung bei Straßenbenutzungsabgaben, Beispiele und Auswirkungen

3.7.1 Vorbemerkungen

Für die eigenen Erhebungen zu Verhaltensänderungen bei Planung eines Road Pricing-Systems muß eine Methode der Preisbildung ausgewählt werden. Das sollte unter Einbeziehung der Ziele in Kapitel 3.2 geschehen. Hier werden nun die verschiedenen Methoden und ihre Ausprägungen vorgestellt. Es lassen sich vier Möglichkeiten erkennen, um zur Aussage zu gelangen, daß bei der betrachteten Maßnahme eine bestimmte Verkehrsreduktion für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr bei einer bestimmten Abgabe erreicht werden kann:

- Die Abgabenhöhe wird festgelegt und anschließend die daraus resultierende Verkehrsreduktion bestimmt (Kapitel 3.7.2). *Wempen/Wöber* [WEMPEN/WÖBER 1993] bezeichnen dies als „Preisszenario“. Das Verfahren verkürzt sich erheblich, wenn bereits vorher genauere Anhaltspunkte über den Preis vorliegen und somit eine Abgabe für ein bestimmtes Ziel festgelegt werden kann. Soll die Abgabe kein konstanter Wert bleiben, so sind fahrleistungs-, geschwindigkeits-, zeit-, zeitpunkt-, ort- und fahrzeugabhängige Veränderungen des Preises oder auch Kombinationen aus mehreren Komponenten (z.B. feste Grundabgabe und variable Komponente) denkbar.
- Der Umfang der erwünschten Verkehrsreduktion wird bestimmt und anschließend wird die Abgabe festgelegt, die diese Reduzierung herbeiführt und somit als Mittel zum Zweck dient (Kapitel 3.7.3). Es handelt sich dabei um ein iteratives Vorgehen, da das Verfahren so lange wiederholt werden muß, bis man den Preis ermittelt hat, der zu einer gewünschten Verkehrsreduktion führt. Diese Vorgehensweise wird von *Wempen/Wöber* [WEMPEN/WÖBER 1993] als „Reduktionsszenario“ bezeichnet (auch „Standard-Preis-Ansatz“ genannt).
- Es werden die Erfahrungen, die mit Straßenbenutzungsabgaben - auch im Wirtschaftsverkehr - bereits in Städten gewonnen wurden, ausgewertet oder Ergebnisse von Befragungen zum Verkehrsverhalten, die z.B. zur Datenversorgung von Verkehrsmodellen durchgeführt wurden, herangezogen (Kapitel 3.7.4 und 3.7.5).
- Eigene Erhebungen werden durchgeführt, um Elastizitäten für einen Beispielfall zu ermitteln. Die Methodik der Erhebungen für diese Maßnahme wird in Kapitel 3.8 behandelt.

Sofern Erfahrungen über diese einzelnen Preisbildungsmöglichkeiten vorliegen, sollen diese hier nun angeführt werden. Eine Entscheidung für eine Methode wird in Kapitel 3.10.1 getroffen.

3.7.2 Festlegung der Abgabenhöhe

3.7.2.1 Externe Kosten des motorisierten Verkehrs

Zu den oft genannten Möglichkeiten der Festlegung einer Abgabe zur Einfahrt in das Erhebungsgebiet gehört die Ermittlung und Zuordnung der externen Kosten, die vom Kraftfahrzeugnutzer nur zum Teil selber getragen und auf Dritte abgewälzt werden. Auch wenn die Abschätzung dieser Kosten aufgrund unbekannter Zusammenhänge äußerst kompliziert und umstritten ist, existieren einige Zusammenstellungen in der Literatur, die auf einen Internalisierungsbedarf hinweisen, sich jedoch voneinander unterscheiden. Der Ruf nach „wahren“ Preisen im Verkehr erweist sich wegen der enormen Ermittlungsprobleme als überaus komplizierte Forderung. Interne Kosten trägt der Autofahrer als fahrleistungsabhängige oder fahrleistungsunabhängige Kosten selber.

Als Elemente der externen Kosten werden von Meyer [MEYER 1994] die Umweltkosten (Schäden durch Lärm- und Schadstoffemissionen), die Wegekosten (z.B. Kosten für Flächenverbrauch, Bau und Unterhaltung von Straßen und die Regulierung des Straßenverkehrs), die Unfallkosten und die Staukosten genannt. Zwei Probleme stehen bei dieser Betrachtung im Vordergrund: Zum einen bestehen die Umweltkosten nur zum Teil aus Komponenten, die tatsächlich mit Ausgaben verbunden sind (Behandlungskosten bei Gesundheitsschäden, Einbau von Lärmschutzfenstern und -wällen), die Minderung der Lebensqualität z.B. kann jedoch nicht quantifiziert werden. Zum anderen entstehen - wie bereits oben angedeutet - Komponenten, die von den Einnahmen nicht abgedeckt werden. Bei den Wegekosten werden die Ausgaben des Straßenbaus und der Verkehrspolizei durch die Einnahmen der Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuer mehr als gedeckt, andere Posten wie der Flächenverbrauch durch Straßenbaumaßnahmen jedoch nicht. Bei den Unfallkosten wird ein großer Teil der entstehenden Kosten von den Krankenversicherungen der geschädigten Personen getragen. Stauungskosten entstehen im wesentlichen in Form von etwa mit Stundenlöhnen bewerteten Zeitverlusten sowie aus stauungsbedingt höheren Betriebs- und Umweltkosten.

Acht Schätzungen sollen hier einen Überblick über die Versuche und die Probleme geben, die externen Kosten des motorisierten Individualverkehrs in Deutschland zu beziffern. In einer Studie aus dem Jahr 1990 werden für die alten Bundesländer externe Kosten der Pkw von 29,7 Mrd. DM/Jahr ermittelt [PLANCO CONSULTING 1990]. Bei Meyer [MEYER 1994] finden sich Hinweise auf Berechnungen von Wicke [WICKE 1993] und des Umwelt- und Prognose-Instituts Heidelberg (UPI) [UPI 1991]. Wicke beziffert die Kosten der Luftverschmutzung 1992 in den alten Bundesländern auf 25 Mrd. DM/Jahr und die Schäden durch straßenverkehrsbedingten Lärm auf 12,8 Mrd. DM/Jahr. Da die Luftverschmutzung nicht allein auf den Verkehr zurückzuführen ist, sondern der Verkehr - je nach Schadenskomponente - verschiedene Anteile erreicht, schätzt Meyer den Anteil des Verkehrssektors inklusive des Straßengüterverkehrs an den Schadstoffen pauschal auf 20% (5 Mrd. DM) und kommt so auf eine Summe von 17,8 Mrd. DM/Jahr. Dabei werden jedoch einige Kostenkategorien nicht berücksichtigt.

Das UPI schätzt die ungedeckten Kosten des Straßenverkehrs 1989 in den alten Bundesländern auf 203,6 Mrd. DM/Jahr. Vier Jahre später wurden die Kosten - für alle Bundesländer und für den Straßenpersonenverkehr - vom gleichen Institut auf 174,8 Mrd. DM/Jahr beziffert [UPI 1993]. Zu den Kostenkomponenten gehören Infrastruktur, Luftverschmutzung, Wasserbelastung, Lärm, Unfälle und Flächenverbrauch.

Darunter liegen die Zahlen des Umweltbundesamtes (UBA), das für das ganze Land, auf das Jahr 1993 bezogen, 151,5 Mrd. DM externe Kosten des Verkehrs errechnet hat [FRIEDRICH 1996, UBA 1995,]. Dazu gehören Luftbelastung, Boden- und Gewässerbelastung, Lärm, Trennwirkung und Flächenverbrauch, ÖPNV-Mehrkosten durch Straßenverkehr, Streusalzschäden, Verkehrsunfälle und Straßeninfrastruktur. Kompliziert ist hier jedoch eine Umrechnung auf den Straßenverkehr, da z.B. Luftbelastungen auch im Schienenverkehr durch Dieselfahrzeuge auftreten oder Lärm durch den Flugverkehr verursacht wird. Zusätzlich müssen noch Belastungen im Personenverkehr von den Belastungen im Güterverkehr getrennt werden. Zieht man die Güterverkehrsleistungen der Binnenschifffahrt, der Rohrpost und des Luftverkehrs ab, da diese nur einen geringen Einfluß auf die entstehenden Kosten haben dürften, so ergibt sich ein Anteil des Straßengüterverkehrs von etwa 80%. Bezüglich des Verkehrssystems „Straße“ gilt das gleiche auch für den Personenverkehr: Dort hat der motorisierte Individualverkehr auch einen Anteil von 80% an den Verkehrsleistungen (jeweils Zahlen für 1996 [BMV 1997]). Nicht berücksichtigt ist dabei aber der öffentliche Personennahverkehr mit

einem Anteil an der Verkehrsleistung von 9%, der zum größten Teil dem Straßenverkehr zuzuordnen ist. Vereinfachend sollen hier die Kostenkomponenten Luftbelastung (21,8 Mrd. DM), Boden- und Gewässerbelastung (6,3 Mrd. DM), Lärm (14,9 Mrd. DM) sowie Trennwirkung und Flächenverbrauch (1,2 Mrd. DM) unter Vernachlässigung der Reduzierung der Straßeninfrastruktur, bei der auch Investitionen für den öffentlichen Verkehr getätigt werden, um 20% reduziert werden, um eine Betrachtung des Straßenverkehrs zu ermöglichen. Dies führt zu einem Ergebnis von 142,7 Mrd. DM. Bei einer weiteren Reduzierung um 20% erhält man einen Wert von 114,1 Mrd. DM für den Straßenpersonenverkehr. Dabei wird jedoch der erhebliche Beitrag des Straßengüterverkehrs an den Schadstoffemissionen eher unterschätzt.

Eine weitere Berechnung [VCD/VCÖ 1993] wurde für das ganze Land durchgeführt, der jedoch nur die Komponenten Lärm, Luftverschmutzung, CO₂ und Unfälle nennt und für die Pkw 36,7 Mrd. DM/Jahr errechnet. Die gleichen Komponenten werden bei der Berechnung der externen Kosten des Straßenverkehrs der ganzen Schweiz und der Stadt Bern aus dem Jahr 1993 betrachtet [ECOPLAN 1992]. Dabei werden für die Schweiz Kosten von 1 Rp/Pkm, für die Stadt Bern 14 Rp/Pkm und für das Umland von Bern 8 Rp/Pkm nachgewiesen, die durch Pkw verursacht werden.

Eine Straßenbenutzungsabgabe für das Berliner Beispiel setzt die Ermittlung der durch den Berliner Straßenverkehr verursachten externen Kosten voraus. Meyer [MEYER 1994] hat die externen Kosten aus den zwei von ihr angegebenen Quellen durch Berücksichtigung der Kraftfahrzeugverkehrsleistungen der alten Bundesländer nach Bevölkerungsanteilen auf die Stadt Hamburg umgerechnet, da Fahrleistungsangaben für Hamburg nicht zur Verfügung standen. Auf diese Weise ergeben sich für das Gebiet des Stadtstaates Hamburg Kosten von 500 Mio. DM bzw. 4 Pf/km für die Schätzung von Wicke [WICKE 1993] und 5,4 Mrd. DM bzw. 46 Pf/km bei Verwendung der UPI-Schätzung [UPI 1993]. Diese Vorgehensweise soll auch für Berlin gewählt werden, das eine Einwohnerzahl von 3,4 Mio. hat und eine Zahl von 3,05 Mio. werktäglichen MIV-Fahrten mit einer mittleren Länge von ca. 8 km vorweisen kann [SENVUB 1995]. Für das Wochenende wird die halbe Zahl der Fahrten angesetzt. Als Schätzungen der externen Kosten sollen die Zahlen des VCD, des UBA und des UPI herangezogen werden. Dabei entstehen - bezogen auf die Kraftfahrzeugleistungen - jährliche externe Kosten zwischen 1,3 und 6,1 Mrd. DM bzw. zwischen 17 und 80 Pf/km (Tabelle 3-1). Diese Zahlen liegen unter den auf die Bevölkerung bezogenen Zahlen. Die Berechnung von Apel für das Jahr 1986 [APEL 1989] mit 29 Pf/km für die Kosten des MIV und der in [INITIATIVE 1998] genannte Wert von 5,7 Mrd. DM für die jährlichen Kosten der Subventionierung des MIV in Berlin (1996) liegen zwischen diesen Werten. Der für die Stadt Bern ermittelte Wert von 14 Rp/km entspricht etwa den Schätzungen auf Grundlage des UBA.

Quelle	Externe Kosten des Straßenverkehrs in Deutschland [Mrd. DM/Jahr]	Externe Kosten, bezogen auf die Bevölkerung Berlins [Mrd. DM/Jahr]	Externe Kosten, bezogen auf die Kraftfahrzeugleistungen [Mrd. DM/Jahr]
VCD/VCÖ 1993	36,7	1,6 (21 Pf/km)	1,3 (17 Pf/km)
UBA 1995	114,1	4,8 (63 Pf/km)	4,0 (52 Pf/km)
UPI 1993	174,8	7,4 (97 Pf/km)	6,1 (80 Pf/km)

Tabelle 3-1: Externe Kosten des Verkehrs und Übertragung auf die Beispielstadt Berlin (Quelle: eigene Zusammenstellung)

3.7.2.2 Orientierung an Fahrpreisen des ÖPNV

Wird im Gegensatz zur finanziellen Bevorzugung eine gleichberechtigte Behandlung des motorisierten Individualverkehrs gewünscht, so könnte es sinnvoll sein, sowohl von dieser Gruppe als auch von den Nutzern der öffentlichen Verkehrsmittel die gleichen Kostenbeiträge zu verlangen. Diese Vorgehensweise kann durch die Tatsache, daß die Tarife des öffentlichen Verkehrs mehr oder weniger akzeptiert werden und eine bekannte Größe darstellen, unterstützt werden. Gleiche Preise bei beiden Verkehrsmitteln könnten der Öffentlichkeit gut vermittelt werden und verhindern, daß die öffentlichen Verkehrsmittel als zu teuer angesehen werden.

Betrachtet man die Tarifstruktur des Verkehrsverbunds Berlin-Brandenburg, so entdeckt man zwei verschiedene Möglichkeiten, eine Basis für eine Abgabebildung zu schaffen: die nicht ermäßigte Einzelfahrt und die auf eine Fahrt bezogenen Kosten der Umweltkarte. So werden einmal beim Einzelfahrschein für eine Hin- und Rückfahrt 8,00 DM, im anderen Fall (bei 45 Arbeitswochen mit je 10 Fahrten und weiteren 50 Fahrten im Jahr) für die Hin- und Rückfahrt ca. 4 DM fällig. Dabei ist der Vergleich mit der Umweltkarte besser geeignet, da diese einen großen Anteil an den Einnahmen der BVG hat und die wahrscheinlichere, da preisgünstigere Fahrkartenart der Nutzer der öffentlichen Verkehrsmittel darstellt. Problematisch ist jedoch bei dieser Betrachtung die fehlende Berücksichtigung der ohnehin auftretenden Betriebskosten der Pkw-Fahrt, die z.B. mit 20 Pf/km veranschlagt werden können (s. auch Kapitel 3.7.4.5). Damit kann es z.B. bei einer Reiselänge von 20 km bei einer zusätzlichen Abgabe von 4 DM zur eigentlichen Verdopplung der Kosten kommen.

3.7.2.3 Orientierung an Kraftstoffpreiselastizitäten

Aus Ermangelung von Daten über die Reaktion auf Preisänderungen durch Straßenbenutzungsabgaben werden als Ersatz Ergebnisse der Berechnungen von Kraftstoffpreiselastizitäten herangezogen. Diese sollen hier nicht zum Einsatz kommen, aber der Vollständigkeit halber aufgeführt werden. Eine Zusammenstellung von Elastizitäten findet sich bei *Schmid* [SCHMID 1996] mit Werten von -0,09 bis -0,35. Dabei wurden aus Beobachtungen zurückliegender Zeiträume Korrelationsrechnungen gemacht, die von den einfachsten Annahmen eines linearen, eindimensionalen Zusammenhangs zwischen der Kraftstoffpreishöhe und den Fahrleistungen bis hin zu Modellen mit mehreren Variablen gingen. In den betrachteten Zeiträumen haben sich mit Ausnahme der Ölkrise 1973/74 und von 1978 bis 1981 nur geringe Preissprünge ereignet.

Schmid [SCHMID 1996] hat durch eigene Befragungen zu Auswirkungen von deutlichen Kraftstoffpreiserhöhungen auf den Freizeitverkehr in zwei Entscheidungssituationen (2,50 und 3,00 DM/l für die erste und 4,50 bis 6,00 DM/l für die zweite) je nach Befragungsort Gesamtpreiselastizitäten zwischen -0,125 und -0,24 infolge von Pkw-Fahrleistungsreduktionen und Umsteigevorgängen ermittelt. Für die Gesamtbefragung ergab sich ein Elastizitätswert von -0,16.

Goodwin/Jones [GOODWIN/JONES 1989] vergleichen 85 Untersuchungen zu Elastizitäten, die sie zwischen 1980 und 1988 ausgewertet haben. Dazu gehören Reaktionen auf Treibstoffpreise, Fahrkosten öffentlicher Verkehrsmittel, Maut und Fahrzeugpreise. Bei langfristigen Betrachtungen der Elastizität bei Treibstoffpreisen ergeben sich Werte von -0,13 und -0,27, bei kurzfristigen Betrachtungen -0,3 und -0,73. Für nicht weiter spezifizierte Elastizitäten werden -0,39 und -0,48 angegeben, die einzige Mautpreiselastizität in der Untersuchung beträgt -0,45.

3.7.2.4 Fahrzeugabhängige Abgaben

Neben der Unterscheidung in verschiedene Fahrzeugtypen, bei denen die Größe, die Länge, das Gewicht, die Anzahl der Achsen und die Hubraumgröße (s. Kapitel 3.4) eine Rolle spielen können, kann auch eine Unterscheidung hinsichtlich der Schadstoffemissionen vorgenommen werden. Dies kann einmal pauschal über die Zuordnung der verschiedenen Motoren über Listen zu Emissionsklassen oder durch eine Unterscheidung der Antriebsarten (Otto-, Diesel- und Elektromotoren) geschehen. Theoretisch denkbar und auch technisch durchführbar ist eine Emissionsabgabenbestimmung des einzelnen Fahrzeugs durch Schadstoffmessung im Motor und Abgabenerhebung mit OBU. Diese fahrleistungsabhängige Möglichkeit der Bepreisung des knappen Gutes „Luft“ wird bei *Prescher* [PRESCHER 1994] beschrieben, ist jedoch wegen der Manipulationsgefahr, der schwierigen Kontrolle der Abgaben und der Problematik der unzureichenden Information vor der Fahrt über die tatsächlich anfallenden Abgaben während der Fahrt z.Z. nicht als realistisch zu bezeichnen. Trotzdem bietet diese Technologie eine weitaus genauere Zuordnung der Schadstoffemissionen, die mit pauschalen Methoden nur unzureichend abgebildet werden. Die verschiedenen Zustände des Motors, zusammen mit anderen Merkmalen (z.B. Zeit, Ort, Umgebungsbelastung), können direkt in die Abgabenbestimmung einfließen.

Das Road Pricing-Konzept von *Schütte* [SCHÜTTE 1998] besteht aus einem dreiteiligen System: Bei der Festlegung des Routen-Preises werden Belastungsgrenze, der Ort und der Zeitpunkt der Verkehrsnachfrage berücksichtigt. Die Belastungswirkungen aufgrund verschiedener Fahrzeuge werden durch Festlegung eines Fahrzeug-Standards (gesellschaftlich definierte Belastungsnorm) und die Abweichung des betrachteten Fahrzeugs davon durch Errechnung eines Fahrzeug-Multiplikators berücksichtigt. Die Fahrleistung fließt durch den Aufbau eines Zahlstellen-Netzes ein. Als Emissionsarten zur Ermittlung des Fahrzeug-Multiplikators werden Fahrzeuglärm und Luftschadstoffe (CO, CH+NO_x, CO₂ und Rußpartikel) aufgenommen.

Derzeit werden bei Road Pricing-Systemen nur grobe Unterscheidungen der Fahrzeugklassen durchgeführt (Pkw und Lkw). Die Berücksichtigung der Motorräder und anderer Krafträder ist dabei ein wichtiger, bisher vernachlässigter Punkt. Schwierigkeiten können sich bei diesem Verkehrsmittel bei der Befestigung von OBU ergeben. Motorradfahrer sind bezüglich der möglichen Reaktionen auf die Maßnahme eine unbekannte Größe, da keine Daten zu Elastizitäten von motorisierten Zweiradfahrern vorliegen. Krafträder tragen mitunter stark zum Lärmgeschehen bei, gehen aber nicht in die rechnerische Lärmermittlung (vgl. [BMV 1990]) ein. Eine Befreiung von den Abgaben oder besondere Bevorzugung kann zu einer unerwünschten Zunahme der Zweiräder führen. Die Abgasreinigung der Motoren durch Katalysatoren ist bei Motorrädern noch nicht weit verbreitet.

3.7.3 Festlegung der Verkehrsreduktion

3.7.3.1 Wahrnehmbare Veränderungen im Verkehr

Wahrnehmbare Veränderungen können sich durch reduzierte Verkehrsstärken (und damit z.B. durch die größere Wahrscheinlichkeit, als nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer eine ausreichende Zeitlücke zur Querung der Straße zu finden), durch kürzere Reisezeiten oder höhere Reisegeschwindigkeiten im Netz und einen meßbar geringeren Energieverbrauch, aber auch durch einen geringeren Flächenbedarf im ruhenden Verkehr ausdrücken und nicht zuletzt als Staureduktion bis hin zum staufreien Zustand in Erscheinung treten. Bei der Lärmbelastung macht erst eine Reduktion um -3 dB(A) eine hörbare Veränderung aus. Veränderungen um -

10 dB(A), die einer Halbierung der Lärmempfindung entsprechen, setzen jedoch eine Verminderung der Verkehrsstärke um 90% voraus.

3.7.3.2 Orientierung an der Staureduktion

Liegen Erfahrungen über die notwendige Abgabenhöhe vor, die dazu führt, daß Stauerscheinungen auf ein bestimmtes Maß reduziert oder ganz beseitigt werden, so können diese Erfahrungen für eine Preisbildungsmethode herangezogen werden. Dabei ist bei der Stauveränderung eine vollständige Dokumentation des Vorher-/Nachher-Zustands als ein sehr schwieriges Unterfangen zu betrachten, wenn nicht das gesamte Straßennetz mit Induktivschleifen, Belegungsmelder oder Kameras ausgerüstet ist oder ständige Beobachtungen durchgeführt werden. Neben der Überschreitung eines festgelegten Belegungsgrads können bei vergleichenden Messungen (vor und nach Einführung der Abgabe) auch die lokale Geschwindigkeit an einem Querschnitt, die Reisegeschwindigkeit oder eine Beurteilung des Verkehrszustands herangezogen werden. Möglich ist auch die Beschreibung der Auswirkung der Maßnahme mit Hilfe von Simulationsrechnungen oder Verkehrsumlegungen. Liegt nach Einführung der Maßnahme z.B. die Geschwindigkeit in einem Abschnitt über einem definierten Grenzwert, so kann für diese Festlegung von einem staufreien Zustand gesprochen werden.

3.7.3.3 Die stadtverträgliche Leistungsfähigkeit von Straßen

Neben der Betrachtung relativer Veränderungen der Kriterien der Stadtverträglichkeit, wie z.B. der Luft- und Schadstoffbelastung (s. auch Kapitel 3.7.3.5), können absolute Belastungswerte zur Kennzeichnung des Zustands der Stadtverträglichkeit herangezogen werden (zur Diskussion des Begriffes Stadtverträglichkeit s. Kapitel 1). Die Fallstudien typischer Hauptverkehrsstraßen der Berliner Innenstadt in [APEL 1994] ergaben, daß die stadtverträgliche Belastbarkeit bezogen auf die Kfz-Verkehrsleistungen mit 65 bis 75% der vorhandenen Belastung zu veranschlagen ist.

3.7.3.4 Der „notwendige“ Autoverkehr

Haag [HAAG 1996] bestimmt in der Veröffentlichung „Notwendiger Autoverkehr in der Stadt“ den Anteil an den Autofahrten, der

- sachlich erforderlich ist (durch Gepäcktransport, Mobilitätsbehinderung, Beförderung mehrerer Personen, Berufsausübung),
- aufgrund fehlender Verkehrsmittelalternativen (Fuß- und Radwege, ÖPNV) notwendig ist und
- durch Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Ziel- und Verkehrsmittelwahl sowie der Organisation von Aktivitäten nicht verändert werden kann.

Grundlage der Arbeit sind umfangreiche Befragungen in Karlsruhe und Kaiserslautern, bei denen Pkw-Nutzer, die Zielfahrten zu bestimmten Punkten mit unterschiedlicher Nutzung unternommen haben, Angaben über die Fahrten eines Ausgangs (definiert als Aktivitätenfolge, die zu Hause beginnt und zu Hause endet) und die Gründe für die Verkehrsmittelwahl gemacht haben. Durch die anschließende Betrachtung der Fahrten mit dem für die Ermittlung des sogenannten „notwendigen“ Autoverkehrs aufgestellten Modells wurden für alle Wege in Karlsruhe 67% des Verkehrsaufkommens und 81% der Verkehrsleistung als notwendig angesehen. Im Binnenverkehr sind dies aufgrund besserer Alternativen nur 52 bzw. 60%. Die Un-

terschiede zwischen Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung machen deutlich, daß heute in der Mehrzahl kurze Autofahrten als nicht-notwendig eingestuft werden. In Kaiserslautern liegt der Anteil des notwendigen Autoverkehrs (alle Wege) bei 73 bzw. 85%, für die Betrachtung des Binnenverkehrs ergeben sich 58 bzw. 63%. Diese schlechteren Ergebnisse in Kaiserslautern führt *Haag* auf das schlechtere ÖPNV-Angebot zurück.

Weitere Untersuchungen haben sich mit dem verlagerbaren Verkehr beschäftigt. Für den Raum Stuttgart berichtet *Schönharting* [SCHÖNHARTING 1996] über die Möglichkeiten zur Verlagerung des innerstädtischen MIV. Die Nutzung der Fahrzeuge hat unterschiedliche Gründe: 35% der Autofahrer sind aus objektiven Gründen auf den Pkw angewiesen, 25% der Autofahrer benutzen den Pkw aus subjektiven Gründen (einstellungsbedingte Vorbehalte und fehlende Information) und sind bedingt wahlfrei. Die restlichen 40% könnten jederzeit auf ein anderes Verkehrsmittel umsteigen.

Sonderauswertungen der KONTIV 82 (Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten) in Nordrhein-Westfalen [UEBERSCHAER 1988] ergaben, daß 51% des Pkw-Verkehrs aus verschiedenen Gründen als gebundener Verkehr und 49% als wahlfrei zu bezeichnen ist, der mit anderen Verkehrsmitteln durchgeführt oder eingespart werden könnte.

Die Untersuchung von *Haag* [HAAG 1996] zeigt, daß sich in Abhängigkeit von der Stadtgröße und Stadtstruktur verschiedene Anteile des notwendigen Autoverkehrs ergeben können. Eine Bestimmung der Abgabenhöhe durch den notwendigen Verkehr soll nicht weiter verfolgt werden, da dies neben einer umfangreichen Erhebung in der Beispielstadt zur Bestimmung des „notwendigen Autoverkehrs“ eine Information über die Höhe der Abgabe zur Erreichung einer Reduktion auf diesen Zustand notwendig macht.

3.7.3.5 Grenzwerte für Lärm- und Schadstoffemissionen

Bei einer Ausrichtung der Abgaben auf eine Reduktion zur Einhaltung der Grenzwerte für die Lärm- und Schadstoffbelastung sind die relevanten Werte heranzuziehen. Für die Lärmbelastung gelten folgende Orientierungswerte der Bauleitplanung nach DIN 18005 bzw. Grenzwerte der 16. BImSchV [BIMSCHG 1997] bei Neubau und wesentlicher Änderung der Straße:

Flächennutzung	Tag		Nacht	
	Orientierungswerte [dB(A)]	Grenzwerte [dB(A)]	Orientierungswerte [dB(A)]	Grenzwerte [dB(A)]
Schule, Krankenhaus, Altenheim	-	57	-	47
Reines Wohngebiet	50	59	40	49
Allgemeines Wohngebiet	55	59	45	49
Mischgebiet	60	64	50	54
Kerngebiet	65	64	55	54
Gewerbegebiet	65	69	55	59

Tabelle 3-2: Orientierungs- und Grenzwerte für die Lärmbelastung (Quelle: eigene Zusammenstellung)

Für die Luftschadstoffbelastung können folgende Leit- bzw. Grenzwerte der 23. BImSchV, der EG oder der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft [APEL 1994, BIMSCHG 1997]) angestrebt werden:

Beurteilungskriterien:	Leitkomponenten			
	NO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]	Benzol [µg/m ³]	Dieselpartikel [µg/m ³]
Jahresmittelwert	80 (nach TA Luft)	10 (nach TA Luft)	10*	8*
Jahresmedian	50 (EG-Leitwert)			
98%-Wert (1/2 h)	135 (EG-Leitwert) 160*	30 (nach TA Luft)		
EG-Grenzwert	200			

* Eingreifwerte der 23. BImSchV

Tabelle 3-3: Grenzwerte für Luftschadstoffe (Quelle: eigene Zusammenstellung)

3.7.3.6 Orientierung an einer idealen Verkehrsmittelaufteilung

In diesem Fall wird durch die Abgabe eine vorbestimmte Aufteilung auf nichtmotorisierte und öffentliche Verkehrsmittel angestrebt, die aus einem Verkehrsmittelwechsel resultieren soll und die aus verschiedenen Gründen als ideal angesehen werden kann, z.B. wegen einer bestimmten Luftschadstoffreduktion, einer bestimmten Querschnittsbelastung oder durch Vorgabe einer Kapazitätsgrenze der öffentlichen Verkehrsmittel.

3.7.3.7 Anforderungen des Wirtschaftsverkehrs

Der Wirtschaftsverkehr ist von steigendem Verkehrsaufkommen und sinkenden Reisegeschwindigkeiten ebenso betroffen wie der MIV. Der resultierende Zeitverlust führt wiederum zu höheren Personalkosten, steigenden Fahrzeugvorhaltekosten und einer ungenauen Terminplanung durch schwankende Fahrzeiten. Eine Verkehrsreduktion durch Straßenbenutzungsabgaben würde dem Wirtschaftsverkehr Zeitvorteile verschaffen, auch wenn dieser die Abgaben selber zu tragen hat. Der Rationalisierungseffekt sollte aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise größer oder mindestens in gleicher Höhe wie die Abgaben sein, die u.U. auch an die Kunden des Wirtschaftsverkehrs weitergegeben werden, da auch diesen daraus Vorteile erwachsen. Auch wenn Einigkeit darüber besteht, daß die Reisegeschwindigkeit für den Wirtschaftsverkehr zu erhöhen ist, gibt es jedoch keine Hinweise darüber, welche Abgabe zu welcher konkreten Verbesserung der Situation für den Wirtschaftsverkehr führen kann.

3.7.4 Applikationen von Systemen für Straßenbenutzungsabgaben

3.7.4.1 Städte mit Straßenbenutzungsabgaben

Neben den drei unten angesprochenen norwegischen Städten existiert bisher nur mit Singapur ein Beispiel für ein installiertes Road Pricing-Konzept. Norwegen, das mit 320.000 km² so groß wie Deutschland ist, jedoch nur 4,2 Mio. Einwohner zählt, verlangt von den Straßenbenutzern traditionell für die Benutzung vieler Brücken und Tunnel eine Maut. Es sollte jedoch festgehalten werden, daß die eingenommene Straßenmaut in Norwegen überwiegend zur Finanzierung von Straßenbaumaßnahmen eingesetzt wird.

Singapur

Als erste Stadt mit einem Road Pricing-System wird der Stadtstaat Singapur (2,6 Mio. Einwohner) genannt, der zur Vermeidung und Verringerung von Verkehrsengpässen 1975 das sogenannte ALS (Area Licensing Scheme) eingeführt hat. Die Benutzung einer Vignette wurde zur Pflicht für die Einfahrt in die 6,2 km² große Sperrzone mit 22 Zufahrten, jedoch zunächst nur in den Morgenstunden der Werktage von 7.30 bis 10.15 Uhr. Mit der Vignette war ein mehrmaliges Einfahren in die Zone möglich. Der Preis von anfangs 2 S-\$ (Singapur-Dollars) für einen Pkw wurde kontinuierlich bis auf 5 S-\$ (1980) angehoben, bei Firmenwagen und gewerblichen Fahrzeugen existierte ein erhöhter Tarif (ein Singapur-Dollar entspricht 1 DM), Busse, Motorräder, Polizei- und Rettungswagen und Pkw mit mehr als drei Personen waren von der Abgabe befreit. Seit 1989 kamen auch die Abendstunden von 16.30 bis 18.30 Uhr hinzu, die Ausnahmeregelungen wurden abgeschafft, die Abgaben insgesamt wieder gesenkt (z.B. auf 3 S-\$ für Pkw), Motorradfahrer hatten nun 1 S-\$ zu entrichten. Darüber hinaus gibt es ein Kennzeichensystem für Pkw, die nur sonntags fahren [KABUS 1994]. Die Erhebungszeit wurde in den 90er Jahren auf die Zeit zwischen 7.30 bis 18.30 Uhr ausgedehnt. Zusätzlich wurde an Samstagen zwischen 7.30 und 15 Uhr eine Vignette notwendig. Neben der Ganztags-Lizenz wurde auch eine Teilzeit-Lizenz eingeführt [COCHRANE 1986, HOLLAND/WATSON 1978, KEUCHEL 1992, NICKEL 1991, OECD 1988, SCHÜTTE 1998, UITP-EXPRESS 1995/1996, YEARSLEY 1991].

In Bezug auf die gesetzten Ziele war die Einführung einer Gebietslizenz in Singapur ein Erfolg. In der Morgenperiode verminderte sich die Anzahl der Pkw nach der Einführung 1975 um mehr als 30%, weit mehr, als angestrebt worden war. Die Fahrtenanzahl während der halben Stunde vor der abgabenpflichtigen Morgenperiode erhöhte sich um 23%; die Zahl der von der Lizenzpflicht ausgenommenen Fahrzeuge mit vier oder mehr Personen erhöhte sich in der Morgenperiode um 60%. In der Abendperiode ergab sich 1989 ein Rückgang von 46% ohne

deutliche Verkehrszunahme kurz vor und nach der Sperrzeit. Nur vier Prozent der Personen, die durch die Vignettenpflicht ihr Verkehrsverhalten geändert haben, sind auf öffentliche Verkehrsmittel umgestiegen. Ein negativer Einfluß auf den Einzelhandel innerhalb des Gebiets konnte nicht nachgewiesen werden, die Geschäftsleute haben die Maßnahme nach anfänglichen Widerständen positiv aufgenommen [COCHRANE 1986, HOLLAND/WATSON 1978, KEUCHEL 1992, OECD 1988, UITP-EXPRESS 1995/1996, YEARSLEY 1991].

Wichtig für die Bewertung der Auswirkungen in Form von hohen Fahrtenreduktionen sind jedoch die hohen Importzölle, Zulassungsgebühren, zusätzlichen Zulassungsgebühren und Quotensysteme für Pkw. Dazu kamen hohe Parkabgaben und ein gleichzeitiger Ausbau des ÖPNV. Damit sind die Ergebnisse nicht auf europäische Verhältnisse übertragbar. Nachdem im Jahr 1997 drei große Tests eines Konsortiums mit je 2,6 Mio. Abbuchungsvorgängen der 165 Testfahrzeuge die Einsatzfähigkeit bewiesen haben, wird seit März 1998 an zunächst zwei Erhebungspunkten elektronisch abgebucht. Insgesamt 1,06 Mio. Fahrzeuge wurden mit Transpondern ausgerüstet, 670.000 davon kamen aus Singapur [TOLLTRANS 1997]. Das elektronische System mit Mikrowellenkommunikation (2,4 GHz), On Board Unit und Smart Card zeigte anfänglich Probleme, die bei Nutzern mit älteren Kartentypen auftraten [THE INTELLIGENT HIGHWAY 1998].

Der Umfang des Vertrages in Höhe von 197 Mio. S-\$ umfasste auch die kostenfreie Ausrüstung der ersten Fahrzeuge mit Transpondern. Nach dem Ablauf einer Frist mußte ein Preis von 80 S-\$ entrichtet werden. Für den Zeitraum der Ausrüstung aller Fahrzeuge mit Transpondern sind zehn Monate veranschlagt worden, parallel konnten Vignetten benutzt werden. Seit September 1998 ist das ganze Road Pricing-System mit 33 Erhebungsstellen und je zwei Brücken in Betrieb [WWW 1998b, 2001]. Die Straßenbenutzungsabgabe beträgt nun 2 S-\$ je Überfahrt. Detaillierte Informationen für die Nutzer sind über das Medium Internet abrufbar.

Bergen

Bergen, mit 200.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Norwegens vor Trondheim und auf einer Halbinsel gelegen, verlangt als erste europäische Stadt seit 1986 werktags von 6-22 Uhr für die Einfahrt an 6 Kordonstellen eine Maut von etwa 1,25 DM (5 NOK) für einen Pkw, für Lkw ab 3,5 Tonnen das Doppelte, Mopeds und Linienbusse sind ausgenommen. Es existieren Ermäßigungen für Monats- oder Jahrespässe. Eine Vorher-Nachher-Untersuchung mit Briefbefragungen von ca. 350 Fahrzeugbesitzern der Region wurde durchgeführt, um Informationen über die Veränderungen im Verkehrsverhalten zu gewinnen. Das tägliche Fahrtenaufkommen von Fahrzeugen mit Dauertickets stieg im Zentrum innerhalb der Abgabenperiode um ca. 5,4%, außerhalb sogar um 19,7%. Bei Fahrzeugen ohne Dauerticket fiel das Fahrtenaufkommen im Zentrum innerhalb der Periode um rund 30%, wobei in der Zeit zwischen 6 und 9 Uhr eine Reduktion um rund 41% ermittelt wurde. Die Maßnahme führte insgesamt zu einem Rückgang der passierenden Fahrzeuge von 6 bis 7%, die Besetzung der Fahrzeuge hat sich nicht verändert. Den Einnahmen von etwa 13 Mio. DM im Jahr 1986 standen Ausgaben von etwa 2 Mio. DM gegenüber [LARSEN 1988, KEUCHEL 1994, NICKEL 1991, SCHÜTTE 1998]

Oslo

In Oslo (700.000 Einwohner) wurde im Februar 1990 ein großer Mautring mit 19 Stationen in einer Entfernung von drei bis acht Kilometern vom Stadtzentrum geschaffen. Die Maut beträgt 11 NOK bei Barzahlung und wird an jedem Wochentag rund um die Uhr in konstanter Höhe erhoben. Lkw zahlen eine Maut in doppelter Höhe; Busse im öffentlichen Verkehr, Not-

fallfahrzeuge, Motorräder und Fahrzeuge zur Beförderung Behinderter sind von der Maut befreit [SCHÜTTE 1998]. Die Hälfte der abgefertigten Fahrzeuge hatte 1991 eine Dauerkarte (wie in Bergen existieren Monats-, Halbjahres- oder Jahreskarten), 60% davon werden von den Arbeitgebern bezahlt. An Werktagen sind etwa 260.000 Fahrzeuge von der Maut betroffen, die Verkehrsreduktionen sind als gering zu bezeichnen: in der Hauptverkehrszeit 1,25%, zwischen den Hauptverkehrszeiten 1,39% und in der restlichen Zeit 4,07%. Trotz der hohen Preise ist dieses Maß der Reduktion nicht als signifikant zu bezeichnen. Den jährlichen Kosten (ca. 7 Mio. DM Investitionskosten bei einer Abschreibungszeit von 15 Jahren und ca. 17 Mio. DM Betriebskosten) standen 1991 Einnahmen von ca. 150 Mio. DM gegenüber. Eine Erhebungsstelle verursacht jährlich im Mittel Kosten in Höhe von 1,1 Mio. DM, wobei die Betriebskosten mit 860.000 DM zu Buche schlagen. Schon 1992, ein Jahr nach der Einführung, bezahlten 63% der Verkehrsteilnehmer die Maut mit dem externen, elektronischen System (Post Pay-Verfahren). 135.000 Fahrzeuge waren mit diesem elektronischen Nummernschild ausgerüstet [ADAC 1991, KEUCHEL 1994, ROTHENGATTER 1994, SOLHEIM 1992].

Ramjerdi [RAMJERDI 1995] hat eine Paneluntersuchung der Jahre 1989 und 1990 ausgewertet und kommt zu dem Schluß, daß sich durch die Einführung des Kordon-Modells und durch eine Rezession im Osloer Raum eine Reduktion der Pkw-Fahrten um 5% eingestellt hat. Für den Fahrtzweck Arbeit ist der Einfluß der Maut auf das Verkehrsaufkommen als nicht signifikant zu bezeichnen, bei den anderen Zwecken beträgt die Elastizität -0,016.

Larsen/Rekdal [LARSEN/REKDAL 1996] haben Modellrechnungen für Oslo angestellt, die tageszeitabhängige Abgaben als Grundlage des Road Pricing-Systems haben. Dabei wurde von einem Preis von 15 NOK bzw. 30 NOK in den beiden Spitzenstunden morgens und nachmittags ausgegangen. Nicht nur die Höhe und die Struktur der Abgabe unterschied sich von der heutigen Realität, sondern auch die Dauer der Erhebung, die zu geringeren Betriebskosten führt: werktags und an Wochenenden zwischen 6 und 18 Uhr. Neben der ersten Variante mit diesen Grundvoraussetzungen gab es eine zweite mit einem Zonensystem, bei dem bei jeder Querung einer Zone bezahlt wird, in der Summe aber nicht mehr als die in Variante 1 zu entrichtenden 30 NOK. Die Varianten 3 und 4 zeichnen sich durch gleiche Voraussetzungen bezüglich der Zonen wie in den Varianten 1 und 2 und durch eine zusätzliche Erhöhung der Bedienungsfrequenz des ÖPNV um 25% in den Spitzenstunden aus. Für die einzelnen Varianten ergeben sich Reduzierungen des Kraftstoffverbrauchs zwischen 23 und 28%. Die weiteren Reduktions- und Gewinnmöglichkeiten, die vor dem Hintergrund der heutigen Situation mit einer vorhandenen Maut gesehen werden müssen, sind in Tabelle 3-4 dargestellt. Die Abgaben für den Schwerverkehr sollen die doppelte Höhe erreichen, dieser zeigt sich aber nach Meinung der Autoren unbeeinflusst von der Maßnahme.

Veränderungen	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Reduktion der Kordonquerungen während der Frühspitze [Kfz/h]	6.600 (-19%)	4.000 (-11%)	7.300 (-21%)	4.700 (-13%)
Ersparnis der jährlichen Zeit- und Betriebskosten [Mio. DM]	24	17	29	23
Veränderung der jährlichen Erträge des Mautsystems [Mio. DM]	+22	-0,5	+18	-4

Tabelle 3-4: Auswirkungen eines tageszeitabhängigen Road Pricing-Systems in Oslo (Ergebnisse einer Modellrechnung, nach [LARSEN/REKDAL 1996])

Trondheim

Seit Ende 1991 gehört auch Trondheim (130.000 Einwohner) zu den norwegischen Städten mit Road Pricing. Dort wird werktags von 6 bis 17 Uhr an zwölf Stationen, von denen nur zwei mit Personal besetzt sind, die Einfahrt mit einer Maut in Höhe von 10 NOK belegt, Zeitkarten werden nicht angeboten. Lkw über 3,5 t zahlen den doppelten Preis. Busse des öffentlichen Verkehrs und Motorräder haben keine Maut zu entrichten. Von Anfang an wurde das System auf ein elektronisches Abbuchen ausgerichtet, das die Funktionen des Pre Pay und des Post Pay besitzt. Etwa 65.000 (85%) der in Trondheim registrierten Fahrzeuge sind mit dem Gerät ausgerüstet, das im Fahrzeug angebracht wird. Mit dem Kordon wird ein Gebiet umschlossen, in dem 40% der Bevölkerung lebt und die meisten Arbeitsplätze, Handels- und Dienstleistungseinrichtungen liegen [KEUCHEL 1994, SCHÜTTE 1998].

Für die Zeit vor und nach der Einführung des Mautkordons wurden in den Jahren 1990 und 1992 detaillierte Untersuchungen zum Verkehrsverhalten durchgeführt. Neben der Unterscheidung zwischen Berufsverkehr und Einkaufsverkehr wurden bei den Befragungen für die Personen, die eine Veränderung durch das Road Pricing-System bestätigten, die Kategorien zeitliche Verschiebung, Verkehrsmittelwechsel, Reisezielsubstitution, Fahrtverzicht, Bilden von Fahrgemeinschaften, Routenänderung und sonstige Veränderungen vorgesehen. Ähnlich wie in Oslo konnten deutliche Unterschiede zwischen den Auswirkungen im Berufsverkehr zu den Hauptverkehrszeiten und dem Einkaufsverkehr ausgemacht werden. Im Berufsverkehr wurde das Verkehrsmittel gewechselt und es wurden häufiger Fahrgemeinschaften gebildet, der Einkaufsverkehr wurde stärker in abgabefreie Zeiten (Abende und Wochenenden) verlagert. Die Veränderungen des Verkehrsaufkommens der von der Maßnahme beeinflussten Personen im Berufs- und Einkaufsverkehr sowie bei sonstigen Fahrtzwecken stellen sich wie folgt dar:

Auswirkungen	Berufsverkehr	Einkaufen/Besorgung	Sonstiger Zweck
Zeitliche Verschiebung	2%	18%	15%
Verkehrsmittelwechsel	5%	2%	2%
Zielsubstitution	-	12%	3%
Fahrtverzicht	2%	12%	8%
Fahrgemeinschaft bilden	2%	1%	1%
Routenänderung	2%	5%	5%
Sonstige Änderung	1%	1%	1%
Summe	14%	51%	35%

Tabelle 3-5: Auswirkungen des Road Pricing in Trondheim bei verschiedenen Fahrtzwecken (nach [KEUCHEL 1994])

Die Anzahl der gesamten stadteinwärts durchgeführten MIV-Fahrten nahm nichtsignifikant um 3,8% von 0,31 auf 0,30 Fahrten pro Tag und Person ab. Die Gesamtzahl der MIV-Fahrten nahm signifikant um 5,6% von 1,76 auf 1,66 ab. Eine Zunahme von Fahrtenketten wurde nicht beobachtet, die Anzahl nahm eher leicht ab. Die Dauer der einzelnen Fahrten im Mittel über alle Fahrten im Stadtgebiet nahm um etwa 7% zu, was auf eine häufigere Umfahrung der Innenstadt zurückzuführen ist. Während die Verkehrsstärke in der Abgabenperiode um ca. 10% abnahm, stieg sie während der anderen Stunden um ca. 9% [ELVESTADT 1995, KEUCHEL 1994, HERVIK/BRAATHEN 1994].

3.7.4.2 Feldversuche mit Straßenbenutzungsabgaben in Ballungsräumen

Hong Kong

Hong Kong (5,5 Mio. Einwohner) ist mit einer Bevölkerungsdichte von bis zu 150.000 Einwohnern/km² extrem dicht besiedelt, hat jedoch eine geringe Pkw-Dichte, die trotzdem Anfang der 80er Jahre zu unhaltbaren Zuständen führte. Wie auch in Singapur wurde in Hong Kong der Pkw-Besitz durch mehrere hohe Abgaben erschwert, die jedoch nicht die gewünschte Reduktion der Pkw-Nutzung herbeiführten, da sie offenbar besonders Haushalte mit geringem Einkommen trafen und in den ohnehin nicht überlasteten Außenbezirken („New Territories“) eine größere Wirkung als im Innenstadtbereich beobachtet wurde. Im Zeitraum von 1983 bis 1985 wurde ein Electronic Road Pricing-System errichtet, das 1985 mit 2.600 Versuchsfahrzeugen nur kurzzeitig getestet werden konnte, jedoch eine hohe Zuverlässigkeit gezeigt hat. Dazu wurden die Fahrzeuge mit elektronischen Plaketten, sogenannten Electronic Number Plates, ausgerüstet, die mit den in den Straßen eingelassenen 200 Induktivschleifen an 18 Erfassungsstellen kommunizieren konnten. Das Stadtgebiet wurde in mehrere Zonen mit Zahlstellen unterteilt, die so klein waren, daß nur wenige Fahrten innerhalb der Zone stattfinden können. Bei Überfahrt der Schleife wäre der Halter zwischen 7 und 19 Uhr anhand der unter dem Fahrzeug befestigten, energielosen Kennzeichen identifiziert und die Abgabenhöhe berechnet worden, die an der Straße über Displays angezeigt wurde. Die Rechnung sollte dem Halter monatlich zugesandt werden. Ausnahmen von der Erhebung sollten für Fahrzeuge des ÖPNV und des Wirtschaftsverkehrs sowie für Taxis gemacht werden. Dazu wurde eine Halbierung der Kraftfahrzeugsteuer in Aussicht gestellt.

Für die Einrichtung des Systems waren drei Möglichkeiten vorgesehen:

- Plan A sah ein Zonensystem mit fünf Zonen, 130 Abgabenstellen und tageszeitlich gestaffelten Tarifen vor.
- Plan B unterschied sich von Plan A nur durch die Reduzierung auf 115 Abgabenstellen.
- Plan C sah 13 Zonen und 185 Abgabenstellen vor.

Für diese Zonen wurde eine Verkehrsreduktion im Bewirtschaftungsbereich und zu den abgabepflichtigen Zeiten von 20 bis 24% prognostiziert, die durchschnittliche Reduktion sollte 9 bis 13% betragen. Der Verkehrsmittelwechsel wurde auf 9 bis 13%, das Ausweichen in andere Zeitbereiche auf 5 bis 6% beziffert. Für das ganze Stadtgebiet wurden Kraftstoffeinsparungen von 6 bis 9%, eine Reduktion der Luftschadstoffemissionen um 17% und die der Unfallkosten um 2 bis 4% vorhergesagt. 1985 wurden die Investitionskosten auf etwa 55 Mio. DM und die jährlichen Betriebskosten auf etwa 3,5 Mio. DM beziffert, was zu jährlichen Kosten von etwa 11,5 Mio. DM geführt hätte. Die jährlichen Bruttoeinnahmen wurden mit etwa 90 bis 125 Mio. DM beziffert [BERTRAM 1990, BOBINGER 1993, CATLING 1985, DAWSON 1985, HARRISON 1986, SCHÜTTE 1998,].

Das System stand kurz vor der Einführung, mehrere Gründe führten jedoch zum Abbruch, vor allem die öffentliche Ablehnung der Datenhaltung im Zentralcomputer. Daneben wurden als Gründe z.B. die Rezession, die ungewisse politische Zukunft der Kronkolonie und die sich deutlich bemerkbar machenden fiskalischen Maßnahmen genannt. Ganz aufgehoben ist der Gedanke an eine Einführung eines Electronic Road Pricing jedoch nicht, da Tests durchgeführt werden, um eine Entscheidung zugunsten eines 5,8 GHz-Mikrowellensystems oder eines GPS-Systems für etwa 300 Erhebungspunkte zu fällen [TOLLTRANS 1997].

Stuttgart

Ziel des MobilPass-Feldversuchs in Stuttgart (560.000 Einwohner) war, die Reaktionen auf eine bestimmte Höhe der Abgabe und die Zuverlässigkeit des Systems zu untersuchen. Dabei wurden die drei von der B 7 herführenden Zufahrten im Süden der Stadt, wo wegen der Topologie des Gebietes wenig Ausweichmöglichkeiten geboten werden, mit Baken (Mikrowellentechnik) ausgestattet und 400 Pkw der freiwilligen Teilnehmer mit Bordgeräten ausgerüstet. Namensgeber für den Versuch war der Titel „Mobility Pricing by Automatic Systems in Stuttgart“ und die Mobil-PASS genannte Smart Card für mehrere Einsatzzwecke, z.B. für den ÖPNV. Seit Februar 1994 wurden die Zeitpunkte einer Fahrt und ihre Dauer, die gefahrene Strecke, der Fahrtzweck und die subjektive Einschätzung der Wichtigkeit der Fahrt protokolliert. Seit Mai 1994 wurde von den Baken bei Einfahrt in das Stadtgebiet abgebucht, ohne jedoch eine Kontrolle vorzunehmen. Die am Monatsanfang aufgebuchten Beträge auf der Smart Card wurden jedoch drei Wochen später auf ein Girokonto gutgeschrieben, verbleibende Guthaben pro Monat konnten aufsummiert werden und wurden am Ende bis zu maximal 200 DM ausgezahlt. Somit wurde das Geld nicht aus eigener Tasche gezahlt; durch die beschriebene Vorgehensweise sollte den Versuchsteilnehmern aber das Gefühl vermittelt werden, tatsächlich Geld auszugeben. Fünf Preisphasen mit einer Dauer von je zwei Monaten umfaßte der Versuch, wobei unterschiedliche Preismodelle zum Einsatz kamen, die in Abhängigkeit von der Tageszeit gestaffelt waren und nach der Höhe der Belastung ausgewählt wurden. In den Phasen I und II waren Abgaben in Höhe von 2, 3 oder 4 DM fällig, in der Phase III 2, 4, 6 oder 8 DM, wobei diese dynamische Preisspitze von 8 DM für die Zeit zwischen 6.45 und 7.15 Uhr sowie zwischen 7.45 und 8.15 Uhr am Morgen festgelegt wurde und für eine Reduktion der Fahrtenhäufigkeit um mehr als 30% sorgte. Als geringste Reduktion wurde ein Wert von 16% ermittelt. In den Preisphasen IV und V wurden an den drei Erhebungsstellen unterschiedliche Abgaben verlangt, um das räumliche Ausweichen der Verkehrsteilnehmer zu beobachten. Informiert über die Preisbelastung wurden die Teilnehmer schriftlich und über Wechseltextanzeigen an den Straßen. Der Anteil der beeinflussten Fahrten stieg von 10,4% in der ersten Phase bis auf 27,5% in der fünften Phase an. Als Reaktionen konnten der Verkehrsmittelwechsel, die Bildung einer Fahrgemeinschaft, die Zielsubstitution, das Zusammenfassen von Zielen, die zeitliche Verschiebung der Fahrten und der Routenwechsel erkannt werden. Am Versuchsende im März 1995 lagen 40.000 bis 50.000 Versuchsfahrten der Teilnehmer vor [ECKERT 1995, FAW 1995, MOCK-HECKER 1998].

Leicester

Die mittelenglische Stadt mit 300.000 Einwohnern startete 1997 einen Feldversuch mit 100 Teilnehmern, die das System LERTS (Leicester Environmental Road Tolling Scheme) testeten, das die Einfahrtsabgaben über Verkehrsstärken und Daten der Luftmeßstationen ermittelt und den Fahrern über mobile Hinweisschilder, lokale Radiostationen mit RDS (Radio Data System), Internet oder Bildschirmtext mitteilt. Da die Stadt Leicester wie Florenz und Stuttgart am europäischen Forschungsprogramm EUROTOLL teilnimmt, sind die Randbedingungen des Versuches mit dem in Stuttgart identisch. Während des achtmonatigen Feldversuchs wurde das Abgabensystem alle vier Wochen geändert [BURTON 1997, TRL-NEWS 1996].

3.7.4.3 Projekte innerhalb des Forschungsprogramms der EU

Generell kann angemerkt werden, daß bei den EU-Projekten PAMELA, ADEPT und GAUDI die Entwicklung der Road Pricing-Technologie im Vordergrund stand und keine Betrachtungen möglicher Nachfrageänderungen angestellt wurden.

Zu den Teilnehmern des Forschungsprojektes ADEPT (Automatic Debiting and Electronic Payment for Transport) gehörten die Städte Cambridge, Göteborg, Lissabon und Thessaloniki, die sich in verschiedener Form mit Electronic Road Pricing-Systemen oder anderen Formen des Nachfragemanagements mit elektronischer Zahlweise beschäftigen [BLYTHE/HILLS 1994a,b]. Vorgänger von 1989 bis 1991 war das Projekt PAMELA (Pricing and Monitoring Electronically of Automobiles) [BLYTHE/HILLS 1991, 1992, THORPE/HILLS 1991]. Besonders zu erwähnen ist das für die Innenstadt des nördlich von London gelegenen Cambridge entwickelte System [HUGHES/ISON 1992, SMITH U.A. 1994], das einer Umsetzung der Theorie vom Erheben einer stauabhängigen Abgabe (Congestion Pricing) entspricht (s. Kapitel 3.5). ADEPT II [POLAK U.A. 1997] startete 1995 und beinhaltet Städte mit Electronic Road Pricing-Systemen in der Testphase (Göteborg, Helsinki und Newcastle).

Mit fünf teilnehmenden Städten (Barcelona, Bologna, Dublin, Marseille und Trondheim) und über 25 Partnern ist GAUDI (Generalised and Advanced Urban Debiting Innovations) das größte europäische Forschungsprojekt auf diesem Feld. Hauptforschungsgegenstand sind Smart Cards für verschiedene Anwendungen im Verkehrssektor, darunter Smart Cards für Kordonpunkte in Dublin, Marseille und Trondheim [HAYES/CABRERO 1995, HAYES U.A. 1995, MELAND 1995].

3.7.4.4 Planungen von Straßenbenutzungsabgaben in Ballungsräumen

Road Pricing-Konzept Randstad („Rekening Rijden“)

Die Randstad Holland ist eine stark verstädterte Planungsregion mit mehreren Zentren im Westen der Niederlande und wird von 30% der Gesamtbevölkerung, was einer Zahl von ca. 4 Mio. Einwohnern entspricht, bewohnt. Zu den Zentren gehören auch die drei großen Städte Amsterdam, Den Haag und Rotterdam mit jeweils über 500.000 Einwohnern. Am Ende der 80er Jahre machte man sich in den Niederlanden Gedanken, wie die schlechten Verkehrsverhältnisse in der Randstad verbessert werden könnten. Zur Finanzierung des Ausbaus der Uferverbindungen sollte eine Straßenbenutzungsabgabe erhoben werden, die jedoch später als ein Mittel zur Eindämmung des Kraftfahrzeugverkehrs in den Innenstadtbereichen bezeichnet wurde. Zwischen den Erhebungsstellen sollte außerhalb der Spitzenzeiten eine Strecke von ca. 25 km liegen, innerhalb der Spitzenzeiten sollten zusätzliche Zonen („Screenlines“) herangezogen werden, um ein dichteres Erhebungsnetz zu schaffen (Abstand 15 km). Die Abgabe pro Erhebungsstelle sollte innerhalb der Spitzenzeiten ca. 3 DM, außerhalb die Hälfte betragen; die durchschnittliche Abgabe eines Pkw-Nutzers aus einer größeren Stadt wurde mit ca. 8 DM pro Tag angegeben [SCHÜTTE 1998]. Nachdem das System mit straßenseitiger Infrastruktur, Mikrowellentechnologie, On Board Unit und Smart Card festgelegt war und das erste Vorzeigeprojekt dieser neuen Technologie in Europa hätte werden können, wurde das Projekt Anfang der 90er Jahre aufgrund heftiger politischer Widerstände gestoppt [STOELHORST/ZANDBERGEN 1990, VAN WIJK 1990]. Da das Thema Rekening Rijden in den folgenden Jahren nichts an Aktualität eingebüßt hat [BOVY 1994], ist inzwischen erneut die Durchführung von Versuchsphasen vorgesehen [PICKFORD 1997]. Für das System werden Reduktionen des Verkehrsaufkommens von 18% während der Hauptverkehrszeit und von 9% im Werktagdurchschnitt prognostiziert [BOVY 1994].

London

Als umfangreichste und interessanteste Untersuchung für ein Road Pricing-System in Ballungsräumen konnte das London Congestion Charging Research Programme bezeichnet werden, das vom britischen Verkehrsministerium initiiert wurde. Nachdem die Idee, auch über ein Road Pricing in der britischen Hauptstadt (6,8 Mio. Einwohner) nachzudenken, in der Politik über Jahre nicht verfolgt wurde [BANISTER 1994], hat sich das Blatt am Anfang der 90er

Jahre gewendet. Zwischen 1991 und 1995 wurde die hier angesprochene Studie erstellt [BATES U.A. 1996, MAY U.A. 1996a, b, MVA CONSULTANCY 1995, RICHARDS U.A. 1996a, b, c]. Im Jahr 1995 ist dann jedoch das Projekt aufgegeben worden.

Im Vorfeld wurde zunächst die geeignete Form der Erhebung innerhalb des von der Autobahn M 25 umschlossenen Stadtgebiets ausgewählt. Die in Frage kommenden Formen wurden in punktbezogene (Kordons mit radialen Durchfahrtslinien) und gebietsbezogene Erhebungsarten (zeit-, geschwindigkeits- und fahrleistungsabhängig oder als Zufahrtvignette) unterschieden, wobei die gebietsbezogenen aus mehreren Gründen fallengelassen wurden. So kamen Papiervignetten wegen der ungenügenden Kontrollierbarkeit bei der Einfahrt nicht in Frage. Zeit- und geschwindigkeitsabhängige Verfahren wurden wegen der Gefahr, die Abgaben durch zu hohe Geschwindigkeiten zu kompensieren und dadurch das Unfallrisiko zu steigern, verworfen. Bei fahrleistungsabhängigen Abgaben besteht die Gefahr, daß nur die wegekürzesten Routen und Abkürzungen benutzt werden. Die vorgebrachten Zweifel entsprechen somit den hier schon bei der Cambridge-Technik angesprochenen Problemen. Die Wahl fiel auf ein Mikrowellensystem (5,8 GHz) mit einer OBU und der Wahl zwischen dem Pre Pay- und Post Pay-Verfahren. Als Kordons innerhalb der M 25 stehen Straßenringe zur Verfügung, die einen Einfluß auf die Größe der Abgabengebiete haben. Die drei möglichen Gebiete (Varianten A, B und C) haben folgende Ausmaße:

- Gebiet innerhalb des Inneren Straßenringes („Central London“)
- Gebiet innerhalb der South Circular Road („Central and Inner London“) mit dem Zentrumskordon des Inneren Straßenringes als zweiten Ring
- Gebiet in einem äquidistanten Ring um das Stadtzentrum im Abstand der nördlichen äußeren Ringstraße (North Circular Road) als dritten Kordon, Unterteilung des innenliegenden Gebiets in neun Zonen

Weiterhin wurden diese drei Hauptvarianten nochmals differenziert nach Einfahrtabgaben, gleichzeitigen Ein- und Ausfahrtabgaben (doppelte Erhebungsinfrastruktur) und nach tageszeitabhängiger Abhängigkeit betrachtet. Dabei wurde zwischen einem niedrigen (2 Pfund) und einem hohen Betrag (8 Pfund) unterschieden, der mit einem Zuschlag am zweiten Ring (1 Pfund bzw. 4 Pfund) kombiniert werden könnte. Preisdifferenzierungen für verschiedene Fahrzeugkategorien waren nicht vorgesehen, Motorräder waren ausgenommen. Der sehr hohe Betrag bei Passieren der Kordons in Hin- und Rückrichtung bei einem hohen Abgabensatz von insgesamt 24 Pfund (8 und 4 in beiden Richtungen), was etwa 72 DM pro Tag bedeuteten würde, kann aber nicht als realistisch betrachtet werden. Auch bei der einfachsten Variante mit einem Kordon wären bei der Einfahrt noch etwa 6 DM zu entrichten. Die oben angegebenen Abgabebeträge beziehen sich auf eine konstante Erhebung zwischen 7 und 19 Uhr an Werktagen. Um die Auswirkungen der verschiedenen Kombinationen der geplanten Road Pricing-Varianten auf die Fahrleistungen, die Reisegeschwindigkeiten, die Schadstoffemissionen, die Investitions- und Betriebskosten, die Erlöse und die Auswirkungen auf andere Verkehrsbereiche zu quantifizieren, wurde innerhalb des Verkehrsmodells ein Baustein zur Verkehrsmittelwahl und zur Wahl der Abfahrtszeit vorgesehen. Die notwendige Kalibrierung des Modells wurde anhand von Befragungen vorgenommen. Dabei sollte eine Wahl zwischen zwei Pkw-Fahrten in die Londoner Innenstadt, der besten ÖPNV-Alternative oder dem Fahrverzicht getroffen werden. Die beiden Pkw-Fahrten hatten verschiedene Ausprägungen der Merkmale Abfahrtszeit und Ankunftszeit an Wohn- und Zielort, Reisezeit, Aufenthaltsdauer am Ziel, Gesamtabgabe und Gesamtparkgebühren.

Eine konstante Abgabe zwischen 7 und 19 Uhr von 2 Pfund in Central London als realistischer Wert führt nach den Modellrechnungen bei Variante A zu einer Reduktion der Fahrleistungen um 8%. In der Tabelle 3-6 sind die Auswirkungen auf Fahrleistung, CO-Emission, Investitionskosten und jährliche Betriebskosten sowie die Einnahmen (unter Berücksichtigung der Veränderungen im ÖPNV und der Veränderung der Einnahmen aus Parkgebühren) für die drei Varianten und die jeweiligen Kordongebiete angegeben. Bei Variante B soll zusätzlich am zweiten Kordon eine Abgabe von 3 DM erhoben werden, bei der Erhebung in beide Richtungen wurde eine tageszeitliche Differenzierung der Abgabe angesetzt (Variante C).

	Variante A	Variante B	Variante C
Reduktion der Fahrleistung [%]:			
1. Kordon (innerster Ring)	-5 bis - 8	-6 bis - 8	- 5
2. Kordon	- 1	- 3	- 3
3. Kordon	- 1	- 1	- 1
Reduktion der CO-Emission [%]:			
Erfassung nur einwärts	-20	-9	-
Erfassung ein- und auswärts	-14	-8	-8
Investitionskosten [DM]:			
Erfassung nur einwärts	420 Mio.	795 Mio.	-
Erfassung ein- und auswärts	450 Mio.	885 Mio.	1.005 Mio.
Betriebskosten [DM/Jahr]:			
Erfassung nur einwärts	165 Mio.	330 Mio.	-
Erfassung ein- und auswärts	180 Mio.	375 Mio.	465 Mio.
Einnahmen [DM/Jahr]:			
Erfassung nur einwärts	420 Mio.	795 Mio.	-
Erfassung ein- und auswärts	195 Mio.	720 Mio.	840 Mio.

Tabelle 3-6: Road Pricing-Varianten und Auswirkungen in London (Ergebnisse einer Szenarienrechnung, Quelle: nach [MVA CONSULTANCY 1995])

Bristol

Als Folge der umfangreichen Voruntersuchungen für ein Road Pricing-System in London wurden auch in der britischen Stadt Bristol (420.000 Einwohner) diesbezügliche Überlegungen angestellt. Aufgrund der Überlegungen, die für London zur Auswahl eines Mikrowellen-Kordonsystems mit der Erhebung an den Einfahrtspunkten geführt hätten, wählte man auch in Bristol dieses System, das den Stand der Technologie darstellt. Ein Satellitensystem wurde wegen nicht gelöster Probleme verworfen. Ein Geflecht von Kordons und Screenlines mit dichten Abständen sollte eine Annäherung an eine fahrleistungsabhängige Straßenbenutzungsabgabe bewirken. Eine Abgabe von etwa 1,50 DM je Kordon wurde gewählt, was zu einer Gesamtbelastung von 6 DM bei einer Fahrt aus dem Norden und 4,50 DM bei einer Fahrt aus dem Süden geführt hätte. Untersuchungsbegleitend wurden Befragungen von Nutzern des MIV (419 Pendler) und in Wirtschaftseinheiten (maßgebliche Beschäftigte in 200 Betrieben) durchgeführt. Da bei den Pendlern als mögliche Reaktion auf die Abgabe in der Befragung auch die frühere Abfahrt zur Umgehung der Kosten gegeben war, wählten fast 50% diese Antwort. Etwa 15% votierten für einen Verkehrsmittelwechsel, wenige würden auf die Fahrt verzichten (überwiegend beim Fahrtzweck Einkauf) und das Ziel wechseln. Über 25% gaben keine Verhaltensänderung an [COLLIS/INWOOD 1996].

Stockholm

Als Teil des sogenannten „Dennis-Plans“ zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse mit einem Gesamtvolumen von ca. 9 Mrd. DM - unter Einschluß von Straßenbaumaßnahmen und Investitionen in den öffentlichen Verkehr - war für die schwedische Hauptstadt (1,7 Mio.

Einwohner) auch ein Kordon mit etwa 25 bis 30 Mautstationen an den Zufahrtstraßen der zukünftigen Ringstraße (mit einem Radius von 3 bis 4 km um das Zentrum) und an den Straßen in die Innenstadt vorgesehen, an denen zu jeder Tageszeit konstante Abgaben in Höhe von ca. 3,50 DM für Pkw und Lkw manuell oder automatisch entrichtet werden sollten. Zusätzlich war eine Abgabe von ca. 1,25 DM an einer geplanten Umgehungsstraße in Nord-Süd-Richtung vorgesehen.

Die Reduktion des Verkehrsaufkommens des MIV in der Innenstadt wurde auf 16% geschätzt, die Fahrten des Wirtschaftsverkehrs wurden als unbeeinflusst angesehen. Verschiedene Kombinationen der Abgabenerhebung und der Abgabenhöhe wurden untersucht und haben Reduktionen des Verkehrsaufkommens zwischen 5 und 45% ergeben. Die ursprünglich für Ende 1996 geplante Einführung des Road Pricing-Systems wurde zunächst auf Ende 1999 verschoben, im Frühjahr 1997 dann jedoch endgültig gestoppt. Neue Untersuchungen sollen sich mit einem System beschäftigen, das die Umweltziele als Hauptziele in den Vordergrund stellt und auch in der Stadt Göteborg zur Anwendung kommen soll [ARING 1994, CARLE 1996, HEIJMINK U.A. 1997].

Sveder/Nylander [SVEDER/NYLANDER 1997] stellen dem hier beschriebenen Kordon-System ein dynamisches Road Pricing gegenüber, das aus Modellrechnungen mit einem Verkehrsmodell für die Fahrtenhäufigkeit, Ziel- und Verkehrsmittelwahl resultiert. Dabei wurden zunächst die relevanten externen Kosten errechnet, die für die Innenstadt mit ca. 1,10 DM/km und für die Ringstraße mit ca. 0,40 DM/km beziffert werden und sich in einem Netz ohne Abgaben ergaben. Das dynamische System verspricht eine Reduktion des Verkehrsaufkommens um 14% in der gesamten Stockholmer Region gegenüber dem konventionellen System mit 2%. Auf die Innenstadt bezogen beträgt die Reduktion 22% beim dynamischen System. Die jährlichen Einnahmen werden auf 700 Mio. ECU (1400 Mio. DM) gegenüber 240 Mio. ECU (480 Mio. DM) beim konventionellen System beziffert. Bei einer Gegenüberstellung der Nutzen und Kosten ergibt sich ein jährlicher Nutzenüberschuß von 360 Mio. ECU (720 Mio. DM).

3.7.4.5 Theoretische Überlegungen für Straßenbenutzungsabgaben

Bern

Abay/Zehnder [ABAY/ZEHNDER 1992] stellen auf der Grundlage einer Schätzung, die die externen Umweltkosten für die Schweizer Hauptstadt Bern (150.000 Einwohner) mit rund 15 Rp/km bei Pkw und rund 0,80 bzw. 1,20 Fr/km bei nach Abgastechnologie differenzierten Lkw beziffert, ein Konzept eines Road Pricing-Systems nach dem Vorbild der Stadt Cambridge vor. Zu diesen Abgaben kommen noch Stauabgaben während der Morgenspitze (8 Rp/km) und der Abendspitze (12 Rp/km). Für das Stadtgebiet wurden die Auswirkungen der Abgaben auch getrennt für Pkw und Lkw berechnet. Im Pkw-Verkehr mit einer mittleren Fahrlänge von 6 km im Erhebungsgebiet wurde eine Abgabenhöhe von 3 Fr (ca. DM 3,50) für eine Hin- und Rückfahrt ins Stadtzentrum ermittelt. Unter Verwendung einer Elastizität von -0,5 für Pkw und -0,2 für Lkw beträgt der Rückgang des Pkw-Verkehrsaufkommens in den Spitzenzeiten 20% und im gesamten Tagesverkehr 10%. Für das Lkw-Verkehrsaufkommen wurden bei deutlich höheren Abgaben (ca. 18 bis 27 Fr) nur Rückgänge von 6-8% prognostiziert.

Für die Umsetzung des Road Pricing-Systems mit 29 Erhebungsstellen wurden Investitionskosten von 10-15 Mio. Fr (12-17 Mio. DM) und jährliche Betriebskosten in Höhe von 4 Mio. Fr (5 Mio. DM) ermittelt. Dem stehen Einnahmen in einer Größenordnung von jährlich 130

Mio. Fr gegenüber. Die volkswirtschaftlichen Gewinne in Form der reduzierten Staukosten werden mit mindestens 8 Mio. Fr/Jahr beziffert.

Dresden

Teubel [TEUBEL 1997] standen für diese theoretische Arbeit 3.460 Fragebögen der Kommunalen Bürgerumfrage 1995 in Dresden (500.000 Einwohner) zur Verfügung, bei deren Auswertung neben sozioökonomischen Angaben die Antworten auf die Frage zu einem typischen Arbeitsweg der Befragten im Vordergrund standen. Letztendlich verblieben 1.527 Datensätze mit Angaben zum Arbeitsweg innerhalb Dresdens oder der angrenzenden Gemeinden, die die Grundlage einer Untersuchung der Verteilungswirkungen von Straßenbenutzungsabgaben darstellten. Unter den vereinfachenden Annahmen, daß sich das Fahr- und Verkehrsmittelwahlverhalten nicht verändert, wenn es durch die Reaktionen der anderen Straßennutzer auf die einheitliche Abgabe von 20 Pf/km zu einer Reduktion des Pkw-Verkehrsaufkommens kommt und daß sich für die „Out-of-Pocket-Kosten“ bei der Benutzung des Pkw ein einheitlicher Kostensatz von 20 Pf/km (Grundlage ist ein VW Golf 1.6 bei einer Jahresfahrleistung von 15.000 km) ergibt, wurden für fünf Einkommensklassen der Haushalte die sogenannten „Generalisierten Kosten“ für einen typischen Ausgang (Wohnung-Arbeitsort-Wohnung) im Vorher/Nachher-Vergleich bei Zeitkosten von 11 DM/h ermittelt. Weiterhin wurde unterstellt, daß sich für die Fußgänger, Radfahrer und Benutzer der Straßen- und S-Bahn die Zeitkosten nicht verändern, wohl aber durch Zeitgewinne sich für die Busbenutzer Zeitkostensparnisse ergeben und sich bei den Pkw-Nutzern eine Elastizität von -0,2 einstellt, so daß es durch die Verdopplung der Out-of-Pocket-Kosten von 20 Pf/km auf 40 Pf/km zu einem Rückgang des Verkehrsaufkommens von 20% kommt. Aufgrund fehlender Untersuchungen der funktionalen Zusammenhänge für ein ganzes Stadtgebiet wird dies schließlich auch in gleichem Maße für die Reduktion der Reisegeschwindigkeit angenommen.

Die oberen drei Einkommensklassen (3.000 bis über 6.000 DM, s. Tabelle 3.7) werden insgesamt stärker belastet als die anderen, was auch nur teilweise durch die stärkere Entlastung bei den Zeitkosten kompensiert werden kann. Dies führt zu höheren Generalisierten Kosten in den oberen Einkommensklassen. Die größere durchschnittliche Belastung dieser Einkommensklassen ist auf den wesentlich höheren Anteil der mit dem eigenen Pkw zurückgelegten Arbeitswege zurückzuführen. Die durchschnittliche monatliche Belastung pro Haushalt beträgt ca. 72 DM; bei Abzug der Veränderung der Zeitkosten von etwa 38 DM ergeben sich als durchschnittliche Veränderungen der Generalisierten Kosten rund 34 DM.

Einkommen [DM/Monat]	Durchschnittliche Belastung [DM/Monat]	Veränderung der Zeitkosten [DM/Monat]	Generalisierte Kosten [DM/Monat]	Anteil am Haushalts- einkommen
Alle Haushalte	72,42	-38,43	33,98	0,89%
Unter 2.200	41,80	-20,97	20,42	1,36%
2.200-3.000	61,50	-33,03	28,46	1,09%
3.000-4.000	80,78	-43,49	37,28	1,06%
4.000-6.000	79,80	-41,92	37,85	0,78%
Über 6.000	83,35	-44,17	39,17	0,53%

Tabelle 3-7: Verteilungswirkungen von Straßenbenutzungsabgaben in Dresden (Ergebnisse einer theoretischen Studie, Quelle: nach [TEUBEL 1997])

Relativ gesehen werden jedoch die unteren Einkommensklassen (unter 2.200 bis 3.000 DM/Monat) deutlich stärker durch Road Pricing belastet. Als Fazit kann *Teubel* [TEUBEL

1997] festhalten, daß Road Pricing ohne Berücksichtigung der Verwendung der Abgabenerlöse (z.B. als Ausgleichzahlung) eine deutlich regressive Verteilungswirkung hat.

Erlangen

Zumkeller [ZUMKELLER 1993] stellt fest, daß es für bundesdeutsche Städte keine Modellrechnungen zum Nachweis von ökonomischem Nutzen und ökologischer Bedeutung von Road Pricing gibt und entwarf ein Szenario eines „Areal-differenzierten Road Pricing“ in einer deutschen Mittelstadt. Ausgewählt wurde Erlangen (100.000 Einwohner), das schon als Beispielstadt für sein Modell der „Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen“ [ZUMKELLER/SEITZ 1993] fungierte. Als Kernstück dient ein Konzept, das ein Ansteigen der Straßenbenutzungsabgaben mit zunehmender Zentrumsnähe vorsieht. Auf dieser Grundlage wurde eine Wegewahlrechnung durchgeführt, bei der die einzelnen Routen kostenoptimal anhand des Capacity-Restraint-Verfahrens (Verkehrsumlegungsverfahren in mehreren Schritten) errechnet wurden. Nach der Neubestimmung der Fahrzeiten im Straßennetz angesichts der starken Reduktion der Verkehrsbelastungen wurde erneut eine Verkehrsmittelwahl durchgeführt, um das Ausmaß von Fahrten zu bestimmen, die durch Rückverlagerungen angesichts freigewordener Kapazitäten auf den Straßen wieder mit dem MIV durchgeführt werden. In diesem Endzustand ergibt sich eine Reduktion des gesamten Verkehrsaufkommens infolge der Verkehrsmittelwahl um etwa 27%. Die Verkehrsleistung, bezogen auf das gesamte Stadtgebiet, reduziert sich jedoch nur um etwa 15%, da eine Veränderung der mittleren Fahrtweite von 13,2 auf 15,5 km wegen der Erhöhung der Umwege und wegen der schlechten Substituierbarkeit langer Pkw-Wege aus dem Umland eingetreten ist. Bei der auf das Kerngebiet bezogenen Verkehrsleistung kann jedoch eine Reduktion um 25 bis 30% erzielt werden. Die auf die Kernstadt bezogene mittlere Fahrtweite bleibt mit 3,3 km gleich lang. In der Veröffentlichung wird nichts über die angenommenen Preise mit Preisabstufung ausgesagt und bis auf die oben angegebenen Änderungen der Verkehrskenngrößen werden keine Angaben über weitere Auswirkungen der Maßnahme, wie z.B. auf die Umwelt, gemacht.

Frankfurt (Main)

Boltze [BOLTZE 1994] beschreibt die Gestaltung von Straßenbenutzungsabgaben in Frankfurt (655.000 Einwohner) innerhalb des Projektes FRUIT in Form einer Kordoneinfahrtsabgabe für einen Teil der Innenstadt mit einem Durchmesser von etwa 8 km. Dabei werden nur Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen im MIV, im ÖPNV und im Radverkehr sowie die Reduktion des NO_x-Ausstoßes quantitativ beschrieben. Auf einen Werktag bezogen, wird mit einer Reduktion des Zielverkehrs im MIV von etwa 11% (27.400 Personenfahrten pro Tag) gerechnet. In der Spitzenstunde würden von den dann rechnerisch auftretenden 61.300 Personenfahrten mit Ziel innerhalb des Abgabengebietes knapp 18% (10.800 Personenfahrten) verlagert. Jährlich würde sich im MIV eine Reduktion des Verkehrsaufwandes um etwa 110 Mio. Personenkilometer bzw. etwa 100 Mio. Fahrzeugkilometer, im ÖPNV ein Anstieg um etwa 85 Mio. Personenkilometer und im Fußgänger- und Radverkehr von etwa 3,6 Mio. Personenkilometer ergeben. Die in der Innenstadt nicht mehr benötigten Flächen für den ruhenden Verkehr beziffert *Boltze* auf ca. 19 ha, dafür werden aufgrund der Verlagerungswirkung etwa 6.600 Park&Ride-Plätze benötigt, von denen schon etwa 2.400 existieren. Die Reduktion um etwa 88 t NO_x bedeutet rechnerisch eine Verminderung der Gesamtmenge im Stadtgebiet um 0,7%. Weitere Wirkungen der Maßnahme auf die Stadt (z.B. auf Reisezeiten, Segregations-tendenzen, Standortqualität, Wegeaufwand) werden nur aufgezählt, jedoch nicht quantifiziert.

Freiburg

Schwarz u.a. [SCHWARZ U. A. 1997] berichten über die Ermittlung von zeit- und verkehrslastabhängigen Straßenbenutzungsabgaben für Ballungsräume anhand des Beispiels der B 31 in Freiburg (175.000 Einwohner), die aufgrund ihrer Funktion als Ost-West-Transitverbindung nahezu durchgehend von 7 bis 20 Uhr durch Stau blockiert ist. Zunächst wird eine gesamtwirtschaftliche Funktion für die Verkehrsstärke herangezogen, die ein Produkt aus Verkehrsaufkommen und Besetzungsgrad der Pkw darstellt. Für das Verkehrsaufkommen wird die Anzahl der Wege im motorisierten Individualverkehr bestimmt, die eine Funktion des verfügbaren Einkommens und der Beförderungspreise im MIV und bei alternativen Verkehrsmitteln ist. Bei der empirischen Analyse hat sich gezeigt, daß bei der Schätzung der Parameter die Operationalisierung der Qualitätsprofile im MIV und bei den alternativen Verkehrsmitteln nicht unproblematisch ist und deshalb auf diese verzichtet wird. Als Ergebnis ergibt sich eine Darstellung der geschätzten Verkehrsstärken von 1961 bis zum Jahr 1993.

Der zweite Schritt ist die Ermittlung der Elastizitäten aus einer Schätzung, die aus einer Betrachtung der Kraftstoffnachfrage der Jahre 1961 bis 1993 abgeleitet wird. Letztendlich wird durch die Umformung einer Geschwindigkeitsgleichung, bei der als mittlere Fahrgeschwindigkeit ein Mindestwert von 5 km/h als Grenzwert für einen Stauzustand eingesetzt wird, die Verkehrsstärke, die nicht überschritten werden darf, sowie der dazugehörige Preis nach der Abgabeneinführung ermittelt. Wählt man für die tendenziell rückläufige Elastizität den Durchschnitt über die 30 betrachteten Jahre (-0,15), so beträgt die Abgabe zur Spitzenzeit 2,50 DM. Die Autoren empfehlen, die geschätzte Elastizität von -0,09 (für das Jahr 1993) zu verwenden, für die im Zeitbereich der Nachmittagsspitze (16 bis 17 Uhr) die höchste Abgabe von 5,83 DM notwendig wird, um die Kapazität der B 31 nicht zu überschreiten. Für den Güterverkehr wird angenommen, daß er kurzfristig sein Verhalten nicht ändern kann und somit die Verkehrsstärke von der Abgabe unberührt bleibt.

Wird bei dieser Arbeit auch eine Anleihe bei den Kraftstoffpreiselastizitäten als Ersatz für Informationen über Nachfragereaktionen gemacht und werden mögliche Bildungen von Fahrgemeinschaften oder das Ausweichen auf andere Zeitbereiche ausgeklammert, so ermöglichen die Ergebnisse eine schnelle Ermittlung von Reduktionspotentialen zur Stauverhinderung in Abhängigkeit von einer Elastizität und von einer Abgabenhöhe.

Hamburg

Meyer [MEYER 1994] geht in ihrer Beurteilung verschiedener Erhebungsmodelle für eine Nahverkehrsabgabe in Hamburg (1,7 Mio. Einwohner) auch auf elektronische, fahrleistungsbezogene Abgaben ein und favorisiert Abgaben in Höhe der externen Kosten. Dabei werden für die Abgrenzung des Erhebungsgebiets drei Straßenhalbringe nördlich der Elbe bestimmt, die zu insgesamt sechs Varianten führen: Neben den Varianten I bis III, die jeweils nur einen der Ringe als Abgrenzung beinhalten, werden in Variante IV die Ringe 2 und 3, in Variante V alle drei Ringe und in Variante VI alle drei Ringe und eine zusätzliche Unterteilung in wabenförmige Zellen eingesetzt. Die Halbringe besitzen Radien von ca. 1,5 km, 4 km und 7,5 km und haben mit ca. 130 bei Ring 2 und ca. 190 bei Ring 3 eine große Zahl an Zufahrtstraßen. Als Kostenelemente werden Investitionskosten und Kontrollkosten bestimmt sowie potentielle zusätzliche Erhebungskosten genannt. Dabei belaufen sich die Kosten pro Erhebungspunkt bei einer Verwendung von straßenparallelen Sende- und Empfangsanlagen auf 20.000 DM bei einstreifigen und 70.000 DM bei mehrstreifigen Straßen ohne Kontrolleinrichtungen bzw. auf 140.000 und 500.000 DM bei einer Vollkontrolle. Werden bei der Variante V schon Erhebungseinrichtungen für 345 Straßen benötigt, so sind es bei der Variante VI wegen der zusätzlichen Unterteilung des Gebietes insgesamt 690 Straßen. Die Investitionskosten der beiden von der Autorin favorisierten Varianten III und VI sollen hier genannt werden: Bei Variante

III sind dies bei einem offenen System (ohne Abgabenerhebung bei der Ausfahrt) ohne Vollkontrolle 6 Mio. DM, bei einer Vollkontrolle 43 Mio. DM. Ein geschlossenes System ohne Vollkontrolle schlägt mit 12, dasjenige mit Vollkontrolle mit 86 Mio. DM zu Buche. Für die Variante VI ergeben die entsprechenden Konstellationen Beträge von 22, 158, 45 und 316 Mio. DM. In dem letzten Fall ließen sich die Kontrollkosten nur durch eine Reduzierung der Zahl der Erhebungspunkte senken. Ferner wird das jährliche Einnahmepotential für die Variante III (nur Ring 3) abgeschätzt, das je nach Abgabesatz und Tagesfahrleistung im Erhebungsgebiet zwischen 80 Mio. und 1,6 Mrd. DM liegt. Als Abgabesätze werden die Kilometerpreise von 4 bis 20 Pf und als Tagesfahrleistungen Werte zwischen 5 und 20 km festgelegt. Für den einzelnen Abgabepflichtigen ergeben sich Werte zwischen 73 DM pro Jahr für eine Abgabe von 4 Pf/km und einer Fahrleistung von 5 km pro Tag im Gebiet bis hin zu 1.460 DM pro Jahr bei einem Preis von 20 Pf/km und einer Fahrleistung von 20 km/Tag. Das Nettoaufkommenspotential wird jedoch aufgrund der Unsicherheit über die Erhebungskosten nicht geschätzt. Meyer gibt zu bedenken, daß im Gegensatz zu den hier verwendeten moderaten Abgabesätzen des Kordonsystems bei Abgaben, die nicht fahrleistungsbezogen sind (z.B. Nahverkehrsabgabe), die Jahresbelastung um ein vielfaches höher liegen kann. Nach Murswiek [MURSWIEK 1992, 1993] kann selbst die Abgabe für eine Monatszufahrtberechtigung in Höhe des doppelten oder dreifachen Satzes eines entsprechenden ÖPNV-Tickets als noch nicht in einem Mißverhältnis zum Wert des Benutzungsvorteils stehend bezeichnet werden.

3.7.5 Befragungen von Akteuren des Wirtschaftsverkehrs

Um im Londoner Verkehrsmodell APRIL auch das Verhalten des Straßengüterverkehrs bei einem Road Pricing-System abzubilden, hat sich eine Untersuchung mit diesem Thema beschäftigt [FEARON U.A. 1994]. Neben einer Einteilung in drei Lkw-Klassen wurden zunächst für die einzelnen Branchen (Lebensmitteleinzelhandel, Brauerei, Verbrauchsgüter, Gewerbe, Öl, Baustellenfahrzeuge, Paketdienste und Dienstleistung) qualitative Abschätzungen der Auswirkungen vorgenommen. Ferner wurden 50 halbstrukturierte Interviews geführt, bei denen Reaktionen auf zwei mögliche Road Pricing-Systeme (fahrleistungs- und kordonbasiert mit einer Abgabe von 60 Pf/Meile für Zweiachser und das Doppelte für größere Lkw) von verantwortlichen Unternehmern erfragt wurden. Fahrleistungsabhängige Abgaben wurden als belastender als ein Kordon-System empfunden, da die negativen Effekte des letzteren durch organisatorische Maßnahmen besser ausgeglichen werden könnten. Mehr als die Hälfte der Befragten gab an, alle Kosten oder zumindest die Mehrheit der Kosten an die Kunden weiterzugeben. Ein Verlegen oder Schließen von Lagern wurde von keinem der Befragten in Erwägung gezogen. Selbst eine Ausweitung der Erhebung von Abgaben auf die Nebenverkehrszeit und die Wochenenden führe - so die Befragten - zu keinen Reaktionen der Akteure, die in der Mehrzahl ein Post Pay-System favorisierten.

Zusätzlich mußten Auswirkungen von acht verschiedenen Road Pricing-Szenarien mit Variationen der fünf Schlüsselvariablen Gebiet, Road Pricing-System, Zeitpunkt, Abgabenhöhe und mögliche Zeitersparnis auf den derzeitigen Betriebsablauf beschrieben werden, was jedoch keinen signifikanten Einfluß der Systeme auf die Verkehrszeiten oder die Fahrzeuggröße zeigte. Abschließend kann festgehalten werden, daß anzunehmen ist, daß die Einführung eines Road Pricing-Systems in London in der oben beschriebenen Form keinen Einfluß auf den Straßenwirtschaftsverkehr der oben genannten Branchen haben wird.

Aufgrund fehlender umfangreicher Erhebungen zu Verhaltensänderungen im Wirtschaftsverkehr und des bei den wenigen Untersuchungen, die zudem keine oder nur geringe Auswirkungen prognostizieren, gewonnenen Bildes, wird für die Arbeit beim weiteren Vorgehen keine

Beeinflussung des Wirtschaftsverkehrs durch eine Straßenbenutzungsabgabe erwartet. Offen scheint jedoch die Frage zu sein, ob mit den befragten Beteiligten ein genügender Überblick über dieses Verkehrssegment geschaffen wurde und ob nicht vielleicht bei einigen Unterbranchen (z.B. Personenwirtschaftsverkehr) spürbare Reaktionen zu erwarten wären.

3.7.6 Auswirkungen der Maßnahme auf Wirtschaft und Raumordnung

In diesem Kapitel wird eine Antwort auf die Frage, welche Annahmen über die Veränderung der wirtschaftlichen und räumlichen Struktur aufgrund von Auswirkungen der Straßenbenutzungsabgaben gemacht werden können, gesucht. Diese Frage wurde bei den einzelnen Beispielstädten bisher nicht behandelt.

Aus einer Untersuchung von Auswirkungen internalisierender, marktwirtschaftlicher Maßnahmen (z.B. Parkraumbewirtschaftung, Stadtvignette) auf die Wirtschafts- und Siedlungsstruktur der Ballungsräume Bern und Zürich [ISENMANN 1993] können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

- Die Wirtschaft wird durch die Maßnahmen im Stadtverkehr nur in geringem Ausmaß negativ betroffen. Die Transportkosten als Teil der Produktionskosten steigen nur bei Massengütern in merklichem Ausmaß [ISENMANN 1993]. Zusätzlich könnten die gestiegenen Kosten einen Konzentrationsprozeß im Straßengüterverkehr fördern, da sie den relativen Produktivitätsnachteil geringer Bündelungsgrade verstärken (vgl. [EWERS U.A. 1997]). Eine Feinverteilung erfolgt vermehrt über Güterverteilzentren.
- Auf eine Verteuerung der Fahrtkosten können Haushalte mit einer Wohnortverlagerung in das Erhebungsgebiet reagieren. Die Reurbanisation wird jedoch nur in geringem Ausmaß gefördert, da die Mobilität im Fall der Beispiele Bern und Zürich nicht entfernungsabhängig verteuert und eine Anpassung der Miet- und Bodenpreise an die veränderten Standortbedingungen stattfinden wird. *„Längerfristig steigen die Mieten in den Agglomerationszentren und in der Nähe von Arbeitsplatzkonzentrationen; an entfernteren Orten sinken sie. Diese Preiseffekte schwächen die Reurbanisation ab* [ISENMANN 1993, S. XVI].“ Eine Umkehr des Suburbanisationsprozesses ist demnach durch die Maßnahme nicht zu erwarten.

Bei der Befragung von 200 maßgeblichen Firmenmitarbeitern in Bristol [COLLIS/INWOOD 1996] (s. auch Kapitel 3.7.4.4) antwortete jeweils ein Drittel, daß der Betrieb nicht, nur etwas bzw. sehr stark von den angekündigten Abgaben des Road Pricing-Systems betroffen wäre. Jeweils 15% antworteten, daß der Standort des Betriebs nur etwas bzw. sehr stark in Frage gestellt würde. Mindestens 70% der Betriebe würden also am jetzigen Standort erhalten bleiben. Der Anteil der Unbeeinflussten ist mit Sicherheit höher anzusetzen, eine starke Reaktion ist nicht zu erwarten.

3.8 Befragungen zu Verhaltensänderungen

3.8.1 Vorbemerkungen

Die Erhebung einer Abgabe in verschiedener Höhe zur Einfahrt in das Ballungsgebiet führt zu Reaktionen, die mit den bisher zu beobachtenden Reaktionen auf Maßnahmen im Verkehrsbe-
reich nicht vergleichbar sind. Kritisch zu betrachten ist die in diesem Zusammenhang oft als Ersatz herangezogene Elastizitätsberechnung bei Mineralölsteuererhöhungen (s. Kapitel 3.7.2.3). Das zukünftige Verhalten muß anhand eines geeigneten Instruments vorhersehbar gemacht werden, wenn es nicht durch Annahmen und Abschätzungen unter Zuhilfenahme beobachteter Verkehrsteilnahme ermittelt werden soll. Dieses Instrument existiert in Form von mündlichen oder schriftlichen Befragungen, die die Befragten in der Regel mit einer

hypothetischen Situation konfrontieren und ihre Reaktionen darauf abfordern. Dabei sollte auf ein bewährtes Instrumentarium zurückgegriffen werden, das in der Form der Methoden der sogenannten „Stated Preferences“ existiert (vgl. [AXHAUSEN 1995, KNAPP 1998]).

3.8.2 Die Methoden der „Stated Preferences“

Für die Analyse und Beschreibung des Entscheidungsverhaltens der Verkehrsteilnehmer existieren bislang zwei Methoden. Das sind zum einen Befragungen zu realisiertem Verkehrsverhalten im KONTIV-Design, „Revealed Choice“ oder „Revealed Preferences“ genannt, mit denen keine Aussagen über Verhaltensänderungen getroffen werden können. Eine Schätzung individueller Präferenzfunktionen anhand beobachteter Verkehrsmittelwahlentscheidungen ist praktisch nicht möglich, da die Eigenschaftsausprägungen der Verkehrssysteme in der Realität meist hochkorreliert sind, bestimmte Kombinationen von Merkmalsausprägungen selten oder gar nicht auftreten und die Varianz der Daten zur Verkehrsmittelwahl gering ist [FGSV 1996b]. Zum anderen stehen die sogenannten interaktiven Meßverfahren zur Ermittlung möglicher Verhaltensänderungen durch Interviewbefragung zu Einstellungen zu bestimmten möglichen Angebotsveränderungen zur Verfügung.

Seit einigen Jahren hält auch eine dritte Methode in der deutschen Verkehrsforschung Einzug. Diese ist methodisch und inhaltlich zwischen den beiden anderen Ansätzen einzuordnen und kann die dort bisher bestehende Lücke in der Aussagekraft füllen. Bezeichnet als die „Anlysemethoden der direkten Nutzenmessung“, werden diese in der Literatur auch unter „Stated Preferences“-Verfahren, „Conjoint Measurement“, „Conjoint-Analyse“, „konjunkte Analyseverfahren“, „Methoden der Einstellungsanalyse“, „Contingent Evaluation“ und „Direct Utility Assessment“ geführt [FGSV 1996b]. Entstanden sind diese in Bereichen der Psychologie, der Volkswirtschaft und der Marktforschung. Die Methoden der direkten Nutzenmessung fassen verschiedene Befragungsverfahren zusammen, denen eines gemeinsam ist: Sie beziehen sich nicht auf bereits durchgeführtes oder beobachtetes Verhalten, sondern auf die Willensäußerung der befragten Personen, auf reale oder fiktive vorgegebene Situationen in bestimmter Weise zu reagieren („Stated Choice“). Sie sind besonders gut geeignet für das Abschätzen spezieller Kenngrößen des Verkehrsverhaltens wie Elastizitäten, Zeitkostensätze, Parameter von Entscheidungsmodellen und dienen der Ermittlung von Reaktionen auf neue Verhaltensalternativen (z.B. neue Verkehrsmittel, Fahrzeuge oder Preisstrukturen).

Während die konventionellen Methoden nur isoliert nach der Einstellung zu einzelnen Leistungsmerkmalen einer neuen Verhaltensalternative fragen, muß der Befragte bei der direkten Nutzenmessung die verschiedenen Merkmale in ihren Ausprägungen gegeneinander abwägen. So besteht nicht mehr die Gefahr, daß die Befragten nur einen Idealzustand auswählen und es zu einer Anspruchsinflation kommt. Auf den Verkehrsbereich bezogen bedeutet dies, daß mögliche Verhaltensänderungen der Befragten durch die Vorgabe mehrerer Entscheidungssituationen und verschiedener Alternativen ermittelt werden. Durch die vielfache Wiederholung der Fragestellung bei variierten Randbedingungen der Entscheidungssituation kann die Spannweite akzeptabler Maßnahmenbündel ermittelt werden.

Als Kritik an den Methoden der unter „Stated Preferences“ zusammengefassten Verfahren wird die Tatsache genannt, *daß hypothetische Entscheidungen in hypothetischen Entscheidungssituationen betrachtet werden und damit die Zusammenhänge und Wirkungen zwischen objektiven und subjektiven Eigenschaftsausprägungen sowie zwischen Nutzenstiftung und Verhalten nicht erfasst werden* [KNAPP 1998, S. 186]. Wenn die Möglichkeit besteht, das tatsächliche Verhalten nach Einführung einer Maßnahme zu erheben, so klafft oft eine große

Lücke zwischen dem hypothetischen und dem beobachteten Verhalten (z.B. bei Angeboten des ÖPNV im ländlichen Raum).

Nach Schmid [SCHMID 1996, S. 94 ff.] unterstellt die Theorie der direkten Bewertungsverfahren (wozu auch die Methoden der „Stated Preferences“ gehören) den hier folgenden Entscheidungsprozeß:

$$X^{ij} \xrightarrow{F^i, f^i} x^{ij} \rightarrow U^i \rightarrow R^i \rightarrow C^i$$

„Die beobachtbaren j Eigenschaften X^{ij} der Alternative i werden von den Entscheidenden in nicht beobachtbare Bewertungen x^{ij} umgesetzt und in der Nutzenfunktion U^i für jede Alternative zusammengefaßt. Das Direkte Bewertungsverfahren ermittelt in den Befragungen die Antworten R^i , die entweder Entscheidungen zwischen verschiedenen Alternativen oder Bewertungen auf Intervall-Skalen sind. Die traditionellen Ansätze greifen nicht auf solche Antworten zurück, sondern beziehen sich auf eine tatsächlich beobachtbare Entscheidung C^i . Die Theorie der Direkten Bewertungsverfahren unterstellt nun weiter, daß erstens der Nutzen U^i eine Funktion der beobachtbaren Eigenschaft X^{ij} ist (mit) $U^i = F^i [f^i (X^{ij})]$ und zweitens diese Nutzenfunktion unter den üblichen Annahmen für die Verteilung der Fehler zur Vorhersage der Entscheidung C^i verwendet werden kann: $C^i = F [U^i] = F [a + b \cdot R^i]$. Das Direkte Bewertungsverfahren unterstellt in der Regel, daß die Nutzenfunktion linear ist.“

In den Hinweisen zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated Preferences [FGSV 1996b, S. 11 ff.] werden inhaltliche und methodische Vor- und Nachteile gegenübergestellt:

Inhaltliche Vorteile:

Der relevante Teil des Entscheidungsraumes der Befragten wird systematisch untersucht; es ist möglich, Maßnahmen in die Untersuchung einzubeziehen, die sich vom Spektrum der bisherigen Gegebenheiten deutlich unterscheiden; der Einfluß schwacher Entscheidungsgrößen wird darstellbar; subjektive und objektive Randbedingungen werden in der Befragung vorgegeben.

Inhaltliche Nachteile:

Die relevanten Einflußgrößen müssen vorab ausgesucht werden, zudem müssen angemessene Annahmen über die zu berücksichtigenden Wechselwirkungen getroffen werden. Da hier die Antworten hypothetische Verhaltensweisen beschreiben, bleibt bezüglich der Validität der Aussagen, d.h. bezüglich der Frage, ob die Ortsveränderungen dann auch wirklich so ausgeführt werden, wie sie beschrieben wurden, eine gewisse Unsicherheit.

Methodische Vorteile:

Die Auswahl der Entscheidungssituationen erfolgt mit Hilfe expliziter Versuchspläne; die verwendeten Analysemethoden erlauben Aussagen zur statistischen Zuverlässigkeit der Ergebnisse; es ist möglich, „Stated Preferences“-Daten mit denen von Status Quo-Befragungen zu kombinieren, um die Validität zu erhöhen, darüber hinaus können die Verfahren, soweit sinnvoll, auch mit den Ansätzen der interaktiven Meßverfahren kombiniert werden; die Wirkung der einbezogenen Einflußgrößen ist unabhängig voneinander meßbar; die Vielfalt der Befragungen erlaubt es, für jede Fragestellung ein spezifisches Untersuchungsdesign zu wählen; für jeden Befragten liegen mehrere Beobachtungen vor, was zu einer Reduktion des Stichprobenumfangs genutzt werden kann; die Ergebnisse sind relativ schnell verfügbar; die

Verwendung standardisierter Fragebögen schaltet Verzerrungen, die durch die Interviewer entstehen können, weitgehend aus.

Methodische Nachteile:

Der Entwurf des Fragebogens erfordert spezielle methodische Erfahrungen; fehlende Standardformate erfordern spezielle methodische Erfahrungen bei der Gestaltung der Befragung; es gibt eine Reihe statistischer Probleme bei der Auswertung der Daten, die jedoch nach bekannten Verfahren gelöst bzw. korrigiert werden können.

Die einzelnen bei einer Befragung zu durchlaufenden Schritte werden in [FGSV 1996b, S. 23] genannt:

- Definition des Befragungsgegenstands und Festlegung der Verhaltensannahmen,
- Festlegung der Rahmenbedingungen und Marktsegmente,
- Auswahl der Befragungsform (Stated Preference, Stated Ranking, Stated Choice, Priority Evaluator und Transfer Pricing)
- Erstellung des Versuchsplans,
- Ermittlung der Ausprägungen und
- Gestaltung des Fragebogens.

Vor der Durchführung der Untersuchung müssen Hypothesen formuliert werden, die die Fragestellung abbilden und von den relevanten Wirkungszusammenhängen gespeist werden. Diese Hypothesen legen dann die relevanten Verhaltensalternativen, die auf das Verhalten wirkenden Einflußgrößen, die Form des Einflusses (linear, potenziert) sowie die Abhängigkeiten zwischen den Einflußgrößen fest und setzen diese um. Einen wesentlichen Einfluß auf die Formulierung der Hypothese hat die Festlegung der Zielgruppe anhand sozio-ökonomischer, verkehrlicher, situativer und geographischer Kriterien sowie die Festlegung der Rahmenbedingungen, die sich am Ziel der Untersuchung orientieren und sich am besten aus einer realen, vom Befragten durchgeführten und zitierten Fahrt ergeben. Bei der Auswahl der Verhaltensalternativen muß darauf geachtet werden, daß der Realitätsbezug besonders hoch ist und typische Alternativen ausgewählt werden.

Die fünf verschiedenen Methoden unterscheiden sich primär durch die Antwortform, die Art des Versuchsplans und durch die Befragungsform (schriftlich, persönlich mündlich oder fernmündlich), können aber auch als Mischformen vorkommen. Um dem Befragten nicht die Bewertung aller Variationen der Einflußgrößen und deren Ausprägungen im Fragebogen abzufordern (sogenannter vollständiger Versuchsplan), werden in der Literatur partielle Versuchspläne, die nach verschiedenen Kriterien reduziert sind, bereitgestellt.

Stated Preference

Bei dieser Antwortform muß der Befragte eine beschriebene Situation auf einer Skala bewerten, die als Intervallskala interpretiert wird. Die Antwortform läßt Aussagen über den Grad der Beurteilung der einzelnen Situationen von sehr gut bis sehr schlecht zu, gibt aber nicht direkt Auskunft über Wahlentscheidungen. Diese Angaben können mit bestimmten Annahmen aus dem Vergleich der Beurteilung mehrerer solcher Situationen gewonnen werden.

Stated Ranking

Hier wird der Befragte aufgefordert, mehrere Situationen in eine Rangfolge zu bringen. Der Vorteil dieser Antwortform ist der besonders hohe Informationsgehalt einer Rangreihung,

wenn diese als eine Reihe paarweiser Entscheidungen interpretiert wird. Nachteilig ist jedoch, daß die Form wegen der Vielzahl der paarweisen Vergleiche als besonders schwer empfunden wird. Die unteren Ränge, bei denen die Aufmerksamkeit der Befragten oft nachläßt, werden oft nicht weiter verwendet.

Stated Choice

Diese Antwortform fordert den Befragten auf, sich zwischen verschiedenen vorgegebenen Alternativen zu entscheiden und den für ihn günstigsten Kompromiß auszusuchen. Sie liefert zwar weniger Informationen pro Fragestellung als die anderen, wird aber dafür von den Befragten als einfacher und als natürlich empfunden. Handelt es sich dabei um die Entscheidung für eine aus zwei Alternativen unter jeweils verschiedenen Randbedingungen (Einflußgrößen), so kann die Informationsausbeute erhöht werden, indem die Entscheidung auf einer entsprechend bewerteten Skala zwischen den beiden Alternativen (z.B. Wahl zwischen Pkw und ÖPNV) als Extremwert angegeben wird. Diese Vorgehensweise wird auch als Mischform bezeichnet. Für die in der Arbeit eingesetzten Befragungen im Rahmen der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ soll die Antwortform „Stated Choice“ ausgewählt werden.

Priority Evaluator

Hier soll ein vorgegebenes Budget vollständig auf verschiedene Posten verteilt werden, wenn der Befragte z.B. ein Verkehrssystem mit seinen Hauptmerkmalen in verschiedenen Ausprägungen ausstatten soll. Dabei kann die Fragestellung durch Bilder unterstützt werden. Je nachdem, welche Merkmale vom Befragten wieviel des Budgets bekommen, können so Aussagen über die Präferenzen des Befragten getroffen werden.

Transfer Pricing

Diese Antwortform mißt die Bereitschaft zum Verzicht auf ein Gut oder die Zahlungsbereitschaft für den Erhalt eines Gutes anhand von Aussagen des Befragten darüber, wieviel er für das Gut bezahlen würde bzw. für den Verzicht ersetzt haben wollte. Somit gibt sie Auskunft über die Stärke der Vorliebe oder Abneigung gegenüber einer Alternative. Als Beispiel kann die Frage nach dem zusätzlichen Fahrpreis für einen gesicherten Sitzplatz im öffentlichen Verkehrsmittel angeführt werden. Anstelle von Geld kann beim Transfer Pricing auch die Zeit zur Verrechnung genutzt werden.

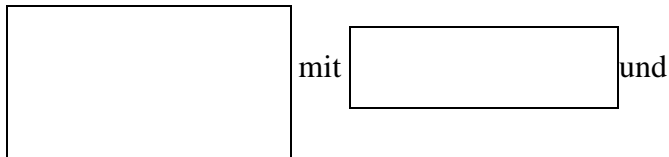
3.8.3 Auswertungen der Befragungen mit den Methoden der „Stated Preferences“

In [FGSV 1996b, S. 42] werden die einzelnen Stufen des Auswerteprozesses genannt: Vorbereitung und Überprüfung der Daten, graphische Auswertung, Modellschätzung, -verfeinerung und -überprüfung sowie die Anwendung. Für die mit den Methoden der „Stated Preferences“ erzeugten Daten stehen mehrere Analyseverfahren zur Verfügung. Für die Antwortform Stated Choice wird das Logit-Modell genannt. Die abhängige Variable nimmt dabei diskrete, ungeordnete Werte, wie z.B. verschiedene Verkehrsmittel, an. Das einfache Logit-Modell hat folgende Form:

$$P(i) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j=1}^n e^{V_j}} \quad \text{mit} \quad (1)$$

- P(i) Wahrscheinlichkeit der Alternative i,
- n Anzahl der Alternativen und
- V_i Nutzenfunktion der Alternative i (lineare Regressionsgleichung).

Dabei wird vorausgesetzt, daß alle Alternativen im wesentlichen verschieden voneinander sind. Gibt es einige sehr ähnliche Alternativen, wird das sogenannte „Geschachtelte Logit-Modell“ („Nested Logit“-Modell) angewandt. Als Beispiel für einen solchen Fall dient die Wahl zwischen dem Einkaufen in zwei Einkaufszentren auf der „grünen Wiese“ oder in einer innerstädtischen Fußgängerzone [FGSV 1996b, S. 48]. Die Form des Modells lautet



(2), (3)

V_i Nutzenübertrag des untergeordneten „Nests“,
 V_{ik} Nutzenfunktion der untergeordneten Alternativen.

Weitere Hinweise zum „Logit“- und „Nested Logit“-Modell finden sich bei [BOBINGER 1996, BÜHL/ZÖFEL 1994, SCHNABEL/LOHSE 1997b, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION 1977].

3.8.4 Durchgeführte Befragungen mit den Methoden der „Stated Preferences“

In diesem Kapitel werden zwei Forschungsergebnisse der Anwendungen der „Stated Preferences“ im Verkehrssektor vorgestellt. Die Arbeit „Verkehrsmittelwahl als Reaktion auf ein Angebot“ von Verron [VERRON 1986] ist eine der ersten Anwendungen der Methoden der „Stated Preferences“ auf dem Gebiet der Verkehrsplanung in Deutschland und hat Befragungen von Berliner Verkehrsteilnehmern als Datengrundlage. Die Probanden wurden sowohl zu ihrem tatsächlichen Verkehrsmittelwahlverhalten und der tatsächlichen ÖPNV-Bedienungssituation als auch in einem zweiten Teil zu ihren Verkehrsmittelpräferenzen als Reaktion auf fiktive Angebotsveränderungen des ÖPNV befragt. Die Studie zeigt so auf der einen Seite die Reaktionsbereitschaft der Nutzer auf unterschiedliche Maßnahmen und kann auf der anderen Seite durch die Gegenüberstellung der fiktiven mit der tatsächlichen Verkehrsmittelwahl Aussagen über die Verwendbarkeit von „Stated Preferences“-Befragungen in diesem Bereich ableiten.

Es wurde untersucht, wie die Absicht, für die Fahrt zur Arbeit Pkw oder den ÖPNV zu nutzen, von vorgegebenen Zeit- und Kostendifferenzen sowie vom Sitz- und Stehplatzangebot im ÖPNV abhängt. Es sollte die Frage geklärt werden, welches Qualitätsniveau Verbesserungen des Bedienungsstandards erreichen müssen, um Wirkungen auf die Wahlentscheidung zu zeigen. Die Zielgruppe bildeten Berufstätige, die für die Fahrt zur Arbeit entweder den Pkw oder den ÖPNV nutzten. Hierzu gibt der erste Teil der schriftlichen Befragung Auskunft. Die drei Ausprägungen der Einflußgrößen wurden so gewählt, daß sie einen großen Teil des Entscheidungsraums abdeckten, ohne die Anzahl der Entscheidungssituationen zu groß werden zu lassen:

- Zeitdifferenz (Hin- und Rückfahrt) zwischen Pkw-Fahrt und ÖPNV-Fahrt,
- Kostendifferenz (Hin- und Rückfahrt) zwischen Pkw-Fahrt und ÖPNV-Fahrt und
- Bequemlichkeit im öffentlichen Verkehrsmittel.

In diesem Fall wurde den Befragten (n=440) ein vollständiger Versuchsplan mit 27 Entscheidungssituationen vorgelegt, bei denen die Präferenz für Pkw oder ÖPNV auf einer Skala mit 20 Stufen erfragt wurde (Befragungstyp Stated Preference). Der Faktor Zeit hat gegenüber den beiden anderen Faktoren Kosten und Bequemlichkeit die überragende Bedeutung. Für 92% der Befragten spielt die Zeit die größte Rolle, nur 8% halten die Kosten für ebenso wichtig. Als wichtige Aussagen der Arbeit von *Verron* können festgehalten werden:

- Modal Split-Effekte (Verkehrsmittelwechsel) werden bei den Methoden der „Stated Preferences“ systematisch überschätzt. Das liegt an der reduzierten Realitätsvorgabe, wenn nicht alle beeinflussenden Faktoren berücksichtigt werden.
- Soziale Variablen sind nicht die Verhaltensursachen, sondern stellen nur Indikatoren für unterschiedliche Bedürfnisse dar. Reaktionen sind vor allem von jüngeren Altersgruppen mit niedrigem Einkommen zu erwarten, mittlere Einkommensgruppen reagieren kaum.
- Es eröffnen sich Forschungsperspektiven hinsichtlich Modellen des längerfristigen Raum-Zeit-Verhaltens als Reaktion auf Angebotsveränderungen, da durch Untersuchungen in der Art der durchgeführten ausschließlich kurzfristige Reaktionen ermittelt werden können.

Keuchel hat in der Arbeit „Einflüsse auf die Verkehrsmittelwahlentscheidungen im Berufsverkehr“ [KEUCHEL 1995] die Berufseinpender im MIV der Stadt Münster (267.000 Einwohner) gewählt, um zwei Fragestellungen mit Hilfe der Stated Ranking - Methode nachzugehen. Neben den Auswirkungen eines attraktiver gestalteten ÖPNV auf den Verkehrsanteil der Pkw-Einzelfahrer sollte die Verkehrsmittelwahl von Pkw-Fahrern bei restriktiven Maßnahmen untersucht werden. Es wurde davon ausgegangen, daß der Nutzer genau das Verkehrsmittel wählt, das für ihn den höchsten Nutzenwert hat. *Keuchel* ermittelte vier entscheidungsrelevante Merkmale: Fahrpreis (vier Ausprägungen), Gesamtreisezeit bis zum Parkplatz oder der Haltestelle (drei Ausprägungen), zusätzlicher Gehweg bis zum Arbeitsplatz (drei Ausprägungen) und Komfort des Verkehrsmittels (zwei Ausprägungen)

Diese Merkmalsausprägungen können zu $4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 = 72$ Entscheidungsalternativen (Stimuli) kombiniert werden, für die die realen Zeit- und Preis-Werte auf die Probanden abgestimmt werden. Davon wurden jeweils 16 Stimuli vorgelegt, die nach ihrer Vorziehwürdigkeit zu ordnen waren. Zusätzlich zu den vier Merkmalsvariablen wurde eine Verkehrsmittelvariable mit den Ausprägungen ÖPNV, Pkw, Park&Ride und Mitfahrgemeinschaft eingeführt, die zur Kontrolle diente, ob die vier Eigenschaften die Präferenzfunktion hinreichend erklären konnten.

Obwohl die Preiselastizität des MIV mit -0,38 im unelastischen Bereich liegt, ist bei Abgaben von bis zu 6 DM pro Tag mit strukturellen Modal Split-Effekten zu rechnen. Dabei wurde ein kontinuierlicher Rückgang des MIV-Anteils von 50 auf 33% errechnet. Demgegenüber steigt bei diesen Abgaben der ÖPNV-Anteil von 20% auf fast 30%, während sich der Park&Ride-Anteil von 2,5 auf 5% verdoppelt. Die Zeitelastizität der Nachfrage liegt bei Pkw-Nutzern im Gegensatz zu Fahrgästen des ÖPNV unter dem Wert der Preiselastizität. Schwellenwerte der Merkmalsausprägungen für Umsteigereaktionen konnten nicht festgestellt werden.

3.9 Fazit zum Grundlagenteil der ersten Maßnahme

Lenkt man den Blick auf die Städte mit Road Pricing-Systemen und Konzepten für ein Road Pricing, so wird deutlich, daß überwiegend über die Auswirkungen auf Verkehrsstärke, Verkehrsaufkommen und Fahrleistungen im MIV berichtet wird. Für Aussagen zu den Kriterien der Stadtverträglichkeit können nur in einigen Fällen die Auswirkungen auf Luftschadstoffe

und Kosten festgehalten werden. So reicht z.B. die Spanne der Investitionskosten von ca. 12 Mio. DM (Bern) bis zu einer Mrd. DM (London) für ein komplexes System, die Betriebskosten reichen von 2 Mio. DM (Bergen) bis zu 165 Mio. DM (London) pro Jahr. Als Ausnahme kann das Konzept der Stadt Frankfurt (Main) angesehen werden, da dort auch Auswirkungen auf den Flächenbedarf im ruhenden Verkehr (-19 ha) genannt werden. Von den Beispielen mit eingeführten Systemen werden in der Tabelle 3-8 die europäischen Städte Bergen, Oslo und Trondheim sowie als weitere Städte, für die Konzepte vorliegen, Erlangen, Frankfurt (Main), London, Oslo (tageszeitabhängiges System nach [LARSEN/REKDAL 1996]) und Stockholm gegenübergestellt.

Die Daten der ausgewählten Städte sind lückenhaft. Zusätzlich wird ein direkter Vergleich durch verschiedene Stadt- und Maßnahmengrößen erschwert, Reduktionsmöglichkeiten können jedoch abgelesen werden. Für das Verkehrsaufkommen ist ein Vergleich der Reduktionen (zwischen 1 und 41%) möglich. In Bergen, Oslo und Trondheim wurden Reduktionen der Verkehrsstärke an Einfahrtspunkten zwischen 1 und 10% ermittelt, nach [LARSEN/REKDAL 1996] ergäben sich bei einem tageszeitabhängigen System für Oslo Reduktionen zwischen 11 und 21%. Dabei stellen sich in Abhängigkeit vom Fahrtzweck verschiedene Reduktionen ein. Hinweise zu Lärmreduktionen, zur Erreichbarkeit, zu Auswirkungen auf Unfälle und auf die Trennwirkung werden bei allen angeführten Städten nicht gegeben.

Bei den hier vorgestellten Beispielstädten ist eine Übertragung der Ergebnisse anderer Länder und Städte auf die eigene Arbeit aus mehreren Gründen als kritisch zu bezeichnen: Entweder werden die Abgaben von weiteren restriktiven Maßnahmen begleitet (Asien), die Ziele der Abgaben entsprechen nicht der Forderung nach Umweltschutz und Verkehrslenkung (Straßenfinanzierung mit geringen Abgabenhöhen und Unterstützung durch den Arbeitgeber in Norwegen), die Art der Ermittlung von Auswirkungen ist zu kritisieren (MobilPASS Stuttgart), oder geographische Unterschiede und unterschiedliche Randbedingungen sprechen gegen eine Übertragbarkeit. Da diese Methode der Auswirkungsermittlung für die Beispielstadt nicht geeignet ist, muß zwischen den noch verbliebenen Möglichkeiten aus Kapitel 3.7 gewählt werden.

Beispielstadt	Bergen	Oslo	Trondheim	Erlangen	Frankfurt (Main)	London	Stockholm
Einwohner	200.000	700.000	130.000	100.000	655.000	6,8 Mio.	1,7 Mio.
Abgabe [DM]	1,25	2,50	2,50	k. A.	k. A.	6,00	3,00 1,10/km*
Zeitraum	6-22 Uhr	0-24 Uhr	6-17 Uhr	k. A.	k. A.	7-19 Uhr	k. A.
Auswirkungen auf:							
Verkehrsstärke [Kfz/h]	-6 bis -7%	-1 bis -4% -11 bis -21%**	-10%				
Verkehrsaufkommen [Pkw-Fahrten]	-30% bis -41% (ohne Dauerticket)	-5 bis -10% -15 bis -20%**	-4 bis -6%	-27%	-11% (Zielverkehr Tag) -18% (Zielverkehr Spitzenstunde) -100 Mio. /Jahr	-1 bis -8%	-16%/- 22%*
Verkehrsleistung im MIV [Kfz-km]				-15% (gesamte Stadt) -25% bis -30% (Kerngebiet)			
Luftschadstoffe					-88 t NO ₂ /a (-0,7% der Gesamtmenge)	-8 bis -20% CO	
Investitionskosten		7 Mio. DM/Jahr				420-1005 Mio. DM	
Betriebskosten/Jahr	2 Mio. DM	17 Mio. DM				165-465 Mio. DM	
Ruhender Verkehr					- 19 ha		

* Dynamisches System

** Zeitabhängiges System

Tabelle 3-8: Auswirkungen einer Straßenbenutzungsabgabe im Vergleich

Die Kriterien Erreichbarkeit, Auswirkungen auf Unfälle und Trennwirkung fanden in den vorherigen Kapiteln bisher keine Berücksichtigung. Es werden daher an dieser Stelle folgende Aussagen festgehalten:

- Die verkehrliche Erreichbarkeit ist nicht auf ein bestimmtes Verkehrsmittel festgelegt. Bei dieser breiteren Sichtweise geht es darum, wie viele Stadt- und Umlandbewohner in einer bestimmten Zeit mit den verschiedenen Verkehrsmitteln die Innenstadt erreichen und wie angenehm sie sich innerhalb der Innenstadt zu ihren verschiedenen Zielen bewegen können [APEL/LEHMBROCK 1990]. Topp [TOPP 1998] unterscheidet folgerichtig zwischen der äußeren Erreichbarkeit, die die Wege zur Innenstadt mit den verschiedenen Verkehrsmitteln beinhaltet, und der inneren Erreichbarkeit, die sich auf Aufenthalt und Fortbewegung

innerhalb der Innenstadt bezieht. Für die Erreichbarkeit werden folgende Annahmen getroffen: Die äußere Erreichbarkeit wird sich bei der Einführung der Maßnahme nicht verändern oder durch Reisezeitgewinne im ÖPNV und MIV verbessern. Der Einfluß von Routenänderungen des bisherigen Durchgangsverkehrs und von Zielsubstitutionen außerhalb des Gebiets auf die äußere Erreichbarkeit kann nicht bestimmt werden. Die innere Erreichbarkeit wird durch die Reduktion des Verkehrsaufkommens eine Verbesserung erfahren. Auf längere Sicht gesehen können sich Änderungen der Erreichbarkeit von Zielen durch Strukturveränderungen des Raums ergeben, wenn z.B. Einzelhandelsstandorte von der Innenstadt in abgabefrei zu erreichende Randbereiche des Erhebungsgebiets verlagert werden.

- Bei den Unfallkosten werden nach Einführung der Maßnahme prozentuale Reduktionen in Höhe der Fahrtenreduktionen erwartet, da die Unfallkosten direkt von der Verkehrsstärke in den einzelnen Straßenabschnitten abhängen.
- Bei den einzelnen Beispielstädten wird von Reduktionen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung in den Erhebungsgebieten berichtet, bei Einführung der Maßnahme sorgt der reduzierte Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehr somit für eine Abschwächung der Trennwirkung des Straßenverkehrs. Der u.U. unbeeinflusste Binnenverkehr übt keinen Einfluß auf das Gesamtergebnis aus. Eine Zunahme der Trennwirkung kann sich jedoch in Straßen ergeben, die das Erhebungsgebiet umschließen.

3.10 Festlegung des Erhebungssystems, des Erhebungsgebiets und der Erhebungspunkte

3.10.1 Das Erhebungssystem

Der Weg über die Festlegung einer gewünschten Reduktion in Form des Standard-Preis-Ansatzes wird zwar als der bessere angesehen, ist jedoch auch der kompliziertere, da aus den Städten mit bestehenden Road Pricing-Systemen z.B. keine Ergebnisse über Luftschadstoffreduktionen vorliegen. Als Vorgehensweise bei der Preisbildung wird der zweitbeste Weg, die Festlegung der Abgabe gewählt. Hier soll eine Kombination der Abgabermittlung (Orientierung an Preisen des öffentlichen Verkehrs und Berücksichtigung der Fahrzeugkategorie) eingesetzt werden. Es wird der in Kapitel 3.7.2.2 ermittelte Wert von 4 DM für Pkw und Motorräder bei einer Überfahrt benutzt, der über den Abgaben der norwegischen Beispiele liegt. Für den Schwerverkehr mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 t wird eine Abgabe von 6 DM vorgeschlagen. Eine Variation der Abgabehöhe über den Tag soll nicht stattfinden. Auf diese Weise kann der Verkehrsteilnehmer vor Fahrtantritt eine präzise Information über die entstehenden Kosten erhalten und wird davon abgehalten, zeitliche Ausweichreaktionen durchzuführen, die Belastungsspitzen zur Folge haben. Zeitliche Variationen der Abgabehöhe können zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt werden.

Da die Einführung einer Zufahrtvignette oder die Einrichtung von Mautstellen aus den oben angeführten Gründen hier nicht in Erwägung gezogen werden soll (siehe Kapitel 3.5), besteht die Aufgabe nun darin, von den Varianten für eine elektronische Erhebung die geeignete auszuwählen. Systeme auf der Basis satellitengestützter Navigation sollen hier nicht weiter betrachtet werden, da einige Punkte noch ungeklärt scheinen. Da für die Konzeptionen der Städte London und Bristol nach einem Vergleich mehrerer Systeme ein Kordon-Modell gewählt wurde und auch Singapur sich bei der Weiterentwicklung des „Area Licensing Scheme“ dafür entschieden hat, wird auch hier ein System gewählt, das den derzeitigen Stand der Technik darstellt: Grundlage des hier gewählten Road Pricing-Systems sollen Sende- und Empfangsanlagen mit Mikrowellen-Technik für die Abgabenerhebung sein. Die Infrarottechnologie hat sich auf diesem Einsatzfeld nicht durchgesetzt. Zum Umfang einer Erhebungsstation gehören in der Regel die Kommunikationseinrichtungen für jeden Fahrstreifen, zwei Brücken oder Halterungen zur Befestigung und Kontrollkameras. Dabei

Halterungen zur Befestigung und Kontrollkameras. Dabei sollte keine bauliche Trennung der Fahrstreifen an der Erhebungsstation (sogenanntes „Multi Lane“-System), wohl aber eine bauliche Trennung der Fahrtrichtungen stattfinden. Es sollte jedoch keine Kontrolleinrichtung in Gegenrichtung zum Einsatz kommen (vgl. [MEYER 1994]), die eine Umgehung der Station im Gegenverkehr beim Betrieb der Stationen in eine Richtung verhindern soll. Ob ein Umgehen bei hohen Verkehrsstärken im Gegenverkehr während des Tages tatsächlich durchführbar ist, ist stark zu bezweifeln. Eine schematische Darstellung der Erhebungseinrichtungen für zweistreifige Straßen findet sich im Anhang 1.

Das System soll mit der Pre Pay-Technik betrieben werden, die auch die Möglichkeit des Post Pay-Systems offenhält. Chipkarten und Aufwertestationen sind in Tankstellen, Autobahnraststätten und an den auf Berlin zuführenden Straßen und Autobahnen einzurichtenden Informationsbüros erhältlich. Weitere Aufwertestationen in der Stadt sollen in Sparkassen und Postämtern zu finden sein. Die Ausrüstung der einheimischen Fahrzeuge mit On Board Units findet in Werkstätten statt. Touristen und Seltenfahrer müssen über Beschilderung und weitere Informationsmedien auf die elektronische Erhebung hingewiesen werden. Für diese Gruppe muß eine Möglichkeit bestehen, nach dem Erwerb eines Tagespasses in Informationsbüros außerhalb der Stadt das Fahrzeugkennzeichen in eine Liste aufnehmen zu lassen, um somit einer Strafverfolgung nach Identifizierung einer fehlenden On Board Unit zu entgehen. Dieses Verfahren wird in Zukunft auf einem 22 km langen Expreßway in Melbourne (Melbourne City Link) [WABY 1997] eingesetzt, wo Auswärtige für die Teilnahme am Tag-System ein vorübergehendes Konto eröffnen oder einen Tagespaß erwerben können. Hier soll jedoch eine zweite Möglichkeit zum Einsatz kommen: Eine Ausgabe von Leihgeräten, die im Fahrzeug befestigt werden.

3.10.2 Der S-Bahn-Ring als Kordon

Die straßenseitigen Erhebungseinrichtungen stellen im Stadtbild einerseits eine Störgröße dar und werfen andererseits die Frage auf, ob sie ohne Platzprobleme in das Straßennetz und an Knotenpunkten zu installieren sind. In Berlin bietet sich jedoch mit den Brückenbauten im Verlauf des S-Bahn-Rings ein passender Installationsort und als Einfahrkordon eine ideale Abgrenzung des Erhebungsgebiets, bei dem sich die Anzahl der Zufahrtstraßen in Grenzen hält. Somit wird das gesamte Berliner Stadtgebiet zum Untersuchungsgebiet, genauer betrachtet wird jedoch das Planungsgebiet des „Großen Hundekopfes“ (s. Anhang 2).

Benutzt werden soll hier zunächst ein einfaches Kordonmodell ohne weitere Unterteilung des Gebiets zwecks einer fahrleistungsabhängigen Abgabenerhebung. Nachteilig wirkt sich der Bestand von etwa 450.000 Pkw innerhalb des Kordons aus. Diese werden bei einem Binnenverkehr innerhalb des Kordons nicht erfaßt, wohl aber beim Kreuzen des Erhebungskordons. Die Abgaben können bei der Einfahrt und/oder bei der Ausfahrt abgebucht werden, bei der hier gewählten ersten Variante soll jedoch nur die Einfahrt eine Rolle spielen. Das Gebiet hat eine Größe von 98 km² (ein Zehntel der Stadtfläche), eine Einwohnerzahl von 1,1 Mio. (32% aller Einwohner) und 0,8 Mio. Beschäftigte (64% aller Beschäftigten). Das gesamte Straßennetz innerhalb des S-Bahn-Rings mißt 850 km (einfache Länge). Das Hauptstraßennetz ist 250 km lang und trägt 80% des Verkehrs [APEL 1994]. Auf die Innenstadt innerhalb des Hundekopfs sind derzeit nur 29% der Aktivitäten (Reisen) der rund 2,5 Mio. täglichen Beziehungen im MIV gerichtet, 48% orientieren sich in und zwischen den Außenbezirken, im Hundekopf entstehen 14% der Beziehungen.

56 Zufahrtstraßen zum Erhebungsgebiet benötigen eine Erhebungseinrichtung stadteinwärts, jeweils fünf Straßen werden als Sackgassen hergerichtet bzw. als Einbahnstraßen mit Ausfahrmöglichkeit (ohne Erhebung) betrieben. Insgesamt ergeben sich 26 Installationen im Zuge der Unterquerung von Brücken bei Eisenbahnüberführungen, eine Installation im Straßentunnel und 29 Installationen der Erhebungseinrichtungen im Zuge von Brücken über den S-Bahn- und/oder Stadtautobahnring bzw. an Straßenquerschnitten. Bei den Brücken werden eigene Halterungen notwendig oder es sind Stahlkonstruktionen der Brücken betroffen. Das jedoch zieht wieder eine weniger stadtvträgliche Beeinträchtigung nach sich, die durch die Einbeziehung der Bahnbrücken verhindert werden sollte. Durch die Erhebungseinrichtungen entfallen z.T. Parkplätze am Fahrbahnrand. In nur sechs Straßen liegen Bussonderfahrstreifen, die mit einer Kontrolleinrichtung versehen werden. Straßenbahnlinien sind in acht Straßen vorhanden, in vier Fällen davon besitzt die Straßenbahn einen eigenen Gleiskörper. Beim straßenbündigen Gleiskörper muß durch seitliche Barrieren das Mitbenutzen durch den MIV verhindert werden.

Der im westlichen Stadtgebiet liegende, parallel zur Ringbahn geführte Stadtautobahnring soll als Umfahrungsring dienen und kann ohne Abgabe benutzt werden. Damit wird auch die Problematik der Erhebung von Abgaben auf Bundesautobahnen ausgeklammert (vgl. [MEYER 1994]), da auf diesen hier keine Erhebung stattfindet. Bei den Bundesstraßen im Berliner Stadtgebiet handelt es sich zum größten Teil um Straßen, die zur Straßenbaulast der Stadt gehören. Eine besondere Situation entsteht im südlichen Bereich des Kordonrings. Da die Stadtautobahn hier teilweise innerhalb des S-Bahn-Rings verläuft, müssen die Erfassungsstellen in das Gebiet gerückt werden. In diesem Abschnitt sind Einbahnstraßenregelungen und verhältnismäßig viele Erhebungseinrichtungen notwendig. Der S-Bahn-Ring dient auch zur Abgrenzung der ÖPNV-Tarifzone. Für Reisende in der Tarifzone B, die das restliche Stadtgebiet bis zur Stadtgrenze umfaßt, besteht jedoch nicht die Möglichkeit, die Tarifzone A auf dem S-Bahn-Ring zu umfahren, da der Ring zur Zone A gehört.

Doppel- und Mehrfachabbuchungen bei Road Pricing-Kordons durch Wendefahrten lassen sich nie vermeiden. Diese können z.B. durch Parksuchverkehr hervorgerufen werden, wenn die gleiche Straße oder eine in der Nähe liegende Parallelstraße in entgegengesetzter Richtung befahren wird. Diese Situationen müssen durch Hinweisschilder abgemildert werden.

Die Parkraumbewirtschaftung kann weiterhin zur Steuerung der Nutzung des öffentlichen Parkraums durch verschiedene Nachfragegruppen eingesetzt werden. Die Wirkung der Parkraumbewirtschaftung beschränkt sich jedoch auf die Verkehrsteilnehmer, die auf einen öffentlichen, bewirtschafteten Stellplatz angewiesen sind. Die Nutzer eines privaten Stellplatzes hingegen können nicht erreicht werden.

Zu fragen ist letztlich, ob Anwohner von Abgaben befreit werden oder nur reduzierte Abgaben zahlen, auch wenn sie in der Road Pricing-Zone Binnenverkehr erzeugen. Hier kann schwerlich noch von „Anwohnern“ gesprochen werden, da die Größe des Erhebungsgebiets die Vorstellung von einem deutlich abgesetzten Stadtkern übersteigt. Hier sollte aus Gerechtigkeitsgründen eine Gleichbehandlung aller Teilnehmer des Road Pricing-Systems stattfinden. Zudem muß eine Vorzugsbehandlung vor einer Übertragung auf Dritte geschützt werden. Meyer [MEYER 1994, S. 56] bemerkt zum Problem der Anwohner: *„Soweit eine gute ÖPNV-Verbindung existiert und dem Vertrauensschutz durch einen längeren Zeitraum (von etwa 2-5 Jahren) zwischen Ankündigung und tatsächlicher voller Abgabenerhebung Rechnung getragen wird, haben Anlieger genug Zeit zur Veränderung ihres Verkehrsverhaltens oder Hinnahme der (verursachergerechten!) Zahlung der Abgabe.“*

3.10.3 Weitere Unterteilung des Innenstadtgebiets

Um dem Argument der ungelösten Probleme im Hinblick auf den nichtbepreisten Binnenverkehr innerhalb des Innenstadtkordons entgegenzuwirken, wird nun als zweite Variante eine weitere Unterteilung des Gebietes vorgeschlagen. Auf diese Weise kann ein System geschaffen werden, das einer fahrleistungsabhängigen Bepreisung näher kommt, vorausgesetzt, daß die Unterteilungen klein genug gewählt werden. Beispiele für die weitere Unterteilung eines ringförmigen Kordons in weitere Gebiete sind die Screenlines der Londoner Planungen [MVA CONSULTANCY 1995] und des niederländischen Road Pricing-Systems [BOVY 1994] in Spitzenzeiten. Im Gegensatz zu einem einzigen Kordon sollen hier bei diesen kleineren Unterteilungen alle Ein- und Ausfahrten mit einer Abbuchung berücksichtigt werden, die hier mit 2 DM (bzw. 3 DM für Lkw über einem zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 t) je Durchfahrt angesetzt wird. Der Außenkordon mit einer Abgabe von 4 bzw. 6 DM bei der Einfahrt bleibt unverändert bestehen. Die Unterteilung ist dazu geeignet, nach einer Einführungsphase als Erweiterung des Kordonmodells (s. Kapitel 3.10.1) eingesetzt zu werden.

Um das Berliner Innenstadtgebiet in vier Zonen (Quadranten des S-Bahn-Rings, s. Anhang 2) einzuteilen, sollte man zunächst ähnliche Voraussetzungen für eine stadtverträgliche Unterbringung der Erhebungseinrichtungen suchen, wie sie bei dem S-Bahn-Ring in Form der Bahn-Brücken gegeben sind. In Ost-West-Richtung bietet sich als ideale Unterteilung des Ringes das Bauwerk der sogenannten Stadtbahn an (Berliner S- und Fernbahnstrecke in Ost-West-Richtung). Der größte Teil liegt auf 731 gemauerten Viadukten, der Rest im Bereich von Charlottenburg auf einer Dammschüttung bzw. zwischen den Bahnhöfen Ostbahnhof und Ostkreuz in der Ebene. Sämtliche Straßen unterqueren die Bahn bis auf zwei Ausnahmen. Es sind insgesamt 47 Straßen vorhanden, die diese gedachte Linie mit unterschiedlicher Querschnittbreite kreuzen, 34 können davon mit Erhebungseinrichtungen ausgestattet werden, die restlichen, kleinen Straßen werden geschlossen und zu Sackgassen verändert. In einem Fall wird die Durchfahrt nur für Busse eingerichtet. Zwei Straßentunnel unterqueren das Stadtbahnbauwerk (Tiergartentunnel und Tunnel am Alexanderplatz). Ein Problem ergibt sich südöstlich der Jannowitzbrücke, wo durch den Verlauf des S-Bahn-Bauwerks im Abstand von etwa 700 m zweimal die S-Bahn unterquert werden muß. Um den Verbindungscharakter des parallelen Straßenzuges hervorzuheben, muß die Erhebungsgrenze in diesem Bereich an den nördlichen Rand der Straße verlegt werden. Somit werden nicht mehr die Überführungen der S-Bahn als Erhebungspunkte benutzt, sondern Straßenquerschnitte.

In vier Fällen sind Bussonderfahrstreifen eingerichtet, die Straßenbahn ist bei den jetzigen Querschnitten in zwei Straßen (straßenbündiger Gleiskörper) vorhanden und wird sich im Zuge der Verlängerung des Straßenbahnnetzes in der Warschauer Straße auf der Warschauer Brücke auf einem straßenbündigen Gleiskörper den Platz mit dem MIV teilen müssen.

Für die Nord-Süd-Richtung im Planungsgebiet des „Großen Hundekopfes“ gibt es keine durchgehende Strecke mit Bahnüberführungen, da die Nord-Süd-S-Bahn im Tunnel und im Einschnitt verläuft. Deswegen wurde eine gedachte Linie in Nord-Süd-Richtung betrachtet, die vom Norden an der Perleberger Straße bis zum Schöneberger Ufer den Straßen, dann der Hochbahnstrecke der U-Bahn bis zum Gleisdreieck und der Dresdener Bahn bis zum Südrand des Planungsgebiets folgt. Zwischen dem Gleisdreieck und dem Südrand gibt es nur drei Kreuzungsmöglichkeiten in Ost-West-Richtung. Insgesamt entstehen von Norden nur elf Erhebungspunkte mit zwei Bahnüberführungen, für das ganze Gebiet mit Ring und vier Quadranten 101 Punkte (siehe Anhang 2). Wegen der Erhebung in beiden Richtungen innerhalb des S-Bahn-Rings ergibt sich eine Zahl von 148 Erhebungspunkten. Für Pkw-Nutzer, die angrenzende Zonen in Hin- und Rückrichtung überqueren, ergeben sich zwei Abbuchungen. Mehrbe-

lastungen gibt es bei Fahrten zwischen den jeweils zwei sich diagonal gegenüberliegenden Zonen.

3.11 Hypothesen zu den Auswirkungen der Straßenbenutzungsabgaben

Straßenbenutzungsabgaben wirken auf das Verkehrsaufkommen und die Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr ein. Dabei können den Betroffenen mehrere kurzfristige Reaktionsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, sofern keine unveränderte Fahrt mit dem Pkw unternommen wird: Umstieg auf ein anderes Verkehrsmittel (ÖPNV, Fahrrad, zu Fuß, Fahrgemeinschaft, Park&Ride), Fahrtverzicht, Aufsuchen eines anderen Zieles, Änderung der Fahrtroute, des Beginns des Fahrtantritts oder der Fahrthäufigkeit.

Für die Befragungen mußten zunächst Hypothesen formuliert werden, die - in die Befragung umgesetzt - überprüft werden müssen. Aus den in den oben genannten Literaturquellen gemachten Erfahrungen lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

- Die Reaktionen sind von den einzelnen Fahrtzwecken abhängig. Untersucht werden sollen hier die Zwecke Arbeit/Ausbildung, dienstliche/geschäftliche Fahrten, Einkauf und Besorgung/Dienstleistung/Behördengang sowie Freizeit (ohne Urlaubsverkehr). Dabei können Unterschiede in der Substituierbarkeit von Zielen und bei der Möglichkeit, auf die Fahrt zu verzichten, auftreten, da beim Fahrtzweck Arbeit z.B. der Aktivitätssort überwiegend nur bei einem Wechsel des Arbeitgebers verändert werden kann und die Fahrt durchgeführt werden muß.
- Als weiterer Einflußfaktor, der für das Verhalten und die Reaktion von Bedeutung ist, wird die Höhe der Abgaben im Individualverkehr angenommen.
- Die Möglichkeit, bestimmten Abgaben durch die Wahl der Abfahrtszeit zu entgehen, wird wegen der Randbedingungen bei der Tagesgestaltung vor Arbeitsbeginn als sehr gering eingeschätzt.

3.12 Eigene Untersuchung der Verhaltensänderungen

3.12.1 Vorbemerkungen

Die Probleme mit der direkten Übertragbarkeit der unter 3.7.4 genannten Erfahrungen der Beispielstädte zur Bestimmung der Auswirkungen der Maßnahme führte zu der Überlegung, eigene Befragungen durchzuführen, um das Entscheidungsverhalten der von der in Berlin eingesetzten Maßnahme Betroffenen abbilden zu können. Zusammen mit den Auswirkungen in den Städten mit existierenden Road Pricing-Systemen konnte mit den Ergebnissen der Stated Preference-Befragungen zunächst ein Überblick über die möglichen Reduktionspotentiale gewonnen werden. Der nächste Schritt ist die Erarbeitung eines eigenen Befragungsinstrumentariums: Zur Abschätzung der Auswirkung der Maßnahme wurden in einem Zeitraum von etwa sieben Monaten zwei verschiedene Befragungen durchgeführt, wovon die zweite schriftlicher Art war.

Es ist naheliegend, daß eine große Erhebung mit vielen Befragten und einer eher unverzerrten Teilnehmerstruktur aufschlußreicher für die Anwendung der Maßnahme in der Beispielstadt Berlin gewesen wäre. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß für alle in der Arbeit behandelten VSM-Maßnahmen Befragungen durchzuführen waren. Da die personellen und finanziellen Mittel beschränkt waren, gab es daher 1996 und 1997 mehrere kleinere Erhebungen, die zudem als Test der gewählten Methode dienten.

3.12.2 Eigene Befragung 1996 in Berlin

Im Frühsommer 1996 wurde eine erste Erhebung zum Thema „Zufahrtabgaben für die Berliner Innenstadt“ vorbereitet. Zusätzlich sollten Daten zum Fahrtzweck, zur Parkhäufigkeit, zur Parkdauer, zum Quellort der Fahrt und zur Fahrtdauer erhoben werden; auch die später am Tag durchzuführenden Fahrten mit der Anzahl der Fahrten innerhalb des S-Bahn-Rings waren von Interesse. Die Besetzung des Fahrzeugs sollte notiert, das Alter der Befragten geschätzt werden. Als Zielgruppe wurden die weiblichen und männlichen Nutzer eines Pkw im Alter von 18 bis 65 Jahren bestimmt, die eine Fahrt über den S-Bahn-Ring hinweg in die Innenstadt durchgeführt und die das Fahrzeug zum Parken abgestellt hatten oder sich auf dem Weg zum Fahrzeug befanden. Bei Fahrten, die innerhalb des Ringes stattfanden, wurde ebenfalls eine Befragung durchgeführt. Die Erhebung der Daten sollte im Rahmen einer weitgestreuten Befragung stattfinden.

Für die Kernfrage nach den Auswirkungen eines imaginären Road Pricing-Systems mit einem Kordon entlang des S-Bahn-Rings bot sich die Antwortform des Stated Choice als einfach und natürlich erscheinende Art an. Die möglichen Ausweichreaktionen auf eine Einfahrtabgabe wurden auf diese spezielle Fahrt in das jeweilige Erhebungsgebiet bezogen und sollten so - falls die nötige Zeit vorhanden war - zum Nachdenken auffordern. Auf einer Karte konnte das Gebiet des S-Bahn-Rings anschaulich vermittelt werden. Als mögliche, vom Befrager vorgegebene Antworten waren vier, zusammen mit den möglichen alternativen Verkehrsmitteln und der eigenen Antwortmöglichkeit der Befragten acht Reaktionen vorgesehen: keine Fahrtänderung, Verkehrsmittelwechsel (Bus/Bahn, Fahrrad, zu Fuß, sonstiges Verkehrsmittel), Ziel außerhalb der Erhebungszone aufsuchen, Fahrtverzicht und sonstige Reaktion. Dies wird als eine von den mündlich Befragten noch überschaubare Anzahl angesehen. Die Frage nach einer Reduktion der Fahrtenhäufigkeit bei einer weiterhin durchgeführten Fahrt in das Gebiet wurde wegen der zweifelhaften Aussagekraft der Antworten nicht gestellt. Eine Situationsauswahl, z.B. mit verschiedenen Abgabenhöhen, Komfortstufen oder Fahrzeiten des Verkehrsmittels, wurde nicht durchgeführt, da Wert auf eine kurze Befragung und einen hohen Stichprobenanteil gelegt wurde. Oft mußten jedoch zusätzliche Informationen zum Thema Einfahrtabgabe vermittelt werden, da viele Befragte nicht mit der Thematik vertraut waren. Diese Tatsache führte zu einer längeren Befragungszeit. Der vollständige Fragebogen ist in Anhang 3 zu finden.

Da es sich bei den Befragungsorten um aufkommenstarke Zielpunkte handeln sollte, wurden zu diesem Zweck Orte in Berlin mit hoher Nutzungsdichte und -mischung ausgewählt. Neben zwei Punkten in Neukölln (Hermannplatz und Karl-Marx-Straße) und im Ostteil Berlins (Umfeld der Bahnhöfe Alexanderplatz und Ostbahnhof) befanden diese sich im oder am Rande des Parkraumbewirtschaftungsgebiets City West (Straße des 17. Juni, Hardenbergstraße, Kurfürstendamm, Leibnizstraße/Olivaer Platz, Tauentzienstraße/Wittenbergplatz und Wilmersdorfer Straße). Der Pretest wurde in der Nähe der Technischen Universität (TU) in der Hardenbergstraße und Straße des 17. Juni mit einem Anteil von etwa 5% der Befragten bei der Haupterhebung durchgeführt und führte zu kleineren Veränderungen der Fragestellungen. Am 18. Juni 1996 (Dienstag) wurden an den neun Stellen innerhalb des Berliner S-Bahn-Rings in der Zeit zwischen 8 und 18 Uhr insgesamt 671 Personen befragt und die Fragebögen vom Befragungspersonal ausgefüllt, wobei die Stichprobengröße zwischen 61 und 173 pro Ort schwankte. Eine Wichtung der Ergebnisse erfolgte wegen der zufälligen Auswahl der Befragten nicht.

Der Fahrtzweck Einkauf stand mit 42,2% an erster Stelle, gefolgt vom Fahrtzweck Arbeit (21,9%), in dem auch die dienstlichen und geschäftlichen Fahrten integriert wurden, und

Dienstleistung/Behördengang (13,4%). Die restlichen Fahrtzwecke haben nur geringe Anteile (s. Tabelle 3-9).

Fahrtzweck	Anteile
Wohnen	4,2%
Arbeit	21,9%
Ausbildung/Studium	6,8%
Dienstleistung/Behördengang	13,4%
Einkauf	42,2%
Freizeit	7,2%
Sonstiges	4,3%

Tabelle 3-9: Fahrtzwecke bei der Befragung 1996

27,8% der Befragten parkten bis zu 30 Minuten, insgesamt waren es 55,5% der Befragten, die sich dort bis zu einer Stunde aufhielten, weitere 21,9% bis zu zwei Stunden. 6,8% parkten dort zwischen vier und acht Stunden, Dauerparker ab einer Parkzeit von acht Stunden waren mit 5,7% vertreten. Die mittlere Parkzeit lag bei 142 Minuten, Median und Modalwert betragen je 60 Minuten. Das kurzfristige Parken im Rahmen des Ausliefern oder der geschäftlichen Fahrten ist beim Fahrtzweck Arbeit nur sehr selten vertreten: Nur 8,4% (elf Personen) parkten bei diesem Fahrtzweck bis zu 15 Minuten.

Die Befragten haben im Mittel einen Weg von 13 km zurückgelegt, 49,5% sind nicht weiter als 5 km und fast 90% sind nicht weiter als 15 km gefahren. Weite Entfernungen über 30 km wurden nur von 4,1% zurückgelegt. Über 80% der Personen fuhren nicht länger als 30 Minuten, im Mittel waren es 26 Minuten. Knapp die Hälfte der Befragten führte nach dem Aufsuchen des Befragungsortes nur noch eine Fahrt durch, 27,7% zwei Fahrten. 59,8% aller weiteren Fahrten wurden innerhalb des S-Bahn-Rings durchgeführt. In fast der Hälfte dieser Fälle blieb es dann bei einer Fahrt (Personen aus dem S-Bahn-Ring), 29,9% der Befragten machten zwei Fahrten innerhalb des S-Bahn-Rings.

Die Reaktion auf eine Einfahrtabgabe von 4 DM ist in Tabelle 3-10 zunächst für alle Fahrtzwecke dargestellt:

Mögliche Reaktion	Anteile
Nach wie vor MIV	55,9%
Verkehrsmittelwechsel	24,6%
Ziel außerhalb suchen	12,6%
Fahrtverzicht	5,6%
Sonstige Reaktion	1,3%
Anzahl der Befragten	n = 658

Tabelle 3-10: Reaktionen auf eine Einfahrtabgabe

Die potentiellen Umsteiger auf andere Verkehrsmittel teilen sich zu 82,7% auf Bus und Bahn und zu 11,7% auf das Fahrrad auf, 5,6% wollen zu Fuß gehen. Um die hohe Bereitschaft, die Verkehrsmittel des ÖPNV zu nutzen, zu überprüfen, wurde die Erschließungsqualität an den jeweiligen Quellen der letzten Fahrt überprüft. Die überwiegende Zahl der Befragten kann auf einen guten bis sehr guten ÖPNV-Anschluß mit Schnellbahnanschluß (Straßenbahn, U- und S-Bahn) zurückgreifen, was auf einen potentiellen Verkehrsmittelübergang hinweist. Die Ziele (Befragungsorte) waren mit einem sehr guten ÖPNV-Anschluß versehen. Auch bei den zukünftigen Radfahrern und Fußgängern handelt es sich um nachvollziehbare Antworten, da

nur geringe Längen bis 5 km zurückgelegt wurden. Bei dieser Vorgehensweise kann jedoch nicht berücksichtigt werden, ob für diese Fahrt der Wechsel des Verkehrsmittels innerhalb einer Fahrtenkette überhaupt möglich war. Im Gebiet innerhalb des S-Bahn-Rings würden nach dieser Frage bei der Zusammensetzung der Fahrtzwecke etwa 44% der MIV-Fahrten im Personenverkehr wegfallen, was sich aus einem Verzicht (7%) und einem Verkehrsmittelwechsel (37%) zusammensetzt. Betrachtet man das gesamte Stadtgebiet, fallen etwa 31% der motorisierten Fahrten weg, da noch andere Ziele außerhalb des Rings angesteuert würden.

Um Unterschiede zwischen der Dringlichkeit einer Fahrt (ausgedrückt durch die Bereitschaft, diese Fahrt auch unter erschwerten Bedingungen mit dem gleichen Verkehrsmittel durchzuführen) zu untersuchen, wurden vier verschiedene Fahrtzweckblöcke gebildet (s. Tabelle 3-11):

Mögliche Reaktion	Arbeit	Ausbildung	Einkauf, Dienstleistung und Behörde	Freizeit und Sonstiges
Nach wie vor MIV	76,9%	62,2%	45,3%	56,3%
Verkehrsmittelwechsel	19,6%	35,5%	25,7%	29,2%
Ziel außerhalb suchen	2,1%	2,3%	19,5%	8,3%
Fahrtverzicht	1,4%	-	8,1%	6,3%
Sonstige Reaktion	-	-	1,4%	-
Anzahl der Befragten	n = 146	n = 47	n = 373	n = 48

Tabelle 3-11: Reaktionen auf eine Einfahrtabgabe in Abhängigkeit von den Fahrtzwecken

Zwischen den Fahrtzwecken sind Unterschiede zu entdecken, was die Hypothese bestätigt: Ein Fahrtverzicht ist am schwersten beim Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung durchzuführen (nur 1,4% bzw. 0% gegenüber 8,1% bei Einkauf, Dienstleistung und Behördengang). Gleichzeitig ist beim Fahrtzweck Arbeit auch der Anteil der weiterhin mit dem MIV durchgeführten Fahrten mit 76,9% am größten (bei Einkauf, Dienstleistung und Behördengang nur 45,3%). Das Ziel außerhalb zu suchen, fällt bei Einkauf, Dienstleistung und Behördengang mit 19,5% wesentlich leichter als bei anderen Zwecken.

3.12.3 Eigene Befragung 1997 in Berlin

Bei der zweiten Befragung, diesmal schriftlich durchgeführt, handelt es sich um einen ausführlichen, im Januar 1997 an zufällig ausgewählte Berliner und Brandenburger Pkw-Nutzer, die zumindest auf einen Pkw im Haushalt zurückgreifen konnten, ausgegebene Fragebogen zu Fahrtenprofilen an einem durchschnittlichen Tag, Einstellungen zu Elektrofahrzeugen und eine Reaktionsermittlung bei hypothetischen preispolitischen Maßnahmen (s. Anhang 4-I bis 4-VII). Eingeleitet wurde die Befragung mit der Erhebung von soziodemographischen Daten. Die Fahrtenprotokolle, die die Erhebungsform der KONTIV (vgl. [FGSV 1991b]) als grundlegende Basis haben, und der Teil C zum Themenkomplex „Elektrofahrzeuge“ werden in Kapitel 5.13 ausführlich beschrieben, da sie hier im Zusammenhang mit den Straßenbenutzungsabgaben nicht von unmittelbarer Bedeutung sind. Die Protokolle sind jedoch vor den Fragen zum Thema Road Pricing angeordnet. Auf diese Weise wurde von den Befragten verlangt, Aussagen zu den Fahrten eines durchschnittlichen Tages zu machen und sich somit den Tagesablauf ins Gedächtnis zu rufen. Die jeweils erste Fahrt wurde dann als maßgebende Fahrt für die Ermittlung von Reaktionen auf preispolitische Maßnahmen herangezogen. Bei den beiden folgenden Fragenteilen handelt es sich um Fragen zu Reaktionen auf Straßenbenutzungsabgaben (Teil D) und Fragen zur möglichen zeitlichen Verschiebung von Pkw-Fahrten (Teil E).

Bei den Fragen nach den Auswirkungen der Straßenbenutzungsabgaben auf die erste Fahrt wurde erneut die Stated Choice-Form gewählt. Als mögliche Abgaben für ein einmaliges Überfahren des Kordons wurden 2, 4, 6 und 8 DM gewählt. Für die Frage nach den Auswirkungen eines Vier-Quadranten-Modells zur Annäherung an eine Fahrleistungsabhängigkeit wurde ein Preis von 2 DM für die Grenzdurchfahrt gewählt. Die Fragen nach den Auswirkungen einer Mineralölsteuererhöhung und einer erweiterten Parkraumbewirtschaftung werden hier nicht betrachtet, da sie für die Arbeit nicht relevant sind. Als mögliche Reaktionen waren neun Antwortmöglichkeiten vorgegeben: Unveränderte Fahrt mit dem MIV, Wechsel zum ÖPNV, Wechsel zum Fahrrad oder zu Fuß gehen, Umfahrung des S-Bahn-Ringes, Wahl eines anderen Ziels außerhalb des S-Bahn-Ringes, Park&Ride, Mitfahrgemeinschaft, Fahrtkopplung (Möglichkeit des Verbindens mehrerer Fahrtzwecke im Erhebungsgebiet) und Fahrtverzicht. Bei jedem Fahrtzweck konnte aus dieser Liste ausgewählt werden.

Da die Frage nach Möglichkeiten der Befragten, zeitliche Verschiebungen der ersten Fahrt zur Umgehung von Straßenbenutzungsabgaben vorzunehmen, von großem Interesse war, wurden im Teil E der Befragung sechs Fragen als Kombinationen von zwei Preisen (2 und 4 DM) und drei Zeitangaben (40 min früher, 20 min früher und 20 min später), die eine noch abgabefreie Fahrt ermöglichen würden, gestellt. Dabei konnte zwischen der zur gleichen Zeit, der zu einer anderen Zeit und der mit dem ÖPNV durchgeführten Fahrt gewählt werden. Als Untersuchungsfall sollte eine beliebige Fahrt zur Arbeit oder Ausbildung dienen.

Die ausgefüllten Erhebungsbögen wurden zum größten Teil persönlich bei den Befragten abgeholt. Auf diese Weise konnten offene Fragen geklärt werden oder erneut auf das (jedoch freiwillige) Ausfüllen des Bogens hingewiesen werden. Von den 170 verteilten Bögen konnten 147 (86%) wieder eingesammelt werden oder wurden zugeschickt. Dabei zeigte sich, daß nicht alle Personen den Pkw regelmäßig oder gelegentlich benutzen, sondern auch in zwölf Fällen der Pkw selten genutzt wird. In einem Fall wurde angegeben, den Pkw nie zu benutzen, zwei Befragte haben sich zur Nutzungshäufigkeit nicht geäußert. Dementsprechend sind auch nur von 144 Personen Fahrtenprotokolle mit maximal sechs Fahrten eines durchschnittlichen Tages erstellt worden.

Der Anteil der weiblichen Pkw-Nutzer (26,4%) scheint im Vergleich zu dem Gesamtanteil der Frauen in Berlin (1995 51,8% [STALA 1997a]) unterrepräsentiert zu sein, dies muß jedoch auch im Zusammenhang mit der Häufigkeit der Verkehrsmittelnutzung gesehen werden. So haben z.B. 1986 in West-Berlin [HOLZ-RAU 1993] erwerbstätige Frauen mit Pkw im Haushalt und Führerschein 0,27 Reisen der 1,31 Reisen pro Werktag am Steuer eines Pkw durchgeführt, die erwerbstätigen Männer hingegen 0,96 von 1,31 Reisen, also fast viermal so viel.

Die mittlere Länge (17 km) und die mittlere Dauer (39 min) der ersten Fahrt liegen über den Angaben zur durchgeführten Fahrt im Sommer 1996. 22,2% haben Fahrten durchgeführt, die maximal 5 km lang waren. Die erste Fahrt wird vom Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung (67,4%) dominiert. Mittlere Fahrtlänge und Fahrtdauer entsprechen den Zahlen der Erhebung von 1996. Bei den Anteilen folgen Einkauf/Besorgung mit 11,8%, Freizeit (10,4%), geschäftliche und dienstliche Fahrt (5,6%), sonstiger Zweck (4,2%) und die Fahrt nach Hause (0,7%).

Es müssen hier Unterschiede zwischen Pendlern in das Kordongebiet, Personen im Durchgangsverkehr, im Binnenverkehr sowie Personen, die nur Fahrten außerhalb des hypothetischen Erhebungsgebietes durchführen, gemacht werden. Nur die erste Gruppe wird bei den Auswirkungen der Maßnahme betrachtet. Die Personen im Binnenverkehr werden nur bei der

Betrachtung der zusätzlichen Unterteilung des Innenstadtgebiets in vier Teile und bei den zeitabhängigen Tarifen hinzugezogen. Da auch nach dem Fahrtzweck unterschieden wurde, stand letztendlich nur noch für die Gruppe der Personen mit dem Fahrtzweck Arbeit (n = 50) eine ausreichend große Datenmenge zur Verfügung.

Als Antworten auf die Gebührenhöhe von 2 bis 8 DM wurden neben der weiterhin durchgeführten Fahrt nur Verkehrsmittelwechsel zu den öffentlichen Verkehrsmitteln und sonstigen Verkehrsmitteln (Fuß und Fahrrad) angegeben. Die Ergebnisse sind in Bild 3-4 dargestellt:

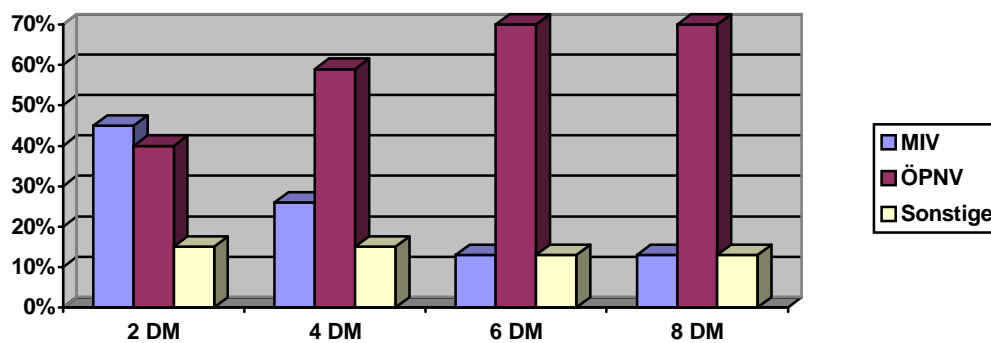


Bild 3-4: Anteile der Verkehrsmittel [%] in Abhängigkeit von der Abgabenhöhe beim Fahrtzweck Arbeit (Befragung 1997)

Der Anteil der Personen, die nach wie vor den Pkw nutzen würden, beträgt bei einer Abgabe von 2 DM noch etwa 45% und sinkt auf 26% (4 DM) und 13% (6 DM). Die Reaktionen auf eine Abgabe von 8 DM entsprechen den Reaktionen bei 6 DM. Eine Abhängigkeit des Verhaltens von der Abgabenhöhe (bis zu 6 DM) ist somit vorhanden, die Reaktionen auf die Abgabe erscheinen jedoch überzogen. Während der Anteil der sonstigen Verkehrsmittel etwa bei 15% konstant bleibt, kann der ÖPNV Anteile von 40% (2 DM) bis 70% (6/8 DM) verzeichnen. Andere Antworten waren wegen der kaum möglichen Zielsubstitution oder dem Fahrtverzicht, wie erwartet, nicht gegeben worden.

Die Mitnahme von Gepäck kann bei den befragten Personen nicht ausschlaggebend dafür sein, nicht das Verkehrsmittel zu wechseln. Von den Personen mit Gepäck hat nur eine angegeben, im Falle einer Abgabe weiterhin den Pkw zu nutzen.

Bei der Frage nach der zeitlichen Verlegung der ersten Fahrt wurden alle Fälle ausgewertet. Von Interesse waren die Antworten, die eine mögliche Verlegung der Fahrt signalisierten. Dabei wird zwischen einer Abgabe von 2 und 4 DM unterschieden (Tabelle 3-12):

Abgabenhöhe	2 DM			4 DM		
	40 min früher	20 min früher	20 min später	40 min früher	20 min früher	20 min später
Anteil der Flexiblen	22,8%	62,8%	53,8%	24,1%	69,7%	53,8%

Tabelle 3-12: Anteile der flexiblen Personen mit möglicher Verschiebung der Startzeit

Die Höhe der Abgabe spiegelt sich nur gering in den Antworten wider, weitaus stärker ist der Einfluß der Zeit. Während sich nur knapp ein Viertel der Personen für eine um 40 Minuten frühere Abfahrt entscheiden würden, wären 62,8 bzw. 69,7% der Personen bereit, die Fahrt um 20 Minuten früher zu beginnen. Für eine Fahrt, die 20 Minuten später beginnt, würden jeweils 53,8% votieren. Das entspricht auch etwa der Zahl der beschäftigten Personen mit

einer Gleitzeitmöglichkeit (57%). Beide Zeiträume zeigen einen deutlichen Einfluß auf die Wahl der Abfahrtszeit. Betrachtet man die Abfahrtszeiten der befragten Personen, so entdeckt man, daß keine Abfahrt vor 5 Uhr getätigt wurde und 78% der Abfahrten zwischen 5 und 8 Uhr stattfanden. Eine um 4 Uhr beginnende Abgabenperiode bei Überfahrt des Kordons würde sehr wahrscheinlich nicht zu einer Verkehrsspitze vor diesem Zeitpunkt führen und hätte zur Folge, daß nahezu alle Personen von der Abgabe betroffen wären. Für das Ende der Abgabeperiode wird ein später Zeitpunkt (20 Uhr) gewählt, da auch somit zeitliche Fahrtverlagerungen im Berufsverkehr vermieden werden sollen. Es wird demnach ein Erhebungszeitraum zwischen 4 und 20 Uhr, von Montag bis Freitag, vorgeschlagen.

3.13 Das Netzmodell des Untersuchungsgebiets

Für die Ermittlung der Auswirkungen der Maßnahme stehen ein streckenorientiertes Verkehrsumlegungsprogramm (VISUM-IV), eine Straßennetzdatei für Berlin (s. Anhang 5) sowie eine Fahrtenmatrix des Personenverkehrsmodells Berlin für den motorisierten Individualverkehr (Bezugsjahr 1995) und eine Matrix des Wirtschaftsverkehrs zur Verfügung. Die Quell- und Zielbeziehungen zwischen den außerhalb Berlins liegenden Verkehrsbezirken (ohne Durchgangsverkehr in Berlin) wurden nicht betrachtet, da sie nicht beeinflußt werden. Nur der Durchgangsverkehr wird zukünftig Umwege in Kauf nehmen, um die Innenstadt zu umfahren. Da das Netz aufgrund der Verkehrsbezirkanbindungen an das Straßennetz nicht unmittelbar am S-Bahn-Ring abgetrennt werden kann, sind außenliegende Strecken und Verkehrsbezirke weiterhin vorhanden. Weiterreichende Beziehungen zwischen den Bezirken außerhalb Berlins und den Innenbezirken bleiben auch Bestandteil der veränderten Fahrtenmatrix, wobei diese Außenbezirke gebündelt in neugeschaffenen Verkehrsbezirken aufgehen. Die Auswirkungen auf das innerhalb des Kordons liegende Gebiet können durch Auswahl eines Bezugsgebiets präzise ermittelt werden.

Von den aus den statistischen Gebieten abgeleiteten 879 Teilverkehrszellen (Bezeichnung der Verkehrsbezirke im Berliner Netz) sind durch die Schaffung des neuen Netzes 547 verblieben. Davon liegen insgesamt 303 Verkehrszellen außerhalb des S-Bahn-Ringes, 244 Teilverkehrszellen liegen innerhalb des Kordons.

Die Netzstrecken sind in sechs Obertypen eingeteilt. Dabei wurden - je nach Kategorie und Querschnitt - Ausgangsgeschwindigkeiten der unbelasteten Strecken von 20 bis 80 km/h und Kapazitäten von 450 bis 5.400 Kfz/h pro Richtung vergeben. Insgesamt liegt eine Netzlänge von ca. 675 km vor. Mit dem Programmbaustein „Umweltwirkungen“ können nach der Verkehrsumlegung Aussagen zu Veränderungen der Lärm- und Schadstoffbelastung (CO, NO_x) gemacht werden. Einflüsse von Lichtsignalanlagen auf den Verkehrsablauf auf den Straßen können durch das Verkehrsumlegungsprogramm nicht direkt berücksichtigt werden.

3.14 Berücksichtigung der Verhaltensänderungen und Verkehrsumlegung

Für die Abhängigkeit von der Abgabenhöhe (2 bis 6 DM, siehe Bild 3-4) könnte für die einzelnen Wahlalternativen eine Regressionsgerade als Eingangsgröße für ein Logit-Modell gebildet werden. Da der Anteil der weiterhin durchgeführten Fahrten im Gegensatz zu den anderen Befragungen als sehr hoch erscheint, muß dieser Weg jedoch verlassen werden. Für alle Fahrtzwecke werden die im Kapitel 3.12.2 bei der Befragung im Jahr 1996 ermittelten Verteilungen der Reaktionen bei einer Abgabenhöhe von 4 DM (siehe Tabelle 3-10) eingesetzt.

Das gleiche gilt für das Modell mit vier Quadranten. Da angenommen wird, daß überwiegend zwei Fahrten (Hin- und Rückfahrt) mit je einer Kordonüberfahrt zu je 2 DM getätigt werden, wird für diese Personengruppe (bisheriger unbeeinflusster Binnenverkehr) auch die Reaktion auf eine Abgabe von 4 DM bei nur einer Kordonüberfahrt eingesetzt.

Für die Verteilung der Fahrtzwecke werden die Ergebnisse der Berliner Haushaltsbefragung 1986 [KLOAS U.A. 1988] für MIV-Fahrten herangezogen (Beruf/Geschäftliches/Dienstreise 49%, Ausbildung 3%, Einkauf 21% und Freizeit 27%), was zu einer Reduktion der relevanten Fahrten im Erhebungsgebiet um 40% führt. Bei einer täglichen MIV-Fahrtlänge von ca. 10 km (s. [KUTTER 1995b]) ergibt sich bei einer Berücksichtigung der Betriebskosten von 20 Pf/km (2,00 DM), einer Abgabe von 4 DM und somit ein Anstieg der Kosten auf 6,00 DM/Person und Tag ein Pkw-Elastizitätswert von -0,2 (-40%/+200%).

Die durch die Maßnahme hervorgerufenen Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten werden durch eine Modifikation der Fahrtenmatrix (Wochentag, Spitzenstunde 16 bis 17 Uhr) erreicht. Neben Folgen für das Verkehrsaufkommen (Verminderung der Fahrtenzahl durch Fahrtverzicht) ergeben sich Änderungen bei der Verkehrsmittelwahl. Die Verteilung der neuen Fahrtziele in der Umgebung Berlins kann im Netzmodell nicht berücksichtigt werden, diese Reaktion wird auch als Fahrtverzicht abgebildet. Ebenso können keine Aussagen über die Zielsubstitution der innerhalb des Kordons Wohnenden getroffen werden, der Anteil der Befragten war mit 4,2% auch sehr gering. Ein spezielles Problem ist die Frage der Abbildung der Nutzung des Pkw durch andere Haushaltsmitglieder mit einem anderen Ziel, wenn durch die Erhebung der Abgabe die ursprünglich vorgesehene Fahrt nicht durchgeführt wird. Im betrachteten Fall der Stadt Berlin würden anstatt von kordonüberschreitenden Fahrten andere Fahrten außerhalb und innerhalb des Kordons durchgeführt werden. Einen Hinweis gibt die Arbeit von *Dörnemann* [DÖRNEMANN 1998], die die Nutzung freigewordener Pkw im Zusammenhang mit einer Parkraumbewirtschaftung untersucht hat. Aufgrund der geringen Zahl untersuchter Haushalte lassen sich jedoch keine verallgemeinerbaren Aussagen treffen. Die Fahrtenmatrix des Wirtschaftsverkehrs bleibt unverändert. Einflüsse durch Rückverlagerungen infolge der gestiegenen Reisegeschwindigkeit im Netz werden vernachlässigt.

Die Verkehrsumlegungen werden in sechs Teilschritten mit Anteilen der Fahrtenmatrix von 40%, 25%, 15%, 10% und zweimal 5% mit dem Capacity Restraint-Verfahren durchgeführt. Die Fahrleistung im Erhebungsgebiet nimmt bei der ersten Umlegung des Mitfalls um 17%, im zweiten Fall (vier Quadranten) um 32% ab. Die Anzahl der täglichen Zielfahrten im und ins Gebiet wird von ca. 800.000 (550.000 davon innerhalb des S-Bahn-Rings) um ca. 133.000 bzw. um ca. 255.000 im zweiten Fall reduziert.

3.15 Ergebnisse der Kriterien der Stadtverträglichkeit

Die Lärmbelastungen im Ausgangsnetz wurden durch eine Umlegung der unveränderten Fahrtenmatrizen bestimmt. Dabei können je nach Straßenabschnitt überwiegend Mittelungspegel zwischen 69 und 73 dB(A) ermittelt werden. Ein Vorher-Nachher-Vergleich zeigt bei beiden Erhebungsmodellen eine Lärminderung um ein bis zwei dB(A) je Straßenabschnitt im Gebiet innerhalb des Kordons. Auch mit Einführung der Maßnahme sind in den Straßen in der deutlichen Mehrzahl Lärmemissionen von über 65 dB(A) zu verzeichnen. Bei den Luftschadstoffen ergeben sich Emissionsreduktionen beim Kohlenmonoxid (-23% bzw. -43% beim Vier-Quadranten-Modell) und bei den Stickstoffoxiden (-16% bzw. -31%).

Bei *Herry/Dieter* [HERRY/DIETER 1995] finden sich Angaben zu Infrastrukturkosten von Erhebungseinrichtungen bei Straßenbenutzungsabgaben, die sich bei einer Erhebungsstelle

mit einem Fahrstreifen auf 100.000 DM belaufen (s. Anhang 6). Für das Kordonmodell mit einem Ring werden ca. 10,5 Mio. DM Investitionskosten ermittelt, die 2 Mio. DM für einen Zentralcomputer beinhalten. Bei einem Vier-Quadranten-Modell kommen ca. 10,6 Mio. DM dazu. Jährliche Betriebskosten für Wartung und Überwachung der Erhebungseinrichtungen werden mit 2,8 bzw. 6,8 Mio. DM beziffert. Für die Aufwerteeinrichtungen in den insgesamt 620 Postämtern, Sparkassen und Tankstellen in Berlin und 80 weiteren Stellen im Umland entstehen Kosten in Höhe von 7 Mio. DM. Für 20 Informationsstellen an den auf Berlin zu führenden Straßen und Autobahnen werden 10 Mio. DM Investitionskosten und 4 Mio. DM jährliche Betriebskosten veranschlagt, für eine umfangreiche Beschilderung Investitionskosten in Höhe von 2 Mio. DM. Für eine jeweils einjährige Werbekampagne vor und nach dem Zeitpunkt des Starts (Werbeflächen, Presse und Fernsehen) werden insgesamt 24 Mio. DM benötigt. Die Kostensummen sind in Tabelle 3-13 angegeben. Auf der Einnahmeseite können jährlich ca. 150 Mio. DM beim Kordonmodell verbucht werden, ca. 250 Mio. DM kommen beim Vier-Quadranten-Modell dazu. Dabei ist von einer täglichen Einfahrt in das Erhebungsgebiet an 45 Wochen im Jahr und an 5 Tagen in der Woche bei ca. 120.000 Pkw im ersten Fall und ca. 320.000 Pkw im zweiten Fall ausgegangen worden. Beim Wirtschaftsverkehr (ca. 25.000 bzw. ca. 70.000 tägliche Einfahrten) wird eine Einfahrt an allen Werktagen des Jahres vorausgesetzt.

Road Pricing-Modell	Investitionskosten	Betriebskosten/Jahr	Einnahmen/Jahr
Kordonmodell	53,5 Mio. DM	6,8 Mio. DM	150 Mio. DM
Vier-Quadranten-Modell	64,1 Mio. DM	10,8 Mio. DM	400 Mio. DM

Tabelle 3-13: Kosten der Road Pricing-Varianten

Nicht betrachtet werden Auswirkungen auf Kosten für den Erwerb von OBU (nur geringe Kosten von ca. 100 DM), Investitionen für das Einrichten einer Betreibergesellschaft, Kosten, die den Verkehrsbetrieben durch die Taktverdichtung und den Kauf neuer Fahrzeuge entstehen und Investitionen für Park&Ride-Plätze. Die Zunahme im Park&Ride-Verkehr wird nur gering sein und kann mit den vorhandenen Kapazitäten in Berlin und im Umland bewältigt werden.

Berücksichtigt man, daß 50% der Fahrten auf einer öffentlichen Straßenfläche enden, können Flächeneinsparungen im ruhenden Verkehr von ca. 92 bzw. ca. 176 ha erzielt werden, wenn wie bei Boltze [BOLTZE 1994] für einen Pkw-Stellplatz $13,75 \text{ m}^2$ (5,50 m Länge·2,50 m Breite) berechnet werden.

3.16 Fazit und Empfehlungen

Die Auswirkungen der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ mit zwei untersuchten Varianten (vom S-Bahn-Ring gebildetes einfaches Kordonmodell und Vier-Quadranten-Modell in Berlin mit einer Fläche von je knapp 100 km^2) und Fahrleistungsreduktionen von 17 bzw. 32% zeigen beim Lärm nur geringe Verbesserungen gegenüber dem Ohne-Fall. Auch mit Einführung der Maßnahme sind in den Straßen in der deutlichen Mehrzahl Lärmemissionen von über 65 dB(A) zu verzeichnen. Bei den Luftschadstoffen können jedoch deutliche Reduktionen erzielt werden: Es ergeben sich Emissionsreduktionen beim Kohlenmonoxid (-23% beim einfachen Kordonmodell bzw. -43% beim Vier-Quadranten-Modell) und bei den Stickstoffoxiden (-16% bzw. -31%).

Negativ zu sehen sind die hohen Investitionskosten (54 bzw. 64 Mio. DM), diese werden jedoch durch die jährlichen Einnahmen durch Abgaben in Höhe von 150 bzw. 400 Mio. DM mehr als kompensiert. Die jährlichen Betriebskosten betragen 7 bzw. 11 Mio. DM.

Im ruhenden Verkehr können bei einer Berücksichtigung der nicht mehr durchgeführten Fahrten in der Stadt erhebliche Flächeneinsparungen (92 bzw. 176 ha) erzielt werden.

Auch wenn es schon einige wenige Anwendungsfälle für diese Maßnahme gibt, sind dennoch einige Unwägbarkeiten zu nennen: Es fehlen Erfahrungen mit der Zuverlässigkeit der Erhebungs- und Kontrolleinrichtungen, Erhebungseinrichtungen werden einen Einfluß auf das Stadtbild haben (was bei einem GPS-System entfallen könnte, das zudem einen positiven Einfluß auf die Investitionskosten hätte). Ausweichreaktionen sind schwer vorherzusagen, die Belastungen der Umfahrungsstraßen nehmen zu.

Für den unbeeinflussten Straßenwirtschaftsverkehr wären weitere Maßnahmen nötig, um die spezifischen Probleme der überwiegend dieselgetriebenen Fahrzeuge (Emission von Lärm und Dieselruß, aber auch CO und NO_x) zu vermindern. In Berlin werden bereits Maßnahmen gegen die Auswirkungen der Lkw (Einsatz lärmreduzierter Fahrzeuge, Nachtfahrverbote und Einrichtung von Tempo 30-Zonen, s. [KURPJUWEIT 1999]) ergriffen.

Bei einer Einführung der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ in der Beispielstadt Berlin werden folgende Arbeitsschritte in der Reihenfolge der Bearbeitung für notwendig gehalten:

- Festlegung des Erhebungssystems, des Erhebungsgebiets und Grundlage der Abgabenhöhe
- Befragung einer repräsentativen Anzahl Personen spezieller Personengruppen der MIV-Nutzer (vgl. [SCHNABEL/LOHSE 1997b]) mit Instrumenten der „Stated Preferences“ („Stated Choice“ mit Variation der Reisezeiten und Abgabenhöhe, Auswertung anhand eines Logit-Modells)
- Modifizierung des Personenverkehrsmodells im Hinblick auf die Einführung von Stundengruppen und stärkerer Beachtung des Freizeitverkehrs
- Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragung mit den Auswirkungen auf Verkehrsmittelwechsel, Fahrtverzicht und Reduktion der Fahrtlänge durch Zielsubstitution
- Unveränderte Übernahme des Wirtschaftsverkehrsmodells oder ggf. Berücksichtigung von Befragungsergebnissen
- Berücksichtigung von Zuwächsen im ÖPNV durch das modifizierte Personenverkehrsmodell
- Betrachtung der Auswirkungen der Maßnahme anhand des Modells
- Ermittlung der Nutzen und Kosten sowie Bewertung
- Politische Entscheidung, Schaffung der rechtlichen Grundlagen und Ausnahmeregelungen
- Verdeutlichung des Ziels der Straßenbenutzungsabgaben und Öffentlichkeitsarbeit
- Flankierende Maßnahmen im ÖPNV (z.B. Kauf neuer Fahrzeuge und Taktverdichtungen)
- Errichtung der Infrastruktur, Ausgabe von On Board Units, Einrichtung einer Clearing-Stelle für Smart Cards
- Begleitende Untersuchungen mit dem Ziel der Bewertung der realisierten Auswirkungen

Im Rahmen der Erarbeitung rechtlicher Grundlagen für die Beispielstadt muß die Entscheidung für eine der Abgabenarten fallen. Fällt die Entscheidung zugunsten einer Gebühr als Entgelt für eine staatliche Leistung (vgl. [MEYER 1994, SCHÜTTE 1998]), so muß das Recht der Erhebung und die Ertragshöhe für das übrige Straßennetz außerhalb der Bundesau-

tobahnen auf das Land Berlin übertragen werden. Dazu muß eine gesetzliche Grundlage geschaffen werden, die Anlaß, Grund, Zweck, Bemessungsgrundsätze und Umfang der Gebührenerhebung regelt. Der Gesetzgeber kann die Gemeinden ermächtigen, eine entsprechende Satzung zu erlassen (vgl. [MURSWIEK 1993, SCHÜTTE 1998]).

Die Öffentlichkeitsarbeit spielt in dem Ablauf der Planung eine überaus wichtige Rolle, da auf diese Weise den Bedenken der Betroffenen - auch im Hinblick auf die hohen Einnahmen durch die Abgabenerhebung - entgegengetreten und eine erfolgreiche Einführung eingeleitet werden kann. Bei der zeitlichen Abfolge der Umsetzung der Maßnahme unterscheidet *Schütte* [SCHÜTTE 1998] für Erfolgsbedingungen die drei Anforderungsebenen Ausrichtung (Problemsensibilisierung, Zielformulierung), Funktion (Unauffälligkeit, Transparenz, Flexibilität, Zuverlässigkeit, Rechtmäßigkeit) und Wirkung (verkehrliche, soziale und raumwirtschaftliche Auswirkungen). *Schlag* [SCHLAG 1998] nennt zur Lösung der Akzeptanzproblematik fünf Problembereiche, die Berücksichtigung finden müssen: Information, Effektivität und Effizienz, persönlicher Bezug zum Fahrzeug/Privatheit, Einnahmenverwendung (sogenannte Hypothekation) sowie Gleichbehandlung. Die Darstellung der Einnahmeverwendung als wichtiger Teil der Erfolgsbedingungen wird z.B bei *Jones* [JONES 1991] herausgestellt.

4. Die Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“

4.1 Allgemeines

Das Kapitel 4.1 beschäftigt sich zunächst mit der historischen Betrachtung von Zufahrtbeschränkungen und mit einem Überblick über Beispielstädte in Deutschland. Dann werden Verlagerungswirkungen restriktiver, ordnungspolitischer Maßnahmen in der Innenstadt, Einflüsse von Innenstadtkonzepten auf die Situation des Einzelhandels, zu berücksichtigende Aspekte bei der Einrichtung einer Zufahrtbeschränkung und rechtliche Rahmenbedingungen genannt. In Kapitel 4.2 werden Städte mit bestehenden und geplanten Zufahrtbeschränkungen näher vorgestellt: Es werden drei Beispiele von autoarmen Innenstädten in chronologischer Reihenfolge sowie weitere Beispiele und drei Konzepte für eine solche Zufahrtbeschränkung aufgeführt. Aus den Erfahrungen dieser Städte werden Schlußfolgerungen gezogen und es wird ein geeignetes Gebiet für einen autoarmen Bereich in der Berliner Innenstadt ausgewählt, das durch das Festlegen der Fläche, der Geltungszeit und der Ausnahmeregelungen konkretisiert werden soll. Für die Auswirkungen eines solchen autoarmen Gebiets mit Zufahrtbeschränkung werden Hypothesen gebildet und mit eigenen Erhebungen zu Verhaltensänderungen überprüft, die die Grundlage für die Ermittlung der Verhaltensänderungen darstellt. Danach wird die Berücksichtigung der Verhaltensänderungen im Netz- und im Umlegungsmodell sowie die Verkehrsumlegung mit den Auswirkungen auf das Netz beschrieben. Die Einrichtung eines autoarmen Gebiets mit Einschränkungen für bestimmte Nutzergruppen führt zu Veränderungen der Straßenverkehrsbelastung in- und außerhalb der betrachteten Fläche. Dabei werden die Nichtbevorrechtigten je nach Verkehrszweck und Notwendigkeit Fahrten unterlassen, Ziel- und Verkehrsmittelsubstitutionen durchführen oder weiterhin Fahrten in das Gebiet unternehmen, die jedoch in einem gebührenpflichtigen Parkhaus am Rand des Gebiets enden. Diese Belastungsveränderungen haben unter anderem Auswirkungen auf die Lärm- und Luftschadstoffsituation. Da das autoarme Gebiet nicht nur durch Appelle an die Nutzer eingerichtet werden kann, werden Investitions- und Betriebskosten (z.B. in Form von Kontrollkosten) und - zumindest im Vorfeld - Ausgaben für die Öffentlichkeitsarbeit verursacht. Im letzten Kapitel wird schließlich ein Fazit gezogen und es werden Empfehlungen ausgesprochen.

Die Anfänge einer neuen stadt- und verkehrsplanerischen Entwicklung von sogenannten - da von störendem Durchgangs- und Berufsverkehr befreiten - autoarmen Innenstadtbereichen sind in den 50er Jahren und dann insbesondere zu Beginn der 70er Jahre zu finden, als innerhalb kurzer Zeit in Deutschland über 1.000 Fußgängerzonen in Klein-, Mittel- und Großstädten geschaffen wurden. Zunächst nur in kleinem Ausmaß mit rückwärtiger Erschließung gebaut, wuchsen diese Besuchermagneten, erreichten z.T. über 2,5 km Netzlänge und wurden an mehreren Stellen der Stadt angelegt. Sie trugen zu Umsatzsteigerungen der anliegenden Geschäfte bei und bildeten den Raum zur Reaktivierung der Wochenmärkte. In der Folgezeit wurden zusammenhängende Fußgängerzonen geschaffen, um auf diesem Wege das Durchfahren der Innenstädte durch die Sektorenbildung zu unterbinden oder zumindest zu erschweren und ein Ausweichen auf die Ringstraßen und Tangenten zu forcieren, die den Ausbau der Fußgängerzonen begleiteten. Erschwerend wirkten zusätzliche Einbahnstraßenregelungen. Als Beispiele sind hier Bremen und Ingolstadt zu nennen, bekannt sind außerhalb Deutschlands die Städte Göteborg, Groningen und Nottingham [MONHEIM 1992, NICKEL 1991].

Über die Einrichtung von Parkraumbewirtschaftungsgebieten und die flächenhaften Verkehrsberuhigungen der Innenstädte, die von baulichen Maßnahmen begleitet wurden, und den seit 1990 in der Straßenverkehrsordnung verankerten Tempo 30-Zonen führte der Weg dann zum Ruf nach einer noch deutlicheren Aussperrung des Pkw-Verkehrs aus den sensiblen Gebieten

mit größerer Einflußmaßnahme auf Lärm- und Luftschadstoffsituation mit dem Schlagwort der „Autofreien Innenstadt“. Aber erst das Beispiel der italienischen Stadt Bologna mit einer Umsetzung dieser Forderung seit Mitte 1989 führte in Deutschland zum Nachahmen dieser Maßnahme. Dabei handelt es sich bei der innerhalb des 8 km langen Alleinringes liegenden 4,3 km² großen Altstadt, der „zona a traffico limitato“, einer verkehrsbeschränkten Zone, keineswegs um eine ausnahmslos autolose Fläche, sondern um ein kreisrundes Gebiet, das aus vier - von einem Achsenkreuz von Fußgängerstraßen und -plätzen gebildeten - Sektoren besteht, bei dem während der Geltungszeit der Maßnahme (7 bis 20 Uhr an allen Tagen) nur das Einfahren von Einwohnern sowie Betreibern oder Benutzern privater Garagen ermöglicht wird. So wurde dann auch in Deutschland ein Umschwenken in der Begriffsbildung vollzogen und im Hinblick auf die Ausnahmeregelungen das Adjektiv autoarm eingesetzt, um einen drohenden Etikettenschwindel abzuweisen. Richtig autofrei sind in Deutschland nur einige Altstädte, Inseln oder Halbinseln. Der Übergang - sowohl bezüglich der baulichen Lösung als auch bezüglich der Definition - von der großen Fußgängerzone mit baulichen Maßnahmen zur autoarmen Innenstadt mit Verkehrszeichenregelung ist jedoch fließend, da in der Literatur oft auch Städte mit attraktiven Fußgängerzonen in den Katalog der autoarmen Innenstädte aufgenommen wurden (vgl. [FGSV 1993]).

Die kommentierte Beispielsammlung „Autoarme Innenstädte“ (FGSV-Arbeitspapier Nr. 30 [FGSV 1993]) zählt 14 Städte in Deutschland auf. Dazu zählen die bekannten Beispiele Aachen und Lübeck mit eher organisatorischen Maßnahmen bis hin zu den Städten Nürnberg und Freiburg mit baulichen Maßnahmen (ausgedehnte Fußgängerzonen mit einer Länge von 8,3 bzw. 10,5 km). Weiterhin werden Bad Reichenhall, Erfurt, Günzburg, Ingolstadt, Lüneburg, Oberstdorf, Rothenburg o. d. Tauber, Stuttgart, Wernigerode und Wiesbaden aufgeführt. Bad Reichenhall und Oberstdorf waren mit Berchtesgaden die ersten Orte, die sich in der „Interessengemeinschaft für Autofreie Kurorte und Fremdenverkehrsorte in Bayern e.V.“ (IAKF) zusammengeschlossen haben [VERKEHR AKTUELL 1997]. Die 30 Orte mit Einwohnerzahlen zwischen 2.000 und 27.000 wollen mit dem Vereinsnamen signalisieren, daß sie noch nicht autofrei, sondern auf dem Weg dorthin sind. Zu den Maßnahmen gehören Parkraumbau, -restriktionen und -bewirtschaftung, Sperrungen - auch temporärer Art - von Teilgebieten (z.B. für Lkw mit Nutzervorteilen für lärmarme Lkw) und Einrichtung großer Auffangparkplätze am Ortsrand mit Parkleitsystemen und Ersatzverkehre mit schadstoffarmen oder schadstofffreien Bussen.

Mit einem Blick auf die Literatur soll ein Überblick über die möglichen Verlagerungswirkungen restriktiver, ordnungspolitischer Maßnahmen in der Innenstadt geschaffen werden. *Boltze/Schöttler* [BOLTZE /SCHÖTTLER 1993] haben sich mit der Abschätzung von Verhaltensänderungen bei Einrichtung eines autoarmen Gebiets in Frankfurt (Main) beschäftigt (s. Kapitel 4.2.2). Weiterhin existieren zwei vergleichbare Untersuchungen zu Auswirkungen einer restriktiven Parkraumbewirtschaftung: *Vogt u.a.* [VOGT U.A. 1989] haben auf der Grundlage einer Beschäftigtenbefragung im Jahr 1989 neben den Effekten einer Parkraumverknappung die Auswirkungen einer Beseitigung aller Parkmöglichkeiten im Umkreis von 1.000 m abgeschätzt: Danach würden 65% der Beschäftigten das Verkehrsmittel wechseln und 25% ausweichen (Verdrängung). Organisationseffekte (7%) und Standorteffekte (3%) haben nur einen geringen Anteil. *Tiefenthaler/Brunner* [TIEFENTHALER/BRUNNER 1991] berichten über eine Parkplatzerhebung in Innsbruck im Jahr 1991 zur Ermittlung des Verlagerungspotentials auf andere Verkehrsmittel. Die Auswertung wurde nach Fahrtzwecken getrennt und zeigt Potentiale zwischen 14% im Wirtschaftsverkehr und 43% im Berufsverkehr unter der Voraussetzung, daß keine Parkplätze ohne Beschränkung der Parkdauer vorhanden sind. Ist weder das Ausweichen in andere Stadtteile noch das Falschparken möglich, kann bei den Zwecken Ar-

beit und Ausbildung ein Verlagerungspotential von 65%, gefolgt von Einkauf und persönliche Angelegenheiten (Potential jeweils 39%), Freizeit (34%) und dem über wenige Alternativen verfügenden Wirtschaftsverkehr (24%), ermittelt werden. Insgesamt rechnen die Autoren mit einem Verlagerungspotential von 30% bei den Fahrtzwecken Arbeit und Ausbildung bei einem ÖPNV-Anteil von 15-20%-Punkten.

Die Befürchtung von Attraktivitätsverlusten der Innenstadt, verbunden mit der Sorge um Umsatzeinbußen, werden bei restriktiven Maßnahmen gegen den MIV stets von Vertretern des Einzelhandels vorgebracht [EBERT 1992]. Im Fall der vorgestellten Beispielstädte zeigte es sich aber, daß die Sorgen unbegründet waren. In einer Untersuchung zum Einfluß von Innenstadt-Verkehrskonzepten mit MIV-restriktiven Maßnahmen auf den Umsatz und die Struktur im Einzelhandel in den Erhebungsstädten Düren, Lüneburg und Wiesbaden (Befragung von Konsumenten aus der Stadt und dem Umland) [BAIER U.A. 1998] wurde deutlich, daß die Beurteilung der Attraktivität des Standortes Innenstadt (ausgedrückt durch Anzahl und Art der Geschäfte, Ambiente usw.) bedeutsamer als diejenige der verkehrlichen Erreichbarkeit war. Die Erreichbarkeit stellte eine weniger bedeutsame, aber eine trotzdem nicht zu vernachlässigende Größe dar. Tendenziell zeigte sich, daß die Kaufkraftbindung in der Innenstadt stärker mit sicheren Fahrbahnquerungen sowie niedrigeren Kosten im ÖPNV und beim Parken als mit der Anzahl der Parkmöglichkeiten zusammenhängt.

Die Geltungszeiten und -tage sowie die Ausnahmeregelungen gehören zu den wichtigen Elementen, die im Zusammenhang mit der Einrichtung eines autoarmen Gebietes eine Rolle spielen [KIRSCH 1992]. Dabei ist zwischen temporären und zeitlich unbegrenzt wirksamen Maßnahmen zu unterscheiden, die auch hinsichtlich der Gestaltungsmöglichkeiten im Straßenraum verschiedenartig sind. Zeitlich unbegrenzte Konzepte sind i. d. R. mit baulichen Maßnahmen verbunden, bei temporären Konzepten ist eine bauliche Umgestaltung wie bei den Beispielen Aachen und Lübeck (mit transportablen Sperrern in der Anfangszeit) nicht üblich [FGSV 1993]. Auf der einen Seite ist für eine erfolgreiche Einführung der Maßnahme mit zufriedenstellenden Auswirkungen zu sorgen, auf der anderen Seite muß jedoch einer Verödung des Gebiets bei zu umfangreicher zeitlicher Geltungsdauer oder bei einem Ausschluß bestimmter Nutzergruppen entgegengewirkt werden.

Auch die Größe des Gebiets mit Zufahrtbeschränkung spielt eine Rolle. Bei zu großen Ausmaßen würden der Binnenverkehr durch Bewohner und Anlieger, die Verdrängung der die Zone meidenden Personen und der Parkdruck durch die Pkw-Nutzer in den Randbereichen mit dem zu erwartenden Verlust an Lebensqualität an Einfluß gewinnen. Dabei ist festzulegen, welche Entfernung zum Pkw bei einem Fußlauf noch als erträglich bezeichnet werden kann. Damit kann ein Hinweis auf die möglichen Reaktionen der im Randgebiet in einem erträglichen Abstand zur Gebietsgrenze Parkenden erhalten werden. Es ergibt sich das Problem, daß eine bestimmte Strecke in das Gebiet zu den Zielen zurückgelegt werden muß, da die Gebietsgrenze nicht mit dem Pkw überquert werden kann und u.U. auch die anschließende Parkraumbewirtschaftungszone gemieden wird. In den Anmerkungen zum Zeichen 286 der StVO [STVO 1999] (eingeschränktes Halteverbot) wird z.B. bei der Zuordnung des Anwohnerparkplatzes zu der Wohnlage ein Bereich von 500 m x 500 m als zumutbar genannt. Für die zumutbare Entfernung zwischen Besuchern und Zielpunkt soll eine größere Entfernung angesetzt werden: Aus Parkbefragungen nach *Lessmann* [LESSMANN 1978] geht hervor, daß die meisten Autonutzer in einem fiktiven quadratischen Gebiet mit einer Kantenlänge von 800 m (etwa 16 Häuserblocks) bleiben. Nur 1 bis 2% der Parkenden waren bereit, weiter als 800 m zu ihrem Ziel zu Fuß zurückzulegen.

Weiterhin werden zum Thema „Zufahrtbeschränkung“ in der Literatur genannt:

- Städtebaulich-straßenräumliche und funktionale Zustandsanalysen, die Kategorisierung des Gebiets sowie Untersuchungen des Kaufverhaltens mit Vorher-/Nachher-Untersuchungen [SCHNÜLL 1992],
- die Einbindung des öffentlichen Verkehrs [LANGE/KESSEL 1991] sowie des Fußgänger- und Fahrradverkehrs,
- der Ausbau der Park&Ride-Kapazitäten und Einbindung der Parkhäuser,
- die Öffentlichkeitsarbeit und Bürgermitbestimmung,
- die Berücksichtigung der ortsansässigen Wirtschaftsbetriebe in Form von Kommissionen mit Mitgliedern aller betroffenen Stellen in Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit,
- die informative und ausreichende Beschilderung,
- Begleituntersuchungen der Auswirkungen und
- die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Einführung der Maßnahme.

Rechtliche Grundlage für die autoarme Innenstadt in Deutschland ist der § 45 der StVO [STVO 1999]. Damit erhalten die „*Straßenverkehrsbehörden die Befugnis, die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken zu beschränken oder zu verbieten*“ unter anderem „*zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen*“ und „*zur Erprobung geplanter oder verkehrsregelnder Maßnahmen*“ [TOPP 1992]. Für die Beschilderung der Gebiete kommen die Zeichen 242/243 StVO (reine Fußgängerzone oder Fußgängerzone mit Zusatzschild für Ausnahmen für private Pkw, Radfahrer, ÖPNV und Wirtschaftsverkehr) oder die zeitlich begrenzte Zufahrtbeschränkung mit Zeichen 250 StVO, bei dem auch Ausnahmeregelungen für private Pkw und für den Wirtschaftsverkehr möglich sind und Radfahrer sowie der ÖPNV unbeschränkten Zugang haben. Weiterhin werden in [FGSV 1993] die Fahrradstraße (Zeichen 237 StVO mit Zusatzbeschilderung) und die ÖPNV-Straße (Zeichen 245 StVO oder auch Zeichen 250 StVO mit Zusatzbeschilderung) genannt. Ausnahmeregelungen werden im § 46 Abs. 1 der StVO aufgeführt.

4.2 Städte mit bestehenden und geplanten Zufahrtbeschränkungen

4.2.1 Bestehende Zufahrtbeschränkungen

Bologna

Als Hauptstadt der Provinz Emilia Romagna mit 440.000 Einwohnern hat Bologna schon seit den frühen 70er Jahren mit einem Ausbau des ÖPNV (mit einer vorübergehenden Einführung eines Nulltarifs) und mit einem ersten Verkehrsberuhigungskonzept in einer der größten Altstädte Europas gegen die Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs angehen wollen. Kernstück der Stadt ist die Altstadt (54.000 Einwohner, 80.000 Beschäftigte), die z.T. aus nur 5 m breiten Gäßchen besteht und 45 km lange Arkaden besitzt. Anfangs konnte die Zahl der werktags ein- und ausfahrenden Kfz zwar zwischen 1972 und 1974 von 199.000 auf 174.000 reduziert werden, sie stieg dann aber in Folge der allgemeinen Verkehrszunahme bis zum Jahr 1982 auf 181.000 (davon 152.000 Pkw) an. Weitere Verkehrsbeschränkungen führten zu einer erneuten Abnahme auf 128.500 im Jahr 1986, aber erst die medienwirksame Altstadtsperrung im Juli 1989 führte zu einer Reduktion auf 91.000 ein- und ausfahrende Kfz (davon 59.000 Pkw). Ausgenommen von der restriktiven Maßnahme sind Lieferfahrzeuge, Bewohner-Pkw und Nutzer von Privatgaragen im Gebiet der Garage, aber weitere Ausnahmeregelungen öffnen die Altstadt auch für Busse, Taxis, Mietfahrzeuge, Kleinlaster, Hotelgäste, auswärtige Fahrzeuge, Mopeds und Fahrräder. Für Mitarbeiter der in der Altstadt ansässigen Betriebe ist die Parkzeit auf 30 Minuten begrenzt, z.T. auch auf einzelne Wochentage. Für die 22.000

Kraftfahrzeuge der Altstadtbewohner stehen 10.000 Stellplätze im Straßenraum und 9.000 private Stellplätze zur Verfügung, weitere 2.200 Plätze sind für das Kurzparken vorhanden und außerhalb der Altstadt und des Alleenrings finden sich 3.000 kostenfreie Stellplätze. Neben den Nutzern der gebührenfreien Ausnahmeplaketten (25.000 Bewohner, 15.000 Lieferfahrzeuge und 10.000 Nutzer privater Stellplätze) fallen auch die lautstarken, zweitaktgetriebenen Mopeds, Roller und Lastendreiräder unangenehm ins Auge, da diese sich wegen der Ausnahmeregelung großer Beliebtheit erfreuen. Auf der anderen Seite sind Einbahnstraßenregelungen, Bussonderfahrstreifen sowie Bus- und Fahrradbevorrechtigungen positiv hervorzuheben. 1990 wurde die gesamte Altstadt zur Tempo 30-Zone [NICKEL 1991, TOPP 1992].

Bologna ist Beispielstadt des europäischen GAUDI-Projektes [HAYES U.A. 1995], bei dem Möglichkeiten einer multifunktionalen Smart Card getestet werden. In diesem Fall wurden sieben der zwölf Eingangsbereiche der Altstadt mit Mikrowellensendern und Kontrollkameras ausgerüstet. 3.000 Teilnehmerfahrzeuge wurden mit OBU und Smart Card im Gegensatz zur herkömmlichen Vignette ausgestattet.

Lübeck

Das 220.000 Einwohner zählende Oberzentrum mit einer zentralörtlichen Funktion für das südöstliche Schleswig-Holstein und das nordwestliche Mecklenburg-Vorpommern ist streng in eine Altstadt auf einer Insel (1,2 km² Fläche; 13.000 Einwohner und 25.000 Beschäftigte, überwiegend im Dienstleistungsbereich) und eine Neustadt zu trennen. Die Altstadt mit doppelter Wallanlage aus dem Mittelalter ist UNESCO-Weltkulturerbe mit 1.000 denkmalgeschützten Häusern und jährlich über 2 Mio. Besuchern und besitzt eine Fußgängerzone. Die in Anlehnung an das italienische Beispiel geschaffene autoarme Altstadt der Hansestadt Lübeck war am Anfang des Versuchs, als eine Sperrung an verkaufsoffenen Samstagen zwischen 10 und 18 Uhr ab Oktober 1989 existierte, nur von Bussen, Taxis, Radfahrern und bei Vorliegen von Härtefällen (Gehbehinderte, Hotelgäste und Apothekenbelieferer) auch von Pkw zu befahren. Im Juni 1990 wurde von der Bürgerschaft eine Fortsetzung des Versuchs beschlossen, nachdem sich auch nach der Öffnung der deutschen Grenzen der Einzugsbereich von 350.000 Personen auf 600.000 erhöht hat. Dabei wurde die Maßnahme auf alle Wochenenden (samstags und sonntags, jeweils von 10 bis 16 Uhr) ausgedehnt und die Liste der zugelassenen Verkehrsarten um eine erhebliche Zahl - auch die Anwohner gehörten nun dazu - vergrößert [HANSESTADT LÜBECK 1990, 1993, SCHÜNEMANN 1992]. Die seit dem 14. Juni 1996 bestehende Regelung mit einer Ausdehnung auf die ganze Woche sieht eine zeitlich begrenzte Sperrung für Kraftfahrzeuge aller Art von Sonntag bis Freitag von 11 bis 18 Uhr sowie am Samstag von 10 bis 18 Uhr vor. Aus den mobilen Verkehrsschildern wurden feste Einrichtungen. Die zahlreichen Ausnahmen sind in Anhang 7 wiedergegeben [WWW 1998a].

An den insgesamt 32 Einfahrmöglichkeiten in die Altstadt haben in der Anfangszeit der Sperrung insgesamt 60 Dienstbeamte und Politessen Kontrollen durchgeführt und später, bei wesentlicher Zunahme der Disziplin, die Kontrolle auf die Parküberwachung beschränkt.

Zu den Auswirkungen der Sperrung der Altstadt zählte eine Reduktion des einfahrenden Verkehrs (40 bis 80% je Tageszeit) und der Umweltbelastungen sowie eine Veränderung der Verkehrsmittelanteile der Personen mit Ziel in der Innenstadt. Lag die Zahl der an einer Zufahrt mit Busverkehr einfahrenden Fahrzeuge am 2.9.1989 (vor der Sperrung) noch bei 300 Kfz/15 min am Vormittag und 250 Kfz/15 min am Nachmittag, konnten am 7.10.1989 vormittags 40 einfahrende Kfz/15 min und nachmittags 50 Kfz/15 min gezählt werden. Bei den Umweltbelastungen wurden folgende Reduktionen ermittelt:

- Geräuschpegel zwischen 3,8 dB(A) bei Straße mit Parkhauserschließung und 5,9 dB(A) im Gebiet,
- Stickstoffmonoxide (NO) zwischen 18 und 42%,
- Stickstoffdioxide (NO₂) um ca. 50% sowie
- Kohlenmonoxid um ca. 75%.

Die Anteile an den Verkehrsmitteln bei der Fahrt in die Innenstadt haben sich nach der Sperrung (1989/90) folgendermaßen verändert:

Verkehrsmittel	Samstage ohne Innenstadtspernung	Samstage mit Innenstadtspernung
Pkw	50%	23% Pkw + Bus 32% Pkw + Fußweg
Bus	30%	37%
Fahrrad und zu Fuß	20%	8%

Tabelle 4-1: Verkehrsmittelwahl in Lübeck mit und ohne Innenstadtspernung (Quelle: nach [SCHÜNEMANN 1992])

Der Anteil der Busbenutzer ist auf 37% gestiegen, dazu kommen noch die Park&Ride-Nutzer. Der Anteil der unmotorisierten Verkehrsteilnehmer ist durch ein attraktives ÖPNV-Angebot sehr stark gesunken. 58% der regelmäßigen Autofahrer (d. h. 32% aller Personen) fahren nach wie vor so nah wie möglich an den Zielort heran und gelangten zu Fuß in die Innenstadt. Zum Erfolg bei der Sperrung der Lübecker Innenstadt für nichtberechtigte Kfz haben auch die begleitenden Maßnahmen beigetragen: Ausbau des öffentlichen Verkehrs inklusive eines Bus-Demonstrationsvorhabens, Ausbau der Park&Ride-Angebote und der Bahnverbindungen, der weiterhin unbehinderte Zugang zu den Parkhäusern am Rand, die Gepäckbusse zur Aufbewahrung der Einkäufe und die Werbemaßnahmen. Für das Parken stehen neun Parkplätze mit 2.539 und zwölf Parkhäuser mit 3.035 Stellplätzen zur Verfügung. 38 Geschäfte und Unternehmen erstatten bei Einkauf die Parkgebühren, 123 vergeben bei Einkauf Bonustickets der öffentlichen Verkehrsmittel.

Nicht nur durch die vielfältigen Ausnahmeregelungen, sondern auch durch die Zugänglichkeit der überwiegend verstreut auf der westlichen Seite der Insel liegenden Parkhäuser ist die Idee der autoarmen Stadt stark aufgeweicht worden. Die Bürgerschaft hat aus diesem Grund ein Konzept zur Neuordnung der Straßen in der Altstadt beschlossen, das bis zum Sommer 1998 umgesetzt wurde [WWW 1998a]. Ebenfalls wird die schwer verständliche Regelung der Verkehrsberuhigung (Zufahrtbeschränkung) abgelöst durch ein einfacheres System. Künftig soll es vier Kategorien von Straßen mit ganztägiger Nutzungsbestimmung geben: ganztägig uneingeschränkt befahrbare Straßen, Fußgängerzonen mit zeitlich eingeschränktem Lieferverkehr, verkehrsberuhigte Straßen mit ÖPNV, Taxen, Radfahrern und zeitlich eingeschränktem Lieferverkehr sowie verkehrsberuhigte Straßen mit Anwohnerverkehr, Taxen, Radfahrern und gewerblichem Lieferverkehr. Alle Straßen, die nicht ganztägig geöffnet, Fußgängerzonen oder fußgängerzonenähnliche Straßen sind, werden den ganzen Tag lang verkehrsberuhigt. Der Begriff der „autofreien Altstadt“ ist im diesem Zusammenhang erneut ins Gespräch gekommen. Das derzeit gültige Modell der Verkehrsberuhigung ist rechtlich durch einen detaillierten förmlich festgesetzten Widmungsinhalt (Teileinziehungsverfahren nach dem Straßen- und Wegegesetz des Landes Schleswig-Holstein) für alle in der Altstadt betroffenen Straßen definiert. Dadurch sind Spielräume für kurzfristige Änderungen des räumlichen oder zeitlichen Geltungsbereichs der Verkehrsberuhigung oder des Nutzerkreises nur gegeben, wenn die Widmung davon unberührt bleibt [WWW 1998a].

Aachen

Im Zeitraum vom 12. Oktober 1991 bis zum 11. April 1992 wurde in Aachen (Oberzentrum mit 250.000 Einwohnern mit einem Einzugsbereich von 550.000 Personen und einer historischen Altstadt) der Versuch einer autoarmen Innenstadt, „Fußgängerfreundliche Innenstadt“ genannt, unternommen, dem in den 80er Jahren Einrichtungen von Fußgängerzonen (3,3 km), bundesweit die ersten Zonen mit Anwohnerparkberechtigung, und Angebotserweiterungen im ÖPNV vorausgegangen waren. Ein Teil der Innenstadt, zum Teil vom Grabenring mit 1 km Durchmesser begrenzt, wurde an langen Samstagen von 10 bis 17 Uhr und von 10 bis 15 Uhr an den normalen Samstagen für den allgemeinen Verkehr gesperrt (Größe ca. 1 km²). Dies führte dazu, daß der Anteil der Pkw an den Verkehrsmitteln von 44% auf 39% in der Anlaufphase und auf 36% in der Konsolidierungsphase zurückgegangen ist. Seit dem Frühjahr 1992 wurde die „Fußgängerfreundliche Innenstadt“ zur Dauereinrichtung.

Die „Fußgängerfreundliche Innenstadt“ in Aachen war (und ist) dennoch keine vollständige Sperrung der Innenstadt für den Pkw-Verkehr. Bis auf zwei sind alle Parkhäuser der Innenstadt auch während der Zufahrtbeschränkung anfahrbar, und Bewohner, Taxen, Fahrräder, Busse, Liefer- und Servicedienste sowie Notdienste sind von der Sperrung ausgenommen. Autobesitzer in der Innenstadt erhalten die entsprechende Vignette beim Straßenverkehrsamt. Von den über 12.000 öffentlich zugänglichen Stellplätzen sind 2.000 Kurzzeitparkplätze an Parkuhren, 4.000 Plätze mit Anwohnersonderparkberechtigung und 6.500 Plätze in Parkhäusern und auf Parkplätzen zu finden. Zur Förderung des ÖPNV wurden Gruppensondertarife eingerichtet. Ein Park&Ride-Angebot von ca. 10.000 Stellplätzen mit Busanbindung und Gepäckbusse wurde bereitgestellt.

Den Sorgen des Einzelhandels sollte mit einer Werbekampagne entgegengewirkt werden, für die finanzielle Mittel in Höhe von 350.000 DM investiert wurden. Dafür wurden Plakate, Broschüren und Handzettel erstellt, alle Print-Medien, Fernsehen und Rundfunk wurden eingesetzt und ein Open Air-Festival veranstaltet. Eine Untersuchung des Einzelhandelsumsatzes von November 1991 bis August 1992 mit einer Grundlage von 25% der angeschriebenen 764 Geschäfte und Handwerksbetriebe zeigte gegenüber dem entsprechenden Zeitraum vor der Innenstadtsperre eine geringe Umsatzsteigerung (0,3%) und einen Umsatzrückgang von 2,4% an Samstagen mit Verlagerungen von Einkäufen auf andere Wochentage wie den langen Donnerstag.

Neben Reduktionen der Verkehrsstärke auf 1/8 bis 1/6 der ursprünglichen Menge an verschiedenen Stellen konnten Auswirkungen des Versuchs durch ein Lärm- und Luftmeßprogramm untersucht werden: Die Lärmuntersuchungen ergaben eine Pegelminderung im Mittel um 1,5 dB(A) oberhalb der Bebauung ohne Abschirmung durch Bauwerke. Im Bereich der unteren Geschosse der verkehrsberuhigten Straßenzüge sank der Pegel zum Teil deutlich um bis zu 6 dB(A) im Vergleich zum Ausgangsniveau. Die Belastung durch Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und die Summe aller Stickoxide nahm innerhalb des Versuchsgebiets ab, und zwar bis zu 50% im Vergleich zu den Ausgangswerten, die Belastung durch Kohlenmonoxid bis zu 40%. Die Belastung durch Benzol nahm innerhalb des Gebietes stark ab. Während an Tagen ohne Verkehrsverringerung die Konzentrationen zwischen 20 und 50 µg/m³ lagen, sanken die Benzolkonzentrationen zu Zeiten der Sperrung auf Werte von ca. 10 µg/m³ bzw. auf deutliche niedrigere Werte ab. Eine Konzentration von 10 µg/m³ Benzol wird in der 23. BImSchV als Schwellenwert benannt. Die Messungen zeigten aber auch an anderen Stellen, entlang der

Grenzen des Gebiets, eine deutliche Steigerung der Benzolkonzentration von bis zu 100%. [GERDOM 1992, WONTORRA 1992]

Weitere Beispiele

Die Landeshauptstadt Erfurt (216.000 Einwohner) hat eine der größten historischen Altstädte im Osten Deutschlands (1,5 km²). Schon vor der politischen Wende wurde im innerstädtischen Bereich eine Verkehrsberuhigung durch Einrichtung einer Fußgängerzone (3,9 km Länge) realisiert. Neben einer dreizonigen Parkraumbewirtschaftung wurde eine „verkehrsberuhigte Innenstadt“ hinzugenommen: 1992 wurde an jedem langen Samstag die Innenstadt von 9 bis 18 Uhr für den Kfz-Verkehr gesperrt (Zeichen 250 StVO), ab 1993 wurde dies auf alle Samstage ausgeweitet [FGSV 1993].

Die Landeshauptstadt Stuttgart (570.000 Einwohner) hat innerhalb des als Tangentenviereck gebildeten Cityrings auf einer Fläche von etwa 0,9 km² eine Fußgängerzone von 4,5 km Länge, eine Erschließung der darin und am Rand liegenden 22 Parkhäuser mit 14.000 Stellplätzen über Stich- und Schleifenstraßen und ein dynamisches Parkleitsystem. An den Adventssamstagen des Jahres 1991 wurden weitere Straßen zur Verbesserung der Luftqualität gesperrt, was zu einer Reduktion der NO_x- und CO-Immissionen um 20% führte. Eine Citybuslinie zur Verkürzung der Fußwegzeiten wurde im Herbst 1992 mit einem zusätzlichen Fahrpreis von 1,50 DM eingerichtet, aber nicht akzeptiert. Der Nulltarif brachte dann den Erfolg, aber keinen Sponsor, so daß die Linie im März 1993 wieder eingestellt wurde [FGSV 1993].

Die Landeshauptstadt Wiesbaden (267.000 Einwohner) wird durch den Bau einer Tiefgarage mit 600 Stellplätzen die Straßenparkplätze innerhalb des historischen Straßenfünfecks mit Fußgängerzone (4,5 km) entziehen oder den Anwohnern zur Verfügung stellen und durch die Sperrung der letzten möglichen Durchfahrstraßen das Fünfeck vom Durchgangsverkehr befreien. Das Wiesbadener Projekt hat keine bundesweite Aufmerksamkeit erregt, obwohl die vorgenommenen Eingriffe weit drastischer als in Aachen oder Lübeck sind und die Sperrung nicht nur auf Samstage beschränkt wurde. Die Sperrungen und Umleitungen von Verkehrsströmen wurden jeweils in kleineren Schritten vorgenommen [FGSV 1993].

Münster besitzt ein Innenstadtkonzept mit einem dreistufigen Erschließungssystem aus Haupterschließungsstraßen, verkehrsarmen Straßen (Typ A mit Ausnahmeregelungen und Typ B mit zusätzlicher zeitlich begrenzter Liefertätigkeit) sowie Fußgängerstraßen [BAIER U.A. 1998].

Für Monschau in der Eifel (15.000 Einwohner) wurde für den Zugang zur historische Altstadt ein System zur Zufahrtbeschränkung, bestehend aus Kontrollgeräten in den drei Hauptzufahrten, geschaffen [SCHÄFER/SPRINGSFELD 1998]. Die Kontrollgeräte geben in Kombination mit Wechselverkehrszeichen, Lichtsignalanlagen und fest installierten Überwachungskameras je nach Betriebszustand die Einfahrt in die Altstadt unterschiedlichen Berechtigten Gruppen frei. Die Regelung gilt zwischen 12 und 17 Uhr.

Aus Österreich ist das Beispiel Salzburg (139.000 Einwohner) [TOPP 1992] bekannt. Die Landeshauptstadt des gleichnamigen Bundeslandes will mit einer Kombination aus Tempo 30-Zonen, Verkehrsberuhigung und Parkraumbewirtschaftung zur „autofreien Stadt“ werden.

Monheim [MONHEIM 1992] nennt eine Zahl von 16 autofreien Gemeinden in der Schweiz mit Zermatt als bekanntestem Beispiel. Ein Zusammenschluß existiert unter dem Namen GAST (Gemeinschaft Autofreier Schweizerischer Tourismusorte). Schon aus topographischen

Gründen sind einige Innenstädte der Schweiz nicht mit dem Fahrzeug erreichbar. Die großen Städte Bern und Zürich besitzen ausgedehnte Fußgängerzonen.

Bologna ist längst kein Ausnahmefall in Italien mehr, auch in anderen Städten, vornehmlich in Norditalien, wurden mindestens 42 weitere Innenstädte für Kfz außer Anlieger zur „verbotenen Zone“ erklärt, wie z.B. in Ferrara, Mailand, Modena, Padua, Parma, Ravenna und Reggio nell' Emilia [NICKEL 1991]. Ebenfalls in [NICKEL 1991] wird von den Städten Florenz, Siena und Udine berichtet, bei denen für die Einfahrt in die Altstadt eine Gebühr entrichtet werden muß. Hinweise zu Auswirkungen der Maßnahme in den genannten Städten finden sich jedoch in der Literatur nicht. Im Rahmen des Forschungsprogramms CAPITALS wird für die Hauptstadt Rom eine Zufahrtbeschränkung für die historische Kernzone innerhalb der Aurelianischen Mauern geplant, die in sich in drei Bereiche aufgeteilt ist: historische Denkmäler, Vatikanstadt und Repräsentationsbauten aus der Zeit nach 1870. Dabei bestehen die zwei Möglichkeiten, eine Zufahrtkontrolle für Berechtigte oder ein elektronisches Road Pricing mit Baken an den Zufahrten einzurichten [ANTONUCCI U.A. 1997].

In Barcelona wurden im Rahmen des GAUDI-Projektes für ein Altstadtgebiet mit Fußgängerzone, in dem 4.500 Einwohner zu Hause sind, zwei Haupt- und zwei Nebenzufahrten mit einer elektronischen Zufahrtkontrolle ausgerüstet. Während der Zeiten der Zufahrtbeschränkung (11 bis 14 Uhr und 17 bis 20 Uhr an Werktagen) wurde die Zahl der einfahrenden Fahrzeuge um 90% reduziert, was sich über den ganzen Tag in einer Reduktion um 78% ausdrückt [HAYES U.A. 1995].

4.2.2 Konzepte für eine Zufahrtbeschränkung

Frankfurt (Main)

Zu den Arbeitspaketen des Arbeitsgebiets „Zufahrtbeschränkung, Straßenbenutzungsgebühren“ des Projektes FRUIT gehört, wie schon im Namen deutlich gemacht, die Untersuchung einer Zufahrtbeschränkung für die Frankfurter Innenstadt innerhalb der Wallanlagen zuzüglich Bahnhofsviertel (ein Gebiet mit 13.000 Einwohnern und 100.000 Beschäftigten). Dabei wurde von einer dauerhaften Regelung (bis auf Sonn- und Feiertage) ausgegangen. Ausnahmeregelungen, wie z.B. für Anwohner und Anlieferverkehr, die weiterhin bestehende Zufahrt zu den öffentlichen Parkhäusern und eine intensive Öffentlichkeitsarbeit, die von bestehenden Beispielen für Zufahrtbeschränkungen bekannt sind, werden vorgeschlagen. Auch wenn das dargestellte Gebiet der Zufahrtbeschränkung sich von dem Gebiet des vorgeschlagenen Road Pricing-Gebiets (vgl. [BOLTZE 1994]) im Kapitel 3.7.4.5 unterscheidet, werden gleiche Auswirkungen beschrieben: Unter Annahme einer Verlagerung von 40% auf andere Verkehrsmittel beim Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung sowie 10% bei den Zwecken Einkauf, Geschäft und Freizeit würden nach überschläglichen Berechnungen jährlich etwa 100 Mio. Fahrzeugkilometer weniger gefahren, der Ausstoß von NO_x um 88 Tonnen im Jahr reduziert werden (0,7% von der Gesamtmenge) und eine Flächeneinsparung im ruhenden Verkehr von 19 ha erreicht werden. Im gesamten Innenstadtbereich wäre mit einer Aufkommensreduktion im MIV beim Zielverkehr von etwa 28 % (27.400 Personenfahrten pro Tag) zu rechnen, wobei es innerhalb der Zone zu deutlichen höheren Reduktionen, auf den Zufahrtstraßen zu den Parkhäusern aber kaum zu Reduktionen kommen würde. In der Spitzenstunde würden von den rechnerisch auftretenden 20.300 Personenfahrten in die Innenstadt etwa 54% verlagert, was sich in einer Reduktion des Kraftfahrzeugverkehrs auf den Hauptzufahrtstraßen um etwa 11% ausdrückt. Im öffentlichen Personennahverkehr müßten durch die Zufahrtbeschränkung etwa 85 Mio. Personenkilometer pro Jahr zusätzlich abgewickelt werden.

Hamburg

Schnüll [SCHNÜLL 1992] berichtet über ein Innenstadtkonzept für die Millionenstadt Hamburg mit der Erweiterung der Fußgängerbereiche und der Umgestaltung von 14 Straßenräumen mit einem Kostenaufwand von 40 Mio. DM. Dabei sollten zwei zentrale Straßen für den MIV gesperrt werden und eine davon als Kommunaltrasse (20 km/h) dem Bus-, Taxi- und Fahrradverkehr vorenthalten bleiben. Der Wirtschafts- und Lieferverkehr (Zeitraum zwischen 21 und 11 Uhr) sowie der Zugang zu den Parkhäusern (7.000 Stellplätze) sollte gesichert werden und der Innenstadtring den verdrängten Verkehr aufnehmen. Zusätzlich wurden für die Versuchsphase vom 26.11.1990 bis zum 5.1.1991 neben der Öffentlichkeitsarbeit Modifikationen im Parkleitsystem, Beschilderungs- und Umgestaltungsmaßnahmen in Straßenräumen und Modifikationen der Lichtsignalsteuerung notwendig.

Blaue Zone München

Als Folge der Einführung neuer Formen von administrativen Regelungen und technischen Maßnahmen zur Nachfragebeeinflussung des Verkehrs in mehreren Städten Europas wurde von der Abteilung Verkehrsforschung/Verkehrstechnik der BMW AG die Gestaltung einer „Blauen Zone“ in München in Form einer Zufahrtbeschränkung vorgeschlagen [JANSSEN 1993]. Die durch einen „blauen Ring“ abgegrenzte Fläche der Altstadt hat eine Fläche von 5,3 km² und bietet Raum für derzeit 56.000 Einwohner (4% der Bevölkerung) und 200.000 Beschäftigte. Wesentlicher Bestandteil des Konzepts ist die Erschließung des Gebiets mit fünf von Citybussen betriebenen Ringlinien und der Bau von 6.000 unterirdischen automatisierten Stellplätzen am Rand des Gebiets. Weiterhin sind noch etwa 3.000 Straßenstellplätze an den Zufahrten zu den Parkhäusern und am Umfang des blauen Rings geplant. Die derzeit vorhandenen Stellplätze auf Privatgrund innerhalb des Gebiets sollen erhalten bleiben. Für die Einfahrtberechtigten während der Geschäftszeit (Anwohner, Beschäftigte von Firmen und Behörden bei Nachweis eines eigenen Stellplatzes, Fahrzeuge von Behinderten, Hotelgäste, Wirtschaftsverkehr und Taxen, Rettungsdienste, Polizei, Feuerwehr und Ärzte im Einsatz) stehen neben den Stellplätzen auf öffentlichem Grund Plätze in Parkbauten, überwiegend in Tiefgaragen, zur Verfügung. Rund um die Zone sind flächendeckende Parklizenzierungsgebiete vorgesehen. An den zwölf Ein- und Ausfahrten mit einem Zugangssystem und einer Lichtsignalanlage sollen Bewohner berührungslos mit einem sogenannten „Telepaß“ oder berechnigte Pkw mit dem „Cityticket“ einfahren. Der Nachteil gegenüber anderen autoarmen Stadtgebieten offenbart sich bei dem notwendigen Bau von kostspieligen Tiefgaragen, da am Außenring keine Parkhäuser zur Verfügung stehen und innenliegende nicht angefahren werden sollen.

4.3 Fazit zum Grundlagenteil der zweiten Maßnahme

Die Beispielstädte Bologna, Lübeck, Aachen, Stuttgart, Frankfurt (Main) und München werden in Tabelle 4-2 gegenübergestellt. Es sind neben Einwohnerzahl, Stadtgröße, Gebietsgröße und der Anzahl der Parkplätze Auswirkungen auf Verkehrsstärke, -aufkommen und -leistung sowie die Kriterien Lärm und Schadstoffe dokumentiert. Bei den Beispielen Frankfurt (Main) und München werden im Gegensatz zu den bereits eingerichteten autoarmen Stadtkernen der anderen Städte Auswirkungen der Konzepte für eine Zufahrtbeschränkung beschrieben. Vollständige Informationen über alle in der Tabelle angegebenen Kennwerte und Kriterien der Stadtverträglichkeit zur Darstellung der Auswirkungen der Zufahrtbeschränkung sind bei den einzelnen Beispielstädten nicht vorhanden. Für Lübeck (-40 bis -80% je nach Lage der Straßen) und Aachen (Reduzierung auf 1/6 bis 1/8) liegen detaillierte Zahlen über die Reduzierung von Verkehrsstärken und die Kriterien Lärm und Luftschadstoffe vor, die in dieser Hinsicht der Maßnahme einen Erfolg attestieren. Die Konzeption für Frankfurt (Main) ermöglicht

einen Einblick in die Auswirkungen auf die verkehrlichen Kennwerte, auf die NO₂-Reduktion und als Ausnahme die Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr (-19 ha Fläche).

Beispiel	Bologna	Lübeck	Aachen	Stuttgart	Frankfurt (M.)	München
Einwohner	440.000	220.000	250.000	570.000	655.000	1,23 Mio.
Stadtgröße	k. A.	214 km ²	161 km ²	207 km ²	249 km ²	310 km ²
Gebietsgröße	4,3 km ²	1,2 km ²	1 km ²	0,9 km ²	2,6 km ² *	5,3 km ²
Zugängliche Parkplätze im Gebiet	10.000 + 2.200 (Kurzparken)	3.300 auf Parkplätzen	4.000 auf Parkplätzen	-	12.200	5.000 + 6.000 in Parkbauten
Zugängliche Parkplätze außerhalb	3.000 auf Parkplätzen (gebührenfrei)	1.300 auf Parkplätzen (gebührenfrei), 3.000 in Parkbauten	2.000 mit Kurzzeitparken, 6.500 in Parkbauten	14.000 in Parkbauten	k.A.	3.000 geplant am Straßenrand + 6.000 geplant in Parkbauten
Auswirkungen auf:						
Verkehrsstärke [Kfz/h]	-29% (Ein- und Ausfahrten)	-40 bis -80%	Reduktion auf 1/8 bis 1/6		-11% (Hauptverkehrsstraßen)	
Verkehrsaufkommen [Kfz-Fahrten]					-28% im Zielverkehr	
Verkehrsleistung					-100 Mio. Fz-km/Jahr	
Lärm		-4 bis -6 dB(A)	Bis zu -6 dB(A)			
Schadstoffe		NO: -18 bis -42% NO ₂ : -50% CO: -75%	NO, NO ₂ , NO _x : -50% CO: -40% Benzol: Reduktion von 20 bis 50 µg/m ³ auf ca. 10 µg/m ³	NO _x und CO: -20%	-88 t NO ₂ /Jahr (-0,7% der Gesamtmenge)	
Ruhender Verkehr					-19 ha	

* Größe der gesamten Innenstadt

Tabelle 4-2: Auswirkungen der Zufahrtbeschränkung im Vergleich

Es fehlen noch Aussagen zu Kosten der Maßnahme. Für die Kriterien Erreichbarkeit, Auswirkungen auf Unfälle und Trennwirkung werden folgende Aussagen festgehalten:

- Die Erreichbarkeit wird sich für einfahrberechtigte Fahrzeugnutzer sowie die Fußgänger und Radfahrer durch Reduzierung der Verkehrsstärke im Gebiet (innere Erreichbarkeit) erhöhen, für die übrigen ist das Gebiet zumindest mit dem Kfz nicht mehr erreichbar (äußere Erreichbarkeit).
- Es werden hinsichtlich der Unfallkosten analog der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ nach Einführung der Maßnahme prozentuale Reduktionen in Höhe der Fahrtenreduktionen erwartet.

- Auch die Trennwirkung wird durch eine reduzierte Verkehrsstärke im Gebiet herabgesetzt, kann jedoch durch eine größere Kfz-Belastung auf den Umfahrungsringen durch Verkehrsverlagerung vergrößert werden.

Die Darstellungen der Beispielstädte mit eingeführten Zufahrtbeschränkungen machen deutlich, daß die Größe des Gebiets der autoarmen Zone bisher nicht 4,3 m² überschritten hat. Das Münchner Beispiel der blauen Zone, bisher nicht umgesetzt, wäre mit einer Größe von 5,3 km² und einer notwendigen Erschließung mit Citybussen und dem Bau weiterer Parkbauten das bisher größte autoarme Gebiet. Für die Beispiele Lübeck und Aachen mit kleineren Gebieten sind aber auch Veränderungen der Lärm- und Schadstoffsituation nachgewiesen worden, jedoch wird die Problematik der weiterhin zugänglichen Zufahrten der Parkhäuser deutlich.

4.4 Untersuchungs- und Planungsgebiet

4.4.1 Das Untersuchungsgebiet City West

Eine autoarme Innenstadt in der Größe der durch den S-Bahn-Ring abgegrenzten Innenstadt Berlins kann nur eine Utopie sein. Bei einer Betrachtung der westlichen Berliner Innenstadt (City West) als Untersuchungsgebiet, auffallend durch eine homogene Siedlungsstruktur mit überwiegender Gründerzeitbebauung in Blockstruktur mit Berliner Traufhöhe von ca. 22 m, liegt hier jedoch ein akzeptabler Anwendungsfall für ein autoarmes Gebiet vor. Die City West befindet sich im Gegensatz zum östlichen Gegenpart nicht in der Phase einer großen Umgestaltung der Straßeninfrastruktur. Innerhalb des Gebietes der City West muß ein Planungsgebiet bestimmt werden, da die derzeitige Abgrenzung außerhalb der Parkraumbewirtschaftung nicht als Umfahrungsring geeignet scheint und die Größe des Gebiets eher für ein kleineres Areal spricht. Dabei wäre auch eine Zufahrt zu den Parkhäusern weiterhin möglich. Das Gebiet City West hatte bis zu seiner Erweiterung um zwei neue Flächen im September 1997 eine Größe von 3,9 km² bei einer Einwohnerzahl von 56.000 und einer Beschäftigtenzahl von 80.000 [DÖRNEMANN 1998]. Das Gebiet der heutigen City West wurde teilweise durch Nachkriegsbauten ergänzt, in großem Ausmaß in der Budapester Straße, Joachimstaler Straße und in der Tauentzienstraße. Im Gegensatz zur barocken Enge, die z.B. in der Friedrichstadt in Mitte herrschte, war im Westen nach dem Bebauungsplan von Hobrecht (1861) [STEIERWALD/KÜNNE 1994] ein durch breitere Querschnitte und Begrünungen geprägtes Gebiet geschaffen worden, das überwiegend aus einer Blockraasterstruktur besteht, aber auch Dreieckselemente aufweist, wie z.B. bei der Carmerstraße, Grolmannstraße und Hardenbergstraße (siehe Bild 4-1).

Die City West liegt überwiegend auf dem Gebiet des Bezirks Charlottenburg, besteht aber auch aus Teilen der Bezirke Wilmersdorf, Schöneberg und Tiergarten. Um eine geographische Abgrenzung der City West zu ermöglichen, kann die Größe des Gebiets dem im März 1995 gestarteten Pilotprojekt der Parkraumbewirtschaftung City West gleichgesetzt werden (s. Anhang 8, oben). Rechtliche Unsicherheiten haben dazu geführt, daß aus dem privaten Kontrollpersonal Landesbedienstete wurden, die befugt sind, hoheitliche Aufgaben durchzuführen (vgl. [GUTSCHE/NIELSEN 1997]). Die Besucher des Gebietes müssen zwischen 9 und 19 Uhr an Werktagen und zwischen 9 und 14 Uhr an Samstagen (bis 16 Uhr an Adventssamstagen) einen Parkschein lösen. Als Besonderheit der Parkraumbewirtschaftungszone ist hier zu nennen, daß keine zeitliche Begrenzung des Parkvorgangs existiert. Langzeitparken ist durch die anfallenden Parkgebühren (1 DM pro angefangener halben Stunde in der City West) jedoch eine kostspielige Alternative zum Wechsel des Verkehrsmittels.

Die meisten Hauptverkehrsstraßen des Gebiets sind heute hohen Lärm- und Schadstoffbelastungen ausgesetzt. Für die Kaiser-Friedrich-Straße, Kant- und Hardenbergstraße sowie für Teile der Bismarckstraße sind Lärmpegel zwischen 75 und 85 dB(A) errechnet worden [SENVUB 1995a]. Parksuchverkehr und regelwidrig abgestellte Fahrzeuge schränken die Lebensqualität in den ohnehin schon durch den ruhenden Verkehr belasteten Altbauquartieren ein. Für die City West ergeben sich bei der Betrachtung von Konflikten zwischen der Verbindungsfunktion und der Nutzungsfunktion für die Leibniz- und Bismarckstraße ein mittleres, für den Straßenzug Hardenbergstraße, Budapester Straße und Kurfürstenstraße ein hohes Konfliktpotential [SENVUB 1995a].

Im Flächennutzungsplan 1994 (FNP 94) [SENSTADTUM 1993] ist ein westlicher innerer Straßenring dargestellt. Für die Umsetzung dieses Polygonzugs mit sieben Knickpunkten in einen Ring sind aber erhebliche Eingriffe in die Stadtstruktur notwendig: An den Knickpunkten müßte durch eine erhebliche Aufweitung der Kreuzungsbereiche die entsprechende Leistungsfähigkeit erst geschaffen werden. Außerdem sind weite Teile dieses Rings nur durch einen Eingriff in die Bausubstanz ausreichend leistungsfähig zu gestalten. Auch sensible Gebiete werden durch den Ring berührt. Alternativ zu dieser Darstellung wird daher in den Materialien zum Stadtentwicklungsplan Verkehr [SENVUB 1995a] für den Bereich innerhalb der westlichen City eine Umfahrung in Form eines Tangentenvierecks mit leistungsfähigen Straßen mit einer Ausweisung als Kategorie II (überörtliche Verbindung) vorgeschlagen. Innerhalb des Tangentenvierecks liegende Straßen sind lediglich örtliche Straßenverbindungen (Kategorie III) und dienen vorwiegend dem auf diesen Bereich bezogenen Verkehr.

4.4.2 Das Planungsgebiet

Innerhalb des Untersuchungsgebiets City West soll hier eine Abgrenzung eines Planungsgebiets vorgenommen werden. Das autoarme Gebiet mit Zufahrtbeschränkung soll aus den Parkzonen 5, 7, 9 [SENVUB 1995b] und einem kleinen Stück der Zone 6 bestehen, so daß in der Summe eine Größe von rund 2,2 km² entsteht (s. Bild 4-1 und Anhang 2). Dabei beträgt die größte Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung 1,4 km und in Ost-West-Richtung 2,4 km. Es wird vom Gebiet der Parkraumbewirtschaftung teilweise umschlossen und hat eine Einwohnerzahl von 23.735 (Stand 1997) [STALA 1997b]. Im Gebiet befinden sich neben Wohnhäusern Arbeitsplätze im tertiären Bereich (z.B. Banken, Büros), die Börse, der Bundesrechnungshof in der Lietzenburger Straße, Senatsverwaltungen in der Nürnberger Straße und An der Urania, je eine Grundschule in der Uhland- und Schlüterstraße, zwei Oberschulen in der Schillerstraße, drei Postämter und eine Feuerwache in der Rankestraße, fünf Konsulate, Einzelhandelsgeschäfte, sechs Kaufhäuser, drei größere Passagen und das sogenannte „Europacenter“ sowie Hotels, Pensionen und gastronomische Einrichtungen, dreizehn Kinos und fünf Theater. Bei den religiösen Einrichtungen existieren neben der Gedächtniskirche am Breitscheidplatz zwei Synagogen und die Jüdische Gemeinde in der Fasanenstraße.

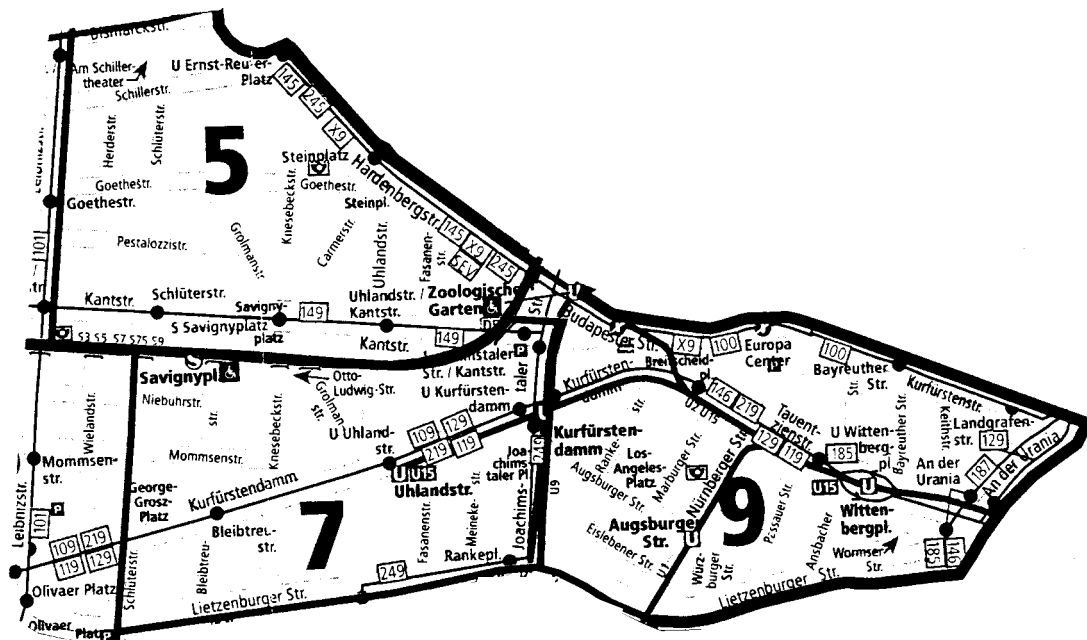


Bild 4-1: Das Planungsgebiet der Zufahrtsbeschränkung (Quelle: [SENVUB 1995b])

Als Umfahrungsmöglichkeit besteht der Straßenzug Bismarckstraße, Hardenbergstraße, Budapester Straße, Kurfürstenstraße, An der Urania, Lietzenburger Straße und Leibnizstraße, bei dem jedoch durch die Einbindung in die Parkraumbewirtschaftung keine Gratisstellplätze zur Verfügung gestellt werden. Damit existieren zum einen leistungsfähige Straßenquerschnitte mit zwei (Lietzenburger Straße) bzw. drei Fahrstreifen und mehr pro Richtung (Hardenbergstraße, Bismarckstraße), zum anderen existiert mit der Leibnizstraße eine nutzungskonfliktreiche Hauptverbindung in Nord-Süd-Richtung zwischen Bismarckstraße und Kurfürstendamm, mit gemischter Nutzungsstruktur aus Wohnen, Gewerbe und Einzelhandel. Die Straßenlänge (einfache Länge) beträgt ohne den Umfahrungsring 16 km. Die Straßen innerhalb des Rings sind bereits überwiegend als Tempo 30-Straßen ausgewiesen. Der Tunnel in der Budapester Straße (östliche Richtung) gehört zu den „Bausünden“ der Nachkriegszeit und erfüllt den eigentlichen Zweck (teilweise planfreies Kreuzen der Budapester Straße) nicht mehr. Die Budapester Straße sollte bei der Planung der Zufahrtsbeschränkung jedoch unverändert bleiben, da sie Teil des Umfahrungsstraßenrings ist. Auch bei einer geplanten Beseitigung des Tunnels (s. [LESSEN 1998]) stellt die Straße eine Lärm- und Störquelle des Umfelds sowie eine Barriere mit zusätzlicher Querungsnotwendigkeit für Fußgänger am Europacenter dar. Für Radfahrer gibt es nur parallel zum Umfahrungsring (Leibnizstraße, Bismarckstraße, Budapester Straße, Kurfürstenstraße und Teile der Lietzenburger Straße) eigene Verkehrsanlagen (beidseitige Radwege). In der Hardenbergstraße kann der Bussonderfahrstreifen genutzt werden.

Führt man eine funktionale Analyse des Straßennetzes im Planungsgebiet nach den RAS-N (Richtlinien zur Anlage von Straßen, Teil Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes [FGSV 1988]) durch, so lassen sich drei Kategorien festhalten. Neben den Hauptverkehrsstraßen des Umfahrungsringes (Kategorie C II) handelt es sich um Hauptsammelstraßen (Kategorie C IV) innerhalb des Gebiets (Kantstraße, Kurfürstendamm und Taubentzenstraße, Joachimstaler Straße und Nürnberger Straße) sowie bei den restlichen Straßen um Wohnsammelstraßen (D IV).

Die öffentlichen Stellplätze des Planungsgebiets sind als Längsparkplätze am Straßenrand, aber auch als Schräg- und Senkrechtparkmöglichkeiten am Straßenrand und als Schrägpark-

plätze auf dem Mittelstreifen des Kurfürstendamms im Winkel von 50 gon vorhanden. Die Senkrechtparkstände sind teilweise unter Mitbenutzung des Seitenraumes in markierter Form und teilweise als bauliche Parkbuchten ausgeführt. Durch den Liefer- und Ladeverkehr konnten in den Wohnsammelstraßen keine Behinderungen festgestellt werden. Das Liefern führt beim Halten in der zweiten Reihe nur zu kurzen Verzögerungen oder wird auf Privatgrundstücken durchgeführt. Flächen zum Laden und Liefern sind in der Joachimstaler Straße, auf dem Kurfürstendamm und in der Meinekestraße vorhanden.

Die Straßen Hardenbergstraße/Budapester Straße, Kantstraße und Lietzenburger Straße dienen als Zugang zu den Parkhäusern in der Fasanen-, Grolmann-, Kant- und Uhlandstraße, der Kurfürstendamm wird dieser Aufgabe enthoben. An den Parkhäusern muß mit Zeichen auf die gesperrte Zone hingewiesen werden, um Durchgangsverkehr zu vermeiden. Ob jedoch umlegbare oder versenkbare Poller oder gar Zufahrtschranken den unerwünschten Verkehr abhalten sollen, ist wegen der weiterhin fahrenden Fahrzeuge fraglich. Eine Auflistung aller vorhandenen und zu berücksichtigenden Parkhäusern und Parkplätze mit Parkgebühren ist in Anhang 9 dargestellt (8301 Plätze). Zusätzlich gibt es jedoch noch einige Hotelparkplätze auf Innenhöfen, die weiterhin angefahren werden können. Bisherige Kundenparkplätze der Einzelhändler können in Privatparkplätze umgewandelt werden.

Der Hardenbergplatz mit den Stellplätzen vor dem Fernbahnhof Zoologischer Garten soll baulich unverändert und unverändert zugänglich bleiben. Im Gebiet sind nur statische Einrichtungen (Verkehrszeichen) als Parkinformation vorhanden. Ein dynamisches Parkleitsystem ist nicht vorhanden, die Maßnahme „Autoarme Innenstadt“ ist damit zu ergänzen. In diesem Zusammenhang ist auf eine schon vor mehr als 20 Jahren gemachte Untersuchung zu einem Parkinformationssystem für die City West [HOFFMANN U.A. 1977] zu verweisen.

Durch die schon heute vorgesehene Funktion der Lietzenburger Straße als südliche Umfahrung der City West können Kurfürstendamm und Tautenzienstraße zwischen dem Olivaer Platz und dem Knotenpunkt Lietzenburger Straße/An der Urania auf die Funktion der Erschließungsstraße reduziert werden. Auf eine Einrichtung des Straßenzugs als Fußgängerzone mit baulicher Umgestaltung ist jedoch wegen der großen Bedeutung der Straßen für den Busverkehr mit kurzen Folgezeiten zu verzichten. Durch die heutige Querschnittsgestaltung (jeweils - von außen nach innen betrachtet - ein Fahrstreifen für das Parken, den Bus und den fließenden Verkehr zu beiden Seiten des Mittelstreifens mit Parkplätzen) ist eine weitere Reduzierung zugunsten der Fußgänger im Seitenraum oder zugunsten des Mittelstreifens kompliziert, zumal durch die Baumbepflanzung und die historischen Straßenlaternen am Rand des Seitenraums Randbedingungen gegeben sind. Durch den Wegfall des Streifens für das Ein- und Ausladen an den Straßenabschnitten ohne Bushaltestelle am Fahrbahnrand kann jedoch für die Fußgänger weiterer Platz zur Verfügung gestellt werden, wenn Bäume und Laternen an alter Stelle bleiben. Der Bedarf ist vorhanden, da es auf dieser vielbevölkerten Einkaufsstraße zu einigen Tageszeiten und an einigen Stellen zu Kapazitätsengpässen kommt. Auch aus diesem Grund ist an den Samstagen bis zum Ende des Jahres 1996, an denen in der Adventszeit die Tautenzienstraße zwischen der Joachimstaler Straße und An der Urania für den Durchgangsverkehr gesperrt wurde, durch Aufstellen von mobilen Markierungen der Parkstreifen bzw. der Bussonderfahrstreifen für die Fußgänger im Längsverkehr zur Verfügung gestellt worden. Als Ausgleich für wegfallende Flächen des Wirtschaftsverkehrs kann die Anordnung von einigen Lade- und Lieferzonen bei den Abschnitten mit Bushaltestelle dienen. Eine bauliche Umgestaltung sollte jedoch erst in der Zukunft nach gewonnener Erfahrung mit der Maßnahme ins Auge gefaßt werden.

Bedingt durch die kleinere Fläche des Planungsgebiets im Gegensatz zum Untersuchungsgebiet City West ist der autoarmen Zone westlich und südlich noch ein Teil der Parkraumbewirtschaftungszone vorgelagert und kann somit eine Pufferfunktion erfüllen. Diese ist jedoch teilweise nur 200 m breit und es ist zu vermuten, daß es dort, wo sich die Entfernung zur autoarmen Zone noch für zu Fuß gehende Pkw-Nutzer in tolerierbaren Grenzen hält, in den angrenzenden Wohngebieten zu Mehrbelastungen kommt. Nördlich der Bismarckstraße ist z.Z. keine Parkraumbewirtschaftungszone eingerichtet, so daß vorgeschlagen wird, die vorhandene Zone auszudehnen und auch Straßen nordwestlich des Ernst-Reuter-Platzes einzubinden. Nordöstlich des Planungsgebiets liegen das Gelände der Technischen Universität und der Tiergarten, die eine Entfernung zur Straße des 17. Juni von bis zu 900 m schaffen. Diese Straße, inklusive der Fasanenstraße und des Abschnitts an der Technischen Universität, können ebenfalls in die Bewirtschaftung aufgenommen werden, wie auch ein Areal nördlich des Gebiets der City West. Dort entstehen bis zum Jahr 2000 auf dem sogenannten „Tiergarten-Dreieck“ auf 19.000 m² Fläche Wohnungen und Büros [DER TAGESSPIEGEL 1998b]. Am südlichen Rand des Bewirtschaftungsgebiets wurden bereits im September 1997 Erweiterungen vorgenommen. In der Summe entsteht eine Fläche von 1 km² mit zusätzlicher Parkraumbewirtschaftung rund um das Planungsgebiet.

Das Gebiet wird am Tage von zahlreichen Buslinien sowie der U-Bahn-Linie U2 tangiert und von weiteren Buslinien, der U1 (Wittenbergplatz und Augsburger Straße), U9 (Kurfürstendamm), U15 (Kurfürstendamm und Uhlandstraße) sowie der S-Bahn durchzogen. Der Bahnhof Zoologischer Garten im Norden ist Verknüpfungspunkt von Bus, Expreßbus, U-Bahn, S-Bahn, Regional- und Fernbahn. Nachts ist der Bahnhof ein Knotenpunkt des Nachtliniennetzes, das aus Buslinien, den U-Bahn-Linien U9 und U12 und S-Bahn-Linien besteht. Beim Überprüfen der Einzugsgebiete der Haltestellen mit einem 300 m-Radius für den Bus und einem 400 m-Radius für U- und S-Bahn als Empfehlung für die Kernzone eines Oberzentrums [VÖV 1981] kann festgestellt werden, daß das Gebiet bis auf zwei kleinere Flächen vollständig durch den ÖPNV erschlossen ist (s. Anhang 8, unten). Eine weitere Erschließung des Planungsgebiets, unter Berücksichtigung der U-Bahn-Stationen und der Parkhäuser, ist mit einer Ringlinie als Citybus mit dem Ausgangspunkt Bahnhof Zoologischer Garten zu realisieren.

4.4.3 Festlegung der Ausnahmen

Bestimmte Personengruppen werden weiterhin in das autoarme Gebiet einfahren können. Das sind neben den Anwohnern mit Vignette und Beschäftigten mit Betriebsvignette Personen mit Ausnahmegenehmigungen. Zu dem Personenkreis mit weiterhin möglicher Einfahrt sollen Pkw-Nutzer mit Privatparkplatz, Hotelgäste, Personen des „Restverkehrs“ (Rettungsfahrzeuge, Ärzte beim Hausbesuch, Ver- und Entsorgungsfahrzeuge), Lieferanten und Gewerbetreibende mit Auftrags- und Standort im Gebiet gehören. Organisatorisch gesehen ist das Ausstellen von Ausnahmegenehmigungen mit geringem Aufwand verbunden, da die bisherigen Vignettenbesitzer der Parkraumbewirtschaftungszone bekannt sind und den künftigen Personenkreis der Bevorrechtigten darstellen.

4.4.4 Geltungszeitraum

Da schon eine zeitlich befristete Zufahrtbeschränkung einen kontraproduktiven Widerstand des Einzelhandels auslösen kann, soll davon abgesehen werden, auch in den Abend- und Nachtstunden das Einfahren zu unterbinden und für die dann stattfindenden Zwecke (überwiegend Freizeitverkehr mit Gastronomieeinrichtungen als Ziele) die City West weiterhin als attraktiven Aufenthaltsort zu erhalten. Mit einem Ende um 20 Uhr an Werktagen, das gleich-

zeitig den Geschäftsschluß vieler Läden darstellt, werden noch die Pkw-Nutzer abgehalten, die zu diesem Zeitpunkt eine Kultureinrichtung (z.B. Kino, Theater) aufsuchen wollen. Weiterhin stattfinden wird der auch jetzt zu beobachtende Parksuchverkehr in den Abendstunden ohne Parkraumbewirtschaftung, da viele öffentliche Stellflächen durch die Pkw der Anwohner belegt sind. Als Anfangszeitpunkt wird 6 Uhr gewählt, da auf diese Weise Fahrten des Berufsverkehrs in das Gebiet unterbunden werden sollen. Für den Wirtschaftsverkehr kann die Liefer- und Ladezeit im Planungsgebiet darüber hinaus beschränkt werden, wie es z.B. bei Fußgängerzonen praktiziert wird. Zusätzlich wird die zeitliche Ausdehnung der Zufahrtbeschränkung auf die Samstage (6 bis 16 Uhr) vorgeschlagen. Flexibel reagieren muß man auf die vier Samstage vor dem Weihnachtsfest, an denen eine Öffnung der Geschäfte bis 18 Uhr stattfindet. Der Sonntag soll unberücksichtigt bleiben.

4.5 Hypothesen zu den Auswirkungen der Zufahrtbeschränkung

Da es sich hier um eine ordnungspolitische Maßnahme handelt, stellen sich die Auswirkungen auf das Untersuchungsgebiet deutlicher dar als bei hypothetischen preispolitischen Maßnahmen: Eine bestimmte Personengruppe wird davon abgehalten, in das Gebiet einzufahren. Die Individuen können sich jedoch in der Art der Reaktion auf diese Maßnahme unterscheiden. Offen ist nämlich, ob gebührenpflichtige Parkhäuser angefahren werden, im außenliegenden Gebiet der Parkraumbewirtschaftungszone oder in den angrenzenden, gebührenfreien Straßen geparkt, ein anderes Ziel aufgesucht, ein anderes Verkehrsmittel gewählt oder auf die Fahrt verzichtet wird. Veränderte Häufigkeiten der Fahrten werden vernachlässigt. Für die Entscheidungssituationen sollen hier Hypothesen aufgestellt werden, die mit Hilfe einer Befragung überprüft werden sollen:

- Ein Verkehrsmittelwechsel zum Fuß- und Radverkehr spielt nur bei kurzen Entfernungen eine Rolle. Ein Verkehrsmittelwechsel zum öffentlichen Verkehr setzt eine mindestens gute Erschließung des Quellorts und ein Alternativangebot mit annehmbarer Reisezeit im Vergleich zum MIV voraus.
- Bei bestimmten Aktivitäten kann nicht auf die Fahrt verzichtet werden und der Zielort ist nicht zu substituieren. Dies trifft für die Fahrtzwecke Arbeit, Ausbildung und Studium, dienstliche und geschäftliche Erledigung und Behördenbesuch zu. *Haag* [HAAG 1996] nennt diese Aktivitäten Primäraktivitäten im Gegensatz zu den Sekundäraktivitäten, die an verschiedenen Orten ausgeführt werden können. Der Fahrtverzicht wird bei den Primäraktivitäten nur sehr gering sein.

Auch bei den Sekundäraktivitäten besteht nicht in allen Fällen kurzfristig die Möglichkeit einer Zielwahländerung, so daß nach *Haag* letztendlich die Aktivitäten bzw. Aktivitätsorte Einkauf des täglichen Bedarfs und Apotheke sowie Friseur, Reinigung und Post (Dienstleistung) übrig bleiben. Für das Berliner Beispiel soll nur der Fahrtzweck Einkauf näher auf Substitutionsmöglichkeiten untersucht werden.

- Bei Fahrten, die häufig in das Untersuchungsgebiet durchgeführt werden, ist ein Fahrtverzicht unwahrscheinlicher.
- Bei der Aktivität Einkaufen ist zu befürchten, daß die - für Berliner Verhältnisse - neuen Einkaufszentren im Brandenburger Umland eine attraktive Alternative darstellen und Einkaufsverkehr von der City West abziehen. Dabei spielt die Lage des Wohnorts eine wichtige Rolle.
- Die Wahl eines Parkhauses am Rand des autoarmen Gebietes wird für die Personen eine Alternative darstellen, die entweder die entstehenden Differenzkosten zum Parken in der

Parkraumbewirtschaftungszone durch den höheren Nutzen der Fahrt kompensieren können, die die entstehenden Kosten nicht selber tragen oder die über die Lage und die Gebühren der Parkhäuser informiert sind. Da es in absehbarer Zeit kein Parkleitsystem in der City West geben wird, die Gebührenhöhe zwischen den einzelnen Häusern stark schwankt und auch keine Kooperation der einzelnen Betreiber hinsichtlich eines einheitlichen Tarifs zu erwarten ist, werden die Parkhäuser neben den Stammkunden dann eher von den schon jetzt informierten Nutzern aufgesucht werden.

4.6 Eigene Untersuchung der Verhaltensänderungen

4.6.1 Notwendigkeit der Erhebung

Bei den Beschreibungen der Städte mit autoarmen Stadtkernen wurde deutlich, daß die Auswirkungen der Maßnahme auf die Kriterien der Stadtverträglichkeit bei den Städten, die eine Zufahrtbeschränkung eingeführt haben, z.T. lückenhaft dokumentiert wurden. Bei den Städten mit vorliegenden Planungen sind bis auf das Beispiel des Konzepts von Frankfurt (Main) [BOLTZE/SCHÖTTLER 1993] keine Berechnungen vorgenommen wurden. Im Fall von Frankfurt (Main) ermöglicht dies eine Abschätzung der Auswirkungen. Die Größe und Struktur des Stadtgebiets und die verkehrlichen Randbedingungen Berlins unterscheiden sich jedoch. Deswegen ist eine Abschätzung der Verhaltensänderung der Besucher der City West in Berlin vorzunehmen, um die Kriterien der Stadtverträglichkeit zu ermitteln. Als Voraussetzung dafür muß ein Erhebungsinstrument eingesetzt werden, das eine Abschätzung ermöglicht.

Nach den im Rahmen der Lehrveranstaltungen des Fachgebiets Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik durchgeführten Befragungen von Pkw-Nutzern in Gebieten mit starken Nutzungskonflikten (1995 im Berliner Bezirk Neukölln zwischen Karl-Marx-Straße und Sonnenallee und 1996 - wie bereits oben dargestellt - an mehreren Stellen in der Berliner Innenstadt, auch in der City West), sollte im Sommer 1997 eine mündliche Befragung der Nutzergruppen des motorisierten Individualverkehrs in der City West stattfinden, da auf diesem Wege die Besucher direkt an ihrem Zielort angesprochen werden konnten. Die Zielgruppe waren Pkw-Nutzer ab 18 Jahren, die ihr Fahrzeug nicht auf privaten Stellplätzen oder in Parkhäusern abstellten. Die Befragungen sollten beim Gang vom oder zum Fahrzeug durchgeführt werden. Für diesen Zweck wurde ein Fragebogen entwickelt, der knapp ausfallen sollte, um nicht durch seinen Umfang Auslöser von Befragungsabbrüchen zu werden. Soziodemographische Fragen sollten an das Ende gestellt werden und als Kerninhalt wurde die Frage nach den Ausweichreaktionen bestimmt, die aus taktischen Gründen nicht am Anfang standen.

4.6.2 Der Fragebogen

Zunächst wurde der Hauptfahrtzweck erfragt, der mit den Sparten Arbeit, Ausbildung und Studium, Behördengang und Inanspruchnahme von Dienstleistungen, Einkauf und Freizeit sowie Sonstiges (z.B. Beförderung von Personen) vorgegeben war (s. Anhang 10). Im Hinblick auf die Fahrzwecke der Tagesganglinien der Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR 91) [FGSV 1991a], bei denen der Zweck „Dienstliche und geschäftliche Fahrt“ nicht einzeln, sondern als „Berufsverkehr“ dargestellt wird, wurde dieser Zweck hier unter Arbeit oder Sonstiges aufgenommen. Personen, die anhand ihrer Fahrzeuge dem Wirtschaftsverkehr im weitesten Sinne zuzuordnen waren, wurden nicht befragt, wohl aber wurde für die Fahrzeugnutzer im Personenwirtschaftsverkehr die Antwortmöglichkeit Arbeit noch um die Kategorien Liefern und Dienstleistungserbringung erweitert.

Von Interesse war auch die Unterscheidung der Einkaufsartikel. In einer Untersuchung von Appel u.a. [APPEL U.A. 1994] wird neben der näheren Spezifizierung dieser Güter eine Dreiteilung in „Convenience Goods“ (periodischer Bedarf), „Shopping Goods“ und „Speciality Goods“ (beide aperiodischer Bedarf) vorgenommen. Speciality Goods sind, wie die Shopping Goods, relativ hochwertig und werden relativ selten gekauft, darüber hinaus für den Nachfrager von besonderem Interesse und rechtfertigen beachtliche Kaufanstrengungen mit intensiven Vergleichen. Es werden zwar alle drei Warenarten in der City West angeboten, ein Hauptgewicht wird jedoch auf den letzten beiden liegen. Da die Unterscheidung dieser beiden den Befragten sehr schwer fallen wird, wurde hier eine Zweiteilung in Artikel des täglichen (periodischen) oder des längerfristigen (aperiodischen) Bedarfs unternommen.

Im Bewußtsein der Tatsache, daß die Tätigkeiten Bummeln und Restaurantbesuch Probleme bei der Kategorisierung bereiten (das Schaufensterbummeln kann sowohl ein Teil der Aktivität Freizeit als auch der Aktivität Einkauf sein), wurden sie zusammen mit dem Besuch zum Freizeitverkehr gezählt. Da von einer Ausnahmeregelung für Anwohner des Gebietes ausgegangen wurde, sollte die Angabe „Wohnen“ beim Fahrtzweck zum Abbruch der Befragung führen, da die Antworten nicht von Interesse waren.

Neben der Parkdauer und der Parkhäufigkeit, die auch für den Samstag abgefragt wurde, sollten weitere Fahrtzwecke für Fahrten in die City West angegeben werden. Da Erkenntnisse über die Entfernung des Stellplatzes zum zu Fuß zu erreichenden Zielort gewonnen werden sollten, wurde nach der Straße und - falls bekannt - der Hausnummer gefragt. Verhaltensänderungen aufgrund der Parkraumbewirtschaftung sollten angegeben werden („öfter“, „seltener“, „unverändert“ und „weiß nicht“). Für die Ermittlung der Informiertheit der Fahrer über die Parkhäuser in der City West wurde nach dem Ort und der Gebühr des nächsten Parkhauses gefragt.

Die Kernfrage nach den Ausweichreaktionen auf eine Zufahrtbeschränkung eines Teils der City West wurde in ein Szenario mit der Anordnung eines reinen Anwohnerparkens mit nach wie vor zugänglichen Parkhäusern eingekleidet, da dieses die Vorstellungskraft der Befragten nicht übersteigt und ab September 1997 in einigen Straßen der Parkraumbewirtschaftungszonen City Ost und West zur Realität wurde [DOBBERKE 1997]. Die Tatsache, daß ein Durchfahren solch eines Gebietes mit reinem Anwohnerparken durchaus möglich ist, wurde in Kauf genommen. Die Frage wurde mit einem Erläuterungstext eingeleitet, der je nach Geschick des Interviewers verlängert oder verkürzt werden konnte. Es sollten den Befragten aber nicht mehrere fiktive Fälle mit veränderten Ausprägungen von Einflußgrößen der Fahrt vorgelegt werden. Die Frage wurde hier in einer geschlossenen Form realisiert, bei der Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren, von denen die wahrscheinlichste gewählt werden sollte.

Die Umsetzung der Maßnahme hat Auswirkungen auf alle vier Schritte des Verkehrsplanungsalgorithmus. Ein Fahrtverzicht reduziert das Verkehrsaufkommen, Zielsubstitutionen wirken auf die Verkehrsverteilung ein, die Verkehrsmittelwahl kann geändert werden und schließlich wird durch die Zufahrtbeschränkung Einfluß auf die Routenwahl des Durchgangsverkehrs genommen. Während die Veränderungen bei den ersten drei Schritten durch eine Bearbeitung der Fahrtenmatrix berücksichtigt werden können, sind die Änderungen im vierten Schritt als Ergebnis der Verkehrsumlegung zu sehen. Probleme bereitet die Modellierung einer Zielsubstitution, da Annahmen über ein neues Ziel getroffen werden müssen. Gleichzeitig kann eine Zielsubstitution auch zu einem Verkehrsmittelwechsel führen.

Unklar bleibt, ob die Befragten, die nicht zum Einkaufen in der City West unterwegs sind, bei der Frage nach der Auswirkung der Zufahrtbeschränkung spontan den Zielwechsel nennen würden. Für diesen Fall konnten sonstige Reaktionen angegeben werden. Beim Fahrtzweck Einkauf kann man annehmen, daß als Ersatz für das attraktive Gebiet der City West andere Einkaufsstraßen und -zentren innerhalb Berlins oder Einkaufszentren außerhalb Berlins aufgesucht werden. Deswegen wurde für den Fahrtzweck Einkauf die Antwortmöglichkeit „Außerhalb des Gebietes einkaufen“ (Berlin oder Umland) zusätzlich aufgenommen. Als Antwortmöglichkeiten waren folgende Kategorien vorgesehen:

- Außerhalb des Gebietes parken, um hierher zu kommen
- In einem Parkhaus parken, um hierher zu kommen (mittlere Gebühr 3,50 DM/h)
- Auf die Fahrt verzichten
- Verkehrsmittelwechsel (öffentlicher Verkehr, Park&Ride, Fahrrad, Fuß, sonstige)
- Sonstiges

Erfahrungen mit Einkaufszentren im Umland wurden in Form einer offenen Frage nach den einzelnen Objekten abgefragt, da anderenfalls die Gefahr bestanden hätte, daß die Befragten bei einer vorgegebenen Antwortform (im einfachsten Fall ja/nein) mit falschen Antworten schnell über die Frage hinweggegangen wären, um die Befragung abzukürzen. Anschließend wurde nach der Häufigkeit des Besuchs der Center gefragt.

Der Fragebogen konnte im Querformat auf einer Seite angefertigt werden (siehe Anhang 10) und wurde einem kurzen Pre-Test unterzogen, bei dem die notwendige Änderung weniger Details deutlich wurde.

4.6.3 Durchführung der Befragung und Auswertung

Die Befragung wurde am 1. Juli 1997 (Dienstag) in der Zeit von 12 bis 18 Uhr von 14 Befragern an 12 Stellen der Berliner City West durchgeführt, wobei die Befragungspunkte im Bereich des Planungsgebietes der autoarmen Zone lagen und sich über eine Distanz von etwa 2 km von Westen (Wielandstraße) bis zum Osten (Wittenbergplatz) erstreckten. Durch eine parallel durchgeführte Parkraumanalyse konnte die Gesamtanzahl der Parkplätze im öffentlichen Raum erhoben werden, die dem Befragungsbereich, der kleiner als das Planungsgebiet war, zugeordnet werden konnte. Bei den insgesamt ca. 3.000 Plätzen (etwa 39% des Planungsgebiets) waren rund 6% freie Plätze zu verzeichnen (167), von denen jedoch 122 auf den großen Parkplatz zwischen Wieland- und Leibnizstraße zurückzuführen waren. 71 Plätze waren von Lkw belegt. Zusätzlich waren 260 räumliche Falschparker, davon 216 Pkw, zu verzeichnen, d.h., diese haben Flächen belegt, die nicht als Stellflächen vorgesehen waren.

Eine Gewichtung bestimmter Personengruppen bei der Auswertung findet nicht statt, da die 293 Befragten, die auf dem Weg zum oder vom Auto waren, zufällig ausgewählt wurden. Von den befragten Personen (70,0% männlich, 30,0% weiblich) gaben 78,0% an, berufstätig zu sein, 10,8% studierten oder befanden sich in der Ausbildung und 11,1% waren nicht berufstätig. 87,9% der Personen sind in Berlin zu Hause, wobei der überwiegende Teil (71,3%) aus den westlichen Bezirken kam. Neben den 16,6% aus den östlichen Bezirken waren Personen aus dem Berliner Umland (5,7%) und Besucher aus weiter entfernten Orten (6,4%) befragt worden. 49,0% kamen direkt vom Wohnort, bei den restlichen Personen war diese Fahrt ein Teil einer Fahrtenkette. Die Pkw der Befragten waren im Mittel mit 1,3 Personen besetzt.

Bei den Fahrtzwecken dominiert deutlich das Einkaufen mit 37,2% (Tabelle 4-3), gefolgt von Arbeiten (26,3%) und den Zwecken Behördengang und Dienstleistung (17,1%). Beim Fahrtzweck Einkauf stammten 20,4% der Befragten aus dem Ostteil und 72,4% aus dem Westteil der Stadt. Von den 82 Personen, die nähere Angaben über die Art des Einkaufs gemacht haben, waren nur 10, die Artikel des täglichen Bedarfs kauften. 67 kauften Artikel des längerfristigen Bedarfs, in fünf Fällen Artikel beider Arten. Damit wird die Eigenschaft der City West als bedeutender Einzelhandelsstandort einmal mehr betont. Die Freizeitgestaltung im Gebiet der City West (wozu auch das Bummeln, der Restaurantbesuch und der Besuch im weitesten Sinne gehört) hat wegen des Endes der Befragung (18 Uhr) mit 15,7% nur einen geringen Anteil. Die 28 Personen, die dem Personenwirtschaftsverkehr zuzuordnen waren (mittlere Parkdauer: 24 Minuten), werden bis auf die Frage bezüglich der Einkaufsmärkte im Umland nicht mehr berücksichtigt, da vorausgesetzt werden kann, daß es für diese Gruppe Ausnahmegenehmigungen geben wird. Über die Hälfte dieser Befragten hat geäußert, daß sie auch unter geänderten Randbedingungen in diesem Gebiet parken und liefern werden.

Die Anteile der Fahrtzwecke gleichen denen der 1996 in der Berliner Innenstadt durchgeführten Befragung, hier speziell in der City West (s. Kapitel 3.12.2). Diese Befragung schloß auch die Morgenstunden ab 8 Uhr ein, der Fahrtzweck Liefern und Dienstleistung wurde jedoch nicht erfragt. Der Anteil der einkaufenden Personen war um rund 7% höher, die Freizeitaktivitäten hatten einen um etwa 6,5%-Punkte geringeren Anteil, wobei jedoch in beiden Fällen kein signifikanter Unterschied vorliegt. Wenn auch der Anteil der Personen im Berufsverkehr sehr hoch erscheint, besteht diese Gruppe nur aus wenigen Dauerparkern: 18 der 73 Personen im Berufsverkehr (Befragung 1997) haben länger als vier Stunden geparkt.

Fahrtzwecke	Befragung 1997	Befragung 1996
Arbeit	26,3%	25,6%
Ausbildung und Studium	2,0%	1,9%
Behördengang und Dienstleistung	17,1%	15,6%
Einkauf	37,2%	43,9%
Freizeit	15,7%	9,2%
Sonstiges	1,7%	3,8%
Anzahl der Befragten	n = 293	n = 262

Tabelle 4-3: Verteilungen der Fahrtzwecke bei den Befragungen 1996 und 1997

Als Vergleich kann hier auch eine Untersuchung der Verhaltensweisen im ruhenden Verkehr der City West aus dem Jahr 1977 [SPARMANN 1978] herangezogen werden: Donnerstags wurden 69% aller Fahrten zum „Einkaufen und Besorgen“ unternommen (59,5% und 54,3% für 1996 bzw. 1997), am Samstag 87%. Ein ähnlich hoher Wert wird auch für die heutige Situation erwartet. Der Anteil der „City-Bummler“ (Essen gehen, Freizeitgestaltung) betrug 1977 an beiden Tagen 9%, die heutigen Zahlen sind sehr ähnlich (9,2 bzw. 15,7%).

Weniger als die Hälfte (46,1%) gab 1997 an, die City West auch für andere Zwecke mit dem Pkw aufzusuchen. Bei diesem Personenkreis dominiert die Aktivität Einkauf (31,1%) und Freizeit (44,4%). Dabei werden diese zusätzlichen Aktivitäten zu einem anderen Zeitpunkt getätigt, da nur sehr wenige angaben, an diesem Tag mehr als einen Fahrtzweck zu haben. Bei Angabe von mehreren Zwecken wurden diese Aktivitätenketten zu einer Hauptaktivität zusammengefaßt.

Bei der Frage nach der Häufigkeit, mit der für diesen Fahrtzweck an diesem Ort geparkt wird, gaben 1997 50,5% an, daß sie dies mindestens einmal in der Woche täten, 13,7% fünfmal in

der Woche. 14,3% suchen das Gebiet für diesen Zweck einmal im Monat auf, 21,8% tun dies seltener als einmal im Monat. Gut ein Drittel der Befragten (33,9%) sucht die City West auch an Samstagen auf. 79,3% suchen sie einmal im Monat auf, 19,5% an jedem Samstag.

Die Frage nach dem Ziel, das vom Auto aus zu Fuß erreicht wird, wurde nicht ausgewertet, da sich eine Entfernungsermittlung wegen der vielen unpräzisen Angaben der Befragten als zu ungenau erwies. Für 1977 [SPARMANN 1978] stehen jedoch Verteilungen der zeitlichen Fußwegentfernungen zur Verfügung: Sie lagen zu 70 bis 80 % unter 5 Minuten (unter 300 m bei einer Gehgeschwindigkeit von 1 m/s), etwa 10% waren länger als 10 Minuten (600 m).

Bei der Parkdauer hatte 1997 die Gruppe bis zu einer Stunde den größten Anteil mit fast zwei Dritteln. Für Parkzeiten bis zwei Stunden ergab sich ein Wert von 82,4%. Parker mit einer Dauer zwischen vier und acht Stunden (6,2%) und Dauerparker ab acht Stunden (1,4%) waren nur schwach vertreten (Tabelle 4-4). Zum Vergleich sind hier auch wieder die Werte der Befragung 1996 (Befragte in der City West) angegeben. Bei gleichem Median und Modalwert ist der arithmetische Mittelwert nur geringfügig höher, ohne daß diese Abweichung signifikant ist (siehe exemplarisch in Anhang 11). Für das Jahr 1977 [SPARMANN 1978] ergaben sich 75 (Donnerstag) und 100 Minuten (Samstag) als mittlere Parkdauer. Vergleiche haben dabei ergeben, daß die angegebene geschätzte Parkdauer beim Befragen vor dem Parkvorgang mit der tatsächlichen übereinstimmte.

Parkdauer	Befragung 1997	Kumulierte Häufigkeit	Befragung 1996	Kumulierte Häufigkeit
≤ 15 min	12,5%	12,5%	8,0%	8,0%
> 15 - 30 min	23,8%	36,3%	20,4%	28,4%
> 30 - 45 min	2,1%	38,4%	2,3%	30,7%
> 45 - 60 min	24,6%	63,0%	26,0%	56,7%
> 1 - 2 h	19,4%	82,4%	24,9%	81,6%
> 2 - 3 h	7,9%	90,3%	8,4%	90,0%
> 3 - 4 h	2,1%	92,4%	2,7%	92,7%
> 4 - 8 h	6,2%	98,6%	4,2%	96,9%
> 8 h	1,4%	100%	3,1%	100%
Mittelwert	95 min		107 min	
Median, Modalwert	60 min		60 min	
Anzahl der Befragten	n = 289		n = 262	

Tabelle 4-4: Parkdauerverteilungen bei den Befragungen 1996 und 1997

Bei der wichtigen Frage nach der Ausweichreaktion bei einer Zufahrtbeschränkung mit Anwohnerparken innerhalb der City West ergab sich folgendes Bild:

Reaktionen	Anteile
Außerhalb parken	12,1%
Außerhalb einkaufen (Berlin)	7,6%
Außerhalb einkaufen (Umland)	0,7%
Im Parkhaus parken	30,8%
Fahrtverzicht	11,4%
Wechsel auf den ÖPNV	16,6%
Sonstiger Verkehrsmittelwechsel	5,6%
Sonstige Reaktion	15,2%
Anzahl der Befragten	n = 289

Tabelle 4-5: Reaktionen aller Befragten auf eine Zufahrtbeschränkung

Fast ein Drittel der Befragten (30,8%) hat das Parken im Parkhaus als mögliche Reaktion auf eine Zufahrtbeschränkung angegeben und bildet damit die größte Gruppe. Dazu muß jedoch noch eine Anmerkung gemacht werden: Zu den 68 Personen, die zukünftig ein Parkhaus ansteuern würden, wurden noch die 21 Befragten addiert, die im Gebiet regelwidrig parken würden. Diese Personen wollen offensichtlich nicht darauf verzichten, das Fahrzeug in Zielnähe abzustellen und kämen auch als künftige Nutzer eines Parkhauses in Frage. Sie entrichten auch heute schon eine Parkgebühr. Die Personen, die das Parkhaus als möglichen Parkort angaben, haben als Fahrtzweck überwiegend Arbeit, Behördengang und Dienstleistung angegeben (zusammen 51,4%). Damit ist der Nutzen des zielnahen Parkplatzes für diese Personengruppe offenbar größer als die zusätzlichen Kosten, die im Parkhaus entstehen werden.

Der Wechsel zu den öffentlichen Verkehrsmitteln fällt mit 16,6% nur gering aus. Haag [HAAG 1996] hat für die Möglichkeit eines Wechsels zum ÖPNV die Kriterien „Wegelänge“ und „Reisezeitdifferenz“ herangezogen und für die Bewertung der Alternative Grenzwerte der Kriterien angegeben. Bei der geringen Zahl der potentiellen Wechsler soll hier jedoch keine genauere Analyse der einzelnen Personen hinsichtlich der Glaubwürdigkeit der Antwort erfolgen. Da von den Befragten die Heimatpostleitzahl bekannt ist, konnte der Heimatbezirk auf einen Anschluß an das Schnellbahnnetz (Straßenbahn, U- oder S-Bahn) untersucht werden. Dies war bei allen Befragten aus dem Berliner Stadtgebiet bis auf eine Person der Fall.

Zu den sonstigen Verkehrsmitteln, die im Rahmen des Verkehrsmittelwechsels angegeben werden konnten, zählten die Fahrt mit dem Fahrrad, der Weg zu Fuß, die Fahrgemeinschaft, Park&Ride und das Taxi, was zusammen jedoch nur einen geringen Anteil ergab. Acht Personen entschieden sich für das Fahrrad und drei für den Fußweg. Aufgrund des Vergleichs mit der Heimatpostleitzahl können diese Antworten als plausibel bezeichnet werden. Aussagen zu den „Sonstigen Reaktionen“ können nicht getroffen werden. Diese sollen hier bei Sekundäraktivitäten zunächst als Zielsubstitution gewertet werden.

Deutlich wird bei Tabelle 4-5, daß nur ein geringer Teil der Befragten an einen Fahrtverzicht (11,4%) denkt. Dieses soll bei einer Differenzierung nach Fahrtzwecken näher betrachtet werden. Untersucht man nun zunächst die Häufigkeit der Fahrten bei den Personen, die als Reaktion auf die vorgeschlagene Maßnahme einen Fahrtverzicht angaben, so ist tendenziell eine geringere Fahrtenhäufigkeit abzulesen (Tabelle 4-6). Bei den Besuchern, die nur selten im Gebiet parken (weniger als einmal im Monat), war der Anteil um mehr als 10% höher als bei denen, die nicht auf die Fahrt verzichten würden. Somit wird die Hypothese bestätigt.

Häufigkeit des Besuchs	Kein Fahrtverzicht	Fahrtverzicht
5x/Woche	15,1%	2,9%
Mindestens 1x/Woche	51,7%	41,2%
1x/Monat	14,3%	14,7%
Weniger als 1x/Monat	20,5%	32,4%
Anzahl der Befragten	n = 259	n = 34

Tabelle 4-6: Fragen nach der Häufigkeit des Besuchs der City West

Vergleicht man die Reaktionen auf die Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ für die einzelnen Fahrtzwecke (Tabellen 4-7 und 4-8), so fällt auf, daß beim Zweck Einkauf das Parken außerhalb des Gebiets nur eine geringe Rolle spielt (7,4%) und bei den anderen Zwecken dieser Anteil zwischen 14,1 und 18,2% liegt. Die Wahl des Parkhauses ist bei den Fahrtzwecken Arbeit und Ausbildung sowie Behördengang und Dienstleistung deutlich stärker ausgeprägt, dafür hat der Fahrtverzicht bei beiden im Gegensatz zu den anderen Fahrtzwecken nur einen geringen Anteil. Damit scheint die oben aufgestellte Hypothese, daß bei bestimmten Aktivitäten nicht auf die Fahrt verzichtet werden kann, bestätigt zu werden. Der in Aussicht gestellte Verkehrsmittelwechsel zum öffentlichen Verkehr beim Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung hat nur einen Anteil von 10,3%, während er bei den anderen Fällen zwischen 17,8 und 22,7% beträgt.

Die Antwort „Sonstiges“, die insgesamt einen Anteil von 15,2% erreicht, kann als Entscheidungslosigkeit angesehen werden. Für die spätere Vorgehensweise werden die Antworten dieser Kategorie beim Einkaufs- und Freizeitverkehr als Zielsubstitution gewertet und bei den restlichen Zwecken nicht betrachtet. Beim Fahrtzweck Einkauf erreichte die Antwort „Sonstiges“ nur 3,7 %, da die Zielsubstitution als eigene Antwortkategorie vorgegeben war.

Reaktion	Anteile (Arbeit und Ausbildung)	Anteile (Behördengang/Dienstleistung)	Anteile (Freizeit/Sonstiges)
Außerhalb parken	14,1%	18,2%	15,6%
Im Parkhaus parken	37,2%	36,4%	22,3%
Fahrtverzicht	5,1%	9,1%	17,8%
Wechsel auf den ÖPNV	10,3%	22,7%	17,8%
Sonstiger Verkehrsmittelwechsel	5,2%	-	6,6%
Sonstige Reaktion	28,1%	13,6%	19,9%
Anzahl der Befragten	n = 78	n = 44	n = 45

Tabelle 4-7: Reaktionen auf eine Zufahrtbeschränkung in Abhängigkeit vom Fahrtzweck

Reaktion	Anteile (Fahrtzweck Einkauf)
Außerhalb parken	7,4%
Außerhalb einkaufen (Berlin)	20,4%
Außerhalb einkaufen (Umland)	1,9%
Im Parkhaus parken	24,1%
Fahrtverzicht	15,7%
Wechsel auf den ÖPNV	19,4%
Sonstiger Verkehrsmittelwechsel	7,4%
Sonstige Reaktion	3,7%
Anzahl der Befragten	n = 108

Tabelle 4-8: Reaktionen auf eine Zufahrtbeschränkung beim Fahrtzweck Einkauf

Bei der Aktivität Einkauf spielt die Konkurrenz der Einkaufszentren im Umland offensichtlich nur eine geringe Rolle, da nur drei Personen dahin ausweichen würden (Tabelle 4-8). Dies wird durch die Auswertung der Frage nach den Erfahrungen mit diesen Einkaufsorten (Auswertung ohne die Fernbesucher, jedoch mit den Personen im Wirtschaftsverkehr) bestätigt: 63,3% haben noch keine Erfahrung gemacht und haben somit keine direkte Vergleichsmöglichkeit. 24,1% haben genau einen Ort besucht und knapp 6% haben Erfahrungen mit zwei Einkaufszentren erlangt. Von den 104 Personen, die Einkaufszentren aufgesucht haben, kaufen dort 17,4% mindestens einmal in der Woche ein, 49% machen dies jedoch seltener als einmal im Monat.

Da vermutet wurde, daß die Häufigkeit eines Besuches dieser Kundenmagneten „auf der grünen Wiese“ von der Entfernung des Wohnorts zu diesen abhängt, wurden die Befragten in vier Entfernungsklassen eingeteilt, ausgehend vom Stadtmittelpunkt. Neben den Herkunftsbezirken der direkten Innenstadt (ein Drittel aus Charlottenburg und der Rest aus Schöneberg, Tiergarten, Wilmersdorf und Mitte) wurden für das Berliner Stadtgebiet noch eine mittlere Entfernungsklasse (z.B. Steglitz, Pankow) und eine Klasse mit den Randbezirken (z.B. Spandau, Marzahn) gebildet. Die Besucher aus dem Umland wurden einer vierten Klasse zugeordnet. Da die am häufigsten genannten Einkaufszentren (Sterncenter Potsdam, Waltersdorf, Eiche, Havelpark Dallgow) den Himmelsrichtungen Süden, Osten und Westen zuzuordnen sind und im direkten nördlichen Umland auch kein Center existiert, wurden die Bewohner der nördlichen Stadtteile Frohnau, Heiligensee und Hermsdorf nicht berücksichtigt. Von den zehn Befragten dieser Stadtteile haben auch neun bisher kein Center im Umland aufgesucht. Gibt man nun für die einzelnen Klassen die Anteile der Personen an, die schon ein Einkaufszentrum besucht haben, dann stellt sich folgendes Ergebnis ein:

Entfernungsklasse	Anteil der Besucher	Anzahl der Befragten
Innenstadtbezirke	20,5%	n = 93
Mittlere Entfernung	43,5%	n = 89
Randbezirke	43,2%	n = 88
Umland	72,2%	n = 28

Tabelle 4-9: Anteile der Besucher von Einkaufszentren im Umland in Abhängigkeit von der Entfernung zur Stadtmitte

Der Anteil nimmt mit abnehmender Entfernung zur Stadtmitte deutlich zu. Unterschiede zwischen den Personen aus Bezirken am Rand der Innenstadt und denen aus den Randbezirken bestehen jedoch nicht.

52,2% aller befragten Personen konnten den Standort des nächstliegenden Parkhauses nicht nennen und in 8,5% der Fälle war das angegebene Parkhaus nicht das nächste. Nur 39,3% der befragten Personen konnten die richtige Antwort geben. Bei der Frage nach der Gebühr mußten 75,8% der Befragten passen, weitere 11,6% hatten eine ungenaue Vorstellung von dem, was im nächsten Parkhaus für das Parken entrichtet werden muß. Ein anderes Bild ergibt sich bei der Gegenüberstellung der potentiellen Nutzer und der „Nichtnutzer“ eines Parkhauses (Tabelle 4-10): 59,6% der Personen, die das Aufsuchen eines Parkhauses in Erwägung ziehen („Potentielle Nutzer“), konnten das richtige Parkhaus nennen (35,5% bei den Nichtnutzern) und 31,9% der ersten Gruppe konnten - im Gegensatz zu den 8,7% der anderen - die richtige Gebühr nennen. Damit kann die Hypothese, daß die potentiellen Parkhausnutzer zu den informierteren Pkw-Nutzern gehören, bestätigt werden. Eine Abhilfe stellt Informationsmaterial über vorhandene Parkhäuser und Parkgebühren (s. z.B. [BMW 1998]) dar.

Antwort	Das nächste Parkhaus		Parkgebühr im Parkhaus	
	Nichtnutzer	Potentielle Nutzer	Nichtnutzer	Potentielle Nutzer
„Weiß nicht“	56,2%	31,9%	80,6%	51,1%
Stimmt nicht	8,3%	8,5%	10,7%	17,0%
Stimmt	35,5%	59,6%	8,7%	31,9%
Anzahl der Befragten	n = 242	n = 47	n = 242	n = 47

Tabelle 4-10: Anteile der Antworten auf die Frage nach dem nächsten Parkhaus

4.7 Berücksichtigung der Verhaltensänderungen und Verkehrsumlegung

Das Planungsgebiet kann den Verkehrszellen der Berliner Statistik zugeordnet werden [SEN-VUB 1988, 1991]. Mit den neun Teilverkehrszellen in Tabelle 4-11 läßt sich das Gebiet mit dem Berliner Verkehrsmodell darstellen. Folgender Quell- und Zielverkehr aller Fahrten des Personenverkehrs in der Spitzenstunde 16 bis 17 Uhr für das Jahr 1995 ist der Fahrtenmatrix zu entnehmen:

Teilverkehrszelle	Ortsbeschreibung	Quellverkehr [Pkw] 16-17 Uhr	Zielverkehr [Pkw] 16-17 Uhr
110	Steinplatz	616	343
111	Taentzienstraße	2.635	1.703
112	Schlüterstraße	699	534
113	Kurfürstendamm (westlich der Uhlandstraße)	1.114	607
119	Kantstraße	711	856
122	Leibnizstraße (Nord)	768	763
123	Leibnizstraße (Süd)	598	694
200	Lietzenburger Straße (östlich des Olivaer Platzes)	266	182
280	Wittenbergplatz	1.649	898
	Summe	9.056	6.580

Tabelle 4-11: Teilverkehrszellen und Verkehrsaufkommen des Planungsgebiets im Personenverkehr

Es ist eine Bestimmung der Zahl der Quell- und Zielfahrten vorzunehmen, bei denen die Fahrer als Nutzer der öffentlichen Stellplätze im Planungsgebiet von den Maßnahmen betroffen

sind. Nach [SENVUB/MSWV 1993] befinden sich im gesamten Gebiet der Parkraumbewirtschaftung nach altem Zuschnitt (vor September 1997) 27.215 Stellplätze, von denen etwa 9% Privatplätze (2.550), etwa 28% Plätze in Parkhäusern (7.590) und rund 17.000 Plätze (63%) am Straßenrand und auf öffentlich zugänglichen Parkplätzen sind. Die in Anhang 9 berechnete Summe für die Stellplätze in Parkhäusern und auf Parkplätzen liegt etwas über dieser Zahl. Rechnet man die öffentlichen Plätze (17.000) auf die kleinere Fläche des Planungsgebiets um, so erhält man rund 9.400 öffentliche Stellplätze im Straßenraum. Nach Berücksichtigung der Auslastung von 98% und unter Abzug der Parkenden mit Parkvignette dieses Gebiets, die bei der Parkraumanalyse einen Anteil von 48% besaßen, was in etwa mit der Untersuchung in [BLIC 1995] übereinstimmt, ergeben sich rund 4.800 Stellplätze, auf die die Besucher zurückgreifen können. Die Personen, die in der Befragung dem Laden und Liefern zuzuordnen waren und in der Modellrechnung durch ein eigenes Wirtschaftsverkehrsmodell berücksichtigt werden, zeigen beim Parken einen hohen Umschlaggrad (4/h). Dieser Fahrtzweck wird hier mit 10% angesetzt und die dabei besetzten Stellplätze werden von der Stellplatzzahl abgezogen. Insgesamt kann bei einer Zufahrtbeschränkung im Planungsgebiet die Fläche von 4.400 Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum (ca. 6 ha) eingespart und anderen Nutzungen zugeführt werden. Bei einem Umschlaggrad von 4,2/h in der City West [DÖRNEMANN 1998] ergeben sich etwa 36.200 Fahrten pro Tag im Planungsgebiet, die nun auf die einzelnen Fahrtzwecke aufgeteilt und auf das Zeitintervall der Fahrtenmatrix (16-17 Uhr) bezogen werden müssen. Um die Anteile des Quell- und Zielverkehrs aus den normierten Tagesganglinien der EAR 91 [FGSV 1991a] zu entnehmen, werden die Fahrtzwecke Einkauf, Behördengang und Dienstleistung („Einkaufs- und Besorgungsverkehr“) sowie die Zwecke Freizeit und Sonstiges zusammengefaßt (s. Tabelle 4-12).

Fahrtzweck	Anteil	Quellverkehr 16 - 17 Uhr	Zielverkehr 16 - 17 Uhr
Arbeit	26,3%	547 Pkw	48 Pkw
Ausbildung	2,0%	45 Pkw	-
Einkauf und Besorgung	54,3%	1.081 Pkw	1.327Pkw
Freizeit und Sonstiges	17,4%	150 Pkw	189 Pkw
	Summe	1.823 Pkw	1.564 Pkw

Tabelle 4-12: Verteilung der Fahrtzwecke und das Verkehrsaufkommen der Spitzenstunde (Besucher)

Die normierten Tagesganglinien der EAR 91 werden herangezogen, da es keine aktuellen Analysewerte für die Berliner Verhältnisse gibt. Nur beim Fahrtzweck Einkaufs- und Besorgungsverkehr ist zu befürchten, daß sich die Anteile durch die veränderten Ladenschlußzeiten durch zeitliche Verlagerung der Einkäufe verschoben haben. Einen Anhaltspunkt bietet hier die schriftliche Befragung des Jahres 1997 (s. Kapitel 3.12.3), bei der neben den Fahrtzwecken auch die Abfahrts- und Ankunftszeiten notiert wurden. Ein Vergleich der Morgen- und Mittagsstunden zeigte keine großen Unterschiede, bei den Stundenintervallen zwischen 16 und 20 Uhr jedoch waren große Differenzen auszumachen. Die Auswertung der 40 Quell- und Zielfahrten der eigenen Befragung werden hier den Werten der EAR 91 bei den kritischen Zeitintervallen gegenübergestellt:

Stundenintervalle	Anteile am Quellverkehr		Anteile am Zielverkehr	
	EAR 91	Befragung 1997	EAR 91	Befragung 1997
16 - 17 Uhr	11,0%	7,5%	13,5%	20,0%
17 - 18 Uhr	17,5%	17,5%	17,0%	7,5%
18 - 19 Uhr	11,0%	15,0%	5,0%	12,5%
19 - 20 Uhr	2,5%	17,5%	2,0%	2,5%

Tabelle 4-13: Anteile der Stundenintervalle am Nachmittag und Abend am Quell- und Zielverkehr

Eine vermutete Verringerung des Anteils der Spitzenstunde (16 bis 17 Uhr) beim Zielverkehr ist nicht abzulesen, es wird jedoch eine Verschiebung auf das Intervall 18 bis 19 Uhr beim Zielverkehr und eine Verschiebung auf das Intervall 19 bis 20 Uhr beim Quellverkehr deutlich. Für die betrachtete Spitzenstunde werden die Zahlen der EAR 91 verwendet.

Im nächsten Schritt werden die Reaktionen auf die Maßnahme „Autoarme Innenstadt“ in der Fahrtenmatrix berücksichtigt (rund 31% verbleibende Besucher in Parkhäusern). Verglichen mit der Ausgangsmatrix werden insgesamt nur noch 86% der Fahrten in das Gebiet durchgeführt. Durch den Wechsel zum ÖPNV (20% der befragten Besucher) werden etwa 3.600 neue Fahrgäste am Tag mit je zwei Fahrten gewonnen.

Die Straßen des Planungsgebiets wurden in das Berliner Netzmodell eingebunden, da bisher nur Hauptverkehrsstraßen abgebildet waren. Dabei wurden innerhalb des Gebiets für die einzelnen Strecken Kapazitäten von 600 Fz/h und eine Reisegeschwindigkeit von 20 km/h vorgesehen, die aus den Tempo 30-Straßen resultiert und auch den (dann in der Realität unterbundenen) Durchgangsverkehr im Netzmodell fernhalten soll. Das Gebiet der City West wurde ursprünglich im Modell nur durch 16 Straßen, Straßenzüge oder Plätze repräsentiert. Um eine detailliertere Untersuchung der Maßnahmen, insbesondere der autoarmen Innenstadt, zu ermöglichen, wurden weitere 16 Straßen und ein Platz hinzugenommen und diese in die Straßentypen eingereiht (s. auch Anhang 5). Dabei gehören die Strecken 14 verschiedenen Typen mit Kapazitäten zwischen 450 und 3.600 Kfz/h (Ernst-Reuter-Platz) an. Die Umlegungen mit Ausgangs- und Planfallfahrtenmatrix wurden erneut in sechs Teilschritten durchgeführt, die Fahrtenmatrix des Wirtschaftsverkehrs ging unverändert ein. Im Planungsgebiet innerhalb des Straßenrings (15 km Länge) ergeben sich je nach Vorbelastung der Straßen und je nach Abschnitt Reduktionen der Verkehrsstärke um 10 bis 70%. Dabei ergeben sich für die Kantstraße durchschnittlich -47%, für den Kurfürstendamm -55% und für die Tauentzienstraße -59%. Beim Straßenring (9 km Länge) ergeben sich nur in Ausnahmefällen Reduktionen (z.B. in der Kurfürstenstraße mit 7%). Es sind in einzelnen Abschnitten aber Zunahmen der Verkehrsstärke bis zu 60% zu verzeichnen. In der Budapester Straße ergeben sich durchschnittlich +12%, in der Leibnizstraße +22%, in der Bismarckstraße +24% und in der Lietzenburger Straße +30%. Dies ist als großer Nachteil der Zufahrtbeschränkung mit einer Umfahrung in einem sensiblen Gebiet anzusehen. In der Hardenbergstraße ergeben sich keine Änderungen der Belastung. Veränderungen in weiter vom Planungsgebiet entfernt liegenden Straßen wurden nicht untersucht.

4.8 Ergebnisse der Kriterien der Stadtverträglichkeit

Die Auswirkungen auf die Lärmemission sind gering. Die durchschnittliche Reduktion beträgt bei einer Spanne von 56 bis 73 dB(A) vorher, bzw. bis 71 dB(A) nachher, im Gebiet der Zu-

fahrtbeschränkung 1 dB(A). Beim Umfahrungsring ergeben sich keine Veränderungen, die Spanne der Lärmpegel beträgt 69 bis 74 dB(A). Bei einem Vergleich der Werte des Verkehrsumlegungsprogramms mit aus Verkehrszählungen gewonnenen Daten sind jedoch Differenzen abzulesen. Für die Tauentzienstraße ergibt sich ein Pegel von 70 dB(A) im Istfall. Die bei einer Sperrung der Tauentzienstraße gemessene Verkehrsstärke, zu der nur Busse und Fahrzeuge der Anwohner und Hotelgäste zählten, ergab bei einer Berechnung nach [BMV 1990] einen Wert von 61 dB(A). Dies zeigt, daß die bei einer Zufahrtbeschränkung auftretenden Reduktionen erheblich größer ausfallen können als mit dem Verkehrsumlegungsprogramm prognostiziert.

Bei den Luftschadstoffen ergeben sich im Planungsgebiet insgesamt Reduktionen der Emissionen von 28% beim CO und von 41% beim NO_x. Beim Ring ergeben sich Zunahmen um 6% beim CO und um 1% beim NO_x.

Unterschieden werden bei den Kosten Investitionskosten und laufende Kosten (Betriebskosten). Zu den Betriebskosten gehören die Kontrollkosten und die Kosten für Werbe- und Öffentlichkeitsmaßnahmen. Einnahmeverluste können z.B. bei Änderungen von Parkraumbewirtschaftungsmaßnahmen auftreten. Diese werden hier jedoch nicht betrachtet, da der Wegfall der Parkraumbewirtschaftung durch neue Zonen in der Nähe des Gebiets und auch durch weiter entfernte und neu eingerichtete Zonen in Charlottenburg kompensiert wird. Für die jeweils halbjährliche Werbekampagne (Werbeflächen, Presse und Fernsehen) vor und nach Beginn der Zufahrtbeschränkung werden 6 Mio. DM, zusammen also 12 Mio. DM, angesetzt.

Kontrollkosten fallen bei flächendeckenden Kontrollen der Einhaltung von Regelungen im Zuge der Zufahrtbeschränkung an und werden hier bei 40 Mitarbeitern jährlich auf etwa 2 Mio. DM taxiert. Die Mitarbeiter werden an Werktagen in zwei Schichten eingesetzt. Setzt man eine Anwesenheitsquote von 80% (32 Personen) voraus, dann arbeiten pro Schicht 16 Personen. In einem etwa zweistündigem Rundgang, der dreimal pro Schicht absolviert wird, würden jeweils zwei Personen eine Route mit einer Straßenkantenlänge von 4 km (Streckenlänge 2 km) ablaufen. Die Kontrollkosten würden beim Einsatz einer elektronischen Zufahrtkontrolle wegfallen, dafür entstehen jedoch Investitions- und Betriebskosten für die Zu- und Ausfahrtschranken. Ein elektronisches System kann zu einem späteren Zeitpunkt eingesetzt werden. In der Summe entstehen Betriebskosten in Höhe von 14 Mio. DM für das erste Jahr. Durch das Aufstellen von ca. 100 neuen Verkehrszeichen (großflächige Tafeln mit dem Zeichen 250 StVO und Ausnahmeregelungen, drei Stück je Zufahrt in das Gebiet) werden Kosten in Höhe von 50.000 DM veranschlagt. Für ein Parkleitsystem werden 5 Mio. DM (je 200.000 DM für die Ausstattung eines Parkhauses und eine zentrale Einheit) geplant.

Nicht berücksichtigt sind Kosten, die durch Taktverdichtung und Fahrzeuginvestitionen des ÖPNV sowie durch die evtl. später vorzunehmenden baulichen Veränderungen des Seitenraums des Kurfürstendamms entstehen würden.

4.9 Fazit und Empfehlungen

Bei der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ zeigen sich in der Beispielstadt Berlin - die unterschiedliche Gebietsgröße der beiden Maßnahmen vorausgesetzt - vergleichbare Wirkungen auf die Kriterien der Stadtverträglichkeit wie bei den Straßenbenutzungsabgaben. Die Auswirkung auf die Lärmbelastung ist eher gering. Die durchschnittliche Reduktion beträgt bei einer Spanne von 56 bis 73 dB(A) vorher bzw. bis 71 dB(A) nachher, im Gebiet der Zufahrtbeschränkung 1 dB(A). Beim Umfahrungsring ergeben sich keine Veränderungen des Lärms,

die Spanne der Lärmpegel beträgt 69 bis 74 dB(A). Bei den Luftschadstoffen ergeben sich im Planungsgebiet insgesamt Reduktionen der Emissionen von 28% beim CO und von 41% beim NO_x. Beim Ring ergeben sich Zunahmen um 6% beim CO und um 1% beim NO_x. Die Maßnahme hat nur einen sehr beschränkten räumlichen Umfang (etwa 2,2 km² gegenüber einer Fläche der Berliner Innenstadt von etwa 100 km²), die Kosten (ca. 5 Mio. DM Investitionskosten) sind erheblich geringer.

Die Erreichbarkeit erhöht sich für einfahrberechtigte Fahrzeugnutzer sowie für die Fußgänger und Radfahrer durch Reduzierung der Verkehrsstärke im Gebiet (innere Erreichbarkeit), für die übrigen Nutzer ist das Gebiet zumindest mit dem Kfz nicht mehr erreichbar (äußere Erreichbarkeit). Die Parkflächen können wegen unterbundener Fahrten um ca. 6 ha reduziert werden. Auch die Trennwirkung wird durch eine reduzierte Verkehrsstärke im Gebiet herabgesetzt, kann jedoch durch eine größere Kfz-Belastung auf den Umfahrungsringen durch Verkehrsverlagerung vergrößert werden.

Neben den dargestellten Kriterien der Stadtverträglichkeit wurde in der Arbeit bei der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ die Konkurrenzsituation zwischen der westlichen Berliner Innenstadt und den Einkaufszentren im Berliner Umland beleuchtet. Ein Abwandern der Kunden ist in der westlichen Innenstadt derzeit nicht zu befürchten, da nur wenige der befragten Kunden Erfahrungen mit den Einkaufszentren im Berliner Umland gemacht haben.

Die Empfehlungen zur Vorgehensweise, die auch als generelle Arbeitsanweisung zur Umsetzung eines autoarmen Gebiets verstanden werden kann, wird durch die folgenden Punkte verdeutlicht:

- Auswahl eines Gebiets mit der Wahl der Geltungsdauer, den Festlegungen von Ausnahmen und mit der Analyse der Auswirkungen auf mögliche Parkraumbewirtschaftungsgebiete
- Analyse der Stellflächen mit Zugriff der motorisierten Nutzer des Gebiets
- Mündliche Befragung zum Fahrtzwecken, zur Parkdauer und zu Reaktionen auf die Maßnahme sowie auf die Konkurrenz anderer Einkaufsgelegenheiten an einem normalen Werktag (z.B. Dienstag) und an einem Samstag
- Einbindung in das Verkehrsumlegungsprogramm durch Veränderung von Streckenparametern und Fahrtenmatrix, unveränderte Betrachtung des Wirtschaftsverkehrs
- Ermittlung der Nutzen und Kosten sowie Bewertung
- Entscheidung auf politischer Ebene, Einsatz flankierender Elemente (Beschilderung, Einrichtung eines Parkleitsystems, Taktverdichtung im ÖPNV, Öffentlichkeitsarbeit)
- Untersuchungen nach Einrichtung der Maßnahme (Verkehrsmittelwahl, Immissionen, Geschäftsumsätze, Ausweichreaktionen von Geschäftsstandorten).

Boltze [BOLTZE 1998, S. 536] wagt bezüglich der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ einen Blick in die Zukunft des deutschen Verkehrs: „Es ist sicher davon auszugehen, daß sich weitestgehende Formen der Zufahrtkontrolle durchsetzen werden. In 30 Jahren könnte durchaus ein nahezu flächendeckendes System eingeführt und akzeptiert sein, das uns räumlich und zeitlich differenzierte Zufahrtrechte gewährt.“

Die Einrichtung eines autoarmen Gebietes kann der Auslöser für eine mit „neuer Nähe“ zu bezeichnende Stadtpolitik für verdichtete Gebiete sein. *Heinze/Kill [HEINZE/KILL 1995, S. 49] bemerken: „Die „neue Nähe“ zeigt das Streben nach kleinräumigen Identifikationsräumen in einer Welt wachsender Vernetzung und Unübersichtlichkeit. Die Chance für Stadt- und Verkehrsplaner liegt in fahrtenarmen Strukturen, deren Wertschöpfung auf ihrer globalen*

Einbindung durch Telekommunikation beruht. Deshalb müssen sie vor allem für ihre Bewohner attraktiv sein und weniger für Fremde. Wegen dieser touristischen Überfremdung und der Überbetonung des Kommerziellen sind die Fußgängerzonen von heute keine Lösung für verkehrsvermeidende „Stadtdörfer“ in der „Dörferstadt“ von morgen.“ Bei großen, polyzentralen Städten bietet sich dann die Einrichtung mehrerer „Stadtdörfer“ an. In großen Gebieten, die nicht mehr fußläufig zu erschließen sind und bei denen durch die traditionellen Netze des ÖPNV die Erschließung des Binnenverkehrs erschwert wird, sind eigenständige „Ortsverkehre“ [HEINZE/KILL 1995] mit Citybussen einzurichten. ÖPNV, Fuß- und Fahrradverkehr mit Kosten- und Erreichbarkeitsvorteilen können dort zusammen die oft gewünschte Gemeinschaft bilden.

5. Der Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos

5.1 Allgemeines

Das Hauptkapitel 5 ist folgendermaßen aufgebaut: Das Kapitel 5.1 beschäftigt sich mit allgemeinen Aspekten des Elektro- und Stadtautos. Speziell wird die Energieproblematik beim elektrischen Antrieb angesprochen und ein Blick in die Literatur geworfen, um Hinweise zu Untersuchungen der Kriterien der Stadtverträglichkeit zu erhalten. Somit wird also schon im ersten Kapitel auf die Grundlagen dieser VSM-Maßnahme eingegangen. Dann wird der Stand der Technik bei Elektrofahrzeugen unter Berücksichtigung der Batterietechnik, der Antriebsmotoren und der Ladestationen erläutert. Danach wird der Begriff Stadtauto näher beleuchtet und die Verbindung zur elektrisch angetriebenen Variante inklusive der Sicherheitsproblematik hergestellt. Nach der Betrachtung von Pkw-Einsatzprofilen und Profilen im Einsatz befindlicher Elektrofahrzeuge werden weitere Erhebungen zum Einsatzpotential von Stadt- oder Elektrofahrzeugen angeführt. In diesem Kapitel werden Befragungen vorgestellt, die sich mit dem hypothetischen Einsatz von elektrischen (Stadt)fahrzeugen in Städten beschäftigen. Der Darstellung der Auswirkungen der Maßnahme auf die Schadstoffemissionen unter Verwendung einer Untersuchung folgt die Analyse der Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr, wobei eigene Berechnungen die Arbeit anderer Autoren ergänzen. Nach einem kurzen Blick auf die Flächen des fließenden Verkehrs, einem Fazit für den Grundlagenteil und Hypothesen für den Untersuchungsteil werden eigene Erhebungen zu Nutzungsprofilen von Pkw in der Stadt vorgestellt. Ein Kapitel ist der Frage nach dem Urlaubs- bzw. Freizeitauto gewidmet, da ein solches beim Einsatz von elektrisch angetriebenen Stadtautos in den Haushalten benötigt werden könnte. Auswirkungen auf die Lärmemissionen werden dargestellt, da zu diesem Punkt im Grundlagenteil keine Aussagen gemacht werden konnten. Schließlich wird der Einfluß auf den Zeitbedarfswert und die Sättigungsverkehrsstärke unter Zuhilfenahme eigener Messungen untersucht. Den Abschluß bildet die Beschreibung des Einsatzes der Maßnahme in einem Gebiet der Beispielstadt Berlin sowie das Kapitel Fazit und Empfehlungen.

Vor dem Hintergrund der Situation in Ballungsgebieten (hohe Verkehrsstärke und -dichte, spezifisch höhere Emissionen aufgrund der Kaltstartphase, typische Fahrweise, häufige Staus sowie ungünstige Ausbreitungsbedingungen für Lärm und Autoabgase wegen der meist kompakten, engen Bauweise städtischer Gebäude [SPECHT 1997]) scheint die Lösung der Lärm- und Schadstoffproblematik durch verbesserte oder alternative Antriebs- und Kraftstoffarten in erster Linie ein Aufgabenfeld der Fahrzeugtechnik zu sein. Vorgaben, Gesetze und Hilfestellungen aus der Politik, wie z.B. mögliche ordnungspolitische Maßnahmen in Form von Zufahrt- oder Parkbevorrechtigungen für Kraftfahrzeuge ohne Verbrennungsmotoren oder auch investitionspolitische Maßnahmen wie Steuervergünstigungen und Kaufanreize wirken unterstützend. Soll eine solche Maßnahme jedoch erfolgreich sein, muß auch die Verkehrsplanung mit Hilfestellungen entgegenkommen und ihrerseits Voraussetzungen für die Einführung alternativer Fahrzeuge schaffen.

Was den Antrieb dieses alternativen Fahrzeugs anbetrifft, so scheint die elektrische Variante mit Traktionsbatterie und Elektromotor anderen Varianten trotz mehrerer Nachteile (ein hoher Kaufpreis, eine gewichts- und platzintensive Batterie und eine nur punktuell vorhandene Ladestromversorgung, für die eine Finanzierungsform zu finden ist) noch überlegen zu sein. Das im Gegensatz zum normalen Fahrzeug wegen des doppelten Antriebs mit einem höheren Gewicht ausgestattete Hybridfahrzeug hat sich bei der Serienfertigung noch nicht behauptet. Der Erdgasantrieb hat sich bisher nicht bewährt. Die Brennstoffzelle als Stromgeber für den Elektromotor ist von der Massenfertigung noch entfernt, obschon sich mit den Entwicklungen dieser wasserstoff- oder methanolbetriebenen Einheiten überaus umweltverträgliche Alternativen

herausbilden könnten [NOREIKAT 1997, SCHMID 1996b]. DaimlerChrysler hat 1996 schon das zweite Fahrzeug, das NECAR II (New Electric Car II) auf Basis eines Kleinbusses, und 1998 bzw. 1999 schließlich die dritten und vierten Ausfertigungen - in Form der kompakten A-Klasse - vorgestellt. Alle werden mit Strom aus einer Wasserstoff-Brennstoffzelle, auf dem chemischen Weg der kalten Verbrennung bei Reaktion von Wasserstoff und Luftsauerstoff, angetrieben [DAHLERN 1997b, 1998a, HEILBRONNER 1999]. In der Brennstoffzelle re-kombiniert im Fahrzeug gasförmig oder flüssig gespeicherter Wasserstoff mit Sauerstoff der Umgebungsluft zu Wasser, wobei elektrische Energie frei wird. [APPEL U.A. 1997, S. 65]. Auch der Ford-Konzern entwickelt eine Brennstoffzelle für den Betrieb in Elektrofahrzeugen. Bereits 2004 soll eine limitierte Anzahl von Fahrzeugen in den USA produziert werden, eine zweite Generation um 2007 in Europa und Japan. Die Vermarktung serienreifer Fahrzeuge soll jedoch nicht vor 2010 geschehen [DAHLERN 2001].

Die strengen Abgasgesetze Kaliforniens mit Verkaufsquotenregelung für sogenannte Zero Emission Vehicles (ZEV, emissionsfreie Fahrzeuge) sind - auch wenn die 3%-Regelung für 1998 zugunsten einer 10%-Quote für ZEV 2003 aufgehoben wurde - im gegenwärtigen Zustand nur mit Elektrofahrzeugen durchführbar. Damit wird dort zum ersten Mal bei den großen sieben Herstellern, zu denen auch deutsche gehören, ein Angebot an solchen Fahrzeugen erzwungen und der Verkauf von festgeschriebenen Anteilen befohlen [KNIE 1996, KNIE/BERTHOLD 1997].

Aus den angeführten Gründen werden in dieser Arbeit nur Pkw mit Elektromotor und Traktionsbatterie betrachtet, elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge nur am Rand. Die wenig verbreiteten Solarfahrzeuge werden nicht weiter verfolgt; „wegen der zeitlichen und mengenmäßigen Divergenz des Strahlungsangebotes (der Sonne, d.A.) und der Nachfrage nach Fahrenergie scheidet diese Option für eine praxistaugliche Anwendung aus [BLÜMEL/WEIN 1996, S. 166].“ Eine Einbeziehung der Solarenergie ist aber in Form einer stationär installierten Photovoltaikanlage mit dem öffentlichen Stromnetz im Hintergrund, in das tagsüber auch eingespeist werden kann, möglich. Die Verwendung nichtfossiler, regenerativer Energie sollte aus verständlichen Gründen im Vordergrund stehen und ist förderungswürdig.

Das elektrisch angetriebene Fahrzeug muß auch einer Bewertung besonders vor dem Hintergrund der Energie- und Emissionsbilanzierung standhalten. Hier spielt die Struktur der Kraftwerke zur Stromerzeugung eine wichtige Rolle. Steht in anderen Ländern Wasserkraft oder, wie in Frankreich, bei der Stromerzeugung die Atomenergie im Vordergrund, so ist in Deutschland die Steinkohle als überwiegender Energieträger in den Kraftwerken zuständig. In Berlin werden 80% des Strombedarfs in den eigenen Kraftwerken mit den Energieträgern Steinkohle (66%), Gas (21%) und Öl (13%) erzeugt, 20% des Strombedarfs werden von einem Verbundunternehmen bezogen, das zu über 90% Braunkohle einsetzt. Im Vergleich dazu benutzt das Land Bayern zu 66% die Kernenergie als Primärenergieträger zur Stromerzeugung [BLÜMEL/WEIN 1996]. Je nach Sichtweise kann die Schadstoffbilanzierung also für oder gegen das Elektrofahrzeug sprechen. Günstig fällt sie z.B. bei einer gesamteuropäischen Sichtweise aus, wenn zwei baugleiche Fahrzeuge verglichen werden. Die Elektroversion verursacht im relevanten Fahrzyklus wesentlich weniger Luftschadstoffemissionen (inklusive CO₂) und hat einen um 15% geringeren Primärenergieverbrauch [VOY 1995]. Neben der Energieaufbereitung schlägt bei der Energiebilanzierung auch die Herstellung und die Entsorgung der Fahrzeugkomponenten zu Buche. Da die Problematik der Emissionsbilanzierung jedoch schon ausführlich in der Literatur behandelt wurde (s. z.B. [DAUG 1996, HAUBRICH/HEIDER 1997, HÖPFNER 1997, KOLKE 1996]), soll hier auf eine Einbindung dieses Themas bei der Betrachtung des innerstädtischen Lebensraums verzichtet werden, die

Vorteile der lokalen Schadstofffreiheit und Lärmarmut sollen hier im Vordergrund stehen. Bei Vergleichen mit verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen sind bei gleicher Fahrzeuggröße die Elektrofahrzeuge durch das Batteriegewicht im Nachteil, leichtere Elektrofahrzeuge könnten eine Verbesserung der Energiebilanzierung bewirken.

In den Städten Europas gibt es seit nunmehr etwa 30 Jahren den Ruf nach einem deutlich kürzeren, kompakteren, leichteren und emissionsärmeren Stadtfahrzeug, das zur Linderung der Auswirkungen des MIV beitragen soll. Das sogenannte Stadtauto stellt andere Ansprüche an Parkflächen in öffentlicher und privater Hand durch reduzierte Anforderungen an Länge und Breite der Parkstände und kann vorhandene Flächen besser ausnutzen. Es hat eine von den normalen Bemessungsfahrzeugen abweichende Fahrgeometrie und Manövrierbarkeit, so daß bei gleichbleibender Fahrzeuganzahl Flächeneinsparungen erzielt werden können. Somit werden auch veränderte Anforderungen an Verkehrsplanung und Straßenentwurf gestellt. Zusammen mit dem elektrischen Antrieb ergibt sich in dieser Kombination ein nicht nur von den Abmessungen her, sondern auch mit seinem schadstofffreien und leisen Antrieb möglicherweise stadtverträgliches Auto. Mit Blick auf die Kriterien der Stadtverträglichkeit ist beim Einsatz von elektrisch angetriebenen Stadtautos also vor allem mit positiven Veränderungen bei der Lärm- und Schadstoffsituation und beim ruhenden Verkehr zu rechnen. Über eine Veränderung des Verkehrsverhaltens (weniger und kürzere Fahrten) können Auswirkungen durch eine Reduktion des Verkehrsaufkommens auftreten. Die Veränderung der Unfallsituation durch die neue Fahrzeugform bedarf einer speziellen Betrachtung.

Beispiele für diese Kombination in Form von Kleinserienfahrzeugen und Automobilstudien gibt es bereits. Kompakte Großserienfahrzeuge der Gegenwart, oft mit der Bezeichnung Stadtfahrzeug versehen, sind länger als die hier behandelten Objekte und werden mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet. Andererseits kann man die heute verkauften Elektrofahrzeuge verschiedener Größe, die z.T. auf Großserientechnik zurückgehen, wegen der geringen Reichweite und dem Einsatzfeld als „Stadtauto“ bezeichnen. Über elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge soll in der Arbeit nur kurz berichtet werden. Diese können bei Konzepten mit Nutzerbevorzugungen für Stadtautos eine Rolle spielen, wenngleich bei den Maßen der elektrisch getriebenen Nutzfahrzeuge gegenüber konventionell angetriebenen keine oder wenige Veränderungen erwartet werden.

Ein elektrisch angetriebenes Stadtauto muß in ein Gesamtkonzept städtischer Mobilität einschließlich der Schnittstellenproblematik zu einem größeren Reisefahrzeug eingepaßt werden, das nur während eines kurzen Zeitraums (überwiegend für die Urlaubsfahrt oder für die Beförderung sperriger Güter) benötigt wird und daher als Leihfahrzeug seine Aufgaben erfüllen könnte. Gleichzeitig erscheint auch das elektrisch angetriebene Stadtauto für das Car Sharing geeignet zu sein. In diesem Zusammenhang ist auch auf die französischen Konzepte PRAXI-TELE von Renault [MASSOT U.A. 1997] sowie LISELEC und TULIP [COUTURIER 1997] des PSA-Konzerns hinzuweisen, bei denen die elektrisch angetriebenen Stadtautos auf bestimmten Parkplätzen mit Ladestationen zur leihweisen Entgegennahme bereitstehen.

Zum Thema „Elektrofahrzeug“ finden sich Veröffentlichungen, die sich entweder mit dem Aspekt der Fahrzeugtechnik und der Einsatzbedingungen des Elektrofahrzeugs oder mit der Auswirkung auf die Umwelt auseinandersetzen. Untersuchungen von Pkw-Einsatzmustern in Deutschland finden sich bei *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992], der sich damit von anderen Erhebungen zu Fahrleistungen von Pkw-Nutzern abhebt. Zu berücksichtigen sind auch Befragungen von derzeitigen Elektrofahrzeug-Nutzern, die bei *Knie/Berthold* [KNIE/BERTHOLD 1997] zu finden sind und Aufschluß über die realen Nutzungsstrukturen

geben. Ein Nutzen-/Kosten-Vergleich für die breite Einführung von Elektrofahrzeugen ist von *Blümel* [BLÜMEL 1996] (s. auch [BLÜMEL/WEIN 1996]) durchgeführt worden.

Auswirkungen von Stadtautos auf die Geometrie von Parkflächen sind zwar schematisch in einigen Veröffentlichungen wiedergegeben (s. [REIHER 1997, RUPPERT 1997, TOMFORDE 1995]), werden dort jedoch nicht quantifiziert. Überschlägliche Berechnungen der Auswirkungen von Stadtautos auf Teile des ruhenden Verkehrs in der Berliner City West sind von *Irsheed* [IRSHEED 1994] und *Lee* [LEE 1990] durchgeführt worden.

5.2 Stand der Technik bei Elektrofahrzeugen

5.2.1 Personenfahrzeuge

Das Elektrofahrzeug kann, nach nunmehr über 110 Jahren automobiler Geschichte, als Ergebnis einer ebenso langen Entwicklung wie die des Verbrennungskraftwagens angesehen werden. Seit 1910 verzögerte sich die Entwicklung der Elektrofahrzeuge, weil ein ausreichendes elektrisches Ladestellennetz fehlte. Lärm und Schadstoffe gingen bei den ersten Verbrennungskraftfahrzeugen zwar weit über das heutige Maß hinaus, aber die Menschen assoziierten mit den lauten und stinkenden Vehikeln den technischen Fortschritt. Die Reiselust steigerte sich auch in der Innenstadt, wo das Fahrzeug seinen Einzug hielt. Ganz verschwunden ist das Elektrofahrzeug aus dem Straßenbild jedoch nie. Bis in die 50er Jahre existierten Lkw-Flotten (z.B. bei der Post) mit elektrischem Antrieb. Standen in den 70er Jahren wegen der großen Batterien noch Entwicklungen für Nutzfahrzeuge im Vordergrund, kamen danach auch Pkw verstärkt zum Einsatz [ALLROGGEN/JUNG 1992]. Zur Zeit sind in Deutschland gut 4.500 elektrisch angetriebene Fahrzeuge (davon rund 2.300 Pkw) amtlich zugelassen [KNIE/BERTHOLD 1997]; eine verschwindend geringe Zahl im Vergleich zu den insgesamt 41 Mio. Pkw in Deutschland im Jahr 1996 [BMV 1997]. Weltweit kann der Bestand von registrierten Elektrofahrzeugen auf 13.500 beziffert werden, der Pkw-Gesamtbestand demgegenüber auf 470 Mio. Fahrzeuge [KNIE/BERTHOLD 1997].

Bei den Elektrofahrzeugen ist eine Unterscheidung zwischen „Conversion Design“ und „Purpose Design“ zu treffen. Fahrzeuge im Conversion Design sind herkömmliche, serienmäßig hergestellte Fahrzeuge, die überwiegend in kleiner Serie mit einem Elektroantrieb anstatt eines Verbrennungsmotors bestückt werden und somit ohne nennenswerte Entwicklungskosten sowie Sicherheits- und Komforteinbußen auf den Markt gebracht werden, wie z.B. der VW Golf City-Stromer. Weitere namhafte Hersteller sind Citroen, Peugeot und Renault. Die Elektro-Pkw von BMW, DaimlerChrysler und Opel beim Elektrofahrzeuggroßversuch auf der Insel Rügen waren von Serienfahrzeugen abgeleitete Sonderanfertigungen. Zum Conversion Design gehören auch Umbauten kleiner Unternehmen, bei denen herkömmliche Verbrennungsmotoren durch Elektromotoren ersetzt werden, wie z.B. beim Artou Twingo-E [TEIDELT 1996]. Ein Problem bei der Umwandlung von Serienfahrzeugen in Elektrofahrzeuge ist bei herkömmlichen Pkw neben dem von der Batterie verursachten höheren Gewicht, das einen höheren Energieverbrauch und folglich eine geringe Reichweite zur Folge hat, der benötigte Platz für die Traktionsbatterie, was zu Sitzplatzverlusten führen kann.

Speziell für den Elektroantrieb ausgelegt und entwickelt sind Fahrzeuge im Purpose Design, angefangen bei den dreirädrigen Einsitzern City-El (reiner Elektroantrieb) und TWIKE (Elektromotor und Pedalantrieb), wobei besonders Wert auf eine Gewichtsreduzierung der Fahrzeuge und einen passenden Platz für die Traktionsbatterie gelegt wird. Zusammen mit den kompakten Fahrzeugabmessungen ergibt sich ein geringer Energieverbrauch. Anbieter auf dem deutschen Markt produzieren überwiegend kurze zweitürige Zweisitzer in kleinen Serien. In

den USA ist der Markt für Elektrofahrzeuge durch die großen Hersteller geprägt: Dort läuft z.B. der schon 1990 präsentierte GM Impact, als Folge des Drucks auf die Autoindustrie, seit Herbst 1996 vom Band und spielt dort neben dem Honda EV 1 eine Vorreiterrolle unter den Anbietern in Kalifornien, die von den drastischen Auflagen des California Air Resources Board (CARB) [KNIE/BERTHOLD 1997] betroffen sind. Ford stellte mit dem „Think“ ein 2,90 m langes Elektrofahrzeug vor, das zunächst in Norwegen vermarktet wird.

In [ARGE 1993, 1996, TEIDELT 1996] finden sich Elektro-Pkw im Conversion Design (Arton Twingo-E, Fiat Cinquecento el, Fiat Panda, Citroen AX Electrique, Renault Clio Elektro, VW Golf City-Stromer sowie Umbauten von Fiat 126 und Mini) und Purpose Design (Arton Birdie, Erad Spacia, Hotzenblitz, Kewet City-Jet 5, Ligier JS 16 E, Ligier Optima E, Microcar light, Pivco City Bee, Puli 2E, Saxi Kurier 5 sowie die Dreiräder City El und TWIKE). Die Grundpreise der Fahrzeuge mit vier Rädern liegen bei etwa 30.000 DM.

Derzeit sind die Kosten für die Anschaffung und den Unterhalt von Elektrofahrzeugen durchschnittlich etwa 40% höher als die für vergleichbare konventionelle Fahrzeuge [BLÜ-MEL/WEIN 1996]. Eine Untersuchung der Firma Varta [VARTA 1996] kommt jedoch zum Ergebnis, daß bei einer Großserienfertigung der Purpose Design-Fahrzeuge die Betriebskosten um 9 Pf pro km niedriger sein können als bei herkömmlichen Pkw.

5.2.2 Nutzfahrzeuge

Das Angebot an elektrisch angetriebenen Fahrzeugen für den Wirtschaftsverkehr ist zwar nicht sehr groß, jedoch weit gefächert: Angefangen von Kombifahrzeugen und Kleinlastwagen über Lieferfahrzeuge bis hin zu Bussen und Spezialfahrzeugen, wie z.B. Gepäckfahrzeuge auf Bahnhöfen und Flughäfen [ARGE 1993, 1996]. Elektrische Nutzfahrzeuge werden von kommunalen Unternehmen und Betreibern von Buslinien eingesetzt. Ein Platzproblem für die Traktionsbatterie gibt es bei den größeren Fahrzeugen weniger, und auch die Auswirkungen auf das Leergewicht sind im Gegensatz zu den leichteren Pkw zu vernachlässigen. Werden die Fahrzeuge in einem Fuhrpark mit Betriebsflächen betrieben, dann bieten sich dort auch Möglichkeiten, die Traktionsbatterien aufzuladen oder auch auszutauschen, wie es bei Elektrobusen im Linieneinsatz praktiziert wird. Werden Betreiber von Nutzfahrzeugen im Zuge von Verkehrsbeschränkungen vor die Frage gestellt, Elektrofahrzeuge zu erwerben, um weiterhin in den sensiblen Gebieten, wie z.B. in Kurgebieten, fahren zu können, steht ein kleines Angebot zur Verfügung.

Bei den kleinen Nutzfahrzeugen (Kleinbus, Kleinlastwagen, Kombi) gibt es eine kleine Gruppe mit elektrischem Antrieb mit Längen zwischen 2,49 m und 3,50 m, die im Dienstleistungsgewerbe eine Rolle spielen können. Dort wird jedoch besonders bei der Anschaffung der Kostenaspekt im Vordergrund stehen. Ein Kombi im Wert von 40.000 DM mit 2,49 m Länge [TEIDELT 1996] z.B. wird schwerlich angeschafft werden, wenn vergleichbare oder gar um 1,50 m längere Produkte mit Verbrennungsmotor für den halben Preis angeboten werden. Erst Nutzervorteile oder der verstärkte Einsatz in kommunalen Betrieben werden für eine größere Nachfrage sorgen. Eine wesentliche Rolle bei einer Einführung elektrisch angetriebener Stadtautos - insbesondere im Hinblick auf die Luftschadstoffemissionen - wird den elektrischen Nutzfahrzeugen wegen der Nischenformen jedoch nicht zugesprochen.

Durch die wiederkehrenden Muster beim Einsatz von Nutzfahrzeugen in Ballungsräumen im Gegensatz zu den Forderungen, die an den Einsatz eines Pkw gestellt werden (universelle Eigenschaften), scheint die Einteilung in spezielle Stadt-Lkw mit reduziertem Ladevermögen

und Gewicht sowie mit alternativen Antrieben für den Lieferverkehr spezieller Branchen eher als im Individualverkehr mit Pkw angebracht zu sein. Eine Verringerung der Fahrzeuggrößen bei Lkw führt jedoch dann nicht zum gewünschten Ergebnis, wenn damit eine steigende Anzahl von Fahrten zur Erfüllung der Transportaufgaben einhergeht.

5.2.3 Batterietechnik

Im kommerziellen Einsatz ist heute überwiegend die konventionelle Blei-Batterie in Form der Blei-Gel- oder Blei-Vlies-Batterie. Sie wird als umweltverträglich, wartungsfrei und sicher dargestellt, ermöglicht eine Reichweite von durchschnittlich 65 km und Höchstgeschwindigkeiten im Bereich von 60 bis 120 km/h. Die Kosten betragen derzeit etwa 250 bis 400 DM/kWh, bei einem kleinen Fahrzeug im Purpose-Design mit einem Verbrauch von 15 kWh/100 km liegen sie demnach bei 3.750 bis 6.000 DM. Die Lebensdauer beträgt etwa 400 - 800 Zyklen. Eine Heizung oder Kühlung ist bei diesem Batterietyp im Gegensatz zu anderen noch nicht serienmäßig lieferbar [GARCHE 1995, KAHLEN/HAUCK 1995, KRUGER U.A. 1997, RICKERT/HOLZÄPFEL 1992, VARTA 1996,].

Ebenfalls im Einsatz befindet sich die Nickel-Cadmium-Batterie mit höherer Energie- und Leistungsdichte, was zu einer mittleren Reichweite von 80 km und Höchstgeschwindigkeiten zwischen 75 und 160 km/h führt. Der Preis ist mit 1.700 DM/kWh wesentlich höher als bei der Bleibatterie, die Lebensdauer beträgt etwa 1.500 bis 2.000 Zyklen. Sie ist ebenfalls umweltverträglich, wartungsfrei, sicher und schnellladefähig, was jedoch eine entsprechende Ladeleistung voraussetzt. Dabei werden ein bis zwei Stunden oder sogar kürzere Zeiten im Gegensatz zu den üblichen sechs bis zehn Stunden Ladezeit zur Vollladung veranschlagt, auch kürzere Nachladungen sind möglich. Setzt man als Grundlage ein Fahrzeug mit einem Gewicht von 1.000 kg an (inkl. Batteriegewicht von 300 kg), so können bei weiterer Entwicklung der Batterietechnik im Jahr 2005 mit der Bleibatterie 105 und mit der Nickel-Cadmium-Batterie 150 km Reichweite erreicht werden [VARTA 1996]. Die zu erzielenden Reichweiten hängen nicht nur vom Batterietyp und vom Fahrzeuggewicht, sondern auch von der Art des Einsatzes (Topographie, Struktur und Größe der Gemeinde, Fahrstil) und der Außentemperatur ab.

Zukünftig verfügbar werden die Nickel-Metallydrid- und Lithium-Ion-Batterien sein, wobei letztere sich durch die höchste Energiedichte auszeichnet und eine große Reichweite gewährleistet [KRUGER U.A. 1997]. Die Natrium-Schwefel- und Natrium-Nickelchlorid-Batterien werden bei Temperaturen von ca. 300° C betrieben, erreichen aber eine beachtliche Reichweite von 260 km, die bis zum Jahr 2005 auf 320 km gesteigert werden kann, wenn man wieder das oben angenommene Fahrzeuggewicht heranzieht [VARTA 1996]. Die Natrium-Schwefel-Batterie hat sich im Praxiseinsatz jedoch nicht bewährt. Weiterhin zu nennen sind die Nickel-Zink-, Zink-Brom- und Zink-Luft-Batterie. Bei der Zink-Luft-Batterie handelt es sich um eine reine Primärbatterie im Gegensatz zu den anderen Sekundärbatterien (Akkumulatoren). Sie zeichnet sich durch eine hohe Energiedichte aus und ermöglicht eine hohe Reichweite. Die Zink-Elektrode muß zur Ladung der Batterie dem Zellgehäuse entnommen und regeneriert werden. Dieser Batterietyp setzt beim Einsatz eine spezielle Infrastruktur voraus (eine Station zur Entnahme der verbrauchten und Ausgabe einer regenerierten Batterie sowie eine Fabrik zur Regeneration), weist aber einen geschlossenen Wertstoffkreislauf auf und ist überaus umweltverträglich. Bedingt durch die Batteriegröße ist ein Einsatz in Kleinwagen nicht möglich. Derzeit werden bei einem Flottenversuch der Deutschen Post AG im Verein mit anderen Flottenbetreibern und Industrieunternehmen Kleinbusse und Kombifahrzeuge mit dieser Batterie bestückt [BUCKENTIN 1997, STENGEL 1998, TUMM 1995].

Wichtig bei der Beurteilung von Batterien ist auch der Energieeigenverbrauch durch Innenwiderstände, durch eine Batterieheizung bei geringen Temperaturen, durch Nachladeenergie und Selbstentladung. Der Eigenverbrauch ist für einen wesentlichen Teil des Gesamtenergieverbrauchs der Elektrofahrzeuge zuständig und spielt bei geringerer Nutzung eine größere Rolle. Das führt zu der Situation, daß mit zunehmender Tagesfahrleistung der spezifische Verbrauch der Batterie abnimmt und erst bei einer hohen Tagesfahrleistung in einen konstanten Wert ohne Abhängigkeit von der Tagesfahrleistung übergeht [HÖPFNER 1997].

Zukünftig wird auch die Brennstoffzelle, die einen Ersatz für die herkömmliche Batterie darstellt und sich durch niedrige Betriebstemperaturen, einen hohen Wirkungsgrad und eine gute Leistungsdichte auszeichnet, eine Rolle spielen.

5.2.4 Antriebsmotoren

Für die Auslegung des Fahrmotors eines Elektrofahrzeugs sind die Fahrwiderstände und die Fahrzeugmasse sowie die verwendete Batterie maßgebend. Sie bestimmen die Maximalbeschleunigung, die Höchstgeschwindigkeit, die Steigfähigkeit und die Dauerleistung des Fahrzeuges. Wichtig ist die Möglichkeit, eine Rückspeisung elektrischer Energie beim Bremsen (Rekuperation) vornehmen zu können. Die Maximalleistungen der Motoren liegen zwischen 4 und 40 kW (5 bzw. 55 PS). Ein Energieverbrauch von 20 kWh/100 km kann als Durchschnittswert für Elektrofahrzeuge angesehen werden, 10 kWh für sparsame Fahrzeuge. Dabei können in der Praxis durchaus gehörige Abweichungen auftreten. Im Fall des VW Golf City-Stromer wurden Verbräuche zwischen 32 und 103 kWh/100 km nachgewiesen [GREKSCH 1997, KAHLEN/WEISGERBER 1992, WULFF 1995].

5.2.5 Ladestationen

Das Abstellen des Fahrzeugs auf dem eigenen Grundstück stellt den Idealzustand dar, da zur Aufladung der Traktionsbatterie in der Grundausstattung nur eine normale Steckdose benötigt wird; das Ladegerät ist Teil des Fahrzeugs. Diese Stromtankstellen, auch als Hauptladestationen bezeichnet, sollen hier nur am Rande betrachtet werden, da bei Kostenbetrachtungen nur die Nachladestationen auf öffentlichen Grundstücken von Interesse sind. Nachladestationen auf privatem Grund können z.B. am Arbeitsplatz, in Parkhäusern, vor Einkaufszentren und Freizeiteinrichtungen installiert werden. Derzeit stehen in Deutschland etwa 100 Ladestationen zur Verfügung [NAUNIN U.A. 1992].

Bei einer Ausdehnung und Struktur einer Stadt wie Berlin mit Altstadtquartieren hoher Wohndichte und Parkplatznot sind für die Besitzer von Elektrofahrzeugen die Stromtankstellen eher aus einer anderen Perspektive zu sehen, da eine Auflademöglichkeit auf privatem Grund, auch auf dem Hof, meistens nicht möglich ist. Hier werden dann die Nachladestationen zur Hauptladestation, die erst noch geschaffen werden müssen. Bei der Bereitstellung der Infrastruktur besteht für Betreiber von Geschäften die Möglichkeit, die Kosten zu übernehmen und den Kunden Ladestationen zur Verfügung zu stellen. Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang die Ausstattung eines neuerrichteten Mietshauses im Berliner Bezirk Mitte mit hauseigenen Elektrofahrzeugen und Lademöglichkeiten in der Tiefgarage, was jedoch als Ausnahme angesehen werden kann.

Seit einiger Zeit werden neben den Normalladestationen auch Schnelladestationen eingesetzt, die den Vorteil bieten, daß sie eine Traktionsbatterie in sehr kurzer Zeit wieder ganz aufladen können. Diese Stationen können die Verfügbarkeit elektrischer Energie erhöhen und sind auch

dazu geeignet, auf Tankstellen betrieben zu werden, wie dies im Feldversuch auf Rügen demonstriert wurde [DAUG 1996].

Die Einzelsäule (sogenanntes „Stand-alone-System“) wird am Straßenrand installiert und bietet Platz für mindestens zwei Fahrzeuge. In Parkhäusern bzw. auf Parkplätzen besteht die Möglichkeit, die Einzelsäulen miteinander zu verbinden. Auf größeren Parkplatzanlagen können zentrale Abrechnungseinheiten (ZAE) aufgestellt werden, die die elektrische Versorgung mehrerer Fahrzeuge durch sogenannte Slaves bewerkstelligen und die z.B. in Vierergruppen angeordnet werden können. Es muß in allen Fällen zum Laden der Batterie eine Verbindung zwischen Stecker und Ladestation hergestellt werden. Es besteht, besonders im öffentlichen Raum, eine Sturzgefahr für Passanten, wenn das Kabel nicht gefahrfrei verlegt wird. Schnittstellen mit induktiver Energieübertragung kommen ganz ohne Kabel aus, auch das Bordladergerät kann im Gewicht reduziert werden. Diese Art der Ladestation wird in Frankreich für die Feldversuche im Rahmen von PRAXITELE [MASSOT U.A. 1997] und TULIP [COUTURIER 1997] eingesetzt.

Bei der problemlosen „Betankung“ der Elektrofahrzeuge auf privatem Grund, sei es als Eigentümer des Grundstücks oder als Mieter - auch beim Teilen des Stromanschlusses mit mehreren Steckdosen - können die Kosten einer Ladeeinrichtung sehr gering gehalten werden. Die hohen Kosten der öffentlichen Säulen entstehen vor allem durch die Installationskosten. Dies ist bei der Einführung elektrischer Fahrzeuge in großem Umfang in Betracht zu ziehen. Die Kosten der Stromtankstellen setzen sich aus folgenden Elementen zusammen [BLÜMEL 1996, NAUNIN U.A. 1992]:

- Allgemeine Installationskosten (Kosten für die Genehmigung, Tiefbau, Geräte und Gehäuse, Stromverlegung, Strommanagement),
- Abrechnungsabhängige Installationskosten für das Münzsystem, Magnet-/Chipkartensystem oder Pauschalsystem und
- Betriebskosten (laufende Kosten für Wartung, Instandhaltung und Zahlungsmittelherstellung und -vertrieb).

Die Stromkosten werden an den Nutzer weitergegeben oder werden werbewirksam von den Betreibern der Ladestelle (z.B. eines Kaufhauses) beglichen. Unter Berücksichtigung aller Kostenanteile ergeben sich für die verschiedenen Stromtankstellen in Abhängigkeit von ihrem Standort verschiedene Kosten. Für ein Pauschalabrechnungssystem ohne Online-Verbindung am Straßenrand (bzw. als ZAE mit acht Plätzen, Werte in Klammern gesetzt) ergeben sich z.B. allgemeine Installationskosten von 8.475 (5.040) DM und abrechnungssystemabhängige Installationskosten von 860 (860) DM, zusammen also 9.335 (bzw. 5.900 DM, Preisstand 1992). Neben diesen Fixkosten müssen noch die jährlichen Betriebskosten berücksichtigt werden. Zusammen ergeben sich dann jährliche Gesamtkosten pro Säule von 1.423 (947) DM für das Pauschalsystem; das Münzsystem schlägt mit 1.127 (642) DM und das Kartensystem mit 2.128 (1.454) DM zu Buche. Um eine Entscheidung zur Installation eines dieser drei Systeme zu treffen, muß eine Bewertung vorgenommen werden. Naunin u.a. [NAUNIN U.A. 1992, Abschn. 4, S. 29] gibt eine Entscheidungshilfe an die Hand und kommt zu folgendem Ergebnis: *„Bei anfänglich kleinen Nutzergruppen und wenigen Stromtankstellen muß die Abrechnung und der Geldtransfer einfach sein, weil die hohen Kosten für Rationalisierungsinvestitionen bei kleinen Nutzergruppen in der Regel nicht aufgebracht werden können. Hier bietet sich das Pauschalsystem an. Bei steigender Nutzerzahl kann später auf das Prozessorchipkartensystem umgestiegen werden. Dort sind die größten Potentiale für eine standardisierte Abrechnung vorhanden, wenn die Anzahl der Nutzer sehr hoch ist.“*

Bei der Berücksichtigung der Installation einer kostenintensiven Photovoltaikanlage gibt *Blümel* [BLÜMEL 1996] Investitionskosten für Nachladestellen von 41.000 bis 53.000 DM an, wobei der Anteil der Stromtankstelle auf 3.500 bis 9.000 DM beziffert wird.

Geht man davon aus, daß die Installation der Hauptladestellen, die oft nur einen geringen Aufwand voraussetzen, von den Eigentümern und Mietern der Privatgrundstücke in Eigenregie durchgeführt wird, verbleiben noch die Nachladestellen. *Wagner u.a.* [WAGNER U.A. 1995] haben für Berlin eine Abschätzung des Investitionsvolumens für eine flächendeckende Infrastruktur mit Solar-Stromtankstellen als netzgekoppelte Anlagen vorgenommen. Bei einem angenommenen Bestand von 156.000 Elektrofahrzeugen im Jahre 2010 (10%), bei einem Verbrauch von 25 kWh/100 km (was den heutigen Praxisverbräuchen entspricht) und einer Fahrleistung von 10.000 km im Jahr werden Investitionen in Höhe von 889 Mio. DM getätigt werden müssen, um die 31.200 Nachladestationen aufzustellen. Die Kosten der reinen Tankstellen haben an den Photovoltaikanlagen einen Anteil von 124,8 Mio. DM. Die Kosten können jedoch in Abhängigkeit vom Anteil und vom Stromverbrauch der Fahrzeuge sowie der Fahrleistungen niedriger ausfallen. Als unterer Wert (5% Elektrofahrzeuge, 6.000 km Fahrleistung, 7.800 Nachladestationen) werden in der Untersuchung Kosten von 220 Mio. DM errechnet. Die jährlichen Kosten liegen je nach Variante und Zeitpunkt nach der Investition zwischen 25 und 540 Mio. DM. Der Senat von Berlin hat als Konsequenz aus den Berechnungen finanzielle Förderungen für die Einführung von Batteriefahrzeugen, die über die bestehenden Steuervorteile und das Fehlen von Mineralölsteueräquivalenten hinausgehen, abgelehnt [BLÜMEL 1996, ABGEORDNETENHAUS VON BERLIN 1994, 1995].

Eine Alternative zur Installation von Ladestationen im öffentlichen Raum ist die Batterie-wechseltechnik. Dafür muß aber ein Netz an Stationen für einen Tausch im Leasingverfahren geschaffen werden, bei denen eine drei- bis vierfache Menge an Batterien vorgehalten werden muß, da das Laden auch dreimal bis viermal so lange dauert wie das Entladen.

Auswirkungen auf den städtischen Stromverbrauch und die Kraftwerkskapazitäten hat das Laden vieler Elektrofahrzeuge nicht, wenn in Schwachlastzeiten der günstigere Nachtstrom verwendet wird. Der Stromverbrauch von 2 Mio. Elektrofahrzeugen würde über ein Jahr gerechnet rund 1% der Bruttostromerzeugung in Anspruch nehmen [HAUBRICH/HEIDER 1997].

5.3 Das Stadtauto

Die zweite Komponente des elektrisch angetriebenen Stadtfahrzeugs ist der Begriff „Stadtauto“, mit dem ein in der Länge, evtl. in der Breite, im Gewicht, in der Antriebsleistung und Motorgröße deutlich reduziertes Fahrzeug in Verbindung gebracht wird. Bei der Höhe des Fahrzeugs sind Zuwächse möglich, da eher Rücksicht auf die Bequemlichkeit als auf den Luftwiderstand genommen wird.

Die Kleinwagen der Nachkriegszeit - meistens von Motorrollern oder Motorrädern abgeleitete Zweitaktfahrzeuge - waren erschwinglich und weit verbreitet, der Begriff des Stadtautos war jedoch noch nicht in Gebrauch, da sie sämtliche Verkehrszwecke bis hin zur Urlaubsfahrt zu erfüllen hatten. Zur Zeit des Niedergangs dieser Fahrzeuge in den 60er Jahren wurden erste Prototypen von sogenannten Stadtautos mit Längen unter 3,00 m vorgestellt, bei denen vor allem ein Elektroantrieb vorgesehen war, Namen wie „Comuta“, „Community Vehicle“ und „Urban“ wiesen auf den Einsatzbereich dieser Fahrzeuge hin. Hervorzuheben sind die Fahr-

zeugentwicklungen von General Motors und Entwürfe von Ford bis in die 80er Jahre [MENDE/DIETZ 1994].

Zu beobachten ist heute ein gleichzeitiger Gebrauch der Begriffe Cityfahrzeug, Stadtauto, Kleinwagen, Kleinstwagen, Kompaktwagen, Mini oder „Minicomact“. Ruppert [RUPPERT 1997] trifft eine Unterscheidung in Midis (3,51 m bis 3,90 m), Minis (3,00 m bis 3,50 m) und Micros (2,50 m bis 2,99 m), wobei der in dieser Arbeit benutzte Begriff des Stadtautos sich von nun an auf die zuletzt genannte Gruppe der Micros beziehen soll. Der Begriff Kleinwagen soll für das gesamte Marktsegment der Fahrzeuge unter 3,90 m verwendet werden. Ruppert schätzt den derzeitigen Bestand an Microfahrzeugen in Deutschland (Stand 1. Juli 1996) auf etwa 5.000 Stück, wozu noch viele Oldtimer zählen dürften. Das entspricht einem Anteil von 0,01% an den ca. 41 Mio. Pkw. Von den Minis existieren über 1,3 Mio. (3,3%), bei den Midis sind es immerhin 6,2 Mio. (15,2%), in der Summe ergibt das einen Anteil der Kleinwagen von 18,5%. Eine eigene Zählung in der Berliner City West hat bei 2.967 abgestellten Pkw einen Anteil der Minifahrzeuge von 2,9% ergeben, was etwa der Grundgesamtheit der Minis entspricht.

Europaweit betrachtet sind die Microfahrzeuge der französischen Firma Ligier mit verschiedenen Antriebsarten in etwa 20.000 und das elektrische Dreirad City El (2,74 m Länge) in etwa 4.500 Exemplaren vertreten. Fahrzeuge, die entweder ohne oder mit einem beschränkten Führerschein gefahren werden können, zu denen auch Fahrzeuge der Firma Ligier gehören, sind in Europa etwa 100.000 mal zu finden [RUPPERT 1997].

Neuere Kleinwagen wie der Ford Ka, DaimlerChrysler A-Klasse, Seat Arosa und VW Lupo sind in dieser Reihenfolge innerhalb der letzten Jahre in Serie gegangen, jedoch mit Verbrennungsmotor, und stellen neue Marktsegmente dieser vier Hersteller dar. Treffend für dieses Marktsegment ist der von Appel [263] geprägte Begriff „Auch-Stadtauto“ im Gegensatz zum kompakten „Nur-Stadtauto“: *„Die Einschränkungen von Nur-Stadtautos gegenüber Auch-Stadtwagen liegen in der Transportkapazität, in den Fahrleistungen, in den Fahreigenschaften und in der passiven Sicherheit [APPEL 1990, S. 351].“*

Die Fahrzeugklasse der „Auch-Stadtautos“ ist besonders stark in Japan vertreten, wo für Kleinwagen bestimmter Länge und Hubraumgröße kein Stellplatz nachgewiesen werden muß. Waren es bis zum Anfang der 90er Jahre noch Wagen bis 3,13 m Länge und einer Motorgröße bis 550 cm³, so sind es jetzt Wagen bis 3,30 m Länge und 660 cm³ Hubraum.

Zur Auslegung der „Nur-Stadtautos“ oder Micros schreibt Appel [APPEL 1990, S. 353]: *„Auch wenn es bei den drei Leitparametern Kapazität, Höchstgeschwindigkeit und Reichweite Begrenzungen gibt, so verbleiben eine Vielzahl von Auslegungsvarianten und spezifischen Ausgestaltungen (z.B. beim Antrieb oder bei der Sitzplatzanordnung), so daß das Nur-Stadtauto kein Einheitsauto sein wird. (...) Im Grundsatz dürfte gelten, daß Nur-Stadtautos höchste Ansprüche z.B. bei Qualität, Umweltverträglichkeit und Komfort zu erfüllen haben, daß sie High-Tech-Eigenschaften aufweisen müssen, wenn sie ohne ordnungspolitische Zwangsmaßnahmen, wie z.B. Nutzungseinschränkungen, Erfolg haben und akzeptiert werden sollen.“*

Für Appel [APPEL 1990] stellen sich die Hauptmerkmale des Grundtyps folgendermaßen dar: Zwei Sitzplätze nebeneinander, Frontmotor und Frontantrieb, Gepäckraum hinten, Innenlänge ca. 300 mm, Deformationsweg vorn mindestens 400 mm (Wandaufprallgeschwindigkeit min-

destens 30 km/h) und hinten 200 mm (Aufprallgeschwindigkeit einer steifen, fahrbaren Barriere etwa 35 km/h).

In den letzten zehn Jahren gab es eine Vielfalt an Prototypen und Entwicklungen von „Nur“- und „Auch“-Stadtautos älterer und neuerer Art - mit und ohne elektrischen Antrieb. Namhafte Hersteller präsentierten Typen wie BMW E1, E2 und Z13, Citroen Citela, Ford Think, Opel Twin und Maxx, Renault Matra Zoom, Smart und VW Chico, wobei für den E1 von BMW, den Opel Twin (der eine austauschbare Hinterachseinheit mit Motor besitzt) und den Matra Zoom ein Elektromotor vorgesehen ist oder war [DRIEHORST/KALBERLAH 1992, SCHARNHORST 1995, SCHEURER U.A. 1992, SCHINDLER 1995]. Die Karosserie des Matra zeichnet sich durch eine einziehbare Hinterachse und eine Länge von 2,30 m bzw. 2,65 m aus; das für das Projekt TULIP vorgesehene Elektrofahrzeug der Firma Citroen hat eine Länge von nur 2,20 m [COUTURIER 1997]. Weitere Ausführungen zu Stadtautos finden sich in [APPEL 1992, APPEL/GRANZEIER 1992, APPEL/MEISSNER 1994, MEISSNER/APPEL 1995]. Allen Fahrzeugen gemeinsam ist - bis auf den Ford Think und den Smart - jedoch eine bis jetzt nicht erfolgte Serienreife.

Einige Studien zu Nur-Stadtautos entstammen den Hochschulen. So sind aus diesem Umfeld das City-Car 2000 (TU Berlin, Hochschule der Künste Berlin), das ERI-CAR der TU Berlin und der Fachhochschule Hamburg, das KESH-CAR (TU Berlin), Solitaire (Fachhochschule Darmstadt) [APPEL/GRANZEIER 1992] und das SYSTEM-CAR der TU Dresden zu nennen [LÜNNEMANN 1996b, UHLMANN 1994]. Entwürfe zu Stadtautos in Modellform, losgelöst vom Antrieb, werden von Designschulen kreiert, wie es z.B. die Serie „Citizen 2000“ gezeigt hat [LÜNNEMANN 1996a].

Eine neue Ebene wurde zweifelsohne mit dem neuen Fahrzeug Smart erreicht, das im Jahr 1998 vorgestellt wurde. Damit ist zum ersten Mal ein Stadtauto mit diesen Abmessungen (2,50 m Länge, 1,52 m Breite, 1,80 m Radstand) in einer Großserie auf dem Markt erschienen, da eine jährliche Produktion von 180.000 - 200.000 Fahrzeugen geplant ist. Als Antrieb dienen jedoch Benzin- und Dieselmotoren [DAHLERN 1997a, c, 1998b].

Weiterhin sind innovative, vom Motorrad abgeleitete Zweirad- und Dreiradkonstruktionen zu finden, bei denen der Wettereinfluß durch Dachkonstruktionen abgemildert werden soll. Zu nennen sind hier die japanischen Studien Daihatsu BL-7 und Honda CANOPY und VIP, Ghia Cockpit aus Italien sowie BMW C1, DaimlerChrysler F 300 Life-Jet und VW Scooter aus Deutschland. Lediglich der BMW C1 ist in Deutschland zum Serienfahrzeug geworden. Dieses Vehikel ist wegen seiner Nähe zum Pkw sogar von der Helmpflicht befreit [DER TAGESSPIEGEL 1998c, OSWALD 1998]. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang das Forschungsprojekt „Neues Motorisiertes Zweirad“ der Technischen Universität Graz [SAMMER U.A. 1995], auf das an späterer Stelle eingegangen werden soll.

5.4 Elektrisch angetriebene Stadtautos

5.4.1 Beispiele

Der letzte Schritt bei der Betrachtung der beiden Eigenschaften der hier untersuchten Fahrzeugklasse (elektrischer Antrieb und „stadtverträgliche Maße“) ist die Vereinigung der Begriffe zum elektrisch angetriebenen Stadtauto. Da zu beiden Eigenschaften bereits das Wichtigste gesagt wurde, kann dieses Kapitel nun knapp ausfallen.

Die Längen der z.Z. in Deutschland angebotenen, elektrisch angetriebenen und in Kleinserien produzierten Purpose Design-Fahrzeuge (Stand 1996) betragen zwischen 2,44 m und 2,74 m, die Breiten zwischen 1,06 m und 1,48 m. Das Leergewicht bewegt sich in einem Bereich bis zu 830 kg, auch bei der Zuladung liegt der Hotzenblitz mit 400 kg an der Spitze der Fahrzeuge, die als heute am Markt vorhandene Stadtautos mit Elektroantrieb bezeichnet werden können. Einziges Nutzfahrzeug bei den Micros ist der schon oben beschriebene Optimax auf Basis des Ligier Optima. Um einen Überblick über die Eigenschaften der einzelnen Fahrzeuge zu erlangen, werden deren Daten alphabetisch in der Tabelle 5-1 zusammen mit dem Smart zum Vergleich an letzter Stelle dargestellt. Der Hotzenblitz wird aufgrund des Konkurses des Herstellers nicht mehr hergestellt, beim Kewet handelt es sich um die in Deutschland wieder aufgenommene Produktion aus der dänischen Konkursmasse.

Modell	Länge [m]	Breite [m]	Sitzplätze	Leergewicht [kg]	Zuladung [kg]	Geschwindigkeit [km/h]	Reichweite [km]	Batterietyp	Preis [DM]
City El	2,74	1,06	1	290	110	50	30-50	Blei-Säure	12.000
Erad Spacia	2,57	1,36	2	750	210	70	70	Blei-Gel	34.000
Hotzenblitz	2,70	1,48	2+2	830	400	100	60-80	Blei-Vlies/ Ni-Cd	36.000
Kewet City-Jet 5	2,44	1,43	2	780	220	75	70	Blei-Vlies	23.000
Ligier JS 16 E	2,47	1,40	2	650	350	120	60-150	Ni-Cd/ Blei-Vlies/ Blei-Gel	41.380
Ligier Optima E	2,49	1,40	2	750	340	120	80-100	Blei-Vlies/ Ni-Cd	38.730
Ligier Optimax E	2,49	1,40	2	640	340	110	60-100	Blei-Vlies	38.130
Micro-car light	2,58	1,36	2	510	210	75	50-80	Ni-Cd	38.640
TWIKE	2,65	1,20	2	245	155	85	50-80	Ni-Cd	29.700
Smart	2,50	1,52	2	720	260	135	450	-	16.500 - 20.000

Tabelle 5-1: Elektrisch angetriebene Stadtautos in Deutschland und der Smart im Vergleich

5.4.2 Die Sicherheit elektrisch angetriebener Stadtautos

Bei der Sicherheitsbetrachtung der elektrisch angetriebenen Stadtautos spielt neben der Insassensicherheit und der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer außerhalb der Fahrzeuge als spezifisches Problem der Elektrofahrzeuge die Batteriesicherheit eine Rolle. Der Einsatz von Traktionsbatterien in Fahrzeugen muß gefahrlos sein, es dürfen weder Deformationen noch ein Brand der Batterie infolge eines Unfalls oder unzulässige Spannungen auftreten. Auch darf durch die Masse der Batterie kein Sicherheitsrisiko entstehen, da sich lösende Batterien zur Gefahr werden können.

Bei den kleinen und leichten Fahrzeugen ergibt sich physikalisch aufgrund des Impulssatzes gegenüber den schweren „Normalfahrzeugen“ eine Benachteiligung. Das Konzept des Stadtfahrzeugs muß wegen der Hartschalenbauweise bisheriger Conversion Design-Fahrzeuge, die durch höhere Fahrzeugverzögerungen und eine geringere Steifigkeit die Insassen potentiell stärker belastet, um passive Sicherheitselemente erweitert werden. Ein steifer Rundumstoßgürtel scheint für Fahrzeuge zwischen 500 bis 600 kg ein Lösungsansatz zu sein. Weiterhin werden optimierte Gurtsysteme, verbesserte Airbags, eine nachgebende Aufhängung des Lenkrads, eine verbesserte Sitz/Kopf-Nackenabstützung und eine energieabsorbierende Gestaltung des Fußraums genannt [BRÄMIG U.A. 1995, DETER/APPEL 1995, GLAESER 1995, SCHAPER/SZILAGYI 1995, WALZ 1995].

Appel [APPEL 1992, S.37] hält den heutigen Leittest für Pkw (Wandaufprall mit 50 km/h) nur für beherrschbar, „wenn das Fahrzeug eine Gesamtlänge von etwa 2800 mm (2 Sitze) bzw. 3200 mm (2+2 Sitze) und somit einen Deformationsweg in der Front von ca. 500 mm hat.“ Realitätsnäher ist der Kollisionsfall Fahrzeug-Fahrzeug. Entsprechende Vorschriften für einen solchen Crash existieren jedoch nicht. „Der Trend zu immer höheren Aufprallgeschwindigkeiten beim Crashtest (jetzt bald 64 km/h) führt (...) zu steiferen großen Pkw, die bei Kollisionen mit kleineren Pkw aggressiv wirken und bei diesen die gefährlichen „Intrusionen“, d. h. Eindringen von Massen in den Fahrgastraum, bewirken [APPEL 1998, S. 2].“ Mit dem Smart ist jedoch nun ein Fahrzeug mit einer Länge von 2,50 m auf unsere Straßen gekommen, das es mit vielen anderen Fahrzeugen bezüglich der Geschwindigkeit (135 km/h) aufnehmen kann. Aspekte der Sicherheit gehören auch - unterlegt durch Bilder von Barriere- und Frontalcrashes - zum Werbekonzept (vgl. [MICRO COMPACT CAR 1997]). Der Wagen ist mit einer steifen Sicherheitszelle ausgerüstet.

Da in erster Linie die Geschwindigkeitsänderung die Verletzungsschwere bestimmt, wird in [WALZ 1995] eine Begrenzung der Geschwindigkeit der Stadtautos auf 80 km/h gefordert, die fahrzeugtechnisch problemlos durchführbar ist und auch zu einer verlängerten Reichweite durch einen geringeren Energieverbrauch beitragen kann. In Berlin als Beispielstadt würde eine Geschwindigkeit von 80 km/h keine neue Situation darstellen, da diese durch die zulässige Geschwindigkeit auf der Berliner Stadtautobahn A 100 und deren Zubringern (bis auf den Avuszubringer A 115) bereits die heutige Obergrenze darstellt. Eine Begrenzung auf 60 km/h als Mindestwert für die Stadtautobahn würde diese vorher genannten Straßen nicht ausschließen, könnte die Fahrzeuge jedoch zum Hindernis werden lassen. Wegen der Distanzschutzplanken zwischen den Fahrbahnen besteht nur in Ausnahmefällen die Gefahr einer Frontalkollision. Eine Begrenzung auf 50 km/h würde schließlich in der Stadt zur vollständigen Umsetzung der Idee des Nur-Stadtautos führen, jedoch das Fahren auf der Stadtautobahn unterbinden.

Neben dem Insassenschutz ist auch der Schutz der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer beim Einsatz von Stadtfahrzeugen zu beachten. Bei Stadtfahrzeugen ohne ausgeprägte Fronthaube ist bei einem Unfall mit Personen außerhalb des Fahrzeugs die mögliche Abwickellänge des Fußgängers über die Fahrzeugfront geringer als bei einem Fahrzeug mit normaler Haube. Nahezu alle Fußgänger über den gesamten Größenbereich (Kinder und Erwachsene) würden zwangsläufig mit dem Kopf in die Windschutzscheibe schlagen gegenüber einer Zahl von etwa 50% der Fußgänger bei Normalfahrzeugen. Der Windschutzscheibe und deren Rahmen müssen also besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Ebenfalls würde der Anprall von Bein, Becken und Kopf in kürzeren Zeitabständen erfolgen, andere Fahrzeugteile werden getroffen. Aussagen über die Auswirkung des Stadtautos auf Fahrradunfälle werden in der Lite-

ratur nicht gemacht. Nimmt man den Seitenaufprall des Fahrradfahrers beim Abbiegen des Pkw als typischen Fahrradunfall mit Pkw an, so kann bei den hochbauenden Stadtfahrzeugen von einem höheren Sicherheitsrisiko ausgegangen werden.

Die hier genannten Sicherheitsaspekte bei Stadtautos erlauben keinen Rückschluß auf die Veränderung der Unfallsituation bei der Einführung einer größeren Anzahl. Lediglich bei den Fußgängerunfällen kann festgehalten werden, daß durch einen Anstieg der Windschutzscheiben-Aufprallunfälle beim größeren Einsatz der Stadtfahrzeuge eine Erhöhung der Unfallschwere und der Unfallkosten eintreten kann. Von einem verändertem Fahrverhalten der Stadtautounutzer (s. auch Kapitel 5.6), die sich umsichtiger bewegen, kann jedoch auch ein vermindertes Unfallrisiko - auch bezüglich der Fahrradunfälle - ausgehen. Zusätzlich ist in Zukunft mit einer sicherheitstechnischen Ausstattung der Fahrgastzellen der Stadtautos und evtl. weniger steifen „Normalfahrzeugen“ zu rechnen. Es wird hier von einer Kompensation der Effekte ausgegangen, so daß keine Veränderung der Unfallsituation erwartet wird.

5.5 Einsatzprofile herkömmlicher Pkw

Um eine mögliche Substitution von Pkw mit Verbrennungsmotoren durch Elektrofahrzeuge in Microgröße nachweisen zu können, müssen empirische Daten zur Intensität und der Art der Nutzung von Automobilen, also Einsatzprofile herkömmlicher Pkw, herangezogen werden. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob die Tageskilometerleistung auch mit einem Batteriefahrzeug absolviert werden kann. Kritiker dieser Methode der Mobilitätsverhaltensbefragungen schlagen als Alternative einen hypothetischen Ansatz vor, der jedoch - in eine Befragung umgesetzt - mit den üblichen Unsicherheiten dieser Methode behaftet sein kann, wenn die befragten Pkw-Nutzer Aussagen über mögliche Tagesabläufe unter geänderten Randbedingungen treffen müssen. Generell können jedoch beide Methoden miteinander verbunden werden, wenn die Befragten zuerst Aussagen über das Ist-Verhalten machen und dann, mit den ins Bewußtsein gerufenen Fahrten, die Tagesabläufe neu gestalten. Weitere Lösungen können Befragungen von heutigen Nutzern der Elektro-Pkw (s. Kapitel 5.6) oder auch Versuche mit herkömmlichen Fahrzeugen liefern, denen nur eine geringe Treibstoffmenge in Höhe der vergleichbaren Energie einer Batterieladung zugebilligt wird. Auf diese Weise werden die Fahrer zu einem bewußten Umgang mit der Tankfüllung gezwungen. Im Rahmen dieser Arbeit sollen jedoch normale Einsatzprofile herkömmlicher Pkw betrachtet werden, um davon ausgehend Aussagen über die Substituierbarkeit dieser Pkw an ganzen Tagen oder von Teilen der Fahrten machen zu können.

Von den in der Literatur bekannten Verhaltensbefragungen sind die Haushaltsbefragungen im Rahmen der KONTIV 89 (vgl. [BMV 1997]) zu nennen, bei denen Informationen über einzelne Wege der Befragten, unabhängig vom Verkehrsmittel, erhoben wurden. Von besonderem Wert ist jedoch die im Rahmen des Forschungsprojekts „Fahrleistungen und Risikokennziffern von Kraftfahrzeugen“ der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) von Infratest unter dem Namen AUTOMOTIV durchgeführte Erhebung von Pkw-Einsatzprofilen im Gegensatz zur sonst erfragten Tagesfahrleistung von Pkw-Fahrern. Bei der von *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992] ausgeführten und oft zitierten Auswertung im Hinblick auf das Einsatzpotential von Elektroautos werden folgende Einsatzmerkmale aufgeführt, die von Interesse sind, da sie Aufschluß über die Anforderungen der Nutzer an die Fahrzeuge geben:

- Einsatzhäufigkeit und Einsatzzwecke,
- Fahrtlängen und Tagesfahrleistungen,
- Zeitabstände zwischen Fahrzeugeinsätzen,
- Abstellort des Fahrzeugs,

- Insassenzahl bei Pkw-Fahrten und
- Beförderung von Gegenständen.

Als Einflußfaktoren für Einsatzprofile nennen *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992] die soziodemographischen Merkmale des Fahrzeughalters bzw. -nutzers, die Strukturmerkmale des Haushalts, aus welchem das Fahrzeug stammt, die Zahl und Art der insgesamt im Haushalt vorhandenen Pkw, die Größe und den siedlungsstrukturellen Typ des Ortes, von dem aus das Fahrzeug eingesetzt wird, sowie den Wochentag, die Jahreszeit und das Wetter. In der AUTOMOTIV-Befragung haben insgesamt 2.535 Privathaushalte unterschiedlicher Gemeindegößen Angaben zu haushaltseigenen Pkw sowie deren Nutzung am Stichtag gemacht. Insgesamt umfaßt die Stichprobe Angaben zum täglichen Nutzungsmuster von 3.848 Pkw und zu 8.576 Fahrten. Detaillierte Auswertungen werden in Kapitel 5.13 vorgestellt.

Als Fazit bestimmen *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992] die Anzahl konventioneller Fahrzeuge, die durch Elektrofahrzeuge substituiert werden können, ohne daß die Fahrzeugnutzer nennenswerte Einschränkungen der Mobilität hinnehmen müßten. Für das Jahr 1991 ergaben sich rund 4,5 Mio. Pkw und für das Jahr 2010 7,3 Mio. Pkw (Resultat für die alten Bundesländer) aus Privathaushalten unter der Voraussetzung, daß das Elektrofahrzeug maximal 100 km zurücklegen kann, die Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h möglich ist und der Anteil der Zweit- und Drittfahrzeuge weiter steigt. Die Annahme über die Reichweite kann erst bei einem Einsatz neuester Technik als realistisch bezeichnet werden. Als problematisch erscheint die Übertragung des Ergebnisses der Frage nach dem Standort des Fahrzeugs auf die allgemeine Situation: 70% aller Pkw wurden der AUTOMOTIV-Befragung nach am Wohngebäude bzw. auf dem zugehörigen Grundstück abgestellt. Ein steigender Anteil der Zweit- und Drittwagen ist wahrscheinlich, jedoch nicht begrüßenswert.

In einer weiteren Veröffentlichung schätzt *Hautzinger* [HAUTZINGER 1995] aus einer Verteilung der Haushaltsgrößen und der Anzahl der Pkw im Haushalt für das Bezugsjahr 1991 und die alten Bundesländer den möglichen Gesamtanteil von Stadtfahrzeugen, vorzugsweise in Form von Nur-Stadtautos mit beliebigem Antrieb, auf 17% (5,3 Mio. Pkw).

5.6 Einsatzprofile von Elektrofahrzeugen

5.6.1 Befragungen von Elektrofahrzeugnutzern

Eine größere Zusammenstellung von Kennziffern der Nutzung von privaten Elektrofahrzeugen in Deutschland, Österreich und in der Schweiz ist in [KNIE/BERTHOLD 1997] zu finden. Dabei wurde der Frage nachgegangen, ob sich durch den Einsatz dieser Fahrzeuge ein anderes Fahrverhalten einstellt und wie sich Einsatzprofile von Elektrofahrzeugen darstellen. Bei den Befragungen deutscher Nutzer lag die jährliche Fahrleistung insgesamt zwischen 3.600 und 4.200 km, es wurden überwiegend kurze Fahrten bis 10 km Länge unternommen. In Berlin wurden 35 Besitzer von Elektrofahrzeugen zu ihren Erfahrungen befragt. Die Fahrzeuge wurden überwiegend für den Weg zur Arbeit und für Freizeitaktivitäten eingesetzt. Neben dem Elektro-Pkw standen den Haushalten in 65% der Fälle auch noch konventionelle Fahrzeuge zur Verfügung, wobei allerdings bei über zwei Dritteln dieser Gruppe nach einer gewissen Zeit das Elektrofahrzeug die Funktion des Erstfahrzeugs übernahm. 1994 haben sich 62% zufrieden geäußert, zwei Jahre später hat diese Zahl jedoch abgenommen. Die Befragten gaben an, defensiver (66%), vorausschauender (23%) und entspannter als gewohnt (17%) zu fahren. Bei 31% der Befragten wird das Auto seltener genutzt, die Verkehrsmittel werden öfter gewechselt, der Umgang mit Energie hat sich verändert. Befragungen in Baden-Württemberg (n=117) haben gezeigt, daß in 69% der Fälle das Elektrofahrzeug als Zweitwa-

gen benutzt wurde und die mittlere Fahrtenlänge 10 km beträgt. In 51% der Fälle wurde ein anderes Fahrzeug ersetzt. Nach Beendigung eines Großversuchs in Hamburg (n=84), bei dem sich die Probanden aus eigenem Interesse zur Verfügung gestellt haben, erklärten 64% der Testpersonen, daß sie sich ein Elektromobil kaufen würden. Lediglich 6% äußerten sich negativ und schlossen eine weitere oder zukünftige Nutzung völlig aus. Die Batteriereichweite betrug im Sommer 54 und im Winter 31 km [KNIE/BERTHOLD 1997].

135 Befragte in Österreich zeigen das Bild des dortigen, durchschnittlichen Nutzers [KNIE/BERTHOLD 1997]. Zwei Drittel der Elektrofahrzeuge ersetzen dabei einen herkömmlichen Pkw. Nachdem 86% der Fahrten vorher mit einem Pkw durchgeführt wurden, sind mit dem Elektrofahrzeug danach 38% und mit den weiteren Pkw 46% zurückgelegt worden, der Anteil des ÖPNV erhöhte sich von 7 auf 9%. Die mittlere Fahrtenlänge der Befragten in Graz liegt bei 14 km. Von den insgesamt 425 Elektrofahrzeugnutzern in Österreich fahren 66% das Dreirad City El, 12% ein weiteres Dreirad und 7% ein als Stadtauto zu bezeichnendes Elektrofahrzeug.

In der Schweiz gibt es in einigen Gemeinden Nutzervorteile für Elektrofahrzeuge bei gleichzeitigen Restriktionen für herkömmliche Verbrennungskraftfahrzeuge. Besonders hervorzuheben ist das Beispiel Mendrisio im Tessin [PIFARETTI 1997]. Zuschüsse, die bis zu einer Höhe von 50% des Kaufpreises der Elektrofahrzeuge gewährt werden, sollen bewirken, daß im Jahr 2000 in der Gemeinde 8% (350) der Pkw von einem elektrischen Motor angetrieben werden.

402 Nutzer der elektrischen Fahrzeuge in der Schweiz haben an einer umfangreichen Befragung teilgenommen [KNIE/BERTHOLD 1997]. In 47% der Fälle wird ein herkömmlicher Pkw ersetzt. Wird das Elektroauto genutzt - hauptsächlich an Werktagen - beträgt die mittlere Tagesfahrleistung 18 km. Ist es der einzige Pkw im Haushalt, wird eine mittlere Jahresfahrleistung von 6.329 km erreicht. Bei zusätzlich vorhandenen Pkw sinkt dieser Wert auf 3.584 km. Interessant ist ein Blick auf die persönlichen Daten der Nutzer: 85% sind männlich, haben einen Hochschulabschluß (68%), ein überwiegend hohes Einkommen und leben in einem Haus (63%). Unterteilt man die Nutzer in Nutzergruppen, so erhält man den „Öko-Promotor“ (31%), den „Techno-Promotor“ (19%), den „individuellen Städter“ (26%) und den „reichen Neugierigen“ (24%). Damit ist der Kreis der Personen abgesteckt, die heute zu den Nutzern der Elektrofahrzeuge zählen, wobei die Personen der letzten Gruppe enttäuscht vom Gebrauch der Elektroautos waren und auch Fahrzeuge bereits verkauft haben.

5.6.2 Feldversuche

Um die Einsatzfähigkeit der Fahrzeuge und der Antriebsbatterien im Alltagsbetrieb zu testen sowie Erfahrungen und Meinungen der Nutzer zu sammeln und nicht zuletzt werbewirksam zu zeigen, sind in der Vergangenheit Feldversuche begonnen worden. Besonders hinzuweisen ist auf die deutsche Ostseeinsel Rügen, wo von 1992 bis 1996 ein Einsatz von 60 elektrisch angetriebenen Pkw und Nutzfahrzeugen erprobt wurde, die jedoch nur von den Beschäftigten öffentlicher Einrichtungen genutzt wurden [DAUG 1996]. Es können keine Aussagen über Nutzungsprofile privater Nutzer in Städten gemacht werden.

In Frankreich hat sich neben 22 anderen Feldversuchen vor allem das Beispiel La Rochelle (17.000 Einwohner) einen Namen gemacht. Dort wurden mit den 50 eingesetzten Fahrzeugen in einer Woche im Mittel 215 km pro Pkw zurückgelegt, wobei Auf- und Nachladungen der Traktionsbatterien in 93% der Fälle zu Hause auf privatem Boden durchgeführt wurden, was

auf die Siedlungsstruktur und die Testpersonen zurückzuführen ist [FANTIN 1995, KNIE/BERTHOLD 1997, KRULL-LAMOTHE 1996]. Sowohl bei dem Rügen-Großversuch als auch in La Rochelle wurden Fahrzeuge im Conversion Design eingesetzt, in Frankreich konnte auf die Serienprodukte von Citroen und Peugeot zurückgegriffen werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind wegen der hier betrachteten Stadtautos in Ballungsgebieten für das weitere Vorgehen nicht relevant.

Die aus den einzelnen Großversuchen gewonnenen Erkenntnisse zeigen bezüglich der Fahrzeuge ein einheitliches Bild. So traten während des Betriebs der Fahrzeuge keine nennenswerten bzw. ungewöhnlichen Funktionsstörungen auf [KNIE/BERTHOLD 1997]. Bemängelt wurde gelegentlich die zu geringe Beschleunigung der Fahrzeuge und die mangelhafte Ausführung der Ladegeräte im Fahrzeug. Mit der eingeschränkten Reichweite aber hatten nahezu alle Testpersonen keine Probleme, obwohl ihre Fahrgewohnheiten überwiegend unverändert blieben. Nachladungen waren während des Tages nur in ganz seltenen Fällen notwendig. Probleme treten also außerhalb der organisatorischen Seite der VSM-Maßnahme auf. Es zeigen sich hingegen die Schwächen der heutigen Generation der Elektrofahrzeuge.

Förderungs- und Forschungsprogramme für Elektrofahrzeuge gibt es auch auf europäischer Ebene. Neben den unter der Leitung der EU stehenden Organisationen AVERE und CITELEC sind insbesondere die Forschungsprogramme der Europäischen Kommission (Direktorate DG VII und DG XVII) zu nennen [MAGETTO 1997].

5.7 Weitere Erhebungen zum Einsatzpotential von Stadt- oder Elektrofahrzeugen

5.7.1 Befragung der BEWAG

Im Rahmen der Autoausstellung „Autos, Avus, Attraktionen“ in den Berliner Messehallen im Oktober 1996 wurde in der Halle des Berliner Energieunternehmens BEWAG, in der elektrisch angetriebene Fahrzeuge mehrerer Hersteller (Fahrräder, Motorroller, Pkw, Nutzfahrzeuge) zu besichtigen waren, eine Befragung von 1.300 Besuchern zur Akzeptanz von Elektrofahrzeugen durchgeführt [BEWAG 1997], die ein sehr positives Bild zeigt. Auf die Frage, ob Elektrofahrzeuge als Maßnahme für bessere Luftqualität angesehen werden, antworteten 90% zustimmend. Unabhängig vom Kaufpreis würden zwei Drittel der Befragten ein Elektrofahrzeug kaufen. Betrachtet man die Stellung der Fahrzeuge im Haushalt, wäre das Elektrofahrzeug in diesem Fall für 8% das erste Fahrzeug, für 80% das zweite und dritte Fahrzeug.

5.7.2 Forschungsprojekt „Neues Motorisiertes Zweirad“

Ein vom Industrieverband Motorrad Deutschland e.V. an das Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Graz vergebenes Forschungsprojekt [SAMMER U.A. 1995] beschäftigte sich mit dem Einsatzpotential und den Auswirkungen eines „Neuen Motorisierten Zweirads“ (NMZ), das in den Ausmaßen und im Platzbedarf noch unter dem Drei- oder Vierrad-Stadtauto angesiedelt ist und das in der Stadt der Zukunft einen Verlagerungsanteil übernehmen soll. Für die Befragung wurde Graz ausgewählt und für die quantitative Ermittlung des Verlagerungspotentials ein vertieftes Interviewverfahren mit den Methoden der „Stated Preferences“ durchgeführt. Dabei wurden den Befragten verschiedene Szenarien vorgestellt, auf die sie ihr aktuelles Verkehrsverhalten abstimmen mußten. Durch Rückfragen der Interviewer wurde gewährleistet, daß die zeitlichen und örtlichen Randbedingungen eingehalten wurden. Insgesamt wurden 302 Personen aus 117 Haushalten befragt, die über 1.304 Wege berichteten. Als Beispiele wurden zwei Fahrzeugentwicklungen (BMW C1 und Honda CANOPY) mit schmaler Dachkonstruktion, bequemer Sitzposition und einer geringen

Transportkapazität ausgewählt, da diese der Idee eines NMZ nahekommen. Mittels einer Fotomontage wurde aus den beiden einsitzigen Fahrzeugen zusätzlich ein Zweisitzer. Zu kritisieren ist, daß Fahrzeuge vorgestellt wurden, die nicht zu kaufen sind. Zusätzlich konnten in der Untersuchung auch der Elektroantrieb für das NMZ und ein weiteres Fahrzeug in Form eines Elektro-Dreirads gewählt werden.

Bei den Szenarien wurde auf ein Zonenkonzept der Stadt Graz zurückgegriffen, wobei je nach Zone für das NMZ unterschiedliche Ausnahmeregelungen vorgesehen waren. Im fließenden Verkehr wurden neben der Benutzung von Bussonderfahrstreifen und verkehrsberuhigten Straßen ein eigenes Grundnetz aus Fahrstreifen und Straßen für das NMZ konzipiert, im ruhenden Verkehr waren Abstellflächen und -plätze vorgesehen. Unabhängig von den Restriktionen in den einzelnen Szenarien würde ein Viertel der Befragten das zweisitzige CANOPY und das Dreiradfahrzeug benutzen, wenn es im Haushalt vorhanden wäre. Rund 10% würden die einsitzigen Versionen der beiden NMZ verwenden. Bei der Beurteilung der Fahrzeuge kritisierten 11% der Befragten den hohen Preis von 4.500 DM bis 15.000 DM für das NMZ und 10% sahen im NMZ keine Alternative zu den herkömmlichen Verkehrsmitteln. Von den 33 bis 35 Befragten, die in einem der Szenarien auf ein NMZ umsteigen, würden nur 6% ein einsitziges Modell bevorzugen.

Unterscheidet man das NMZ bei der Frage nach den Preisvorstellungen in ein Fahrzeug mit niedrigen Qualitätsansprüchen und ein qualitativ hochwertiges Fahrzeug, so zeigt sich, daß ersteres bei einem Preis um 5.600 DM von einem Viertel der potentiellen Nutzer erworben würde, bei einem Preis um 4.200 DM von 55% der Personen. Letzteres würde auch bei einem Preis von 7.000 DM von der Hälfte der Befragten gekauft werden. Trotz der Nachteile der elektrischen Traktion haben sich 88% der potentiellen NMZ-Nutzer für einen Elektroantrieb ausgesprochen.

Unter Berücksichtigung der Szenarien A, B und C sollte der angegebene Tagesablauf neu zusammengestellt werden. Dabei wurde für das Szenario A eine spezielle Infrastruktur für das NMZ, in Szenario B zusätzlich eine Parkraumbewirtschaftung in der Innenstadt (ausgenommen NMZ) und in Szenario C zusätzlich ein Fahrverbot für Fahrzeuge mit Verbrennungskraftmotoren innerhalb der Innenstadt und eine Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung vorgesehen. Für den Binnen-, Ziel- und Quellverkehr im Werktagsverkehr ergab sich für das Szenario A ein Anteil an den Wegen von 7% bei dem NMZ, der im Szenario B auf 7,5% steigt und im Szenario C 8,9% erreicht. Verlagerungseffekte zum NMZ ergeben sich von allen Verkehrsteilnehmern aus (Pkw-Fahrer, Pkw-Mitfahrer, Moped-/Motorradfahrer, Fußgänger, Radfahrer, ÖPNV-Nutzer), wobei die größten Verlagerungen bei den Wegen der Pkw-Fahrer erreicht wurde, die 3,5% bei Szenario A bis 5,1% bei Szenario C betragen. In Szenario C wird mit einem Wegeanteil von 3,8% der Elektro-Pkw gerechnet. Unterscheidet man nach Fahrtzwecken, so ergeben sich NMZ-Anteile von 10% (Szenario A) und 11% (Szenarien B und C) im Berufspendlerverkehr bis hin zu einem Anteil von 3% im Personenwirtschaftsverkehr. Die Benutzung des NMZ spiegelt sich folgendermaßen im Motorisierungsgrad der Grazer Bevölkerung wider: Es würden je nach Szenario zwischen 80 und 87 NMZ/1000 Einwohner angeschafft. Das NMZ dient nicht als Ersatz für den Pkw, sondern wird vor allem als zusätzliches Stadtfahrzeug angesehen, was zu einem steigenden Motorisierungsgrad führt. Durch die einschneidenden Änderungen für herkömmliche Pkw in Szenario C werden unter dieser Voraussetzung auch einige Elektro-Pkw (37 pro 1000 Einwohner) angeschafft.

Eine Gegenüberstellung der Wegelängenverteilung für Pkw und NMZ im Szenario A zeigt keine großen Unterschiede; die Ausprägung der Entfernungsklasse 3 bis 5 km ist jedoch etwas

stärker als beim Pkw. Das NMZ wird vor allem für Entfernungen verwendet, die mit dem Fahrrad nur eingeschränkt zurückgelegt werden können.

Weiterhin wurden Auswirkungen des Einsatzes auf die Umwelt- und Verkehrssituation abgeschätzt, wobei die beiden Bezugsjahre 1991 und 2011 miteinander verglichen wurden und ein Anteil des NMZ zwischen 80 und 87 Fahrzeugen pro 1000 Einwohner vorausgesetzt wurde. Als Antrieb kamen ein Elektromotor, für den der Energiebedarf durch Stromerzeugung vernachlässigt wurde, und ein Verbrennungsmotor in Frage. Dabei wurden Veränderungen im übrigen MIV in Form der Zunahme der Verkehrsleistungen und der Zunahme der Anzahl schadstoffarmer Pkw berücksichtigt. Bei den CO-, NO_x- und C_xH_y- Emissionen zeigt sich eine Reduktion um 3 bis 9%. Die Anzahl der durch Lärm gestörten Bewohner wird um 0,9 bis 2,8% reduziert. Der Flächenbedarf im ruhenden Verkehr für Fahrten in die Innenstadt kann um 8% (Szenario A) bis 61% (Szenario C mit Fahrverbot für Fahrzeuge mit Verbrennungskraftmotoren in der Innenstadt) reduziert werden. Beim Anwohnerparken nimmt der Flächenbedarf trotz der zusätzlich angeschafften NMZ nur um 1% gegenüber dem Ist-Zustand zu. Für die Investitionskosten der Infrastruktur und die Kosten für Planung und Öffentlichkeitsarbeit in der Einführungsphase - jedoch ohne laufende Unterhaltungskosten der Infrastruktur - wurden zusammen rund 9 Mio. DM veranschlagt.

Obwohl bei dieser Untersuchung überwiegend einfache Zweiradkonstruktionen im Mittelpunkt stehen, erlaubt sie als einzige Literaturquelle einen Einblick in die Auswirkungen eines Konzepts mit Fahrzeugen verringerter Größe und mit teilweiser elektrischer Antriebstechnik.

5.8 Auswirkungen der Elektrofahrzeuge auf Luftschadstoffemissionen

Blümel [BLÜMEL 1996] vergleicht drei Szenarien, die sich durch verschiedene Zusammensetzungen der Pkw-Flotte in der Bundesrepublik unterscheiden. In dem „Elektrofahrzeug“-Szenario geht er von einem als realistisch zu bezeichnenden Bestandsanteil der Batteriefahrzeuge von 10% aus, der seiner Meinung erst zehn Jahre nach Beginn einer Serienproduktion erreicht wird. Der gewählte Anteil ist jedoch auch vor dem Hintergrund einer Zunahme des Verkehrsaufkommens im MIV in diesem Zeitraum zu sehen.

Den größten Handlungsbedarf bei den Schadstoffkomponenten sieht *Blümel* [BLÜMEL 1996] bei NO₂, den Rußpartikeln und beim Benzol. Er beschreibt ein komplexes Emissionsmodell, das die verbrauchs- und emissionsintensiven Stauanteile und den Kurzstreckenverkehr berücksichtigt, indem die Verkehrsstärke und die Emission für jede Stunde eines Jahres errechnet werden. Als Beispiel wird die Schildhornstraße in Berlin gewählt, die durch ihre Zubringerfunktion zur Stadtautobahn eine hohe Verkehrsstärke erreicht. In Verbindung mit der beidseitig geschlossenen Randbebauung hat dies eine hohe Schadstoffbelastung zur Folge, die bei den drei genannten Schadstoffkomponenten über den Prüfwerten der 23. BImSchV liegt. Die Referenzsituation bildet die 1995 ermittelte Verkehrsstärke, der Lkw-Anteil sowie die 1995 gemessene Luftverschmutzung (Tabelle 5-2):

Breite der Straßenschlucht [m]	26
Verkehrsstärke [Kfz/24 h]	48.800
Lkw-Anteil [%]	5,4
Stauanteil der Fahrzeuge < 5 km/h [%]	9,8
Anteil der Pkw in Warmlaufphase [%]	35,4
NO ₂ -Konzentration und Prüfwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	187 (160)
Benzol-Konzentration und Prüfwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	15 (10)
Partikel-Konzentration und Prüfwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17 (8)

Tabelle 5-2: Beispiel für die Schadstoffbelastung Berliner Straßen (Schildhornstraße mit hoher Schadstoffbelastung, Quelle: [BLÜMEL 1996])

Werden nun in dieser Straße 10% der Pkw der heutigen Durchschnittsflotte (ca. 60% mit regeltem Katalysator, 25% mit Ottomotoren ohne Abgasreinigung und 15% Diesel-Pkw) durch Elektrofahrzeuge ersetzt, so ergibt sich rechnerisch eine Reduktion der NO₂-Konzentration um ca. 5%, während Benzol um ca. 10% und Dieselrußpartikel um ca. 4% zurückgehen. Die Prüfwerte werden mit diesen Reduktionen nicht eingehalten. *Blümel* [BLÜMEL 1996] gibt jedoch zu bedenken, daß die genannten Minderungspotentiale durch Elektrofahrzeuge wegen der in etwa zehn Jahren vollführten vollständigen Bestandsdurchdringung mit erheblich verbesserten konventionellen Pkw deutlich kleiner ausfallen können. Für einen Nutzen-/Kosten-Vergleich bei immissionsseitiger Betrachtung können nach *Blümel* [BLÜMEL 1996, S. 16 ff.] keine absoluten Vermeidungskosten angegeben werden, da die Belastungsminderungen von Straßenabschnitt zu Straßenabschnitt und deren unterschiedliche Belastungszusammensetzungen variieren: „Im Extremfall, dort wo keine signifikanten Schadstoffbelastungen vom Kfz-Verkehr ausgehen, wären die Vermeidungskosten unendlich hoch. Daher ist bei der immissionsseitigen Betrachtung nur ein relativer Vergleich der Vermeidungskosten verschiedener alternativer Antriebe möglich.“ Für die Schildhornstraße werden dann folgerichtig relative immissionsbezogene Vermeidungskosten genannt, die bei Betrachtung der jährlichen Mehrkosten für das Fahrzeug bei einem sparsamen Elektrofahrzeug (12 kWh/100 km) mit Netzstrom rund 8-fach und bei Solarstrom aus einer entsprechenden Photovoltaikanlage rund 13-fach höher als bei einem mit einem verbrauchsoptimierten Ottomotor (Ultra Low Emission Vehicle, ULEV) ausgestatteten Fahrzeug ausfallen.

Im Gegensatz zu dieser Vorgehensweise von *Blümel* ist auch der Einsatz eines Bewertungsinstruments für einen Nutzen-/Kosten-Vergleich in einem Straßennetz mit Berücksichtigung des Anteils der schadstofffreien Fahrzeuge denkbar. Als Mehrkosten würden in diesem Fall nur die Installationskosten der Ladestationen und weitere Infrastrukturkosten für den Einsatz der Elektrofahrzeuge betrachtet werden. Aufgrund der Größe des Berliner Straßennetzes und der Tatsache, daß ähnliche Ergebnisse erwartet werden, wird dieser Weg hier nicht verfolgt. Auch eine 10%ige Reduktion der Fahrten einer Fahrtenmatrix im Verkehrsumlegungsmodell zur Darstellung der Auswirkung auf die Luftschadstoffsituation soll nicht realisiert werden, da die Fahrzeuge sich nach wie vor im Straßennetz befinden und zur Verkehrsstärke beitragen.

5.9 Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr

5.9.1 Vorbemerkungen

Beim Einsatz von kurzen Stadtfahrzeugen müssen Parkflächen neu zugeschnitten werden, um den Vorteil dieser Fahrzeuge nutzbar zu machen. Als Grundlage und Vergleichsmaßstab des Stellplatzentwurfs sollen hier die EAR 91 [FGSV 1991a] dienen. Dort sind konkrete Anweisungen, Beispiele und Denkanstöße für Planung, Entwurf, Bau und Betrieb von Parkflächen im öffentlichen Straßenraum sowie von Parkplätzen und Parkbauten enthalten. Einschränkend muß jedoch vorweggeschickt werden, daß z.Z. für das öffentliche Straßenland keine rechtlichen Grundlagen für die Zusatzbeschilderung für Elektrofahrzeuge (z.B. für die Zeichen 250 und 283 der StVO [STVO 1999]) oder die Markierung von Parkständen für kleine Pkw, sei es mit oder ohne Ladestationen, existieren und nur auf privaten Flächen (z.B. Parkhäuser) Angebote solcher Art gemacht werden können. Markierte und mit Zeichen versehene Parkstände für Elektrofahrzeuge sind kommunale Alleingänge.

Ausgehend von einer einheitlichen Länge der Stadtfahrzeuge werden sich die notwendigen Parkflächen im Vergleich zum Bemessungsfahrzeug von 4,70 m Länge erheblich verringern. Als Grundlage für ein Stadtfahrzeug soll hier das Fahrzeug Smart (Maße s. Kapitel 5.4.1) mit 2,50 m Länge als Minimalvorgabe dienen, da dieses bereits in größerer Menge produziert wird. Ein ähnliches Fahrzeug mit Elektroantrieb (s. Tabelle 5-1) wird bisher nicht in vergleichbarer Menge produziert. Unabhängig von der Verbreitung des Smart wird es aber nicht möglich sein, andere Stadtfahrzeuge im Microformat, die länger sind, vom Parken in besonders gekennzeichneten Gebieten abzuhalten. Hier muß ein Kompromiß gefunden werden, der sich als eine Ausweitung der Länge der zu berücksichtigenden Stadtfahrzeuge gestalten kann. Der zur Verfügung stehende Spielraum von 0,50 m, in dem Fahrzeuge im Microformat zwischen 2,50 und 3,00 m dann auftreten können, ist jedoch sehr gering.

5.9.2 Parkflächen im öffentlichen Straßenraum

Die für das Parken notwendigen Flächen im Straßenraum können als Parkstreifen - mit oder ohne Markierung - auf der Fahrbahn oder als Parkbuchten ausgeführt werden. Es kommen auch Parkflächen im Seitenraum in gekennzeichneten Parkständen bzw. ohne Flächenzuweisung oder auf Mittelstreifen zum Einsatz. Als Aufstellarten können Längsaufstellung, Schrägaufstellung mit Winkeln von 50 bis unter 100 gon und die Senkrechtaufstellung (100 gon) genannt werden (Bild 5-1). Bei der Schrägaufstellung ist ein Winkel von 70 gon bei großem Stellplatzbedarf besonders zweckmäßig.

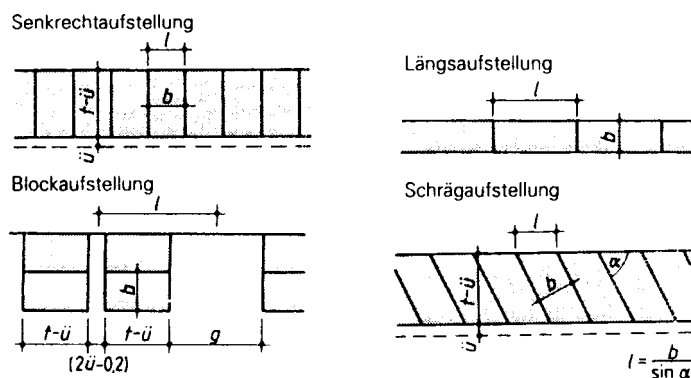


Bild 5-1: Anordnung von Parkständen (Quelle: [NATZSCHKA, 1997])

Die Blockaufstellung kann vorteilhaft sein, wenn zwischen den Parkstandblöcken zusammenhängende Flächen für andere Nutzungen geschaffen werden sollen oder wenn die Lage von Grundstückszufahrten oder die verfügbaren Flächen zusammenhängende Parkstreifen verhindern. Wie auch bei Parkbauten spielt bei der Anlage von Parkblöcken die Dimensionierung der Fahrgassen zwischen den Parkstandreihen eine Rolle [FGSV 1991a].

Für eine Markierung herkömmlicher Parkstände auf der Fahrbahn werden 5,75 m 2,00 m vorgesehen und für einen Parkstand in Längsaufstellung ohne Markierung 5,50 m Aufstelllänge je Fahrzeug einschließlich des für das Ein- und Ausparken benötigten Platzbedarfs berechnet. Für ein Stadtauto können 3,50 m Aufstelllänge veranschlagt werden (s. auch [IRSHEED 1994]). Wenn Fahrzeuge bis zu einer Länge von 2,74 m (siehe Tabelle 5-1) in Erscheinung treten, führt das nicht zu Einschränkungen.

Bei den Tiefen der Parkstände ab Fahrgassenrand außerhalb der Fahrbahn wird bei Senkrecht- und Blockaufstellung im Normalfall eine Tiefe (t-ü) von 4,30 m und 4,00 m für reduzierte Abmessungen mit

t Parkstandtiefe und
ü Überhangstreifen

angesetzt. Bei Schrägaufstellung ändert sich diese Tiefe in Abhängigkeit vom Winkel, wobei jedoch der Überhangstreifen durchgehend mit 0,70 m berücksichtigt wird. Für das Stadtauto kann ein Wert t-ü von 3,00 m bei einem Winkel von 100 gon angenommen werden. Daraus ergeben sich Werte des Maßes t-ü bei der Schrägaufstellung zwischen 2,80 m bei 50 gon und 2,90 m bei 80 und 90 gon. Der Überhangstreifen ü wird dabei auf 0,50 m reduziert oder kann bei einheitlicher Länge der Fahrzeuge von 2,50 m auch wegfallen, da die Stadtautos wegen der fehlenden Fronthaube und der Anordnung der Vorderachse kaum Überhanglänge besitzen. Die Breite des Parkstandes von 2,50 m bei bequemem Ein- und Aussteigen ist nicht notwendig, es kann das reduzierte Maß von 2,30 m angesetzt werden, da die Stadtautos einerseits in der Breite aus Komfortgründen nicht allzusehr von anderen Pkw abweichen (der Smart ist z.B. nur 14 cm schmaler als der VW Golf), andererseits weiterhin ein bequemes Ein- und Aussteigen gewährleisten sollen.

Der Erfolg der erwarteten Einsparungen hängt auch von den Markierungen der Parkstände in der gewünschten Länge, vom Hinweis auf den speziellen Parkplatz und der Einhaltung der Stellplatzaufteilung ab, da sonst der Vorteil der kleinen Stadtautos verloren geht oder ein Fahrzeug mit längeren Maßen auf kleinen Parkflächen zu Behinderungen im ruhenden und auch im fließenden Verkehr führen kann.

5.9.3 Fahrgassenbreiten

Fahrgassen als Abstände zwischen bewegten Fahrzeugen und festen Hindernissen kommen bei Parkplätzen und in Parkhäusern zum Einsatz. Die Mindestfahrgassenbreite für Einrichtungsverkehr nach den EAR 91 beträgt 2,40 m bei einem Parkstandwinkel von 50 gon. Sie ergibt sich aus dem Verkehrsraum von 2,00 m Breite bei verminderter Geschwindigkeit und beidseitigen Bewegungsspielräumen von je 0,25 m mit einseitig darin enthaltenem Sicherheitsabstand von 0,10 m bei einseitiger Parkstandanordnung.

Die Mindestfahrgassenbreite für Zweirichtungsverkehr beträgt 4,30 m. Sie ergibt sich aus dem Verkehrsraum von 4,00 m Breite bei verminderter Geschwindigkeit und beidseitigen Bewe-

gungsspielräumen von je 0,25 m mit den darin enthaltenem Sicherheitsabständen von je 0,10 m bei beidseitiger Parkstandanordnung.

Schleppkurvenkonstruktionen dienen der Bestimmung der vom Fahrzeug überstrichenen Fläche bei Kurvenfahrten. Dabei kann berücksichtigt werden, daß die Räder des Fahrzeugs mit konstanter Geschwindigkeit eingeschlagen werden, damit der Parkstand erreicht wird. Für einen Prototyp eines Stadtautos (Länge 2,50 m, Breite 1,49 m, Radstand 1,75 m) hat *Irsheed* [IRSHEED 1994] unter Zuhilfenahme von Schleppkurven die Einfahrt in Parkstände mit einer reduzierten Parkstandbreite von 2,00 m unter verschiedenen Winkeln berechnet. Unter Addition eines hier angesetzten Sicherheitsabstandes von 0,25 m ergeben sich die in der Tabelle 5-3 angegebenen Werte für Fahrgassen im Einrichtungsverkehr. Zusätzlich sind dort neben Parkstandtiefen und Straßenfrontlängen in den letzten beiden Zeilen zwei Berechnungen nach den Formeln von *Lentz/Buck* [LENTZ/BUCK 1989] für ein Einfahren in senkrecht angeordnete Parkstände (100 gon) mit Einschlagen der Räder im Stand angegeben, jeweils für das Vorwärts- und das Rückwärtseinfahren (s. auch Bild 5-2). Dabei wurde hier vom gleichen Stadtauto wie bei *Irsheed* [IRSHEED 1994] ausgegangen, das einen Wenderadius von 3,85 m hat. Die Fahrgassenbreiten ergeben sich beim Vorwärtseinparken aus dem Abstand der Hinterachse bis zum Anfang des Parkstands (X_1 , hier 1,70 m) und dem Radius des hinteren äußeren Karosseriepunktes (3,25 m). Beim Rückwärtseinparken wird der Abstand der Hinterachse bis Beginn Parkstand (0,90 m) vom minimalen Wenderadius (3,75 m) abgezogen. Die Werte der EAR 91 für die notwendigen Fahrgassenbreiten sind - falls vergleichbar - in Klammern gesetzt.

Die Parkstandtiefe ergibt sich nach den EAR 91 und den Maßen für das Beispielfahrzeug zu

$$t_1 = 2,50 \text{ m} \cdot \sin \alpha + 1,49 \text{ m} \cdot \cos \alpha + 0,10 \text{ m} + 0,20 \text{ m}. \quad (4)$$

Für den Winkel 100 gon wurde die in Kapitel 5.9.2 gewählte Parkstandtiefe von 3,00 m eingesetzt.

Aufstellwinkel [gon]	Parkstandtiefe [m]	Parkstandbreite [m]	Straßenfrontlänge [m]	Fahrgassenbreite [m]
50	3,10	2,00	2,85	2,30 (2,65*)
60	3,20	2,00	2,50	2,65 (3,30*)
70	3,20	2,00	2,25	2,90 (4,30*)
80	3,15	2,00	2,10	3,35 (5,40*)
90	3,00	2,00	2,05	3,70
100	3,00	2,00	2,00	3,85
100**	3,00	2,00	2,00	4,95
100***	3,00	2,00	2,00	2,85

* Werte der EAR 91 für eine Parkstandbreite von 2,30 m

** Vorwärts einparken, Einschlagen der Räder im Stand

*** Rückwärts einparken, Einschlagen der Räder im Stand

Tabelle 5-3: Fahrgassenbreiten bei Stadtautos (Quelle: [FGSV 1991a, IRSHEED 1994, LENTZ/BUCK 1989] und eigene Berechnungen)

Betrachtet man die Werte für die notwendigen Fahrgassenbreiten nach *Irsheed* [IRSHEED 1994] in der Tabelle 5-3, so ist festzustellen, daß alle Werte unter denen der EAR 91 für die konventionellen Pkw bei enger Parkstandbreite von 2,30 m liegen, und zwar mit wachsendem Abstand bei aufsteigenden Winkeln. Legt man z.B. die notwendige Fahrgassenbreite bei

Zweirichtungsverkehr für Stadtautos auf 4,00 m fest, so ist diese selbst bei einem Winkel von 100 gon noch nicht erreicht. Somit können Flächeneinsparung bei Fahrgassen erreicht werden (Reduzierung auf 74% der Fläche), wenn diese nur von Stadtautos befahren werden.

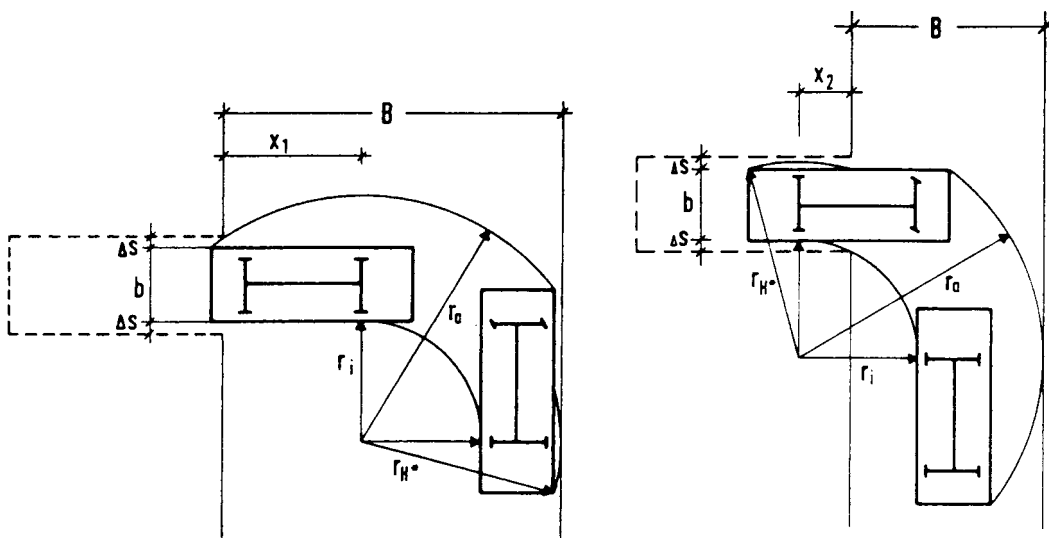


Bild 5-2: Fahrbewegungen beim Einparken (Quelle: [LENTZ/BUCK 1989])

5.9.4 Quantifizierung der Stellflächenveränderung

Wie die vorangehenden Betrachtungen gezeigt haben, können Einsparungen bei den Parkständen in Längsaufstellung auf der Fahrbahn, bei den Tiefen der Parkplätze in Schräg-, Senkrecht- und Blockaufstellung und bei den Fahrgassen bei Parkflächen und Parkbauten erzielt werden. Werden die übrigen konventionellen, jedoch unmarkierten Längsparkplätze auch durch sonstige kleine Fahrzeuge (Midi- und Minifahrzeuge), die kleiner als das konventionelle Bemessungsfahrzeug sind, besetzt, so kann eine zusätzliche Kapazitätserweiterung eintreten.

In den Parkbauten kann durch die geänderte Parkstand- und Fahrgassengeometrie und die Vorhaltung bestimmter Bereiche für Stadtfahrzeuge, wie etwa gut erreichbare Flächen am Eingang oder in geringer Entfernung zum Ausgang gelegen, eine Maximierung der Stellplatzanzahl stattfinden, wenn dadurch an anderer Stelle (im öffentlichen Straßenland) Flächen für andere Nutzungen gewonnen werden können. Bei gemeinsam zu befahrenden Flächen muß die Fahrgeometrie jedoch auf die großen Fahrzeuge ausgerichtet werden. Die erreichbare Reduzierung der Parkstände und Parkgassen in Parkbauten kann mit den Werten der Kapitel 5.9.2 und 5.9.3 berechnet werden.

Die Fläche eines in Längsrichtung markierten Stellplatzes reduziert sich beim Bemessungs-Pkw von 11,5 m² (5,75 m·2,00 m) um 5,4 m² (-47%) auf 6,1 m² (3,50 m·1,75 m) bei einem Stadtauto, wenn eine Breite von etwa 1,50 m angesetzt wird. Bei einem unmarkierten Platz kann eine Reduktion um 5,0 m² (-36%) angesetzt werden, wenn die vorgehaltene Fläche von 13,75 m² (5,50 m·2,50 m) auf 8,75 m² (3,50 m·2,50 m) verändert wird. Für senkrechte Stellplätze außerhalb der Fahrbahn kann eine Reduktion von 11,9 m² (4,70 m·2,50 m) um 3,9 m² (-33%) auf 8,0 m² (3,50 m·2,30 m) berechnet werden.

Darüber hinaus kann durch eine veränderte Anordnung von Parkflächen mehr Platz für Stadtfahrzeuge geschaffen werden. So kommen bei einer Umwandlung von Längsparken in Senkrechtparken auf der Fahrbahn für Stadtfahrzeuge bei unveränderter Breite - wenn aus dem

2,50 m breiten Längsstreifen ein Senkrechtparkstreifen gleicher Tiefe geworden ist - auf ein herkömmliches Fahrzeug zwei Stadtfahrzeuge in Senkrechtposition, auf hundert bereits 230 Stadtautos, wenn auf einen Überhangstreifen verzichtet werden soll und auch kein weiterer Spielraum gewährt wird. Soll ein nur 2,00 m breiter Parkstreifen für das Querparken umgewandelt werden, so müssen Flächen im fließenden Verkehr oder im Seitenraum gewonnen werden. Weitere, für konventionelle Fahrzeuge nicht erreichbare oder zu kleine Flächen, wie z.B. an verzogenen Bordsteinen bei Parkbuchten, können auch für die Stadtfahrzeuge erschlossen werden.

Um die Auswirkungen der Vorhaltung bestimmter Parkflächen für Stadtautos auf die Stellplatzzahl zu quantifizieren, sollen hier zunächst einige Modellrechnungen durchgeführt werden. Ausgehend von einer Häuserblocklänge von maximal 300 m in Berliner Altbaugebieten soll zunächst gezeigt werden, wie sich zwei verschiedene Anteile von Stadtautos auf das Längsparken auswirken. Da pro Fahrzeug 2,00 m Parkstandlänge eingespart werden, können bei einer vollständigen Substitution der auf 300 m Länge einer Straßenseite aufgereihten 54 Pkw mit einem Längenbedarf von je 5,50 m bei unmarkierten Parkständen, die einer gesamten Länge von 297 m entsprechen, 111 m (108 m + 3 m Rest) eingespart werden. Bei einer Parkstreifenbreite von 2,50 m können für beide Straßenseiten 555 m² gewonnen werden. Bei einem Anteil der Stadtautos von 10% (sechs Fahrzeuge je Straßenseite) ergäben sich noch 75 m². Sollen die Flächeneinsparungen an anderer Stelle erreicht werden, so können auf 300 m Länge 85 Stadtautos untergebracht werden, was einer Kapazitätserhöhung von 57% gleichkommt. Werden die Längsparkplätze in senkrechte Parkstandflächen für Stadtautos mit einer Breite des Parkstands von 2,30 m umgewandelt, so können bei einem Anteil von 100% der kleinen Fahrzeuge jeweils 175 m Länge eingespart werden, was zu einer zusätzlichen Fläche von 875 m² führt. Bei einem Anteil von 10% Stadtautos sind dies noch 110 m². Insgesamt können 130 Stadtautos (140% Kapazitätserhöhung) senkrecht auf einer Straßenseite untergebracht werden.

Betrachten wir eine Blocklänge von 200 m, die durch 36 herkömmliche Fahrzeuge mit einer Gesamtlänge von 198 m belegt werden kann, so können bei einer vollständigen Substitution der normalen Pkw bei durchgängigem Längsparken jeweils für beide Straßenseiten zusammen 370 m² und bei Senkrechtparken für Stadtautos 585 m² gewonnen werden, bei 10% Stadtautos sind das 50 bzw. 70 m².

Ein Problem stellen jedoch Grundstückszufahrten und andere Unterbrechungen des Längsparkens (z.B. Parkverbotszonen, Taxistände) dar. Sie führen dazu, daß die volle Häuserblocklänge nicht genutzt werden kann und verschenkte Flächen bei der Aufteilung des ruhenden Verkehrs entstehen. Grundstückszufahrten werden in der Regel über eine Länge von 5 bzw. 7 m mit einer Bordabsenkung realisiert. Bei einer Analyse von durchgängigen Längsparkabschnitten in der City West (n=72) ergab sich ein Mittelwert von 30 m.

Unter Ausnutzung aller Parkstandanordnungen hat Lee [LEE 1990] für ein Gebiet am Nordrand der Berliner City West im Bezirk Charlottenburg bei einer Fahrzeuglänge von 2,50 m und einer Parkstandlänge von 3,50 m aus 1.354 Parkständen verschiedener Form 2.125 Parkstände für Stadtautos nachweisen können, was einer Parkkapazitätserhöhung von 60% entspricht. Die Kapazität eines Normalgeschosses des Parkhauses Hertie in der Schillerstraße kann bei ausschließlicher Berücksichtigung von Stadtfahrzeugen von 67 auf 99 Parkstände (+48%) heraufgesetzt werden.

Irsheed [IRSHEED 1994] hat für ein größeres Gebiet des Bezirks Charlottenburg mit 3.237 konventionellen Parkständen eine Gesamtanzahl von 6.134 Parkständen für Stadtautos von 2,50 m Länge (89% Gewinn) ermittelt, was jedoch zum Teil auf die geringe Parkstandlänge von 3,00 m zurückzuführen ist, die gewählt wurde. Für zwei Parkhäuser in der Berliner City West (KaDeWe in der Passauer Straße und ebenfalls das Kaufhaus Hertie in der Schillerstraße) sowie ein Parkhaus im Berliner Bezirk Steglitz (Kaufhaus Wertheim) hat *Irsheed* unter Annahme eines Anteils der Stadtautos von etwa 40 bis 50% bei einer Maximierung der Stellplatzanzahl Stellplatzgewinne nachgewiesen. So konnte im Parkhaus KaDeWe die Anzahl der Stellplätze von 683 auf 849 (+24%), im Parkhaus Hertie von 361 auf 441 (+ 22%) und im Parkhaus Wertheim von 414 auf 584 (+41%) erhöht werden. Kritisch anzumerken ist bei dieser Arbeit, daß *Irsheed* weder einen einheitlichen Anteil der Stadtautos als Grundlage eines Einführungskonzeptes festgelegt hat, noch die angegebenen Anteile in seiner Arbeit begründet hat.

Grundsätzlich sollte eine Reduzierung der Flächen des ruhenden Verkehrs einer Maximierung der Stellplatzflächen vorgezogen werden, da auf diese Weise bei einer Substitution der Pkw durch Stadtfahrzeuge Flächen für Fußgänger, Radfahrer, Begrünungen, Sicherheitsstreifen, für den fließenden öffentlichen oder individuellen Verkehr oder anderen ruhenden Verkehr (Liefer- und Ladezonen für den Wirtschaftsverkehr) zur Verfügung gestellt werden können. Dabei kann es zu Zielkonflikten kommen, wenn z.B. bei Verkürzungen von Parkständen für das Senkrechtparken die gewonnene Fläche entweder für den Seitenraum, für die Fahrbahn oder für beide zur Verfügung gestellt werden soll.

5.10 Flächen für den fließenden Verkehr

Nach der Betrachtung der möglichen Einsparungen im ruhenden Verkehr durch den Einsatz kleiner Fahrzeuge muß vor einer vorschnellen Übertragung auf den fließenden Verkehr gewarnt werden. Reduzierungen der Fahrstreifenbreite für den speziellen Einsatz von Stadtautos sind aus zwei Gründen nicht angebracht: Zum einen unterscheiden sich die Breiten der Fahrzeugarten nicht wesentlich voneinander, zum anderen kann bei der eingeschränkten Flächenverfügbarkeit in Ballungsräumen schwerlich ein Fahrstreifen für eine spezielle Fahrzeugart des Individualverkehrs geopfert werden, auch wenn dadurch die Verbreitung der kleinen, leisen und vor Ort schadstofffreien Vehikel gefördert werden könnte. Auch ist der Einsatz von Stadtfahrzeugen auf Bussonderfahrstreifen abzulehnen, da einerseits Einschränkungen beim Betrieb der Busse zu erwarten sind, wie z.B. Behinderungen an Sondersignalen, andererseits bereits Ausnahmeregelungen für Radfahrer, Taxis und Rettungsfahrzeuge existieren. Eine Änderung des Straßenquerschnitts sollte nur dort erfolgen, wo sich - wie in speziellen Teilen von Parkbauten - ausschließlich Stadtautos und kleinere, motorisierte und unmotorisierte Verkehrsmittel (Motorräder, Motorroller, Fahrräder) bewegen und keine notwendigen Verkehre abgewickelt werden müssen, wie beim Befahren der Straßen durch Not- und Versorgungsdienste.

5.11 Fazit zum Grundlagenteil der dritten Maßnahme

Als Grundlagen der Maßnahme wurden die Komponenten des Begriffs „elektrisch angetriebenes Stadtauto“ beleuchtet und Einsatzmerkmale elektrischer Pkw betrachtet. Untersuchte Kriterien der Stadtverträglichkeit waren bisher die Luftschadstoffe und die Auswirkungen auf Kosten, Unfälle und auf den ruhenden Verkehr. Bei einer hypothetischen Nutzung elektrisch angetriebener Stadtautos mit einem Anteil von 10% an den Pkw ergeben sich erkennbare positive Wirkungen nur bei den Luftschadstoffen und beim ruhenden Verkehr. Die Auswirkungen

auf die Luftschadstoffe bei einem Anteil des elektrischen Antriebs von 10% sind als gering zu bezeichnen, die größten Auswirkungen ergeben sich beim Benzol (-10%).

Kostenelemente sind in den Kapiteln 5.2.1 (Betriebskosten), 5.2.3 (Batteriekosten), 5.2.5 (Kosten der Ladestationen) und 5.4.1 (Kosten der elektrisch angetriebenen Stadtautos) zu finden. Weitere Kosten, wie z.B. die Kosten für die Öffentlichkeitsarbeit, werden hier vernachlässigt, da der Gewinn neuer Käuferschichten und die Bildung eines positiven Images für ein solches Stadtfahrzeug durch die Werbung der Autoindustrie vorausgesetzt wird. Durch die Präsenz der Fahrzeuge im Straßenbild wird ein weiterer Attraktivitätsgewinn stattfinden. Auch die Kosten, die den Werkstätten entstehen, um in Zukunft auf die Reparatur elektrischer Fahrzeuge und evtl. auf das Vorhalten von Traktionsbatterien vorbereitet zu sein, werden nicht betrachtet.

Bei den Unfällen wird von keiner signifikanten Änderung ausgegangen.

Bei den Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr muß bei einem Stadtauto von 2,50 m Länge zwischen Flächeneinsparungen bei Parkständen (zwischen -33 und -47%), Fahrgassen (-26%) und in Parkbauten unterschieden werden - eine unterstützende Verkehrsplanung vorausgesetzt. Flächeneinsparungen können entweder durch weitere Stadtautos ausgefüllt werden oder bei einer Substitution der Pkw für andere Nutzungen herangezogen werden. So konnten für ein Teilgebiet des Bezirks Berlin-Charlottenburg bei einer fiktiven Substitution mit Stadtautos bei öffentlichen Stellflächen 60% mehr Stellplätze und bei der Etage eines Parkhauses 48% mehr Stellplätze nachgewiesen werden.

Für die Erreichbarkeit und die Trennwirkung können folgende Ergebnisse festgehalten werden:

- Die generelle Erreichbarkeit von Zielen kann für die Nutzer der Stadtautos durch die eingeschränkte Reichweite herabgesetzt werden. Aussagen zu Einsatzprofilen von herkömmlichen angetriebenen Pkw müssen jedoch noch gemacht werden, um zu zeigen, daß den Nutzern in der Stadt mit dem elektrischen Antrieb eine ausreichende Reichweite zur Verfügung steht. Die innere Erreichbarkeit bestimmter verkehrsreduzierter Gebiete kann durch Ausnahmeregelungen für Stadtautos heraufgesetzt werden.
- Keine Veränderungen werden sich bei der Trennwirkung ergeben, da die Stadtautos im Straßenverkehr herkömmliche Pkw ersetzen und in der Wirkung auf dieses Kriterium der Stadtverträglichkeit als gleich betrachtet werden können.

Für die Auswirkungen des Einsatzes eines sogenannten NMZ (Neues Motorisiertes Zweirad) gibt es eine Untersuchung: Bei den CO-, NO_x- und C_xH_y- Emissionen zeigt sich eine Reduktion um 3 bis 9%. Die Anzahl der durch Lärm gestörten Bewohner wird um 0,9 bis 2,8% reduziert. Der Flächenbedarf im ruhenden Verkehr für Fahrten in die Innenstadt kann um 8% bis 61% reduziert werden. Für die Investitionskosten der Infrastruktur und die Kosten für Planung und Öffentlichkeitsarbeit in der Einführungsphase - jedoch ohne laufende Unterhaltungskosten der Infrastruktur - wurden zusammen rund 9 Mio. DM veranschlagt.

Aus den wenigen vorliegenden Untersuchungen von Mobilitätsmustern der heutigen Elektrofahrzeugnutzer können keine Rückschlüsse auf eine Änderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens (mehr Fahrten mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbands und weniger oder kürzere Fahrten mit dem Elektrofahrzeug) gezogen werden. Positive Beurteilungen der Auswirkungen in dieser Hinsicht sind jedoch in der Literatur zu finden (siehe z.B. [KNIE 1997]), Elektrofahrzeugnutzer beschreiben oft eine positive Veränderung des Fahrverhaltens zu einem rück-

sichtsvollen Stil. Verhaltensunterschiede konnten in einer französischen Untersuchung mit Stadtfahrzeugen, die entweder mit Diesel- oder mit Elektromotoren ausgerüstet waren [DELHOMME 1994], jedoch nicht gefunden werden.

Wenn auch z.B. die Anwendung der sogenannten „Sensitivitätsanalyse“ in [VESTER 1995] bei Elektrofahrzeugen den Einsatz rechtfertigt, ist die Frage mehr als berechtigt, ob das Konzept des Stadtfahrzeugs nicht mit anderen Antrieben (z.B. schadstoff- und verbrauchsoptimierter Verbrennungsmotor) zukunftsfähiger und auch leichter durchsetzbar ist. Eine Entwicklung des Stadtautos hin zu einer neuen kollektiven Form mit „ÖPNV-Fähigkeit“ (vgl. [HEINZE/KILL 1995]) ist nicht vom Elektromotor abhängig. Mit der Brennstoffzelle tun sich aber neue Möglichkeiten auf, ohne die Nachteile einer schweren und leistungsschwachen Traktionsbatterie die Vorteile des elektrischen Antriebs zu nutzen. Wird jedoch für die Energieversorgung wegen der noch fehlenden Infrastruktur für die Wasserstoffversorgung auf Methanol zurückgegriffen, das auf Tankstellen bereitgestellt werden kann, muß der Nachteil der CO₂-Emission in Kauf genommen werden (siehe dazu [APPEL U.A. 1997, 1998]). Derzeit existiert nur eine Wasserstofftankstelle in Deutschland. BMW bemüht sich, vordergründig für den Einsatz von Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmotoren, gemeinsam mit dem Mineralölkonzern BP ein Netz von Tankstellen aufzubauen [KNAUER 2001].

Untersuchungsbedarf besteht bei speziellen Fragen der Fahrprofile von Pkw-Nutzern in Ballungsräumen (Tagesfahrleistungen, Standzeiten, Standorte, Beförderung von Personen und Gepäck), bei den Einstellungen heutiger Nutzer konventioneller Pkw zu den elektrischen Stadtfahrzeugen, bei der Durchführung von Freizeit- und Urlaubsfahrten und bei den Auswirkungen der elektrisch angetriebenen Stadtautos auf die Lärmemission. Zusätzlich sollen die Auswirkungen auf den Zeitbedarfswert und die Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen untersucht werden, da Klarheit über die Größenordnung der möglichen Reduzierung des zeitlichen Abstands des einzelnen Fahrzeugs bei der Überquerung der Haltlinie an Lichtsignalanlagen und somit über eine mögliche Steigerung der Leistungsfähigkeit geschaffen werden muß. Am Ende der Untersuchungen wird der Einsatz der Maßnahme in der Beispielstadt Berlin beschrieben, wobei speziell auf die Kosten und die Auswirkungen im ruhenden Verkehr eingegangen wird.

5.12 Hypothesen zum Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos

Nach Betrachtung der relevanten Punkte, die bei der weiteren Untersuchung des Einsatzes von elektrisch angetriebenen Stadtautos eine Rolle spielen, sollen als Hypothesen nun die folgenden Punkte dienen:

- Die durch die Traktionsbatterie beschränkte Reichweite ist ausreichend für den Einsatzbereich eines Pkw in Ballungsräumen, und dies nicht unter der Bedingung, daß das (elektrisch angetriebene) Stadtauto vor allem als Zweitwagen fungieren, sondern als vollwertiges Nahverkehrsfahrzeug die Aufgaben eines Pkw im Kurzstreckenverkehr der Stadt übernehmen soll.
- Die zur Verfügung stehende Nachladezeit in der Nacht oder am Arbeitsplatz am Tage wird als ausreichend angenommen.
- Zweisitzer mit geringem Gepäckraum wie z.B. der Smart sind ausreichend für den Großteil der Wege in der Stadt. Dabei soll bei den Merkmalen Tagesfahrleistung, Standzeit, Besetzung und Gepäckbeförderung die Beurteilung, ab wann ein Merkmal als ausreichend angesehen wird, mit einem noch festzulegenden Grenzwert durchgeführt werden.

- In der Mehrzahl der Fälle steht den Nutzern eines Elektrofahrzeug im Ballungsgebiet kein Grundstück oder kein privater Parkplatz mit Nachlademöglichkeit zur Verfügung, das Fahrzeug wird auf öffentlichem Straßenland geparkt.
- Einer weiten Verbreitung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen stehen noch Hindernisse im Weg. Dabei spielt der hohe Kaufpreis von Elektrofahrzeugen eine tragende Rolle.
- Die Lärmemission des Straßenverkehrs wird beim Einsatz von Elektrofahrzeugen spürbar verringert.
- Die Zeitbedarfswerte beim Überfahren der Haltlinie an Lichtsignalanlagen weichen beim Einsatz kurzer Stadtfahrzeuge signifikant von den Zeitbedarfswerten bei realen Verhältnissen ab: Durch die kurzen Fahrzeuge werden Zeitbedarfswerte beim Überfahren der Haltlinie signifikant geringer und die Sättigungsverkehrsstärke größer.

5.13 Eigene Erhebung der Fahrprofile von Pkw-Nutzern in der Stadt

5.13.1 Der Fragebogen

Um neuere Daten zu Fahrleistungen zu erheben, die darüber hinaus aus der Beispielstadt Berlin und somit von Bewohnern einer Stadt mit mehr als einer Million Einwohnern stammen sollten, wurde am Fachbereich Verkehrswesen und Angewandte Mechanik der TU Berlin im Mai 1996 eine schriftliche Befragung zum Verkehrsverhalten durchgeführt. Der Fragebogen gliederte sich in zwei Teile: Die ersten acht Fragen dienten der Erfassung soziodemographischer Daten (Geschlecht, Status im Fachbereich, Wohnort, Größe des Haushalts und Anzahl der im Haushalt verfügbaren Fahrzeuge); in der zweiten Hälfte sollten ausschließlich die Personen, die regelmäßig oder gelegentlich einen Pkw als SelbstfahrerIn oder Selbstfahrer benutzen, Angaben zu Fahrten machen, die an einem durchschnittlichen Tag und darüber hinaus innerhalb eines Zeitraumes regelmäßig durchgeführt werden. Diese Fahrten eines Durchschnittstags wurden somit - im Gegensatz zu nicht berichteten Fahrten bei Stichtagsbefragungen - im Fragebogen festgehalten. Die nicht deutlich abgegrenzte Frage nach der Verkehrsmittelnutzung (regelmäßig, gelegentlich, selten, nie) ließ zwar Raum für eine eigene Interpretation der Begriffe, sollte aber dazu führen, daß Befragte, die einen Pkw gelegentlich benutzen, nicht durch Vorgabe von Häufigkeitskategorien aus der Befragung aussteigen, sondern weiterhin die für die Auswertung wichtigen Daten angeben.

Es waren nicht nur die Gesamttagesfahrleistung an einem durchschnittlichen Tag von Interesse, sondern auch die Fahrtzwecke, die Länge, Dauer und Häufigkeit der Fahrt, der Parkort, die Zahl der Insassen und Angaben zu beförderten Gepäckstücken. Die Befragten sollten weiterhin zusätzliche Angaben zu längeren Fahrten machen, wobei nur die Anzahl der Fahrten in einem durchschnittlichen Monat (ohne Urlaubsfahrten) relevant war. Die angegebenen Entfernungsbereiche von 100 bis 150 km und mehr als 150 km wären derzeit nur eingeschränkt bzw. überhaupt nicht mit einem Elektrofahrzeug zurückzulegen. Berücksichtigt man die Entwicklungen der Batterietechnik, so kann man davon ausgehen, daß im Jahre 2005 die mittlere Reichweite auf einen Bereich zwischen 100 bis 150 km gestiegen sein dürfte [VARTA 1996]. Daher wurde bei den Befragungen eine Frage vorgesehen, bei der die regelmäßigen Fahrten im Monat, ausgenommen Urlaubsfahrten, mit einer Länge zwischen 100 und 150 km sowie mit einer Länge über 150 km angegeben werden sollten. Desweiteren sollten sich die Befragten zu persönlichen Konsequenzen aus einer möglichen restriktiven Maßnahme zuungunsten von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor äußern und ihre Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen kundtun.

Die Antwortkategorien einiger Fragen wurden in Anlehnung an die AUTOMOTIV-Auswertung gewählt, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang 12-I bis 12-V wiedergegeben.

Ausgehend von einer Namensliste des Fachbereiches wurden alle Fachgebiete der Institute mit insgesamt 641 Personen (Hochschullehrer, akademische, studentische und sonstige Mitarbeiter) angeschrieben und mit einem Fragebogen ausgestattet. Zusätzlich wurden 150 Fragebögen an Studierende in den Lehrveranstaltungen des Fachgebiets Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik verteilt. An der Befragung haben sich insgesamt 243 Personen beteiligt, was einer Rücklaufquote von 30,9% entspricht. Für die eigentliche Untersuchung konnten davon 109 Fragebögen verwendet werden, da diese dem Personenkreis der regelmäßigen Nutzer (66) und gelegentlichen Nutzer (43) eines Pkw als Selbstfahrer zuzuordnen waren. Der Anteil der männlichen Pkw-Fahrer mit 89,8% ist sehr hoch, spiegelt jedoch auch das Geschlechterverhältnis am Fachbereich Verkehrswesen und Angewandte Mechanik wider.

Durch diese spezielle Stichprobe können nur bedingt Rückschlüsse auf die Berliner Bevölkerung gezogen werden. Alle Befragten haben den gleichen Arbeitgeber oder Studienort und überwiegend - was den Fahrtzweck Arbeit oder Studium anbetrifft - das gleiche Ziel, das dann bei den weiteren Fahrten als Quelle auftritt, das jedoch wegen unterschiedlicher Fachgebiete und Institute räumlich nicht unbedingt eng beieinander liegen muß. Weiterhin muß angemerkt werden, daß alle Befragten berufstätig sind oder studieren, und nur einigen Berufsgruppen angehören (Arbeiter, Angestellte, Beamte, Studierende). Sie haben jedoch verschiedene Wohnorte (der Hauptteil der Befragten ist 20 der 23 Berliner Bezirke zuzuordnen) und unterscheiden sich in der weiteren Tagesgestaltung. Es kann also ein Einblick in die Pkw-Nutzung dieser Gruppe gewonnen werden. Für einen Vergleich mit anderen Erhebungen bzw. mit der amtlichen Statistik werden die Merkmale Haushaltsgröße, verfügbare Pkw im Haushalt, Motorgröße der Pkw im Haushalt und der eingesetzten Pkw, Fahrtzwecke und Aktivitätsmuster ausgewertet und vorgestellt.

Im Januar 1997 wurde die Befragung bei Berliner Pkw-Nutzern wiederholt und dem oben in Kapitel 3.12.3 beschriebenen Fragebogen beigelegt. Wenn auch oben schon Aussagen zu den 147 Befragten und ihren soziodemographischen Daten, z.T. auch zur Verkehrsteilnahme, gemacht wurden (s. Kapitel 3.12.3), werden hier zum Vergleich der Auswertungen einige Ergebnisse wiederholt.

In den folgenden Kapiteln sollen die gewonnenen Daten vorgestellt werden. Beide Erhebungen gehen hier ungewichtet ein und bekommen, um einen Vergleich anzustellen, z.T. einige Ergebnisse anderer Erhebungen, insbesondere die der AUTOMOTIV, oder die Aussagen zur Grundgesamtheit (die Berliner Bevölkerung) an die Seite gestellt. Als Kernpunkt soll sich eine Überprüfung der Hypothesen des Kapitels 5.12 entwickeln.

5.13.2 Haushaltsgröße

Auffällig ist bei der Berliner Statistik [STALA 1997a] der im Vergleich zu den Befragungen große Anteil der Einzelpersonenhaushalte (46,2%) und der kleinere Anteil der Haushalte mit vier und mehr Personen (siehe Tabelle 5-4). Untereinander gibt es bei den Befragungen 1996 und 1997 nur bei den Zweipersonenhaushalten eine nennenswerte Abweichung. Auch beim Mittelwert der Haushaltsgrößen wird das Gewicht der Singlehaushalte in Berlin deutlich, während bei den Befragungen untereinander fast identische Ergebnisse vorliegen. Hier wird zusätzlich in Klammern auf die Gesamtstichprobe der Befragung 1996 hingewiesen, die der Ber-

liner Grundgesamtheit mehr entspricht. In den folgenden Auswertungen werden nur noch die Pkw-Nutzer aus der Befragung betrachtet.

Haushaltsgröße	Befragung 1996	Befragung 1997	Berlin 1995
Eine Person	24,5 (35,4)%	28,6%	46,2%
Zwei Personen	37,3 (35,4)%	28,6%	30,2%
Drei Personen	20,9 (17,7)%	21,1%	12,8%
Vier Personen und mehr	17,3 (11,5)%	21,7%	10,8%
Mittelwert	2,3 (2,1) Personen	2,4 Personen	1,9 Personen

Tabelle 5-4: Verteilungen der Haushaltsgröße (in Klammern: Gesamtstichprobe 1996)

5.13.3 Verfügbare Pkw im Haushalt

Die befragten Personen hatten - bis auf wenige Ausnahme - mindestens einen Pkw im Haushalt, auf den sie zurückgreifen konnten. Haushalte mit vier Pkw sind nur bei der ersten Befragung aufgetreten. Es standen im Mittel 1,4 (1996) und 1,3 Pkw pro Haushalt (1997) zur Verfügung.

Anzahl der Pkw im Haushalt	Befragung 1996		Befragung 1997	
	<i>Relative Häufigkeit</i>	<i>Kumulierte Häufigkeit</i>	<i>Relative Häufigkeit</i>	<i>Kumulierte Häufigkeit</i>
0	6,4%	6,4%	0,7%	0,7%
1	57,8%	64,2%	70,8%	71,5%
2	25,7%	89,9%	24,3%	95,8%
3	7,3%	97,2%	4,2%	100%
4	2,8%	100%	-	

Tabelle 5-5: Verteilungen der verfügbaren Pkw im Haushalt

5.13.4 Motorgröße der Pkw im Haushalt

Unterteilt man die Motorgröße der Pkw in den Haushalten in drei Klassen, so stellt man bei den Befragungen 1996 und 1997 beim Vergleich mit der AUTOMOTIV-Befragung eher geringe Differenzen fest. Bei der Befragung 1996 war die dritte Klasse schwächer besetzt als bei den beiden genannten Befragungen. In den EWS [FGSV 1997] findet sich eine Klassenaufteilung der Pkw mit Ottomotor in Deutschland für das Bezugsjahr 1993. In der letzten Spalte sind die Werte der Statistik des Bundesministers für Verkehr (BMV, jetzt BMVBW) [BMV 1997] mit dem Bezugsjahr 1994 angegeben, die jedoch in der Klassierung minimale Unterschiede aufweisen. Bei einem Vergleich dieser Werte mit den anderen Befragungen ist keine große Abweichung festzustellen. Etwa die Hälfte der Fahrzeuge hat einen Hubraum zwischen 1.400 und 1.999 cm³.

Motorgröße	Befragung 1996	Befragung 1997	AUTO-MOTIV	Deutschland 1993	Deutschland 1994
Bis 1.399 cm ³	36,8%	34,2%	29,9%	39,4%	33,8%*
1.400 bis 1.999 cm ³	53,5%	51,0%	53,7%	49,3%	51,4%**
2.000 cm ³ und mehr	9,7%	14,8%	16,4%	11,3%	13,9%

* bis 1.499 cm³

** von 1.500 cm³ bis 1.999 cm³

Tabelle 5-6: Verteilungen der Motorgrößen der Pkw im Haushalt

Bei der weiteren Spezifizierung der Pkw in den Haushalten ergab sich folgendes Bild: Bei der Befragung 1996 waren 76,1% der Pkw mit einem Katalysator ausgerüstet, 15,5% hatten einen Dieselmotor. Bei der Befragung 1997 waren dies 70,4 bzw. 11,2%. Elektrofahrzeuge waren bei beiden Befragungen nicht unter den Fahrzeugen im Haushalt.

5.13.5 Motorgröße der eingesetzten Pkw

Betrachtet man die Motorgröße der bei den Fahrten benutzten Pkw, so ergeben sich im Vergleich zu den Pkw im Haushalt etwas andere Zahlen, da öfter die Fahrzeuge mittlerer Motorgröße eingesetzt wurden.

Motorgröße	Befragung 1996	Befragung 1997	AUTOMOTIV
Bis 1.399 cm ³	30,8%	33,6%	31,2%
1.400 bis 1.999 cm ³	61,1%	56,1%	52,1%
2.000 cm ³ und mehr	8,1%	10,3%	16,7%

Tabelle 5-7: Verteilungen der Motorgröße der eingesetzten Pkw

5.13.6 Fahrtzwecke

Vergleicht man zunächst die Häufigkeitsverteilung der Fahrtzwecke aller Fahrten ohne Heimfahrten bei den hier durchgeführten Befragungen 1996 und 1997, dann fällt nur bei den dienstlichen und geschäftlichen Fahrten (Fahrten in Ausübung des Berufes) ein größerer Unterschied auf, da diese Fahrten innerhalb der TU offensichtlich keine Rolle spielen und nur 1997 in nennenswerter Größe angefallen sind. Im Vergleich zu den Befragungen wurden hier neben den Werten der AUTOMOTIV-Befragung die Auswertungen der KONTIV 89 sowie BMV-Statistik [BMV 1997] für motorisierte Individualverkehrsfahrten (auf das Verkehrsaufkommen bezogen) in Deutschland herangezogen. In der KONTIV ist der Fahrtzweck Arbeit um etwa 10% stärker vertreten als in den Auswertungen des BMV und der AUTOMOTIV-Befragung, bei den Befragungen 1996 und 1997 gar um etwa 20%. Bei der AUTOMOTIV-Befragung ist der Zweck Einkauf im Vergleich um einige Prozentpunkte höher (30,4%) und hat dort sogar den größten Anteil an den Zwecken. Bei der BMV-Statistik spielt dafür der Fahrtzweck Freizeit mit 37,7% die größte Rolle und liegt etwa 10 bis 15% über den Freizeitanteilen der anderen Erhebungen. Die dienstlichen Fahrten sind bei der Befragung 1996 mit 1,5% auch im Vergleich mit den anderen Zahlen auf einem sehr geringen Niveau (Anteile zwischen 8,8 und 14,6%).

Fahrtzwecke	Befragung 1996	Befragung 1997	AUTOMOTIV	KONTIV 89	BMV 1995
Arbeit	44,8%	44,8%*	24,4%	34,3%	23,9%
Ausbildung	2,8%	-	2,1%	2,3%	2,6%
Dienstlich	1,5%	11,6%	8,8%	9,5%	14,6%
Einkauf	18,9%	14,8%	30,4%	22,5%	21,0%
Freizeit	26,2%	22,7%	28,3%	27,8%	37,7%
sonstiges	5,8%	6,1%	6,0%	3,6%	0,2%

* Arbeit und Ausbildung

Tabelle 5-8: Verteilungen der Fahrtzwecke (ohne Heimfahrten)

5.13.7 Aktivitätenmuster

Betrachtet man die Zwecke der einzelnen Fahrten, so lassen sich bestimmte Aktivitätenmuster bestimmen, die besonders häufig vorkommen. *Zumkeller/Seitz* [ZUMKELLER/SEITZ 1993] berichten bei der Auswertung der KONTIV 89 über die zehn häufigsten Aktivitätenmuster pro Personengruppe, die einen Anteil von 60 bis 90% an allen möglichen Wege- oder Fahrtenketten pro Tag haben. Es besteht somit die Möglichkeit, einen Vergleich der KONTIV mit den eigenen Befragungen hinsichtlich der angegebenen Aktivitätenmuster durchzuführen.

Bei der Auswertung der Befragungen 1996 und 1997 zeigte sich ebenfalls ein sehr großes Spektrum an durchgeführten Aktivitätenketten, wobei aber sehr wenige - jeweils sieben - deutlich ausgeprägte Häufigkeiten aufwiesen. Diese gehören, mit einer Ausnahme, auch zu den zehn häufigsten Wegekettens der KONTIV. Kürzt man die Aktivität Wohnen mit W, Arbeit/Ausbildung mit A, Einkauf/Besorgung mit E und Freizeit mit F ab, so ergeben sich folgende Anteile der sieben häufigsten Aktivitätenmuster der Befragungen 1996 und 1997 für einen durchschnittlichen Tag (s. Tabelle 5-9). Zum Vergleich sind die Aktivitätenmuster der KONTIV für Erwerbstätige mit Pkw in Städten über 100.000 Einwohner angeführt.

Aktivitätenmuster	Befragung 1996	Befragung 1997	KONTIV 89
W - A - W	31,1%	29,9%	37%
W - A - W - F - W	6,4%	7,6%	11%
W - F - W	5,5%	5,6%	3%
W - A - W - E - W	4,6%	3,5%	6%
W - A - E - W	4,6%	2,8%	4%
W - E - W	3,7%	-	3%
W - E - W - F - W	3,7%	-	2%
W - A - F - W	-	2,8%	-
W - A - W - A - W	-	2,8%	3%
Rest	40,4%	45,0%	30%

Tabelle 5-9: Verteilungen der häufigsten Aktivitätenmuster

5.13.8 Anzahl täglicher Fahrten

Insgesamt haben die Befragten im Jahr 1996 Angaben zu 335 und 1997 Angaben zu 449 Fahrten gemacht. Dabei führten über 40% (47,8 bzw. 41,7%) an einem typischen Tag zwei Fahrten durch. Es handelt sich dabei bei der ersten Fahrt überwiegend um Fahrten zur Arbeit (Anteile von 73,4 bzw. 67,4%) und bei der zweiten Fahrt um Heimfahrten mit Anteilen von 61,7 bzw. 58,6%. Weitere 39 bis 45% setzen ihr Fahrzeug für drei oder vier Fahrten ein, so daß zusammen in über 87% der Fälle die Einsatzhäufigkeit an einem typischen Tag vier Fahrten nicht

überschreitet. Die geraden Zahlen zwei und vier haben bei den Fahrtenanzahlen pro Tag erwartungsgemäß den größten Anteil, da Fahrtenketten, bei denen eine gerade Anzahl von Aktivitätsorten aufgesucht wird, gegenüber einfachen Hin- und Rückfahrten am häufigsten vorkommen.

An dieser Stelle muß auf den Unterschied zwischen den erhobenen Pkw-Fahrten der AUTOMOTIV-Befragung und den hier gemachten Aussagen zu Personenfahrten mit Pkw gemacht werden. Zwar machen *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992] keine Aussage zu der Personenanzahl, die im Laufe des Tages die Pkw-Fahrten unternehmen, weisen aber darauf hin, daß der Pkw durchaus von mehr als einer Person gesteuert werden kann. Da hier aber Aussagen zu den Fahrtenprofilen einzelner Personen gemacht werden sollten, wurde dieser Tatbestand vernachlässigt. Es war in erster Linie von Interesse, ob die Aussagen zur Mobilität der befragten Personen den Mobilitätseigenschaften von Elektrofahrzeugen entsprechen. In einem zweiten Schritt müssen dann bei einer Entscheidung zum Kauf eines Elektro-Pkw die Erfordernisse aller Nutzer eines Haushalts oder anderer Nutzergemeinschaften in Betracht gezogen werden. Die fragliche Gruppe, bei der das Auto am wahrscheinlichsten von mehreren Haushaltsmitgliedern benutzt werden könnte, ist die der Personen aus Haushalten mit einem Pkw. Aber auch bei diesen Personen zeigten sich bei der Befragung 1996 überwiegend Fahrtenmuster, die am frühen Morgen beginnen und auch Fahrten am Abend und späten Abend einschließen und wenig Zeit für eine weitere Nutzung lassen. So wurden von diesen Personen 74,1% der Fahrten zwischen 6 und 9 Uhr begonnen und in knapp 65% der Fälle die letzte Fahrt erst nach 18 Uhr beendet. In 93,6% der Fälle hat das Fahrzeug vor der ersten Fahrt mindestens acht Stunden ungenutzt gestanden. Ein Vergleich der Fahrtenhäufigkeitsverteilungen bei den beiden hier durchgeführten Befragungen zeigt, daß diese sehr ähnlich sind, obwohl sie von unterschiedlichen Personengruppen stammen. Die mittlere Fahrtenanzahl von 3,1 ist bei beiden gleich groß und unterscheidet sich auch nicht wesentlich von den durchschnittlich 3,4 Fahrten der AUTOMOTIV-Befragung.

Anzahl der Fahrten/Tag	AUTOMOTIV		Befragung 1996		Befragung 1997	
	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert
1 Fahrt	5,6%	5,6%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%
2 Fahrten	39,1%	44,7%	45,0%	47,8%	38,9%	41,7%
3 Fahrten	10,1%	54,8%	13,8%	61,6%	19,4%	61,1%
4 Fahrten	23,5%	78,3%	25,7%	87,3%	26,4%	87,5%
5 Fahrten	7,0%	85,3%	7,3%	94,6%	7,6%	95,1%
6 Fahrten	11,2%	96,5%	4,6%	99,2%	4,9%	100%
7 und mehr	3,5%	100%	0,8%	100%	-	
Mittelwert	3,4 Fahrten/Tag		3,1 Fahrten/Tag		3,1 Fahrten/Tag	
Befragte	n = 5.248		n = 335		n = 449	

Tabelle 5-10: Verteilungen der Anzahl der Fahrten pro Tag und Mittelwerte

Der typische Tag für die in der Befragung angegebenen Fahrten war ein Wochentag. Die typische Fahrt wurde 1996 und 1997 im Mittel etwa zehnmal im Monat durchgeführt. Unterteilt man die Befragten der Erhebung des Jahres 1996 in regelmäßige und gelegentliche Nutzer des Pkw, so ergibt sich für die erste Gruppe ein Mittelwert von etwa dreizehn, für die zweite Gruppe ein Wert von sechs pro Monat für die Häufigkeit des als typisch angegebenen Fahrtenmusters.

5.13.9 Länge der Fahrten

Die Längen der einzelnen zurückgelegten Fahrten sind bei allen Befragungen gering, das wurde auch bei der Befragung im Sommer 1996 deutlich (s. Kapitel 3.12.2). So kann man bei allen Befragungen feststellen, daß über 50% der Fahrten nicht länger als 10 km waren. Nur ein geringer Teil der Fahrten (je nach Erhebung 1,2 bis 5,5%) war länger als 50 km. Mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test für empirische Verteilungen [HERZ U.A. 1992] kann festgestellt werden, daß die beiden Verteilungen der Befragungen 1996 und 1997 sich nicht signifikant voneinander unterscheiden (siehe Anhang 11). Auch die Mittelwerte 12,7 und 15,8 km sind nicht signifikant voneinander verschieden.

Nimmt man auch die Dauer der einzelnen Fahrten hinzu, so läßt sich aus dem Datenmaterial eine mittlere Geschwindigkeit aller durchgeführten Fahrten ermitteln. Diese lag bei der Befragung 1996 bei 26,7 km/h, 1997 bei 27,2 km/h. Bestätigt werden die Aussagen der Befragten durch die in Kapitel 3.12.2 beschriebene mündliche Befragung im Straßenraum, bei der eine mittlere Geschwindigkeit der Fahrten von 29,9 km/h errechnet wurde.

Fahrlänge	AUTOMOTIV		Befragung 1996		Befragung 1997	
	Häufigkeiten		Häufigkeiten		Häufigkeiten	
	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert
≤5 km	38,4%	38,4%	26,9%	26,9%	27,6%	27,6%
>5 – 10 km	22,5%	60,9%	26,0%	52,9%	26,1%	53,7%
>10 - 15 km	11,7%	72,6%	20,3%	73,2%	20,0%	73,7%
>15 - 20 km	7,7%	80,3%	20,0%	93,2%	13,1%	86,8%
>20 - 25 km	5,5%	85,8%	3,8%	97,0%	4,2%	91,0%
>25 - 50 km	8,7%	94,5%	1,8%	98,8%	6,7%	97,7%
>50 km	5,5%	100%	1,2%	100%	2,3%	100%
Mittelwert	16,6 km		12,7 km		15,8 km	

Tabelle 5-11: Verteilungen der Fahrlänge und Mittelwerte

Eine andere Literaturquelle für Fahrlängen im motorisierten Individualverkehr ist die Erhebung von Brög [BRÖG/ERL 1996]. Dort finden sich noch größere Anteile von Fahrten geringer Länge. 48% der Fahrten waren nicht länger als 5 km, 73% der Fahrten bewegten sich in einem Bereich bis 10 km. Die Auswertung der KONTIV 89 [HAUTZINGER U.A. 1992] schließlich zeigt, daß 95% der Fahrten bis zu 50 km lang sind und weniger als ein Prozent über eine Distanz von mehr als 150 km gehen.

5.13.10 Mittlere Länge in Abhängigkeit vom Fahrtzweck

Weitere Auswertungen der Befragungen zeigen, daß sich je nach Fahrtzweck unterschiedliche Fahrlängen ergeben. So kann man bei der Befragung 1996 für den Zweck Arbeit und Ausbildung eine mittlere Fahrtenlänge von 13,8 km (1997: 16,7 km), für den Zweck Einkauf und Besorgung 8,2 km (8,1 km) und bei Fahrten im Freizeitverkehr 16,5 km (15,2 km) ermitteln. Die entsprechenden Werte der AUTOMOTIV-Befragung lauten 15,3 km, 10,1 km bzw. 20,8 km, die der KONTIV 89 14,0 km, 7,3 km bzw. 16,3 km und zeigen ebenfalls die auffallende Länge der Freizeitfahrten.

5.13.11 Tagesfahrleistungen

Wichtiger als die Betrachtung der Längen der einzelnen Fahrten ist die gesamte an einem Tag erbrachte Fahrleistung. Zur Beantwortung der Frage, ob ein Elektrofahrzeug die vom Nutzer erbrachte Tagesfahrleistung ohne ein Nachladen der Traktionsbatterie erreicht, werden Häufigkeitsverteilungen der Fahrleistungen herangezogen. Es soll hier jedoch eine Möglichkeit einer Überschreitung eingeräumt werden, die mit 10% festgelegt wird: In 10% der Fälle darf beim Einsatz des batteriegetriebenen Stadtautos das Einsatz- und Gebrauchsmuster von den Mustern der beobachteten Fahrten abweichen und es müssen Einschränkungen hingenommen werden.

Legt man eine durchschnittliche Reichweite von 80 km für ein leichtes Stadtauto zugrunde (vgl. [VARTA 1996]), so zeigt sich, daß bei der ersten Befragung (1996) 95,5% der Tagesfahrlängen nicht länger als diese Distanz waren, bei der zweiten Befragung (1997) 91,7% (Tabelle 5-12) und somit für einen großen Kreis der Personen mit dem Elektrofahrzeug ein ausreichendes Verkehrsmittel zur Verfügung stehen würde. Im Vergleich dazu zeigt sich bei der AUTOMOTIV-Befragung, daß nur 82,1% der Pkw-Fahrten bis zu 80 km lang waren und noch 12,5% der Fahrten länger als 100 km waren. Auch der Mittelwert der Tagesfahrleistung liegt mit 56,6 km bedeutend höher als die mittleren Werte 39,0 km (1996) bzw. 49,1 km (1997). Hier kommt möglicherweise der Unterschied zwischen den Pkw-Tagesfahrten und den Tagespersonenfahrten zum Tragen, da die einzelnen Personen tendenziell eine geringere Fahrleistung am Tag erbringen als das Fahrzeug. Darauf weist auch der Mittelwert der KONTIV 89 für die Personentagesfahrleistung hin, der mit 40,3 km angegeben wird. Für Städte, die wie Berlin mehr als eine Million Einwohner haben, wurden 43,6 km ermittelt. Damit liegt dieser Wert zwischen den beiden in den Befragungen ermittelten Werten. Der Anteil der Fahrer mit Fahrleistungen über 100 km betrug bei der KONTIV 89 4,8% in der gesamten Stichprobe bzw. 5,4% für Städte mit mehr als einer Million Einwohner.

Tagesfahrleistung	AUTOMOTIV		Befragung 1996		Befragung 1997	
	Häufigkeiten		Häufigkeiten		Häufigkeiten	
	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert	Relativ	Kumuliert
≤10 km	14,5%	14,5%	7,3%	7,3%	8,3%	8,3%
>10 - 20 km	18,5%	33,0%	15,6%	22,9%	17,4%	25,7%
>20 - 30 km	13,1%	46,1%	16,6%	39,5%	21,5%	47,2%
>30 - 40 km	10,4%	56,5%	30,3%	69,8%	16,0%	63,2%
>40 - 50 km	10,3%	66,8%	14,7%	84,5%	13,2%	76,4%
>50 - 60 km	6,3%	73,1%	8,3%	92,8%	6,2%	82,6%
>60 - 80 km	9,0%	82,1%	2,7%	95,5%	9,1%	91,7%
>80 - 100 km	5,4%	87,5%	0,9%	96,4%	3,4%	95,1%
>100 - 150 km	5,9%	93,4%	1,8%	98,2%	1,4%	96,5%
>150 km	6,6%	100%	1,8%	100%	3,5%	100%
Mittelwert	56,6 km		39,0 km		49,1 km	

Tabelle 5-12: Verteilungen der Tagesfahrleistung an einem typischen Tag

An dieser Stelle bietet sich eine Betrachtung der Fahrten an, für die auch ein öffentliches oder nichtmotorisiertes Verkehrsmittel benutzt werden kann oder die unterlassen werden können. Grundsätzlich ist für den Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung auch ein Verkehrsmittelwechsel möglich, was auch die diesbezüglich hohe Bereitschaft in Kapitel 3 gezeigt hat. Hier sollen jedoch die Fahrtzwecke Einkauf und Freizeit betrachtet werden. Werden alle Fahrten zum Einkaufen und zurück zum Wohnort der beiden Befragungen zusammengefaßt (n=253), so

ergibt sich für die beiden Fahrten eine mittlere Länge von 16 km. Die Hälfte der Fahrten war nicht länger als 5 km und könnte z.B. mit dem Fahrrad erledigt werden, wenn das Gepäck leicht genug ist. Da der Anteil dieser Fahrten jedoch nur sehr gering war, würde sich beim Verkehrsmittelwechsel nur ein geringes Reduktionspotential ergeben.

5.13.12 Längere Fahrten

Neben den typischen Fahrten sind die sehr langen Fahrten innerhalb eines Monats von Interesse, die ohne nennenswerte Zwischenstops von weniger als einer Stunde durchgeführt werden, da diese z.Z. mit normalen Elektrofahrzeugen nicht zu bewältigen sind. Bei der ersten Befragung gaben 44 von 109 Personen (40,3%) an, daß sie keine Fahrten über 100 km durchführen, bei der zweiten Befragung 1997 waren das 60 von 144 (41,7%). Unterstellt man, daß bis zu zwei lange Fahrten im Monat bei Besitz eines Elektrofahrzeugs ohne Mobilitätseinschränkung durchgeführt werden können, wenn für diese Fahrten ein Leihfahrzeug zur Verfügung steht, so würde sich der Anteil der Personen mit Bewegungsfreiheit auf 69,7% (bzw. für die Befragung 1997 auf 71,5%) erhöhen. Bei der Befragung sollten keine Aussagen über die Notwendigkeit dieser langen Fahrten gemacht werden und somit könnten von diesen Fahrten unter Umständen einige entfallen oder auf andere Verkehrsmittel verlagert werden.

Berücksichtigt man zusätzlich bei der Auswertung noch die Anzahl der im Haushalt zur Verfügung stehenden Pkw, so verändern sich die Anteile an den langen Fahrten, wenn die langen Fahrten dann von den weiteren, konventionellen Pkw durchgeführt würden und gedanklich das bei der Befragung zugrunde gelegte Fahrzeug durch ein Elektrofahrzeug substituiert würde. Die Fahrten der Pkw aus allen Haushalten werden dabei um die Fahrtenanzahl der Pkw aus Haushalten mit mehreren Fahrzeugen reduziert; die Anzahl der Personen ohne längere Fahrten erhöht sich. Diese Vorgehensweise kann aber nur spekulativ bleiben, da keine Informationen über die Einsatzprofile der anderen Pkw vorliegen und somit ungewiß bleibt, ob denn das andere Fahrzeug für die langen Fahrten überhaupt herangezogen werden kann. Verfolgt man trotzdem diesen Gedanken, so würde sich der Anteil der Personen, die mit dem in der Befragung angesprochenen Pkw keine längeren Fahrten über 100 km durchführten, auf 65,1% (1996) bzw. 61,8% erhöhen. Zusammen mit den bis zu zwei Fahrten im Monat, die durch Leihfahrzeuge erbracht werden könnten, würden sich diese Zahlen auf 78,0% bzw. 70,1% erhöhen.

Die Tabellen 5-13 und 5-14 zeigen die Ergebnisse für die beiden Entfernungsbereiche 100 bis 150 km und über 150 km, jeweils ohne und mit Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt. 1996 haben 48,6% und 1997 49,3% der Befragten angegeben, daß sie Fahrten zwischen 100 und 150 km durchgeführt haben, sowie 32,1% bzw. 34,0%, daß sie Fahrten über 150 km in einem durchschnittlichen Monat durchgeführt haben. Diese Anteile können sich auf die in den Tabellen angeführten Werte reduzieren, wenn Haushalte mit mehreren Pkw berücksichtigt werden. So würde sich z.B. für mehr als zwei lange Fahrten eine Reduktion des Anteils auf 5,5% bzw. 3,5% bei den Fahrten über 150 km ergeben. Bei einem Vergleich beider Befragungen fällt ins Auge, daß die Verteilungen der längeren Fahrten im Monat ähnlich sind.

Anzahl der langen Fahrten pro Monat (100 - 150 km)	Befragung 1996		Befragung 1997	
	<i>Ohne Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Mit Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Ohne Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Mit Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>
0	51,4%	74,3%	50,7%	70,1%
1	15,6%	7,3%	17,4%	10,5%
2	9,2%	3,7%	13,2%	8,3%
Mehr als 2	23,8%	14,7%	18,7%	11,1%
Anzahl der Befragten	n = 109	n = 109	n = 144	n = 144

Tabelle 5-13: Verteilung der Fahrten zwischen 100 km und 150 km Länge

Anzahl der langen Fahrten pro Monat über 150 km	Befragung 1996		Befragung 1997	
	<i>Ohne Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Mit Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Ohne Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>	<i>Mit Berücksichtigung mehrerer Pkw im Haushalt</i>
0	67,9%	79,8%	66,0%	86,1%
1	16,5%	9,2%	19,4%	13,2%
2	7,3%	5,5%	7,6%	6,2%
Mehr als 2	8,3%	5,5%	7,0%	3,5%
Anzahl der Befragten	n = 109	n = 109	n = 144	n = 144

Tabelle 5-14: Verteilung der Fahrten über 150 km Länge

5.13.13 Anzahl der Insassen und Gepäckstücke

Bei den hier durchgeführten Befragungen gaben 75,1% (1996) und 73,8% (1997) der Befragten an, daß die Fahrten ohne weitere Mitfahrer durchgeführt werden. Insgesamt fanden 96,1% bzw. 93,7% der Fahrten mit nicht mehr als zwei Insassen statt.

So sind auch hier die geforderten 10% der Fahrten, die die Möglichkeiten der elektrischen Stadtautos überschreiten, noch nicht erreicht. Bei der AUTOMOTIV-Befragung lagen die Anteile der Fahrten mit einem Insassen deutlich darunter, Fahrten mit zwei Insassen fanden häufiger statt, so daß sich ein Anteil der Fahrten mit maximal zwei Personen von 88,5% ergab. Unterschiede werden auch beim mittleren Besetzungsgrad (1,6) bei der AUTOMOTIV-Befragung deutlich, der etwas über den Werten der beiden anderen Befragungen liegt.

Insassen pro Fahrt	AUTOMOTIV	Befragung 1996	Befragung 1997
1	61,2%	75,1%	73,8%
2	27,3%	21,0%	19,9%
3	7,0%	2,7%	3,4%
4	3,1%	0,6%	2,5%
5 und mehr	1,4%	0,6%	0,4%
Mittelwert	1,6 Personen	1,3 Personen	1,4 Personen

Tabelle 5-15: Verteilungen der Insassen pro Fahrt und Mittelwerte

Bei 57,2% aller Fahrten (1996) bzw. sogar 75,0% der Fahrten (1997) wurden nur die Insassen transportiert. Wurden Güter transportiert, waren lediglich jeweils nur etwa 3% größere oder schwerere Dinge als Taschen, Gepäckstücke oder Einkaufsartikel, nämlich Dinge wie Gartenutensilien, Musikanlagen, Baustoffe oder Getränkeboxen, im Pkw. Die an einem typischen Tag durchgeführten Fahrten lassen erkennen, daß hinsichtlich der Besetzung mit Insassen und des Transports zusätzlicher Dinge der Einsatz von Stadtautos mit zwei Sitzplätzen und geringer Gepäckkapazität für die Mobilitätsansprüche überwiegend ausreichend ist. Allerdings muß dann für Transporte von sperrigen oder schweren Gegenständen, die eine Ausnahme darstellen, auf ein geeigneteres Fahrzeug zurückgegriffen werden (Vermittlung eines Mietwagens oder eines Fahrzeugs einer Car Sharing-Organisation durch einen Mobilitäts-Pool, Erst- oder Zweitwagen).

5.13.14 Standzeiten der Pkw

Angaben über die Standzeiten der Pkw vor der ersten Fahrt können Aufschluß darüber geben, ob die Zeit ausreichend für eine Nachladung der Traktionsbatterie eines Elektrofahrzeugs ist. Acht Stunden werden bei normalen Batterien und Ladestationen derzeit benötigt, um die volle Ladekapazität zu erreichen. Weiterhin können Informationen über Pausen zwischen den weiteren Fahrten des Tages Potentiale für ein Nachladen (z.B. am Arbeitsplatz) aufdecken. Bei der Betrachtung einzelner Pkw-Fahrten zeigte sich bei der AUTOMOTIV-Befragung, daß die Pkw in 52,3% der Fälle acht und mehr Stunden pausierten, im Mittel neun Stunden. Der Mittelwert beträgt bei den weiteren Fahrten des Tages jedoch nur drei Stunden, kurze Pausen unter einer Stunde sind mit 37,8% deutlich ausgeprägt.

Bei den Befragungen der Jahre 1996 und 1997 zeigte sich, daß in 95,5% bzw. 94,4% der Fälle acht und mehr Stunden zwischen den Einsätzen lagen und somit nahezu problemlos diese Zeit zum Nachladen der Batterie genutzt werden kann (Tabelle 5-16). Die Mittelwerte liegen bei 21,5 Stunden bzw. 21,8 Stunden und entstanden durch den Einfluß längerer Pausen bei einigen Befragten. Der Medianwert liegt bei 13 bzw. 12 Stunden, der Modalwert beträgt in beiden Fällen 12 Stunden. Zwischen den weiteren Fahrten des Tages waren die Pausen bei beiden Befragungen im Mittel 4,3 Stunden lang (bei einem identischen Medianwert von 2,5 Stunden). Auch hier zeigte sich wieder eine große Ähnlichkeit der Verteilungen.

Standzeit vor Fahrtbeginn	Erste Fahrt des Tages		Weitere Fahrten des Tages	
	Befragung 1996	Befragung 1997	Befragung 1996	Befragung 1997
≤1 h	0,9%	0,7%	20,9%	24,2%
>1 - 2 h	-	-	12,4%	14,0%
>2 - 3 h	-	0,7%	19,1%	14,0%
>3 - 4 h	-	0,7%	5,8%	7,0%
>4 - 5 h	-	-	3,1%	5,6%
>5 - 6 h	-	0,7%	5,8%	4,7%
>6 - 7 h	1,8%	1,4%	2,2%	3,3%
>7 - 8 h	1,8%	1,4%	4,9%	3,0%
>8 h	95,5%	94,4%	25,8%	24,2%
Mittelwert	21,5 h	21,8 h	4,3 h	4,3 h
Median	13,0 h	12,0 h	2,5 h	2,5 h
Modalwert	12,0 h	12,0 h	2,0 h	0,5 h

Tabelle 5-16: Verteilungen der Standzeiten vor der ersten Fahrt und vor weiteren Fahrten und Mittelwerte

Da bei der ersten Fahrt, aber auch im Gesamtergebnis, der Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung dominiert, sollen die Standzeiten zwischen zwei Fahrten, bei denen die erste durch die Fahrt zur Arbeits- und Ausbildungsstätte charakterisiert ist, näher untersucht werden (s. Tabelle 5-17). Bei ausreichender Zeit können - bei einer achtstündigen Arbeitszeit - neben Nachladungen auch Hauptladungen vorgenommen werden, wenn es auf dem Gelände des Arbeitgebers die Möglichkeit dazu gibt. Auf diese Weise kann auf eine Installation von Ladestationen am Heimatort verzichtet werden.

Mindestens die Hälfte der Befragten hat den Pkw beim Arbeiten für acht und mehr Stunden abgestellt. Der Mittelwert beträgt 7,3 h für die Befragung 1996 bzw. 6,8 h für die Befragung 1997. Auch die Mediane sind mit 8,0 h bzw. 8,2 h sehr ähnlich, die Modalwerte sind mit je 9 h gleich. Auffällig ist, daß der Anteil der kurzen Standzeiten unter einer Stunde bei der Befragung 1997 viel stärker ausgeprägt war.

Es ist festzustellen, daß für einen großen Teil der Nutzer ein Aufladen eines Elektrofahrzeuges während der Arbeitszeit ein Laden der Traktionsbatterien Vorteile verschaffen könnte. Es bleibt jedoch den Arbeitgebern überlassen, für die Beschäftigten Ladestellen zur Förderung von Elektrofahrzeugen zu schaffen. Am Zielpunkt des Fahrtzwecks Arbeit und Ausbildung hatten bei der ersten Befragung (1996) 64,6% der Befragten einen Parkplatz im öffentlichen Straßenraum (Straßenrand oder Parkplatz) benutzt, nur etwa ein Drittel hatte einen Parkplatz auf dem TU-Gelände zur Verfügung, auf dem Ladestationen installiert werden könnten.

Standzeiten nach dem Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung	Befragung 1996	Befragung 1997
≤ 1 h	1,1%	10,8%
> 1 - 2 h	5,2%	8,4%
> 2 - 3 h	6,3%	5,8%
> 3 - 4 h	4,2%	3,3%
> 4 - 5 h	8,5%	3,4%
> 5 - 6 h	7,5%	6,6%
> 6 - 7 h	1,9%	2,5%
> 7 - 8 h	10,6%	9,2%
> 8 h	54,7%	50,0%
Mittelwert	7,3 h	6,8 h
Median	8,0 h	8,2 h
Modalwert	9,0 h	9,0 h

Tabelle 5-17: Verteilungen der Standzeiten nach der Fahrt zur Arbeit oder Ausbildung und Mittelwerte

Zur Klärung der Frage, wieviel Zeit beim Abstellen des Pkw während der Arbeitszeit zur Verfügung steht, können auch andere Befragungen, die im Fachgebiet durchgeführt wurden, herangezogen werden. So wurden im Wintersemester 1994/1995 Befragungen an Berliner Park&Ride-Plätzen zur Ermittlung der Nutzerstruktur durchgeführt. In den Sommersemestern der Jahre 1995 bis 1997 standen Pkw-Nutzer im ruhenden Verkehr aufgrund verschiedener Fragestellungen im Mittelpunkt des Interesses. So ergaben sich Mittelwerte der Parkdauer für den Fahrtzweck Arbeit und Ausbildung in der unmittelbaren Umgebung des Parkplatzes von 4,2 h (Park&Ride-Platz), 5,2 h (City Neukölln 1995) und 4,2 bzw. 2,8 h (City West 1996 und 1997).

Möglich wäre auch eine Installation von Ladestationen auf Park&Ride-Plätzen, um diese Kombination des öffentlichen Verkehrs und des MIV mit elektrischem Antrieb zu fördern. Die mittleren Standzeiten bei Park&Ride-Fahrten in Berlin lagen jedoch nur bei 5,9 h in Reinickendorf und 7,1 h in Spandau, wobei mit einem Anteil von 69,8% die Fahrt zur Arbeit und Ausbildung bei den Zwecken der gebrochenen Fahrt deutlich überwog. Die Parkdauer ist tendenziell höher als bei den Pkw-Nutzern, die den Arbeitsplatz in der Nähe des Stellplatzes aufsuchen, da in der Standzeit auch die Fahrzeit mit den öffentlichen Verkehrsmitteln enthalten ist. Trotzdem können aus diesen Mittelwerten keine ausreichenden Zeitspannen für ein komplettes Laden der Batterie bei normaler Ladedauer abgelesen werden. Möglich wäre eine geringe Anzahl an Ladestationen für das Nachladen.

5.13.15 Standorte der Pkw

Neben der ausreichenden Ladezeit existiert eine weitere notwendige Voraussetzung für den Einsatz der Elektrofahrzeuge: Das Auf- bzw. Nachladen der Traktionsbatterien, z.B. während der Nachtzeit, muß generell und problemlos möglich sein, vorzugsweise in der Nähe der Wohnung der Nutzer. Stehen dazu im öffentlichen Straßenraum keine Geräte zur Verfügung, was nahezu überall in Berlin der Fall ist, so kommen nur Ladegeräte auf dem Grundstück der Wohnung oder gar des Eigenheims in Frage, sieht man von den oben angesprochenen Nachlademöglichkeiten nach weiteren Fahrten am Tage ab. Auf die Frage nach dem Standort vor der ersten Fahrt am Tag wurde bei der AUTOMOTIV-Befragung in 80,6% der Fälle ein privater Parkplatz angegeben. Daß daraus nicht auf die generelle Situation des ruhenden Verkehrs auf Privatflächen in Deutschland geschlossen werden darf (bei *Hautzinger u.a.* [HAUTZINGER U.A. 1992] wird diese Verallgemeinerung jedoch gemacht), zeigen die beiden Befragungen, die in Berlin durchgeführt wurden und typisch für die Situation in Ballungsräumen sind: Nur 25,7% bzw. 16,7% der Befragten haben für den eingesetzten Pkw einen privaten Parkplatz angegeben (s. Tabelle 5-18), d. h., daß dort in den Garagen von Eigenheimen und auf den Parkplatzanlagen von Wohnhäusern eventuell die Möglichkeit bestünde, mit Hilfe einer Haushaltssteckdose die Batterie zu laden. Über die Hälfte der Befragten jedoch hat den Straßenrand („Laternengarage“) als Parkplatz angegeben. Die charakteristische Situation in Berlin mit dichter Blockrandbebauung ohne Parkmöglichkeiten im Blockinneren verschlechtert also die Einsatzbedingungen.

Standort	AUTOMOTIV	Befragung 1996	Befragung 1997
Straßenrand	17,3%	54,1%	57,6%
Öffentlicher Parkplatz	1,4%	3,7%	14,6%
Privater Parkplatz	80,6%	25,7%	16,7%
Parkhaus/Tiefgarage	0,7%	16,5%	11,1%

Tabelle 5-18: Verteilungen der Standorte der Pkw vor der ersten Fahrt am Tag

Auch bei den Standorten vor den weiteren Fahrten des Tages ergibt sich ein ähnliches Bild, da über die Hälfte der Pkw-Nutzer das Fahrzeug am Straßenrand abstellte (s. Tabelle 5-19):

Standort	Befragung 1996	Befragung 1997
Straßenrand	54,9%	56,0%
öffentlicher Parkplatz	11,5%	19,2%
Privater Parkplatz	22,6%	18,3%
Parkhaus/Tiefgarage	11,0%	6,5%

Tabelle 5-19: Standorte der Pkw vor den weiteren Fahrten

5.13.16 Einstellung zum Elektrofahrzeug

Neben der Bestimmung des Einsatzpotentials aus den Fahrprofilen der Nutzer herkömmlicher Pkw sind auch die Meinungen der Befragten über die Elektrofahrzeuge von Bedeutung. Nach der Beschreibung eines typischen Elektrofahrzeugs im Kleinwagenformat mit den Spannweiten der Eigenschaften Reichweite (80 bis 170 km) und Höchstgeschwindigkeit (70 bis 120 km/h) sowie eines Kaufpreises in Höhe von etwa 30.000 DM als untere Grenze der am Markt erhältlichen Fahrzeuge sollte sich der befragte Personenkreis in einer offenen Fragestellung dazu äußern, ob die Nutzung eines Elektrofahrzeugs denkbar wäre und welche Gründe gegebenenfalls dagegen sprechen. Nur vier Personen gaben an, den Kauf eines Elektrofahrzeugs in Erwägung gezogen zu haben, sind aber bisher durch den hohen Kaufpreis und die fehlende Infrastruktur abgeschreckt worden.

Da die zwölf am häufigsten genannten Gründe gegen das Elektrofahrzeug (bei Mehrfachantworten) in beiden Befragungen 1996 und 1997 die gleichen waren, werden die insgesamt 562 Antworten der 109 TU-Angehörigen (regelmäßige und gelegentliche Pkw-Nutzer) und der übrigen 147 Befragten des Jahres 1997 zusammengefaßt. Die Antworten waren mit abnehmender Häufigkeit hohe Anschaffungskosten, geringe Reichweite, andere Gründe, fehlende Infrastruktur, geringe Geschwindigkeit, erhöhte Stromerzeugung, lange Nachladedauer, Elektrofahrzeug nur als Zweitwagen einsetzbar, geringe Sicherheit, mangelnde Information, geringer Stauraum und mangelnder Komfort.

Auch wenn einige Personen sich mangelhaft über das Thema „Elektrofahrzeuge“ informiert fühlten, zeigen die Antworten einen hohen Kenntnisstand über diese Fahrzeuge, auch bei den Befragten außerhalb der TU. Neben ökologischen Bedenken (erhöhte Stromerzeugung) wurden überwiegend fahrzeugspezifische Gründe angeführt, die gegen einen derzeitigen Einsatz sprechen. Zu den anderen Gründen zählten ein „beleidigendes Design“, ein „unbefriedigender Motorsound“, mangelndes Fahrvergnügen, geringe Anhängelast und Steigungsfähigkeit sowie auch die Aussage, daß Elektrofahrzeuge kein geeignetes Mittel zur Lösung der zunehmenden Probleme im Verkehrsbereich sind.

Bei der Befragung im Jahr 1997 bot sich mit dem Instrument der Methoden der Stated Preferences die Möglichkeit, für die Ermittlung der Teilnutzen verschiedener Leistungsmerkmale von Elektrofahrzeugen die Antwortform des „Stated Ranking“ einzusetzen (s. [KADEN 1997]) Es wurden die beiden am häufigsten genannten Gründe gegen das Elektrofahrzeug - Anschaffungspreis und Reichweite - ausgewählt und diesen ein weiteres Merkmal, die Höchstgeschwindigkeit, zur Seite gestellt. Als Ausprägungen wurden jeweils drei an der Wirklichkeit orientierte Werte ausgewählt.

Es zeigte sich auch hier, daß der Preis des Elektrofahrzeugs die wichtigste Rolle bei der Kaufentscheidung spielen würde, da die relative Wichtigkeit 45% erreichte. Die Reichweite ist für die Befragten mit 34% wesentlich wichtiger als die Höchstgeschwindigkeit mit 21%.

5.13.17 Reaktionen auf Restriktionen

Zur Untersuchung der Reaktionen auf eine verkehrsbeschränkende Maßnahme wurde in beiden Befragungen des Fachgebiets ein Szenario entworfen, welches im Parkraumbewirtschaftungsgebiet City West nur das Parken für Anwohner sowie für Besucher, wenn sie Nutzer von Elektrofahrzeugen sind, vorsieht.

Die Fahrtzwecke der Befragten beim Aufsuchen des Gebiets der Parkraumbewirtschaftung waren bei den beiden Befragungen ähnlich verteilt. Jeweils etwa ein Drittel entfällt auf den Zweck Arbeit/Ausbildung, Einkauf/Besorgung und Freizeit:

Fahrtzwecke im Gebiet	Befragung 1996	Befragung 1997
Arbeit/Ausbildung	36,1%	32,7%
Einkauf/Besorgung	35,3%	34,3%
Freizeit	28,6%	33,0%

Tabelle 5-20: Verteilungen der Fahrtzwecke bei Fahrten in die City West

Auf die Frage nach den Reaktionen auf die im Szenario genannte Maßnahme gaben in beiden Befragungen von den zusammen 230 Personen, die auf diese Fragen geantwortet haben, nur 18 an, daß sie sich vorstellen können, dieser Maßnahme mit der Benutzung eines Elektrofahrzeugs zu begegnen. Davon würden nur acht Personen einen Pkw käuflich erwerben, drei würden an einem Leasing-Verfahren teilnehmen und sieben würden ein Elektrofahrzeug beim Car Sharing mit anderen Nutzern teilen, was natürlich ein diesbezügliches Angebot bei den Car Sharing-Organisationen voraussetzt.

5.14 Freizeit- und Urlaubsfahrten

Zu den Einsatzbedingungen von elektrisch angetriebenen Stadtautos gehören auch Konzepte zur Anmietung von herkömmlichen Pkw, wenn diese nur für wenige Tage im Jahr benötigt werden, auch wenn in diesem Fall keine spontanen, längeren Fahrten (z.B. Ausflüge am Wochenende) mit dem Pkw durchgeführt werden können. Die Berliner haben z.B. im Jahr 1993 im Mittel 10 Ausflüge ins Umland gemacht [FU:N 1994], 1998 waren es schon knapp 13 Ausflüge [DER TAGESSPIEGEL 1999]. In 75% bzw. 71% der Fälle wurde der Pkw benutzt.

In Frage kommen für die Konzepte nur solche Haushalte, in denen sich nur ein Pkw befindet und der dann durch ein elektrisch angetriebenes Stadtauto ersetzt wird. Für eine längere Freizeitfahrt oder Urlaubsreise ist das Fahrzeug mit seiner geringen Reichweite nicht geeignet und zudem nicht groß genug, die Personen und das Gepäck zu transportieren. Für diesen Zweck kann auf ein Fahrzeug einer Vermietung oder einer Car Sharing-Agentur zurückgegriffen werden. Auch große Hersteller können, wie bei der Einführung des Stadtautos Smart, das nur an ausgewählten Orten verkauft wird, Mobilitätskonzepte anbieten. Smart-Fahrer können ein Jahr lang kostenlos auf Fahrzeuge beliebiger Car Sharing-Organisationen zurückgreifen.

Um den Bedarf an Mietfahrzeugen in Berlin für diese Fälle abzuschätzen, muß eine Berechnung angestellt werden: Der Anteil von Haushalten mit Pkw liegt etwa bei 59%. Von denen sind etwa 56% mit nur einem Pkw versehen, was etwa einer Zahl von 600.000 Haushalten in Berlin entspricht. Befänden sich in diesen Haushalten 10% Elektrofahrzeuge, so würden für die Urlaubsfahrten unter Berücksichtigung des MIV-Anteils von rund 54% [BMV 1997] an diesem Fahrtzweck im ungünstigsten Fall etwa 32.000 Pkw für Berlin bei gleichzeitigem Bedarf (z.B. Sommerurlaub) benötigt. Es ist zu vermuten, daß diese Anzahl von Pkw bei Vermietern und Car Sharing-Organisationen nicht zur Verfügung steht. Bundesweit sind etwa 130.000 Miet-Pkw im Einsatz [DER TAGESSPIEGEL 1998d]. Die Summe der Miet-Pkw in Berlin ist zwar nicht bekannt, hier wird jedoch ein Anteil an den deutschen Mietwagen von maximal 10% geschätzt (ca. 13.000 Pkw). Mit einem Buchungssystem und einer weitestgehenden Verteilung der Fahrten auf die Ferienzeiten könnte diese Situation abgemildert werden. Da jedoch auch Mietwagen in der Stadt für andere Fahrtzwecke zur Verfügung stehen müssen, und diese für diese Spitzenzeiten (maximal zehn Wochen im Jahr) nicht zusätzlich von

den Unternehmen angeschafft werden sollten, kann auch ein Mietwagen am Urlaubsort in Erwägung gezogen werden, was einen Wechsel des Verkehrsmittels für die Reise (z.B. Bahn oder Flugzeug) voraussetzt.

Soll das Stadtauto den Besitzer im Urlaub begleiten, wären Autoreisezüge denkbar, bei denen ein platzsparendes Querbefahren möglich ist (vgl. [REIHER 1997]). Liegt der Zielbahnhof unweit des Ferienortes und steht dort eine Lademöglichkeit zur Verfügung (z.B. am Ferienhaus), so kann sich der Einsatzbereich des Stadtautos somit erweitern. Dies bietet sich jedoch nur für eine Anzahl der Reisewilligen bis zu zwei Personen an.

5.15 Auswirkungen auf die Lärmemissionen im Straßenverkehr

Bei den herkömmlichen Verbrennungskraftfahrzeugen ist bei innerstädtischen Geschwindigkeiten das Motor- und Getriebegeräusch dominierend, erst bei höheren Geschwindigkeiten (etwa 80 km/h) sind die Rollgeräusche der Räder vorherrschend. In diesem Zustand gibt es demnach keine Vorteile für elektrisch angetriebene Fahrzeuge, wenn vergleichbare Reifenarten eingesetzt werden. Von Interesse ist hier jedoch der Stadtverkehr mit niedrigeren Geschwindigkeiten. Bei Versuchen mit einzelnen Elektrofahrzeugen wurde bei einer Geschwindigkeit von konstant 30 km/h eine um 1 bis 4 dB(A) geringere Lärmemission als bei konventionellen Pkw gemessen, bei beschleunigter Fahrt mit durchschnittlichen 20 km/h ist sie um 4 bis 6 dB(A) geringer [HÖPFNER 1997]. In [KNIE/BERTHOLD 1997] finden sich Hinweise, daß der Unterschied bei der Lärmemission gleichartiger Fahrzeuge (VW Golf) mit verschiedenen Antrieben während der Beschleunigung zwischen 2 und 10 dB(A) betragen kann.

Untersuchungen des Einflusses mehrerer Elektrofahrzeuge im Fahrzeugstrom auf den Lärmpegel gibt es bisher nicht, aber ersatzweise kann eine Untersuchung zur Pegelminderung durch einen Anteil leiserer Kraftfahrzeuge mit jeweils 10 dB(A) Lärmreduzierung herangezogen werden [KÖLTZSCH 1996]. Bei einem Anteil von 10% ergibt sich danach nur eine Minderung um etwa 0,5 dB(A), erst bei etwa 55% leisen Fahrzeugen eine hörbare Differenz von 3 dB(A). Diese Zahlen werden durch eine Anwendung der RLS-90 (Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 1990 [BMV 1990]) bestätigt, wenn der entsprechende Anteil an leisen Elektrofahrzeugen vereinfachend mit einer Reduktion der Verkehrsstärke gleichgesetzt wird. Vor dem Hintergrund dieser Zahlen scheint der Vorteil der Lärmarmut bei Elektrofahrzeugen im Zusammenspiel mit normalen Kraftfahrzeugen kaum ins Gewicht zu fallen. Erst bei vollständiger Durchdringung des Fahrzeugparks mit leisen Fahrzeugen ist bei einer Geräuschminderung von 10 dB(A) gegenüber dem normalen Fahrzeugkollektiv eine empfundene Halbierung des Lärms möglich. Es bleibt abzuwarten, ob diese Geräuschminderung nicht auch durch Verbesserungen an Verbrennungskraftmotoren im allgemeinen und durch einen steigenden Anteil an kleinen, leisen Fahrzeugen im besonderen erreicht werden kann und somit der Vorteil der Elektrofahrzeuge aufgehoben wird.

5.16 Auswirkungen auf den Zeitbedarfswert und die Sättigungsverkehrsstärke

Bei der Ermittlung der Leistungsfähigkeit einer Lichtsignalanlage wird entweder vom Zeitlückenverfahren oder dem Querschnittsverfahren Gebrauch gemacht. Das Zeitlückenverfahren dient der Bestimmung von Zeitbedarfswerten einzelner anfahrens Fahrzeuge in der Kolonne nach Grünbeginn (Freigabezeitbeginn). Beim Querschnittsverfahren wird die Sättigungsverkehrsstärke als die Anzahl der bei ausgelasteten Freigabezeiten die Haltlinie überfahrenden Fahrzeuge je Zeiteinheit - in der Regel die Grünstunde - durch Aufsummieren bestimmt. Ein mittlerer Zeitbedarfswert an Lichtsignalanlagen kann mit 1,8 bis 2,0 s pro Pkw angegeben werden, die Sättigungsverkehrsstärke beträgt demnach 1.800 bis 2.000 Pkw pro Fahrstreifen

und Grünstunde [FGSV 1992]. Um den Einfluß kurzer Fahrzeuge auf den Zeitbedarfswert an Lichtsignalanlagen zu ermitteln, können Testfahrten mit Stadtfahrzeugen und konventionellen Pkw auf einem Testgelände (z.B. als Rundkurs mit Lichtsignalanlage und Haltlinie) oder Berechnungen mit Hilfe eines mikroskopischen Simulationsmodells durchgeführt werden. Da Testfahrten im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich waren und auch das Einfügen veränderter Randbedingungen in ein bestehendes Simulationsmodell nicht ermöglicht werden konnte, muß auf eine Modellbetrachtung auf der Grundlage empirischer Zeitbedarfswertmessungen zurückgegriffen werden. Setzt man beim elektrischen Stadtfahrzeug ein gleiches Beschleunigungsvermögen wie bei konventionellen Fahrzeugen voraus, so ist es ohne Bedeutung, welches Fahrzeug an erster Position steht und die Haltlinie überfährt. Diese Vorgehensweise ist durchaus gerechtfertigt, wenn man bedenkt, das z.B. die Beschleunigungswerte der immerhin 900 kg schweren und mit 32 kW motorisierten Studie E1 von BMW [SCHINDLER 1995] denen normaler Pkw entsprechen (von 0 auf 100 km/h in 13 s). Der VW Golf mit einer Leistung von 44 kW benötigt dazu eine Zeit von 14 s. Unterschiede bei der ersten Position können durch ein unterschiedliches Aufstellverhalten der Fahrer von Stadtautos vor der Haltlinie wegen eines infolge der kurzen Haube veränderten Sichtfelds im Fahrzeug auftreten und somit zu anderen Wegstrecken führen, die bei Grünbeginn zurückgelegt werden müssen. Dieser mögliche Unterschied soll hier vernachlässigt werden. Weitere Auswirkungen von kurzen Stadtfahrzeugen machen sich beim Folgefahrzeug und somit beim Folgezeitbedarfswert bemerkbar, da sich der als Bruttoabstand bezeichnete Abstand der Fahrzeuge von der vorderen Stoßstange bis zur vorderen Stoßstange des Folgefahrzeugs durch das kurze Fahrzeug vermindert.

Umfangreiche Messungen von Zeitbedarfswerten und Sättigungsverkehrsstärken in der Berliner Innenstadt und im Umland sind von *Hoffmann/Nielsen* [HOFFMANN/NIELSEN 1994] durchgeführt worden. Die mittlere Sättigungsverkehrsstärke betrug bei den Messungen 2.150 Pkw/Grünstunde (1,67 s/Pkw). Als Nettoabstand der Fahrzeuge in der wartenden Kolonne konnte ein Mittelwert von 2,00 m bestimmt werden. Zusammen mit einer mittleren Länge der Pkw von 4,25 m ergibt sich bei den haltenden Fahrzeugen ein Bruttoabstand von 6,25 m. Die ursprünglich gemischten Kolonnen (Pkw, Lkw, Krafträder) wurden auf Pkw-Kolonnen zurückgeführt. Eine große Anzahl an Zeitbedarfswerten des geradeausfahrenden Verkehrs mit über lange Zeiträume hinweg gesättigten Freigabezeiten wurden in der Bismarckstraße im Bezirk Charlottenburg aufgezeichnet (s. Bild 5-3). Differenzen haben sich bei den durchgeführten Messungen der Zeitbedarfswerte zwischen den Fahrstreifen in Höhe von etwa 0,7 s gezeigt, da auf dem linken Fahrstreifen offensichtlich eine höhere Risikobereitschaft oder Aufmerksamkeit herrscht.

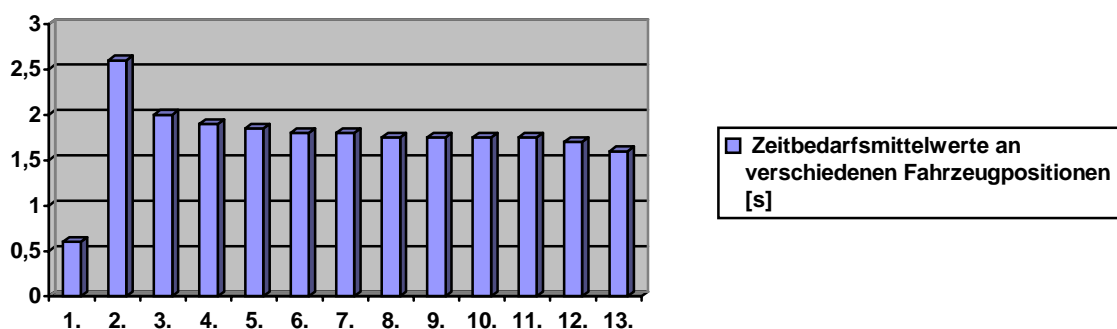


Bild 5-3: Mittelwerte von Zeitbedarfswerten (Quelle: nach [HOFFMANN/NIELSEN 1994])

Maßgebend ist der Bruttoabstand der Fahrzeuge beim Überqueren der Haltlinie, da für diesen Zeitpunkt die Zeitbedarfswerte bestimmt wurden. Da nur Abstände der Fahrzeuge in der stehenden Kolonne ermittelt wurden, muß auf die Messung der Geschwindigkeit an der Haltlinie zurückgegriffen werden, um durch das Multiplizieren der Geschwindigkeit mit dem Zeitbedarfswert zum Bruttoabstand der Fahrzeuge zu gelangen. Die Gegenüberstellung der Geschwindigkeitsmeßwerte und der mit diesen Werten durchgeführten Simulationsläufe eines mikroskopischen Simulationsprogramms zeigte eine gute Übereinstimmung (s. Anhang 13).

Als Geschwindigkeits-Zeit-Linie in Form einer Ausgleichskurve wurde hier eine Lösung der Differentialgleichung $\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\tau (v_w - v)}$ gewählt, die in der allgemeinen Form

$$v(t) = v_w (1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) \text{ lautet.} \quad (6)$$

$$\text{Sie wurde hier zu } v(t) = 55(1 - e^{\frac{-(t+5)}{15}}) \text{ bestimmt. Dabei ist} \quad (7)$$

- $v(t)$ die Geschwindigkeit [km/h] zur Zeit t ,
- v_w die Wunschgeschwindigkeit der Fahrer nach dem Anfahren [km/h] und
- τ die Relaxation (Maß des Abklingens).

Damit können nun die Geschwindigkeiten aller Fahrzeuge zum Zeitpunkt der Haltlinienüberfahrt bestimmt werden, wenn für diesen Zeitpunkt jeweils der summierte mittlere Zeitbedarfswert der jeweiligen Fahrzeugposition eingesetzt wird (s. auch Bild 5-4). Da am Meßort Bismarckstraße bei einer Freigabezeit von 20 s und einer Gelbzeit von 3 s im Mittel 13 Fahrzeuge die Haltlinie überquerten, wurden hier auch nur 13 Fahrzeuge betrachtet (Tabelle 5-21).

Position	Zeitbedarfs- mittelwert [s] (normale Pkw)	Zeitbedarfs- mittelwert [s] (kumuliert)	Geschwin- digkeit $v(t)$ [km/h]	Abstand der Pkw [m] an der Halt- linie	Zeitbedarfs- mittelwert [s] bei 10% Stadtautos	Zeitbedarfs- mittelwert [s] bei 10% Stadtautos (kumuliert)
1	0,68	0,68	17,33	-	0,68	0,68
2	2,58	3,26	23,29	16,68	2,55	3,23
3	2,04	5,30	27,32	15,50	2,02	5,25
4	1,93	7,23	30,66	16,43	1,90	7,15
5	1,86	9,09	33,49	17,28	1,84	8,99
6	1,82	10,91	35,95	18,15	1,81	10,80
7	1,79	12,70	38,09	18,92	1,77	12,57
8	1,75	14,45	39,95	19,43	1,73	14,30
9	1,76	16,21	41,61	20,31	1,75	16,05
10	1,73	17,94	43,07	20,69	1,72	17,77
11	1,74	19,68	44,38	21,49	1,73	19,50
12	1,69	21,37	45,51	21,38	1,67	21,17
13	1,57	22,94	46,46	20,29	1,57	22,74

Tabelle 5-21: Zeitbedarfsmittelwerte, Geschwindigkeiten und Abstände an der Haltlinie

An dieser Stelle soll eine Aussage über die Verteilung der Zeitbedarfswerte gemacht werden. Wenn eine Zufallsgröße nicht das Ergebnis vieler voneinander unabhängiger Einflußfaktoren ist, sondern diese sich gegenseitig bedingen, dann ist anstelle der Normalverteilung die logarithmische Normalverteilung zu erwarten [HERZ U.A. 1992]. Da diese Voraussetzung bis auf

den Zeitbedarfswert der ersten Position, an der frei beschleunigt werden kann, gegeben ist, wurden die Meßwerte auf diese Verteilungsform geprüft. Bei den logarithmierten Werten wurde nachgewiesen, daß sie als hinreichend normalverteilt angesehen werden können.

Von den ermittelten Bruttoabständen an den einzelnen Positionen wurde jeweils ein Wert von 1,75 m als Differenz zwischen den durchschnittlichen Pkw mit 4,25 m Länge und den Stadtautos mit 2,50 m Länge abgezogen, der Nettoabstand wird jedoch als konstant betrachtet. Mit diesem Wert wurde ein neuer mittlerer Zeitbedarfswert der jeweiligen Position bestimmt. Hier soll mit einem realistischen Anteil der elektrisch angetriebenen Stadtautos von 10% gerechnet werden.

Mit diesen Annahmen als Grundlage wurden von der ursprünglichen Verteilung der Zeitbedarfswerte 10% der Meßwerte in zufälliger Reihenfolge durch den neugeschaffenen Mittelwert ersetzt. Die Ergebnisse der so gewonnenen Zeitbedarfswerte der einzelnen Position sind ebenfalls in Tabelle 5-21 dargestellt. Wie man jedoch den einzelnen Zeilen entnehmen kann, sind die Differenzen zwischen den Mittelwerten der normalen Verteilung und der Verteilung mit einer geringen Zahl von Stadtautos nicht sehr groß, die Differenzen sind nichtsignifikant. Als gewichteter Mittelwert für das ganze Meßkollektiv ergeben sich 1,76 s gegenüber 1,78 s bei der Ausgangsverteilung. Auch auf die Sättigungsverkehrsstärke hat die Reduktion des gesamten Zeitbedarfs der Kolonne um 0,2 s von 22,94 auf 22,74 s keinen Einfluß, da durch die geringe Differenz kein weiteres Fahrzeug die Haltlinie überqueren kann. Bei einem Anteil von 100% imaginären Stadtautos ergibt sich rechnerisch ein Mittelwert von 1,62 s, der sich signifikant von dem der Ausgangsverteilung unterscheidet. Dies hätte eine Reduktion des mittleren Gesamtzeitbedarfs um 1,91 s auf 20,83 s bei einer Freigabezeit von 20 s zur Folge, was durch ein zusätzliches Fahrzeug pro Umlauf zu einer theoretischen Leistungssteigerung um 180 Pkw/Grünstunde bzw. fast 9% führen kann.

5.17 Einsatz des elektrisch angetriebenen Stadtautos in der Beispielstadt Berlin

Nachdem bereits die Kosten für die Vollausrüstung der Stadt mit Ladestationen vorgestellt wurden, wird in diesem Kapitel abschließend ein Blick auf die Auswirkungen der Maßnahme auf die Kosten und den ruhenden Verkehr in einem abgegrenzten Gebiet in Berlin geworfen.

Es wird hier ein etwa 0,225 km² großes Teilgebiet der westlichen Berliner Innenstadt mit geschlossener Blockrandbebauung der Gründerzeit und rund 2.200 Einwohnern, das im Westen durch die Leibnizstraße, im Norden durch die Mommsenstraße, im Osten durch die Bleibtreustraße und im Süden durch die Pariser Straße begrenzt ist und beidseitig des Kurfürstendamms liegt, ausgewählt (s. Anhang 14). Es liegt innerhalb des Parkraumbewirtschaftungsgebiets City West in Teilen der Zonen 6, 7 und 8 und auch teilweise im Gebiet der vorgeschlagenen Zufahrtbeschränkung (s. Kapitel 4.4). Es kann mit den Zusatzzeichen zu den Zeichen 250 (Zufahrtbeschränkung) oder nur Zeichen 283 StVO (Parkbeschränkung) [STVO 1999] für eine Ausnahmeregelung beschildert werden. Das ausgewählte Gebiet ist im Rahmen der Parkraumuntersuchung der City West im Jahr 1995 in [BLIC 1995] speziell betrachtet worden. Es wird durch Wohnhäuser, Einzelhändler (vor allem Boutiquen), gastronomische Einrichtungen und Hotels geprägt. Ein Supermarkt im Nordosten (Bleibtreustraße) mit Anlieferflächen auf dem Grundstück und zwei Tankstellen jeweils am Rand des Gebiets (im Nordwesten und Südosten) gehören ebenfalls zum Gebiet. Auf den Tankstellen kann eine Versorgung und ein Austausch der Batterien für die Elektrofahrzeuge eingerichtet werden.

Der Anteil der Stadtautos insgesamt - unabhängig vom Antrieb - soll bei 10 % liegen. Unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.13.17 gezeigten Reaktion von rund 8 % der Befragten auf eine ganz ähnliche restriktive Maßnahme, bei der nur das Parken, jedoch nicht das Befahren des Gebiets reglementiert wird, sollen von allen Stellplätzen zunächst 5 % in spezielle Parkstände mit Ladestationen umgewandelt werden. Ladestationen sollen also nicht für jedes Stadtauto am gesondert markierten Parkplatz zur Verfügung stehen, können aber später nachgerüstet werden. Dabei ist zu beachten, daß die durch die reduzierte Länge gewonnene Fläche durch die Ladestation wieder aufgezehrt werden kann.

Da Innenstadtgebiete mit Ausnahmeregelungen für elektrisch angetriebene Stadtautos wegen der Verdrängungswirkung nicht größer als sonstige autoarme Gebiete gestaltet werden und zu Fuß oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln aufgesucht werden sollen, werden Konzepte mit Mietmöglichkeiten für Stadtautos an der Übergangszone, wie in [APPEL/MEISSNER 1994] angesprochen, nicht benötigt.

Insgesamt ergeben sich aus einer Untersuchung in diesem Gebiet [BLIC 1995] und aus eigenen Berechnungen 1.570 Stellplätze im öffentlichen Raum zusammen mit dem ehemaligen Parkplatz zwischen Leibniz- und Wielandstraße, jedoch ohne die auf dem Kurfürstendamm gelegenen Parkplätze am Straßenrand. Unter den sogenannten Leibniz-Kollonaden mit Wohnungen und Büronutzflächen entstand eine Tiefgarage, die Platz für 212 Pkw bietet. Als neue Parkplatzsumme des Gebiets ergibt sich somit eine Zahl von rund 1.360. Für die Stadtautos sind demnach etwa 140 Stellplätze, 70 davon mit Lademöglichkeit, zu schaffen.

122 Stellplätze in Senkrechtaufstellung sind auch auf dem Parkplatz auf dem Olivaer Platz vorhanden. Längsparkmöglichkeiten existieren in der Leibnizstraße, in der Bleibtreustraße, in der Lietzenburger Straße, in der Pariser Straße, in der Wielandstraße und Schlüterstraße südlich des Kurfürstendamms und vereinzelt als Restflächen in den anderen Straßen. Das Senkrechtparken mit einer teilweisen Mitverwendung des Seitenraums ist in der Mommsenstraße (157 Plätze), in der Wielandstraße (81 Plätze nördlich des Kurfürstendamms) und in der Pariser Straße (94 Plätze) möglich. Die Parkplätze zeichnen sich dadurch aus, daß sie nicht in der Breite markiert sind, jedoch in der Länge, so daß die Zahl der im Seitenraum parkenden Fahrzeuge variieren kann. Den Fahrzeugen steht in der Mommsen-, Wieland- und Pariser Straße auf der Fahrbahn etwa 1,50 m markierte Länge für Vorder- oder Hinterachse und Überhang zur Verfügung, der Rest im Seitenraum (ca. 3 m). Im Seitenraum der Pariser Straße sind neben der Fahrbahnmarkierung Buchten vorhanden, die genutzt werden können. Die senkrechten Stellplätze im Gebiet sind nicht durchgängig vorhanden, sondern werden von Bäumen und Straßenmöbeln unterbrochen. In der Schlüterstraße gibt es nördlich des Kurfürstendamms 69 bauliche Parkbuchten für das Senkrechtparken. Auf dem Mittelstreifen des Kurfürstendamms existieren, auf drei Inseln verteilt, zwischen der Bleibtreustraße und der Leibnizstraße 110 Plätze im Winkel von 50 gon.

Es sind in dem Gebiet mehrere Möglichkeiten vorhanden, vorhandene Stellflächen in solche für Stadtautos umzugestalten. Während auf Parkplätzen und in Parkhäusern zentrale Abrechnungseinheiten (ZAE) geschaffen werden können, sind im öffentlichen Straßenland Säulen mit bis zu zwei Steckdosen möglich. Eine Darstellung der möglichen Anordnungen in Abhängigkeit von der Parkordnung im Beispielgebiet befindet im Anhang 14 (unten). Typ A bezeichnet das Längsparken am Fahrbahnrand, Typ B das Senkrechtparken in Parkbuchten. Mit Typ C ist das Senkrechtparken unter Mitbenutzung des Seitenraums gemeint, mit Typ D das Schrägparken auf der Mittelinsel unter einem Winkel von 50 gon.

Die Parkplätze am Olivaer Platz und in der Pariser Straße sind wegen der südlichen Lage weniger attraktiv für die Besucher des Kurfürstendamms und des nördlich gelegenen Gebiets. Parkflächen für Stadtautos können zu gleichen Teilen auf die Straßen zwischen Mommsenstraße und Lietzenburger Straße aufgeteilt werden, wobei die bestehenden Parkbuchten in der Schlüterstraße mit Ladestationen versehen werden. Wünschenswert wäre eine Umwandlung des Senkrechtparkens im Seitenraum in der Mommsenstraße und in der Wielandstraße (insgesamt 238 Plätze), da diese Form des Parkens zu Einschränkungen bei der Nutzung des Seitenraums und zu einem starken Verlust der Aufenthaltsqualität führt. In beiden Straßen sollen statt der Senkrechtparkplätze markierte Plätze für je 14 Stadtautos im Längsparken (Typ A, ohne Ladestationen) vorgesehen werden, weitere 28 Längsparkplätze, zur Hälfte mit Ladestationen, werden auf die anderen Straßen mit Längsparkmöglichkeiten verteilt. Weiterhin werden Stellplätze in der Schlüterstraße (26 Plätze mit Ladestation, Typ B), auf dem Mittelstreifen des Kurfürstendamms (14 Plätze mit und 14 ohne Ladestation, Typ D) und in der Tiefgarage der Leibniz-Kollonaden (16 Plätze mit und 14 ohne Ladestation) geschaffen. Dort werden Flächen für Stadtautos und Ladestationen in einer Anordnung mit je einer ZAE und acht Steckdosen zur Verfügung gestellt. Der Typ C erhält keine Neumarkierungen und Ladestationen.

Ohne die Berücksichtigung der Markierung entstehen Investitionskosten in Höhe von ca. 550.000 DM und jährliche Betriebskosten in Höhe von ca. 70.000 DM. Eine Übersicht über die Parktypen mit Ladestationen im Beispielgebiet ist in Anhang 14 zu finden. Nutzbare Flächeneinsparungen ohne Berücksichtigung von Ladestationen gibt es nur bei der Umwandlung der Senkrechtparkplätze in Längsparkplätze und bei der Markierung von Längsparkplätzen: In den Seitenräumen können 210 m^2 und auf der Fahrbahn $192,5 \text{ m}^2$ für andere Zwecke gewonnen werden.

5.18 Fazit und Empfehlungen

Zum Kriterium Lärm kann folgendes Ergebnis festgehalten werden: Einzeln betrachtet bewegen sich die Fahrzeuge mit Elektromotor weitaus leiser fort (bis zu 10 dB(A)). Dieser Vorteil hat jedoch nur geringe Auswirkungen (bis 3 dB(A)) im Stadtverkehr zusammen mit normalen Pkw. Geräuschkinderungen könnten auch durch Verbesserungen an Verbrennungskraftmotoren und einen steigenden Anteil leiser Pkw erreicht werden.

Zusätzlich zu den Kriterien der Stadtverträglichkeit wurden in der Arbeit Erhebungen zu Fahrprofilen und Einstellungen Berliner Pkw-Nutzer sowie Untersuchungen zum Einfluß der Stadtautos auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen gemacht.

Bei über 90% der berichteten Fahrten kann die Tagesdistanz mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt werden, wenn die Reichweite der Batterie 80 km beträgt. Die Zeit für eine achtstündige Nachladung zwischen den Einsätzen des Pkw (Nachtzeit) ist in über 90% der Fälle der abgefragten Fahrten vorhanden. Ein Zweisitzer mit geringem Gepäckraum ist für die überwiegende Mehrheit der Fahrten ausreichend.

Maximal 25% der Befragten haben für den eingesetzten Pkw mit konventionellem Antrieb einen privaten Parkplatz. Über die Hälfte der Befragten hingegen hat den Straßenrand („Laternengarage“) als Parkplatz angegeben. Die charakteristische Situation in Berlin mit dichter Blockrandbebauung ohne Parkmöglichkeiten im Blockinneren verschlechtert also die Einsatzbedingungen.

Die hohen Kosten der Elektrofahrzeuge sind z.Z. der bestimmende Einflußfaktor, der von einem Kauf abhält.

Befänden sich in den Berliner Haushalten mit einem Pkw 10% Elektrofahrzeuge, so würden für Urlaubsfahrten im ungünstigsten Fall etwa 32.000 Pkw für Berlin bei gleichzeitigem Bedarf (z.B. Sommerurlaub) benötigt. Es wird für Berlin eine Summe von maximal 13.000 Mietwagen geschätzt. Mit einem Buchungssystem und einer anzustrebenden gleichmäßigen Verteilung der Fahrten auf die Ferienzeit könnte diese Situation abgemildert werden.

Der positive Einfluß auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen ist bei einem Anteil der Stadtautos von 10% zu vernachlässigen.

Bei einem Einsatz von 10% Stadtfahrzeugen (die Hälfte davon mit elektrischem Antrieb) in einem kleinen Teilgebiet der Berliner City West würden Investitionskosten in Höhe von ca. 550.000 DM und jährliche Betriebskosten in Höhe von ca. 70.000 DM entstehen. Nutzbare Flächeneinsparungen ohne Berücksichtigung von Ladestationen gibt es bei der Umwandlung der Senkrechtparkplätze in Längsparkplätze und bei der Markierung von Längsparkplätzen.

Für die Einführung der Maßnahme in der Beispielstadt Berlin können folgende Schritte genannt werden, wenn die Herstellung und der Vertrieb eines zuverlässigen, sicheren und attraktiven Stadtautos mit elektrischem Antrieb vorausgesetzt wird:

- Vorbereitung der Werkstätten auf eine Reparatur einer größeren Anzahl von elektrisch angetriebenen Stadtautos.
- Einrichtung einer Infrastruktur für ein Batterie-Leasing-System.
- Gründung einer Betreibergesellschaft für den Aufbau und den Betrieb von Ladestationen einschließlich der Zahlungsmodalitäten. Die Zahl der geplanten Ladestationen kann nach Bevölkerungsdichte auf die einzelnen Stadtbezirke aufgeteilt werden. Dort ist dann eine Detailplanung für die Standorte vorzunehmen.
- Einrichtung eines Mobilitäts-Pools für das Leihen konventioneller Fahrzeuge (Urlaub, Beförderung von größeren Gütern), z.B. durch Zusammenschluß vorhandener Autovermieter und Car Sharing-Organisationen.
- Begleitende VSM- bzw. Verkehrsplanungsmaßnahmen im Vorfeld bzw. im Nachgang (z.B. Veränderung der Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs).

6. Zusammenfassung und Ausblick

Drei Maßnahmen des VSM für die Erhöhung der Lebensqualität in Städten - „Straßenbenutzungsabgaben“, „Zufahrtbeschränkungen“ und der „Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos“ - wurden in dieser Arbeit hinsichtlich der Beiträge zu einem stadtverträglicheren Straßenverkehr untersucht. Dazu wurden die Kriterien Lärm, Luftschadstoffe, Erreichbarkeit, Kosten, Unfälle, Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr und Trennwirkung herangezogen. Neben der Analyse der Literatur zum Einsatz und zu Auswirkungen der Maßnahmen (Grundlagenteil) wurde anhand der Beispielstadt Berlin der Einsatz der Maßnahmen in einer Stadt untersucht, in der bisher keine dieser Maßnahmen angewandt wurde. Als ein wesentlicher Kernpunkt der Arbeit entwickelte sich die Frage nach Verhaltensänderungen der Betroffenen von den Maßnahmen.

Die Auswirkungen der Maßnahme „**Straßenbenutzungsabgaben**“ mit zwei gewählten Varianten einer elektronischen Gebührenerfassung (vom S-Bahn-Ring gebildetes einfaches Kordonmodell und Vier-Quadranten-Modell mit einer Fläche von je 100 km²) und Fahrleistungsreduktionen von 17 bzw. 32% zeigen beim **Lärm** nur geringe Verbesserungen gegenüber dem Ohne-Fall, auch mit Einführung der Maßnahme sind in den Straßen in der deutlichen Mehrzahl Lärmemissionen von über 65 dB(A) zu verzeichnen.

Bei den **Luftschadstoffen** können jedoch deutliche Reduktionen erzielt werden: Es ergeben sich Emissionsreduktionen beim Kohlenmonoxid (-23% beim einfachen Kordonmodell bzw. -43% beim Vier-Quadranten-Modell) und bei den Stickstoffoxiden (-16% bzw. -31%).

Bei der inneren **Erreichbarkeit** sind durch Reduzierung der Verkehrsleistung im Individualverkehr positive Wirkungen erkennbar. Die äußere Erreichbarkeit wird sich bei der Einführung der Maßnahme aufgrund von Effektüberlagerungen nicht verändern (siehe Tabelle 6-1).

Negativ zu sehen sind die **Kosten** (Investitionskosten von 54 bzw. 64 Mio. DM und jährliche Betriebskosten in Höhe von 7 bzw. 11 Mio. DM). Diese werden jedoch durch die jährlichen Einnahmen (150 bzw. 400 Mio. DM) mehr als kompensiert. Wegen der größeren Reduktionswirkung bei dem Vier-Quadranten-Modell ist dieser Planungsvariante der Vorzug zu geben. Die Kosten sind in Tabelle 6-1 in System- und Nutzerkosten aufgeteilt.

Bei den **Unfällen** und bei der **Trennwirkung** sind durch Reduzierung der Verkehrsleistung im Individualverkehr positive Wirkungen erkennbar.

Beim **ruhenden Verkehr** können bei einer Berücksichtigung der nicht mehr durchgeführten Fahrten in der Stadt erhebliche Flächeneinsparungen (92 bzw. 176 ha) erzielt werden.

Bei den einzelnen Beispielstädten wird von Reduktionen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung in den Erhebungsgebieten berichtet, bei Einführung der Maßnahme sorgt der reduzierte Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehr somit für eine Abschwächung der **Trennwirkung** des Straßenverkehrs. Eine Zunahme der Trennwirkung kann sich jedoch in Straßen ergeben, die das Erhebungsgebiet umschließen.

Auch wenn es schon einige wenige Anwendungsfälle für diese Maßnahme gibt, sind dennoch Unwägbarkeiten zu nennen: Es fehlen Erfahrungen mit der Zuverlässigkeit der Erhebungs- und Kontrolleinrichtungen, Erhebungseinrichtungen werden einen Einfluß auf das Stadtbild haben (was bei einem GPS-System entfallen könnte, das zudem einen positiven Einfluß auf

die Investitionskosten hätte). Ausweichreaktionen sind schwer vorherzusagen, die Belastungen der Umfahrungsstraßen werden zunehmen und schließlich ist eine Beeinflussung des Wirtschaftsverkehrs auf der Straße nicht zu erwarten.

Bei der Maßnahme „**Zufahrtbeschränkung**“ für einen Teil der Berliner City West zeigen sich bei den Kriterien der Stadtverträglichkeit bis auf die äußere Erreichbarkeit und die Benutzerkosten gleiche Wirkungen wie bei den Straßenbenutzungsabgaben (siehe Tabelle 6-1).

Die Auswirkungen auf die **Lärmbelastung** ist eher gering. Die durchschnittliche Reduktion beträgt bei einer Spanne von 56 bis 73 dB(A) vorher, bzw. bis 71 dB(A) nachher, im Gebiet der Zufahrtbeschränkung 1 dB(A). Beim Umfahrungsring ergeben sich keine Veränderungen des Lärms, die Spanne der Lärmpegel beträgt 69 bis 74 dB(A).

Bei den **Luftschadstoffen** ergeben sich im Planungsgebiet insgesamt Reduktionen der Emissionen von 28% beim CO und von 41% beim NO_x. Beim Ring ergeben sich Zunahmen um 6% beim CO und um 1% beim NO_x.

Das Kriterium **Erreichbarkeit** kann auch hier in „äußere“ (negative Wirkung für den MIV) und „innere“ Erreichbarkeit (positive Wirkung für alle Verkehrsteilnehmer im Planungsgebiet) aufgeteilt werden.

Die Maßnahme hat nur eine sehr beschränkte räumliche Auswirkung (etwa 2,2 km² gegenüber einer Fläche der Berliner Innenstadt von nahezu 100 km²), die **Kosten** (ca. 5 Mio. DM Investitionskosten) sind erheblich geringer als bei den Straßenbenutzungsabgaben.

Es werden hinsichtlich der **Unfallkosten** analog der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“ nach Einführung der Maßnahme prozentuale Reduktionen in Höhe der Fahrtenreduktionen erwartet.

Bei den Auswirkungen auf den **ruhenden Verkehr** kann festgehalten werden, daß die Parkflächen wegen unterbundener Fahrten um ca. 6 ha reduziert werden können.

Die **Trennwirkung** wird durch eine reduzierte Verkehrsstärke im Gebiet herabgesetzt, kann jedoch durch eine größere Kfz-Belastung auf den Umfahrungsringen durch Verkehrsverlagerung vergrößert werden.

Für die Maßnahme „**Elektrisch angetriebene Stadtautos**“, die im Gegensatz zu den anderen beiden VSM-Maßnahmen durch die Verteilung der Fahrzeuge in Berlin eine stadtweite Auswirkung hätte, und für die in Tabelle 6-1 fast ausschließlich neutrale oder negative Wirkungen attestiert werden, können folgende Ergebnisse festgehalten werden:

Bei einem Anteil von 10% leiser Fahrzeuge (10 dB(A) Reduzierung) ergibt sich bei den **Lärmemissionen** eine Minderung um etwa 0,5 dB(A), erst bei etwa 55% leisen Fahrzeugen eine hörbare Differenz von 3 dB(A). Vor dem Hintergrund dieser Zahlen scheint der Vorteil der Lärmarmut bei Elektrofahrzeugen im Zusammenspiel mit normalen Kraftfahrzeugen kaum ins Gewicht zu fallen. Erst bei vollständiger Durchdringung des Fahrzeugparks mit leisen Fahrzeugen ist bei einer Geräuschminderung von 10 dB(A) gegenüber dem normalen Fahrzeugkollektiv eine empfundene Halbierung des Lärms möglich.

Die Auswirkungen auf die **Luftschadstoffe** bei einem Anteil des elektrischen Antriebs von 10% sind als gering zu bezeichnen, die größten Auswirkungen ergeben sich bei der Komponente Benzol (-10%). Würden in einer Berliner Straße (Schildhornstraße) 10% der Pkw einer Fahrzeugflotte (ca. 60% mit geregelter Katalysator, 25% mit Ottomotoren ohne Abgasreinigung und 15% Diesel-Pkw) durch Elektrofahrzeuge ersetzt, so ergibt sich rechnerisch eine Reduktion der NO₂-Konzentration um ca. 5%, während die Benzolemission um ca. 10% und Dieselrußpartikel um ca. 4% zurückgehen.

Die äußere **Erreichbarkeit** von Zielen kann für die Nutzer der Stadtautos durch die eingeschränkte Reichweite herabgesetzt werden. Die innere Erreichbarkeit bestimmter autoarmer Gebiete kann durch Ausnahmeregelungen für Stadtautos heraufgesetzt werden.

Kostenelemente sind **Kosten** des Fahrzeugs (Betriebskosten, Batteriekosten, und Kosten der Ladestationen). Bei einer Ausrüstung Berlins mit Ladestationen können Investitionskosten von maximal 890 Mio. DM entstehen: Diese ergeben sich bei einem realistischen Fahrzeugbestand im Jahr 2010 von 10% (156.000 Fahrzeuge), bei durchschnittlichem Stromverbrauch (25 KWh), bei einer jährlichen Fahrleistung von 10.000 km und bei 31.200 Stationen. Jährliche Kosten entstehen in einer Spanne von 25 bis 540 Mio. DM. Weitere Kosten, wie z.B. die Kosten für die Öffentlichkeitsarbeit, werden hier vernachlässigt, da der Gewinn neuer Käuferschichten und die Bildung eines positiven Images für ein solches Stadtfahrzeug durch die Werbung der Autoindustrie vorausgesetzt wird. Durch die Präsenz der Fahrzeuge im Straßenbild wird ein weiterer Attraktivitätsgewinn stattfinden. Auch die Kosten, die den Werkstätten entstehen, um in Zukunft auf die Reparatur elektrischer Fahrzeuge und evtl. auf das Vorhalten von Traktionsbatterien vorbereitet zu sein, werden hierbei nicht betrachtet.

Geht man davon aus, daß bei sinkendem Platzbedarf für Kraftstoffspeicherung und Brennstoffzelle auch mit der Brennstoffzellentechnologie Stadtautos ausgerüstet werden können, so ergeben sich für dieses Fahrzeug in der Bewertung nur bei den Systemkosten, die wegen der nicht benötigten Stromladestelleninfrastruktur geringer ausfallen, Änderungen (Tabelle 6-1). Zusätzlich entsteht ein geringerer Flächenverbrauch durch das Wegfallen der Ladestellen im Straßenraum. Der Kaufpreis dürfte auch in der Zukunft höher als bei herkömmlichen Verbrennungskraftfahrzeugen sein.

Bei den **Unfällen** wird von keiner signifikanten Änderung ausgegangen.

Bei den **Auswirkungen auf den ruhenden Verkehr** muß bei einem Stadtauto von 2,50 m Länge zwischen Flächeneinsparungen bei Parkständen (zwischen -33 und -47%), Fahrgassen (-26%) und in Parkbauten unterschieden werden - eine unterstützende Verkehrsplanung vorausgesetzt. Flächeneinsparungen können entweder durch weitere Stadtautos ausgefüllt werden oder bei einer Substitution der Pkw für andere Nutzungen herangezogen werden. So konnten für ein Teilgebiet des Bezirks Berlin-Charlottenburg bei einer fiktiven Substitution mit Stadtautos bei öffentlichen Stellflächen 60% mehr Stellplätze und bei der Etage eines Parkhauses 48% mehr Stellplätze nachgewiesen werden.

Keine Veränderungen werden sich bei der **Trennwirkung** ergeben, da die Stadtautos im Straßenverkehr herkömmliche Pkw ersetzen und in der Wirkung auf dieses Kriterium der Stadtverträglichkeit als gleich betrachtet werden können.

Zusätzlich zu den Kriterien der Stadtverträglichkeit wurden in der Arbeit Erhebungen zu Fahrprofilen und Einstellungen Berliner Pkw-Nutzer sowie Untersuchungen zum Einfluß der Stadtautos auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen gemacht.

In über 90% der Fälle der abgefragten Fahrten kann die Tagesdistanz mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt werden, wenn die Reichweite der Batterie 80 km beträgt. Die Zeit für eine achtstündige Nachladung zwischen den Einsätzen des Pkw (Nachtzeit) ist in über 90% der Fälle der abgefragten Fahrten vorhanden. Ein Zweisitzer mit geringem Gepäckraum ist für die überwiegende Mehrheit der Fahrten ausreichend. Maximal 25% der Befragten haben für den eingesetzten Pkw mit konventionellem Antrieb einen privaten Parkplatz. Über die Hälfte der Befragten hingegen hat den Straßenrand als Parkplatz angegeben. Die charakteristische Situation in Berlin mit dichter Blockrandbebauung ohne Parkmöglichkeiten im Blockinneren verschlechtert also die Einsatzbedingungen.

Aus den wenigen vorliegenden Untersuchungen von Mobilitätsmustern der heutigen Elektrofahrzeugnutzer können keine Rückschlüsse auf eine Änderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens (mehr Fahrten mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbands und weniger oder kürzere Fahrten mit dem Elektrofahrzeug) gezogen werden. Positive Beurteilungen der Auswirkungen in dieser Hinsicht sind jedoch in der Literatur zu finden, Elektrofahrzeugnutzer beschreiben oft eine positive Veränderung des Fahrverhaltens zu einem rücksichtsvollen Stil.

Der geringfügig positive Einfluß auf Zeitbedarfswert und Sättigungsverkehrsstärke an Lichtsignalanlagen ist bei einem Anteil der Stadtautos von 10% jedoch zu vernachlässigen.

Zusammenfassend können die in dieser Untersuchung erarbeiteten Ergebnisse im Hinblick auf die Auswirkungen der drei VSM-Maßnahmen wie folgt bewertet werden:

Kriterien der Stadtverträglichkeit	Straßenbenutzungsabgaben	Zufahrtbeschränkung	Elektrisch angetriebenes Stadtauto
Lärm	+	+	0
Luftschadstoffe	++	++	+
Erreichbarkeit	0*/+**	-*/+**	0
Kosten für Benutzer	-	0	-
Systemkosten	-	-	--
Unfälle	+	+	0
Ruhender Verkehr	++	++	+
Trennwirkung	+	+	0

- negative Wirkung -- sehr negative Wirkung 0 keine Wirkung

+ positive Wirkung erkennbar ++ sehr positive Wirkung

* äußere Erreichbarkeit für den MIV ** innere Erreichbarkeit für alle Verkehrsteilnehmer

Tabelle 6-1: Vergleich der Wirkungen der Kriterien der Stadtverträglichkeit

Aus den drei hier vorgestellten VSM-Maßnahmen wird als Resultat des Vergleichs der Beiträge für einen stadtverträglicheren Straßenverkehr trotz der geringen Ausdehnung und Tragweite die Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ als hoffnungsvollstes Element für die Zukunftsgestaltung in der Innenstadt ausgewählt. Die Einrichtung eines autoarmen Gebiets kann der Ausgangspunkt für die Bildung weiterer Gebiete innerhalb der Stadt werden. Für das ausgewählte Gebiet der Berliner City West ist auch eine elektronische Zufahrtkontrolle denkbar. Dazu würde eine Installierung von ca. 40 Zu- und 40 Ausfahrsschranken mit elektronischem Lesegerät notwendig werden.

Abschließend wird die Vorgehensweise bei der Einführung der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“ als Anleitung zur Umsetzung in der Beispielstadt graphisch dargestellt (Bild 6-1):

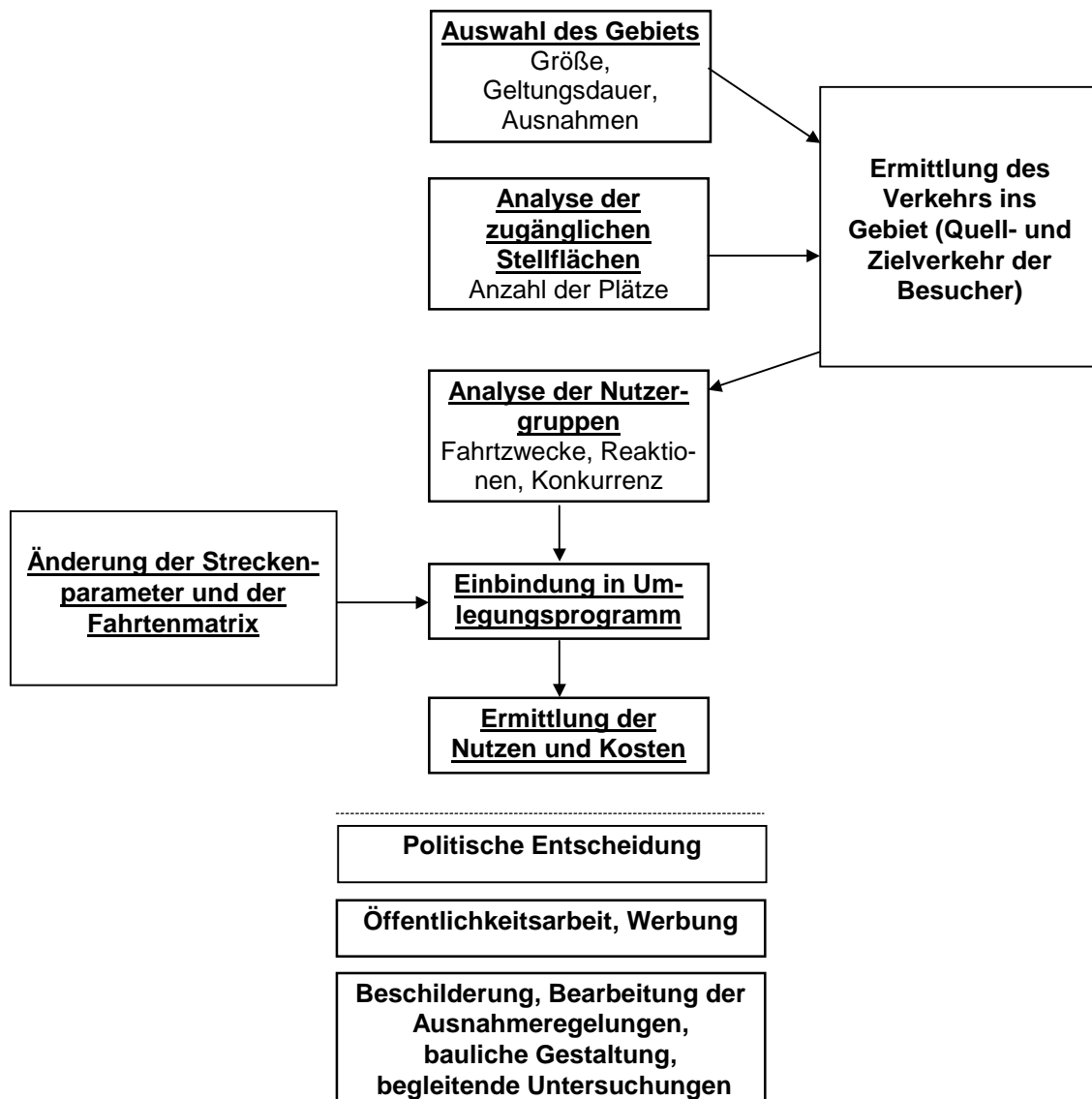


Bild 6-1: Vorgehensweise bei Einführung der Maßnahme „Zufahrtbeschränkung“

Literaturverzeichnis

- Abay, G.; Zehnder, C.: Road Pricing für die Agglomeration Bern
Bericht 16 des Nationalen Forschungsprogramms „Stadt und Verkehr“, Zürich 1992
- Aberle, G.: Road Pricing - Möglichkeiten einer preispolitischen Beeinflussung des Individualverkehrs in Ballungsgebieten, in: Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, Jahrgang 24, 1969
- Abgeordnetenhaus von Berlin: Vorlage über straßenbehördliche Maßnahmen zur Minderung oder Verhütung von Luftverunreinigungen durch Schadstoffe in Berlin, Drucksache 12/4726, Berlin 1994
- Abgeordnetenhaus von Berlin: Mitteilung über Erstellung eines Konzeptes zur Förderung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen, Drucksache 12/5132, Berlin 1995
- ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobilclub e.V.): Ergebnisbericht/Dokumentation Studienreise 1990, München 1991
- Allroggen, R.; Jung, H.-P.: Das Elektro-Auto - Eine Chronologie, in: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 91 (1992), Heft 10
- Antonucci, E.; Cera, E.; Nisi, E.: Specification Report on Advanced Traffic Control Strategies, Projekt TR 1007 CAPITALS, Rom 1997
- Apel, D.: Die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Personenverkehrs in einer großen Stadt - derzeit sowie bei verändertem Modalsplit, in: Verkehr und Technik 1989, Heft 4
- Apel, D.: Grenzen verträglicher Verkehrsbelastungen in der Stadt sowie Folgerungen für Städtebau und Verkehrsplanung, in: Forschungsverbund Lebensraum Stadt, Gestaltungsfelder und Lösungsansätze, Band III, Berlin 1994
- Apel, D.; Lehm Brock, M.: Stadtverträgliche Verkehrsplanung
Chancen zur Steuerung des Autoverkehrs durch Parkraumkonzepte und -bewirtschaftung, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin 1990
- Apel, H.: Stadtfahrzeug-Konzepte, in: VDI-Berichte Nr. 817, 1990
- Apel, H.: Automobil und Verkehr
Ganzheitliche Lösungsansätze, in: VDI-Berichte Nr. 1007, 1992
- Apel, H.: Der Crashtest und die Zukunft des Automobils, in TU intern, Oktober 1998
- Apel, H., Granzeier, W.: Fahrzeugkonzepte für den Individualverkehr von morgen, in: VDI-Berichte Nr. 968, 1992
- Apel, H.; Hebel, C.; Müller-Hagedorn, L.; Schuckel, M.; Ziehe, N.: Innenstadtverkehr und Einzelhandel - Einfluß von Innenstadt-Verkehrskonzepten mit MIV-restriktiven Maßnahmen auf den Umsatz und die Struktur im Einzelhandel, Zweiter Zwischenbericht, Aachen 1994
- Apel, H., Meißner, T.: Einsatzmöglichkeiten und notwendige Rahmenbedingungen für spezielle Stadtfahrzeuge, in: Forschungsverbund Lebensraum Stadt, Gestaltungsfelder und Lösungsansätze, Band III, Berlin 1994
- Apel, H.; Meißner, T.; Berthold, O.: Verbrauch und Schadstoffemissionen - wo sind die Grenzen beim Automobil, in : Zukunftsfähige Verkehrsentwicklung, Trends, Visionen, Strategien, Forderungen, 2. TUB-Verkehrstagung, 24. April 1997, Berlin
- Apel, H.; Meißner, T.; Berthold, O.: Verbrauch und Schadstoffemissionen - wo sind die Grenzen beim Automobil?, in: Internationales Verkehrswesen (50) 1+2/98
- ARGE-Prüfgemeinschaft: Das Elektroauto - Mit Strom mobil, Frankfurt (Main) 1993 und 1996

- Aring, J.: Zum Wandel der Ansprüche an ein Mautkonzept für Stockholm, in: Internationales Verkehrswesen (46) 1+2/94
- Auto Bild, 15.4.1995: Das teuerste Autopflaster der Welt. Gegängelt, gelotst, geschöpft (ohne Autor)
- Axhausen, K. W.: Was sind die Methoden der Direkten Nutzenmessung, Conjoint Analysis oder Stated Preferences?, in: Straßenverkehrstechnik 5/95
- Bahr, A.: Strieders Pläne für City-Maut in der politischen Sackgasse, in: Der Tagesspiegel, 25.11.1997
- Baier, R.; Schäfer, K. H.; Müller-Hagedorn, L.; Schuckel, M.; Ziehe, N.: Innenstadtverkehr und Einzelhandel - Hinweise zur Berücksichtigung des Einzelhandels bei der Entwicklung von integrierten Innenstadtverkehrskonzepten, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 52, Bergisch Gladbach 1998
- Banister, D., in: Charging for the use of urban roads
Report of the Ninety-seventh Round Table of Transport Economics
European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris 1994
- Bates, J.; Williams, I.; Coombe, D.; Leather, J.: The London Congestion Charging Research Programme
4. The transport model, in: Traffic Engineering + Control, Mai 1996
- Baubehörde Hamburg: Verkehrsentwicklungskonzept Hamburg, Hamburg 1995
- Baum, H.: Grundlagen einer Preis-Abgaben-Politik für die städtische Verkehrsinfrastruktur, Buchreihe des Instituts für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln, Nr. 28, Düsseldorf 1972
- Baum, H.: Preispolitik und fiskalische Regulierung im Individualverkehr, in: Kölner Diskussionsbeiträge zur Verkehrswissenschaft Nr. 1, Verkehrsstrategien in Städten, Köln 1991
- Bertram, M.: Internationale Erfahrungen mit preispolitischen Beeinflussungen im Stadtverkehr – Folgerungen Für die Bundesrepublik, in: Schriftenreihe der deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V. (DVWG), Reihe B, B 136, Bergisch Gladbach 1990
- BEWAG-Pressestelle: Telefongespräch , August 1997
- Bieling, N.; Skoupil, G.; Topp, H. H.: Verkehrsminderungskonzept München - Definition, Methodik, Ergebnisse, in: Internationales Verkehrswesen (48) 1+2/96
- BImSchG (Bundesimmissionsschutzgesetz), Beck-Texte im dtv, München 1997
- BLIC (Beratungsgesellschaft für Leit-, Informations- und Computertechnik mbH, Berlin):
Parkraumbewirtschaftung westliche Innenstadt - Hauptuntersuchung, Berlin 1995
- Blümel, H.: Künftige Anforderungen an den innerstädtischen Kfz-Verkehr und die Rolle alternativer Antriebe am Beispiel Berlins
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin 1996
- Blümel, H.; Wein, K.: Kosteneffizienz alternativer Pkw-Antriebe, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 46. Jg. (1996), Heft 3
- Blythe, P. T., Hayes, S.: Demand Management - A European Perspective, in: „Towards an Intelligent Transport System“, Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems Paris 1994, Volume 6, Brüssel 1995

- Blythe, P. T.; Hills, P. J.: The DRIVE project PAMELA
1. The technology, in: Traffic Engineering + Control, Mai 1991
- Blythe, P. T.; Hills, P. J.: The DRIVE project PAMELA
3. The field-trials and the future plans for the PAMELA system, in: Traffic Engineering + Control, November 1992
- Blythe, P. T.; Hills, P. J.: The ADEPT Project
1. Overview, in: Traffic Engineering + Control, Februar 1994
Blythe, P. T.; Hills, P. J.: The ADEPT Project, in: TRAFFIC TECHNOLOGY INTERNATIONAL `94
- BMRBS (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau): Kommission Zukunft Stadt 2000
Abschlußbericht, Bonn 1993
- BMV (Der Bundesminister für Verkehr): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90, Bonn 1990
- BMV (Der Bundesminister für Verkehr): Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen
Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992, Schriftenreihe, Heft 72, Bonn 1993
- BMV (Der Bundesminister für Verkehr): Verkehr in Zahlen 1997, Bonn 1997
- BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen): Verkehrsbericht 2000, Berlin 2000
- BMW AG, Verkehrskonzepte Berlin: Parken in Berlin - Gewußt wo! City West, Berlin 1998
- Bobinger, R.: Straßenbenutzungsgebühren in Theorie und Praxis, Veröffentlichung des Fachgebiets
Verkehrstechnik und Verkehrsplanung, Technische Universität München 1993
- Bobinger, R.: Optimierung des Verkehrs durch Preissteuerung, in: Tagungsbericht HEUREKA `96 –
Optimierung in Verkehr und Transport, Karlsruhe 13./14. März 1996
- Bökemann, D.: Attraktive Innenstadt im Herzen eines hochverdichteten Umlandes - Rahmenbedingungen und
Tendenzen, Qualitäten und Ansprüche: Wirtschaft, Gewerbe, Handel, in: City Stuttgart - Attraktive Innenstadt im
Zentrum einer Agglomeration (Autofreie Innenstadt = Attraktive City?), Veröffentlichungen aus dem Institut für
Straßen- und Verkehrswesen, Nr. 8, Universität Stuttgart, März 1992
- Boltze, M.: Verkehrsmanagement im Ballungsraum Rhein-Main: Argumente für und gegen die Steuerung über
den Preis, in: Verkehr und Umwelt: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen zur Verringerung von
Luftschadstoffemissionen des Verkehrs, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft
e.V., Reihe B, Heft B 166, Bergisch Gladbach 1994
- Boltze, M.: Gedanken über die Zukunft des Verkehrs, in: Straßenverkehrstechnik 10/98
- Boltze, M.; Schöttler, U.: Das Projekt FRUIT
Ein Ansatz zu einem besseren Verkehrsmanagement in Frankfurt am Main und in der Rhein-Main-Region, in:
DER NAHVERKEHR 5/93
- Bourne, B.: An overview of the CARDME concerted action, in: 4th World Congress on Intelligent Transport
Systems, Berlin 21. - 24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997
- Bovy, P. H. L.: Road-Pricing in den Niederlanden: langer Anlauf, doch gescheitert?, in: Verkehr aktuell: Zur
Umsetzung von Verkehrsprojekten
Grüne Reihe Nr. 30, Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern, 1994
- Brämig, F.-H.; Hoehl, K.; Catchpole, P.; Keil, R. G.: Sicherheit von Elektrofahrzeugen, in: Fachtagung Deutsche
Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität,
Berlin 1995

- Brög, W.; Erl, E.: Everyday Mobility; in: Round Table 102
Changing Daily Urban Mobility
Economic Research Centre, European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris 1996
- Buchanan, C. u.a.: Traffic in Towns - a Study of the Long Term Problems of Traffic in Urban Areas, Her Majesty's Stationery Office, London 1963
- Buckentin, W.: Der Zink/Luft-Batterie-Test der Deutschen Post AG - erste Ergebnisse aus der Praxis, in:
Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation
für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997
- Bühl, A.; Zöfel, P.: SPSS für Windows, Version 6, 1. Auflage, Bonn 1994
- Burton, R.: Leicester's environmental road pricing trial targets modal shift, in: Tolltrans Oktober/November 1997
- Carle, M.: Stockholm - road tolls to pay for a better environment and infrastructure, in: Environmentally
Compatible Urban Transport and Traffic, European Academy of Urban Environment, Berlin 1996
- BVG (Berliner Verkehrsbetriebe): Karte des Gesamtnetzes, Mai 1998
- Catling, I.: Electronic Road Pricing in Hong Kong
2. The technology, in: Traffic Engineering + Control, Dezember 1985
- Cerwenka, P.; Motz, G.; Kuhfeld.; Kunert, U.: Kosten- und Umwelteffekte alternativer Verkehrspolitik,
Teil 1, in: Verkehr und Technik 1989, Heft 11
- Clark, D. J.; Blythe, P. T.; Thorpe, N.; Rourke, A.: Automatic Debiting and Electronic Payment for Transport -
The ADEPT Project, 3. Congestion Metering: The Cambridge Trial, in: Traffic Engineering + Control, April
1994
- Cochrane, S. R.: Vehicle growth trends in Singapore, in: Traffic Engineering + Control, März 1986
- Collin, J.; Müller, P.; Rührich, W.: Stadtverträglichkeitsuntersuchungen und Verkehrsentwicklungsplanung
Die Einsetzbarkeit von Verträglichkeitsanalysen in der kommunalen Verkehrsplanung, in:
Straßenverkehrstechnik 1/98
- Collis, H.; Inwood, H.: Attitudes to road pricing in the Bristol area, in: Traffic Engineering + Control, Oktober
1996
- Couturier, J.-M.: The LISELEC System, Design and first experience, in: 4th World Congress on Intelligent
Transport Systems, Berlin 21. - 24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997
- Dahlern, I. v.: Im nächsten Frühjahr beginnt die smart-time, in: Der Tagesspiegel, 5.4.1997
- Dahlern, I. v.: Daimler-Benz setzt auf Brennstoffzelle, in: Der Tagesspiegel, 31.5.1997
- Dahlern, I. v.: Das Herz des smart ist ein Berliner, in: Der Tagesspiegel, 21. 6.1997
- Dahlern, I. v.: Mit Methanol elektrisch fahren, in: Der Tagesspiegel, 9.5.1998
- Dahlern, I. v.: Mobilität im Kurzformat, in: Der Tagesspiegel, 18.7.1998
- Dahlern, I. v.: Brennstoffzelle schon 2004, in: Der Tagesspiegel, 23.3.2001
- Dannenbaum, U.: Bald in Berlin? Gebühr für überlastete City-Straßen, in: Berliner Morgenpost, Datum
unbekannt (circa 1994)

DAUG (Deutsche Automobilgesellschaft mbH): Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen und Energieversorgung für Elektrofahrzeuge durch Solarenergie und Stromtankstellen
Abschlußbericht (Kurzversion), Zirkow, Dezember 1996

Dawson, J.A.L.: Electronic Road Pricing in Hong Kong
1. A fair way to go?, in: Traffic Engineering + Control, November 1985

Delhomme, P.: Conduite en ville d'un tres petit vehicule electrique ou diesel: attitudes et comportements; in:
Recherche Transports Securite No 43 - Juni 1994

Der Tagesspiegel, 5.1.1995: Mautstellen für Touristenautos? (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 27.6.1995: Mobilität hat ihren Preis (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 24.11.1997: „Die Menschen wollen weniger Lärm“ (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 12.5.1998: Senat erwägt Autobahn-Maut (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 29.5.1998: Ein neues Viertel namens Tiergarten-Dreieck (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 30.5.1998: oben ohne auf BMW-Roller (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 8.10.1998: 160.000 Leihwagen in Deutschland unterwegs (ohne Autor)

Der Tagesspiegel, 8.3.1999: Märkische Natur zieht Berliner an (ohne Autor)

Deter, T.; Appel, H.: Grenzen der passiven Sicherheit von Stadtfahrzeugen, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995

Deutsche Bank Bulletin, Oktober 1991: Straßenbenutzungspreise gegen den Verkehrsfarkt (ohne Autor)

Dobberke, C.: Ab Montag neue Parkgebührenzonen in der westlichen City, in: Der Tagesspiegel, 30.8.1997

Dörnemann, M.: Parkraumbewirtschaftung - Wirkungsbetrachtung und Erfordernisse an die Umsetzung,
untersucht am Beispiel der Berliner Parkzonen, Schriftenreihe A des Instituts für Straßen- und Schienenverkehr,
Heft 32, Technische Universität Berlin, 1998

Driehorst, F.-A.; Kalberlah, A.: Stand der Elektrofahrzeugeentwicklung bei Volkswagen; in:
Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 91 (1992), Heft 10

dtv-Atlas zur Stadt, München 1994

Ebert: Anlaß, Einrichtung, Ausmaß und Erfahrungen eines zeitlich begrenzten, autoarmen Innenstadtbereichs der
Stadt Aachen

Auswirkungen eines autoarmen Innenstadtbereiches auf den Aachener City-Handel, in: Verkehrs- und
Straßenbauseminar 1992, FH-Texte 62, Fachhochschule Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen

Eckert, R.: Cordon-Pricing in Ballungsräumen - der MobilPASS-Feldversuch in Stuttgart, in:
Straßenverkehrstechnik 12/95

Ecoplan: Externe Kosten im Agglomerationsverkehr. Fallbeispiel Region Bern
Bericht 15b des Nationalen Forschungsprogramms „Stadt und Verkehr“, Zürich 1992

Elvestadt, B.: Road Pricing - In Norway to collect money? In Germany to save the cities? UTECH-Congress,
13./14. Februar 1995, Berlin

Enßlin, R.: Attraktive Innenstadt im Herzen eines hochverdichteten Umlandes - Rahmenbedingungen und Tendenzen, Qualitäten und Ansprüche: Umwelt, Stadtbild, Freizeit, in: City Stuttgart - Attraktive Innenstadt im Zentrum einer Agglomeration (Autofreie Innenstadt = Attraktive City?), Veröffentlichungen aus dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Nr. 8, Universität Stuttgart, März 1992

Etschberger, K.; Everts, K.; Kirchhoff, P.; Rüenauf, P.; Zackor, H.: Technologien für integrierte Straßenverkehrsleitsysteme - Pilotstudie- Gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn 1982

Ewers, H.-J.: Straßenbenutzungsgebühren als Lenkungs- und Finanzierungsinstrument, in: VDI-Berichte Nr. 915, 1991

Ewers, H.-J.: Electronic Road Pricing als Instrument der Verkehrslenkung, in: DER NAHVERKEHR 4/96

Ewers, H. J.; Wittenbrink, P.; Lehmann, C.; Gerwens, S.: Kooperation von Speditionen im Güternahverkehr Bestandsaufnahme, Kostenwirkungen und verkehrspolitische Rahmenbedingungen Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 42, Bergisch Gladbach 1997

Fantin, F.: Erste Ergebnisse im Elektrofahrzeug-Praxistest in La Rochelle, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995

FAW (Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung): MobilPASS-Feldversuch, Ulm 1995

Fearon, J., Scott, M.; Green, M.: Commercial vehicle responses to congestion charging in: Traffic Engineering + Control, Februar 1994

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): VSM - Verkehrs-System-Management, Bericht, Bonn 1986

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Richtlinien zur Anlage von Straßen, Teil Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes (RAS-N), Köln 1988

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE 91), Köln 1991

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR 91), Köln 1991

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA), Köln 1992

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): FGSV-Arbeitspapier Nr. 30 Autoarme Innenstädte - Eine kommentierte Beispielsammlung, Köln 1993

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): FGSV-Arbeitspapier Nr. 37 Preispolitische Instrumente im Straßenverkehr, Köln 1995

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): FGSV-Arbeitspapier Nr. 41 Verträglichkeitsanalysen in der kommunalen Verkehrsplanung, Köln 1995

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Hinweise zu einer stadtverträglichen Verkehrsplanung, Ausgabe 1996, Köln 1996

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Hinweise zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated Preferences, Ausgabe 1996, Köln 1996

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen): Entwurf Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS), Aktualisierung der RAS-W 86, Ausgabe 1997, Köln 1997

Fraktion Bündnis 90/Grüne im Abgeordnetenhaus von Berlin: Unterwegs - Berlin auf dem Weg zur autofreien Stadt, Berlin 1992

Frey, R. L.: Anlastung der Externen Kosten des Verkehrs in der Schweiz: Wissenschaftliche Grundlagen und Bestrebungen zur politischen Umsetzung, in: Verkehr und Umwelt: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen zur Verringerung von Luftschadstoffemissionen des Verkehrs, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Reihe B, Heft B 166, Bergisch Gladbach 1994

Friedrich, A.: Rahmenbedingungen für den Verkehr unter den Aspekten Energie und Umwelt, Vortrag im Rahmen der HEUREKA '96, Karlsruhe 13./14. März 1996

Frühauf, M.; Tusk, S.: Schaffung eines zivilen europäischen Satellitennavigationssystems, in: Internationales Verkehrswesen (50) 12/98

Fuchs, W.: Gebührenstraßen als Mittel der Straßenbaupolitik, Köln 1964

FU:N 3-4/94: Frühling macht mobil bei Arbeit, Sport und Spiel (ohne Autor)

Garche, J.: Batterietestbedingungen und Batterietestsysteme für Elektrofahrzeuge, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995

Gerdom, O.: Anlaß, Einrichtung, Ausmaß und Erfahrungen eines zeitlich begrenzten, autoarmen Innenstadtbereichs der Stadt Aachen
Maßnahmen aus der Sicht der Stadtverwaltung für zeitlich begrenzte und zeitlich unbegrenzte autoarme Innenstadtbereiche, in: Verkehrs und Straßenbauseminar 1992, FH-Texte 62, Fachhochschule Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen

Glaeser, K.-P.: Schutzmaßnahmen für Fußgänger und Radfahrer bei Stadtfahrzeugen, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995

Goodwin, P. B.; Jones, P. M.: Road Pricing, the political and strategic possibilities, in: Systems of road infrastructure cost coverage, Round Table 80, European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris 1989

Greksch, E.: Entwicklungsstand der Antriebe für Elektroautos, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

Grünärml, F.: Der innerstädtische Verkehr. Preispolitische Möglichkeiten der Steuerung des innerstädtischen Pkw-Verkehrs, Marburg 1971

Gutsche, J.-M.; Nielsen, S.-M.: Conceptions recentes du stationnement payant - L'exemple de Berlin - Unveröffentlichter Bericht, Lyon/Berlin 1997

Haag, M.: Auswirkungen von Road Pricing, in: DER NAHVERKEHR 5/93

Haag, M.: Notwendiger Autoverkehr in der Stadt, Grüne Reihe Nr. 35
Fachgebiet Verkehrswesen, Universität Kaiserslautern, Dezember 1996

Haase, H.: Straßengebühren - Falle für alle Normalverdiener, in: Berliner Morgenpost, 16.7.1995

Haefner, K.; Marte, G.: Der schlanke Verkehr, Berlin 1994

Hansestadt Lübeck: Lübeck plant und baut, Heft 23, Baudezernat, Lübeck 1990

Hansestadt Lübeck: Lübeck plant und baut, Heft 38, Baudezernat, Lübeck 1993

Harrison, B.: Electronic Road Pricing in Hong Kong

3. Estimating and evaluating the effects, in: Traffic Engineering + Control, Januar 1986

Haubrich, H.-J.; Heider, A.: Primärenergiebedarf und Emissionen von Elektro-Pkw, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

Hautzinger, H.: Neue Ergebnisse zur Pkw-Nutzung: Konsequenzen für innovative Fahrzeugkonzepte, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto

Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995

Hautzinger, H.; Tassaux, B.; Hamacher, R.: Elektroauto und Mobilität

Das Einsatzpotential von Elektroautos

Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 70379/91 des Bundesverkehrsministeriums, Heilbronn, Januar 1992

Hayes, S.; Cabrero, K.: The GAUDI Project

1. Overview, in: Traffic Engineering + Control, Januar 1995

Hayes, S.; Gascon, O.; Bonora, S.: The GAUDI Project

4. Vehicle access control tools for demand management, in: Traffic Engineering + Control, Januar 1995

Heijmink, M.; Cewers, H.; Christensson, H.: The Stockholm Road Traffic Management Scheme, in: 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin 21. - 24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997

Heilbronner, H.: Nekar 4 - die nächste Etappe, in: Der Tagesspiegel, 27.3.1999

Heinze, G. W.; Kill, H. H.: Anforderungen an Verkehrskonzepte für Berlin-Brandenburg, in: Am Verkehrskollaps vorbei? Lösungen für den Verkehr in der Region Berlin/Brandenburg, 1. TUB-Verkehrstagung, 29. Juni 1995, Berlin

Heinze, G. W.; Kill, H. H.: Das Auto von morgen in unseren Städten von morgen, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto

Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995

Heinze, G. W.; Kill, H. H.: Herausforderung Freizeitverkehr, in: Zukunftsfähige Verkehrsentwicklung, Trends, Visionen, Strategien, Forderungen, 2. TUB-Verkehrstagung, 24. April 1997, Berlin

Hellmann, H.: Ballungsabgaben im innerstädtischen Verkehr - Eine ökonomische Untersuchung zum Problem des Individualverkehrs in Ballungszentren, Karlsruher Studien zur Regionalwissenschaft, Heft 4, Schriftenreihe des Instituts für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe, 1971

Herry, M.; Dieter, U.: Voruntersuchungen zum Thema Maut in Österreich, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Straßenforschung, Heft 429, Wien 1995

Hervik, A.; Braathen, S. in: Charging for the use of urban roads

Report of the Ninety-seventh Round Table of Transport Economics

European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris 1994

Herz, R.; Schlichter, H. G., Siegener, W.: Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner, Düsseldorf 1992

Höpfner, U.: Vergleich von Elektrofahrzeugen und Verbrennungsmotorfahrzeugen - Bilanz aus Rügen, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

Hoffmann, G.; Leichter, K.; Sparmann, J.: Untersuchungen zu einem Parkinformationssystem für die City von Berlin (West) - Ingenieurgruppe für Verkehrsplanung - Berlin, im Auftrag des Senators für Bau- und Wohnungswesen, Berlin 1977

Hoffmann, G.; Nielsen, S.-M.: Beschreibung von Verkehrsabläufen an signalisierten Knotenpunkten
Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 693, Der Bundesminister für Verkehr, Bonn, Juli 1994

Holland, E. P.; Watson, P. L.: Traffic restraint in Singapore
1. Measuring the impacts of the Area License Scheme, in: Traffic Engineering + Control, Januar 1978

Holz-Rau, C.: Kleinräumige Analysen des Verkehrsverhaltens, in: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Bonn 1993

Hughes, G.; Ison, S.: The Cambridge congestion metering scheme, in: Transport, Mai/Juni 1992
Initiative für ein Sozialbündnis, Information, Berlin, Januar 1998

Irsheed, M.: Auswirkungen eines kleinen Stadtfahrzeugs auf Stellplatzgröße und Stellplatzanzahl
Unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachgebiet Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik, Technische Universität Berlin, 1994

Isenmann, T.: Marktwirtschaftliche Maßnahmen im Agglomerationsverkehr: Auswirkungen auf Wirtschaft und Siedlungsstruktur, Bericht 62 des Nationalen Forschungsprogramms „Stadt und Verkehr“, Zürich 1993

IVU (Gesellschaft für Informatik, Verkehrs- und Umweltplanung mbH): Ergebnisse der Abschätzung der Luftschadstoff-Immissionen für die Hauptverkehrsstraßen Berlins, Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin 1994

Janssen, L. J.: Die Zukunft der Stadtmitte? City-Konzept Blaue Zone München, in: Internationales Verkehrswesen (45) 4/93

Jones, P.: Gaining public support for road pricing through a package approach, in: Traffic Engineering + Control, April 1991

Kabus, A.: Rote Nummer für Sonntagsfahrer, in: Neues Deutschland, 19./20.2.1994

Kaden, L.: Untersuchung der Auswirkung von Maßnahmen des Verkehrssystem-Management anhand von Befragungen der Nutzer des motorisierten Individualverkehrs unter Berücksichtigung der Methoden der Stated Preferences
Unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachgebiet Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik, Technische Universität Berlin, 1997

Kahlen, H.; Hauck, B.: Batteriemanagementsysteme für Traktionsbatterien, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995

Kahlen, H.; Weisgerber, V.: Antriebe für Elektro- und Hybridfahrzeuge - Einfluß neuer Technologien, in: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 91 (1992), Heft 10

Keuchel, S.: Internationale Erfahrungen mit Straßenbenutzungsgebühren im Stadtverkehr, in: Internationales Verkehrswesen (44) 10/92

Keuchel, S.: Individuelle Präferenzen und Verkehrsmittelwahlentscheidungen
Eine empirische Untersuchung am Beispiel der Stadt Münster, in: DER NAHVERKEHR 5/95

Keuchel, S.; Rodi, H.: Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren, in: Internationales Verkehrswesen (46) 4/94

- Kirsch, H.: Chancen und Grenzen für autoarme Stadtbereiche, in: Verkehrs- und Straßenbauseminar 1992, FH-Texte 62, Fachhochschule Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen
- Kloas, J.; Kuhfeld, H.; Kunert, U.: Welche Entwicklung nimmt der Personenverkehr in Berlin (West), in: Verkehr und Technik 1988, Heft 10
- Knapp, F.: Möglichkeiten und Grenzen von Verfahren der direkten Nutzenmessung, in: Internationales Verkehrswesen (50) 5/98
- Knauer, R.: Einfach bei der Sonne tanken, in: Der Tagesspiegel, 6.4.2001
- Knie, A.: Neue Abgasgesetze in Kalifornien, in: Internationales Verkehrswesen (48) 7+8/96
- Knie, A.: Elektroautoeinsatz: Wird sich das Fahrverhalten ändern?, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997
- Knie, A.; Berthold, O.: Consumer User Patterns of Electric Vehicles, FS II 97 - 105
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin, Mai 1997
- Költzsch, P.: Zur Problematik des Verkehrslärms und den Möglichkeiten seiner Verminderung
Vortragsunterlagen des Kolloquiums „Wirtschaft und Verkehr“, Dresden, 5.12.1996
- Kolke, R.: Energie- und Emissionsbilanz fortschrittlicher Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor- und Batterie-Antrieb; in: Internationales Verkehrswesen (48) 12/96
- Kruger, F. J.; Köhler, U.; Kumpers, J.; Niggemann, E.: Entwicklungsfortschritte bei Blei-, Nickel-Metallhydrid- und Lithium-Ionen-Batterien, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997
- Krull-Lamothe, A.: Erfolgreiche Zusammenarbeit: Elektrizitätswerke und Automobilhersteller, in: Internationales Verkehrswesen (48) 3/96
- Kurpjuweit, K.: Fahrverbote und Tempo 30 gegen den nächtlichen Krach auf Straßen, in: Der Tagesspiegel, 29.4.1999
- Kutter, E.: Konzepte der Integration des Verkehrs in der Region, , in: Am Verkehrskollaps vorbei? Lösungen für den Verkehr in der Region Berlin/Brandenburg, 1. TUB-Verkehrstagung, 29. Juni 1995, Berlin
- Kutter, E.: Zum Verhältnis von Mobilität und Lebensqualität in der Region Berlin-Brandenburg, in: Dokumentation der Tagung „Mobilität und/oder“ Lebensqualität am 9. Dezember 1995 in Berlin
- Lange, J.; Kessel, G.: Die Rolle des ÖPNV bei der Innenstadtspernung in Lübeck, in: Verkehr und Technik 1991, Heft 11
- Larsen, O. I.: The toll ring in Bergen, Norway - the first year of operation, in: Traffic Engineering + Control, April 1988
- Larsen, O. I.; Rekdal, J.: Congestion Pricing in an environmental perspective
- A simulation of toll rates differentiated by time of day in Oslo, in: Nordic Road & Transport Research No. 2, 1996
- Lauer, A.: Straßenmaut in der Stadt, in: Public Transport International, 1996/5
- Lee, S.: Das Stadtauto in Ballungsgebieten - Einsatzbedingungen - Anforderungen: Intensivere Nutzung der vorhandenen Parkplätze durch den Einsatz spezieller Stadtautos
Unveröffentlichte Studie im Fachgebiet Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik, Technische Universität Berlin, 1990

Lentz, D.; Buck, M.: Fahrgeometrische Grundlagen beim Entwurf von Anlagen für den ruhenden Verkehr; in: Beiträge zum Ruhenden Verkehr, Veröffentlichungen aus dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Nr. 4, Universität Stuttgart, August 1989

Lessen, C. v.: Bald kein Licht mehr am Ende des Breitscheidplatz-Tunnels, in: Der Tagesspiegel, 22.9.1998

Lessmann, H.: Wechselwirkung zwischen Parkangebot und Verkehrsaufkommen
Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 264, Der Bundesminister für Verkehr, Bonn 1978

LUA (Landesumweltamt Brandenburg): Kritische Straßenbelegungen hinsichtlich Luftschadstoffbelastung, Potsdam, Oktober 1997

Lünnemann, O.: Das Auto der Zukunft: Citizen Car 2000, in: Autofrühling Leipzig, Beilage der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, 9.4.1996

Lünnemann, O.: Projekt System-Car, in: Autofrühling Leipzig, Beilage der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, 9.4.1996

Magetto, G.: Electric vehicles in Europe - Supporting programs of AVERE, CITELEC and the European Union, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

Massot, M. H.; Broqua, F.; Polacchini, A.; Blosseville, J.-M.; Dumontet, F.; Parent, M.: Prior technical and economical evaluation of the station car system, in: 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin 21. - 24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997

May, A. D.; Coombe, D.; Gilliam, C.: The London Congestion Charging Research Programme
3. The assessment methods, in: Traffic Engineering + Control, April 1996

May, A. D.; Coombe, D.; Travers, T.: The London Congestion Charging Research Programme
5. Assessments of the impacts, in: Traffic Engineering + Control, Juni 1996

Meimbresse, B.; Haupt, T.; Bieling, N.: WIVER - Ein Berechnungsmodell für den städtischen und regionalen Wirtschaftsverkehr, in: Tagungsbericht HEUREKA '96 - Optimierung in Verkehr und Transport, Karlsruhe 13./14. März 1996

Meißner, T.; Appel, H.: Stadtauto - ein Lösungsbeitrag für stadtverträglichere Mobilität?, in: Appel, H. (Hrsg.) Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995

Meland, S.: The GAUDI Project
3. The Trondheim Toll Ring, in: Traffic Engineering + Control, März 1995

Mende, H.-U. v.; Dietz, M.: Kleinwagen, Köln 1994

Meyer, B.: Einführung einer Nahverkehrsabgabe in Hamburg?
Eine Beurteilung der verschiedenen Erhebungsmodelle unter besonderer Berücksichtigung elektronischer Erhebungstechniken unter ökonomischen und juristischen Aspekten, Universität der Bundeswehr Hamburg, Fachbereich Wirtschafts- und Organisationswissenschaften, Institut für Finanzwissenschaft, Hamburg 1994

Micro Compact Car AG: reduce to the max, Biel 1997

Ministry of Transportation, Her Majesty's Stationery Office Road Pricing: The economic and technical possibilities, London 1964

Mitscherlich, A.: Die Unwirtlichkeit der Städte, Frankfurt (Main) 1965

Mock-Hecker, R.; Würtenberger, J.: Erfolgreich gegen den Stau - Erkenntnisse aus dem MobilPASS-Feldversuch in Stuttgart, in: Internationales Verkehrswesen (50) 1+2/98

Monheim, H.: Autoarme Erschließungsmodelle für Innenstädte und andere Siedlungsbereiche, in: Verkehrs- und Straßenbauseminar 1992, FH-Texte 62, Fachhochschule Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen

Müller, P.; Schleicher-Jester, F.; Schmidt, P.; Topp, H. H.:
Konzepte flächenhafter Verkehrsberuhigung in 16 Städten
Grüne Reihe Nr. 24
Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern, 1992

Murswiek, D.: Die Entlastung der Städte vom Individualverkehr durch Abgaben und andere Geldleistungspflichten (Teile I und II), Rechtsgutachten im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Technologie, Freiburg/Köln 1992

Murswiek, D.: Nahverkehrsabgaben - zulässige Instrumente zur Verringerung des IV, in: DER NAHVERKEHR 5/93

MVA Consultancy: The London Congestion Charging Research Programme, Principal Findings, London 1995

Natzschka, H.: Straßenbau - Entwurf und Bautechnik, Stuttgart 1997

Naunin, D.; Fahl, U.; Liebscher, P.; Voß, A.; Günther, B.; Layer, G.; Wagner, U.; Brunner, T.; Ebersperger, R.; Mauch, W.; Schaefer, H.; Manthey, A.; Möritz, S.: Potentiale zur Integration von Elektrofahrzeugen in innerstädtischen Verkehrsstrukturen
Schlußbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE-Nr. 70 386/92 des Bundesministers für Verkehr, Berlin 1992

Nickel, B. E.: In Innenstädten weltweit Verkehrsbeschränkungen, in: DER NAHVERKEHR 1/91

Noreikat, K. E.: Brennstoffzellen für Elektrofahrzeuge - Entwicklungsschritte werden deutlich, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge
Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development): Cities and Transport, Paris 1988

Oswald, A.: Ein Roller mit Dach, in: Der Tagesspiegel, 16.6.1998

Pickford, A.: A survival guide to automatic fee collection systems, in: Tolltrans Oktober/November 1997

Piffaretti, M.: Elektrofahrzeuge in Mendrisio - Marketing-Erfahrungen aus erster Hand, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie - Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

Planco Consulting: Externe Kosten des Verkehrs, Essen 1990

Polak, J.; Mustafa, M. A. S.; Stathopoulos, A.: Deploying Transportation Payment and other Telematic tools for Transport for Transport Demand Management, in: 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin 21.-24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997

Prescher, V.: „Atmospheric Pollution Pricing“ (APP) - Ein System zur Lösung von Verkehrs- und Umweltproblemen des motorisierten Individualverkehrs in Ballungsgebieten, unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachgebiet Kraftfahrzeuge, Technische Universität Berlin, 1994

Ramjerdi, F.: Road Pricing and Toll Financing with examples from Oslo and Stockholm
Royal Institute of Technology, Department of Infrastructure and Planning
Institute of Transport Economics, Oslo 1995

Reiher, H.-J.: TULIP und Smart - Zwei Konzepte für Stadtmobile
Konsequenzen für den Städtebau, Unterlagen des IZT-Kongresses „Umweltgerechter Verkehr - Neue Wege im Personenverkehr, Berlin 1997

- Retzko, H.: Gesamtverkehrsplanung, Generalverkehrsplanung, Verkehrsentwicklungsplanung, Verkehrskonzeptentwicklung - Was ergibt stadtverträglichen Verkehr?, in: Straßenverkehrstechnik 1/92
- Richards, M.; Catling, I.; Larkinson, J.; Murray, S.; Travers, T.: The London Congestion Charging Research Programme
2. Administration and Technology, in: Traffic Engineering + Control, März 1996
- Richards, M.; Gilliam, C.; Larkinson, J.: The London Congestion Charging Research Programme
1. The Programme in overview, in: Traffic Engineering + Control, Februar 1996
- Richards, M.; Gilliam, C.; Larkinson, J.: The London Congestion Charging Research Programme
6. The findings, in: Traffic Engineering + Control, Juli 1996
- Rickert, H.; Holzäpfel, G.: Batteriesysteme für elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge, in: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 91 (1992), Heft 10
- Rothengatter, W.: Road Pricing - Philosophie und Wirkungen, in: Verkehr aktuell: CATS, Computer-Aided Traffic Systems, Grüne Reihe Nr. 20
Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern, 1991
- Rothengatter, W.: Road Pricing, in: Straße + Autobahn 8/94
- Ruppert, W.-R.: Mehr Platz in den Städten durch Micro-, Mini- und Midi-Parkplätze, in: Internationales Verkehrswesen (49) 7+8/97
- Sachverständigen-Kommission: Die kommunalen Verkehrsprobleme in der Bundesrepublik, Essen 1965
- Sammer, G.; Fallast, K.; Wernsperger, F.: Forschungsprojekt Neues Motorisiertes Zweirad, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- Sauer, A.; Weissbarth, R.: Die Steuerung des Straßenverkehrs in den Innenstädten von Ballungsräumen durch Preise, in: VDI-Berichte Nr. 915, 1991
- Schäfer, K. H.; Springsfeld, A. C.: Verkehrs- und Parkraumkonzept Altstadt Monschau mit temporärer „parkhausähnlicher“ Zufahrtsbeschränkung, in: Straßenverkehrstechnik 6/98
- Schaper, D.; Szilagy, J.: Rückhaltesysteme für Stadtfahrzeuge, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- Scharnhorst, T.: Innovative Fahrzeugkonzepte bei VW, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- Scheuerer, K.; Schindler, V.; Faust, K.: Derzeitiger Stand der Entwicklung bei Elektro-Pkw am Beispiel des BMW E1; in: Elektrizitätswirtschaft, Jahrgang 91 (1992), Heft 10
- Schindler, V.: Zwei Konzepte für kleinere Fahrzeuge bei BMW; in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto
Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- Schlag, B.: Zur Akzeptanz von Straßenbenutzungsgebühren, in: Internationales Verkehrswesen (50) 7+8/98
- Schmid, M.: Auswirkungen der Kraftstoffbesteuerung auf die Pkw-Leistungen im Freizeitverkehr
Veröffentlichungen aus dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Nr. 21
Universität Stuttgart, November 1996
- Schmid, W.: Wasser im Tank
Wasserstoff - Die Energie des nächsten Jahrhunderts ist einsatzbereit, in: Wochenpost Nr. 29, 11.7.1996

- Schnabel, W.; Lohse, D.: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 1 (Straßenverkehrstechnik), Berlin 1997
- Schnabel, W.; Lohse, D.: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2 (Verkehrsplanung), Berlin 1997
- Schnüll, R.: Vergleich ortsbezogener Strategien und Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Verkehrsinfrastruktur der Innenstadt: Beispiele, in: City Stuttgart - Attraktive Innenstadt im Zentrum einer Agglomeration (Autofreie Innenstadt = Attraktive City?), Veröffentlichungen aus dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Nr. 8, Universität Stuttgart, März 1992
- Schönharting, J.: Möglichkeiten zur Verlagerung des innerstädtischen MIV, Vortrag bei der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG), Berlin 1996
- Schünemann, H.: Das Modell „Autofreier Altstadtbereich“ der Hansestadt Lübeck
Erfahrungen aus der Erprobungsphase hinsichtlich der verkehrlichen und geschäftlichen Auswirkungen, in: Verkehrs- und Straßenbauseminar 1992, FH-Texte 62, Fachhochschule Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen
- Schütte, C.: Road-pricing in der Praxis - Ein konkretes Preiskonzept für Deutschland, Schriftenreihe A des Instituts für Straßen- und Schienenverkehr, Heft 31, Technische Universität Berlin, 1998
- Schwarz, O.; Bock, E.; Hohlweg, G.: Beispiel Freiburg: Zeit- und verkehrslastabhängige Straßenbenutzungsgebühren für Ballungsräume, in: Internationales Verkehrswesen (49) 11/97
- SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung): Verkehrskonzept für Berlin, Berlin 1999
- SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin): Luft- und Lärmbelastungen in der Berliner Innenstadt, Teil I der Studie zur ökologischen und stadtverträglichen Belastbarkeit der Berliner Innenstadt durch den Kfz-Verkehr (Belastbarkeitsstudie), Information zur Luftreinhaltung in Berlin, Heft 15, Berlin 1992
- SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz): Frühzeitige Bürgerbeteiligung zum Flächennutzungsplan, Berlin 1993
- SenVuB (Senatsverwaltung für Verkehr und Betriebe): Berlin-Teilung der Verkehrszellen, Berlin 1988 bzw. 1991
- SenVuB (Senatsverwaltung für Verkehr und Betriebe): Materialien zum Stadtentwicklungsplan Verkehr, Berlin 1995
- SenVuB (Senatsverwaltung für Verkehr und Betriebe): Parken in Berlin, Parkzone westliche Innenstadt, Berlin 1995
- SenVuB/MSWV (Senatsverwaltung für Verkehr und Betriebe des Landes Berlin, Ministerium für Städtebau, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg: Verkehrsentwicklungsplanung für die Region Berlin, 2. Zwischenbericht März 1993, Berlin 1993
- Smith, M. J.; May, A. D.; Wisten, M. B.; Milne, D. S.; Van Vliet, D.; Ghali, M. O.: A comparison of the Network effects of four road-user charging systems, in: Traffic Engineering + Control, Mai 1994
- Solheim, T.: The Toll-Ring in Oslo, in: Nordic Road & Transport Research No. 2, 1992
- Sonntag, H.; Meimbresse, B.; Castendiek, U.: Anforderungen und Möglichkeiten des Wirtschaftsverkehrsmodells WIVER, in: Internationales Verkehrswesen (48), 1+2/96
- Sparmann, J.: Verhaltensweisen im Ruhenden Verkehr - Ergebnisse einer Befragung in Berlin (West), in: Straßenverkehrstechnik 6/78

Specht, S.: Elektroautos als Beitrag zur Luftreinhaltung in Bayern, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge: Technologie-Innovation für den zukünftigen Verkehr, Berlin 1997

StaLA (Statistisches Landesamt Berlin): Statistisches Jahrbuch 1996, Berlin 1997

StaLA (Statistisches Landesamt Berlin): Bevölkerungszahl auf Blockebene, Stand 31.12.1997

Steierwald, G.; Künne, H.-D. (Hrsg.): Stadtverkehrsplanung
Grundlagen, Methoden, Ziele
Berlin, Heidelberg, 1994

Steierwald, G.; Englmann, F.; Hecht, C.; Kolb, A.; Krostitz, B.; Vogt, W.: Analyse, Systematisierung und Bewertung von Road-Pricing-Systemen in städtischen Räumen, in: Straßenverkehrstechnik 10/97

Stengel, E.: Leistungsstark, aber längst nicht serienreif, in: Der Tagesspiegel, 25.7.1998

Stoelhorst, H. J.; Zandbergen, A. J.: The development of a road pricing in the Netherlands, in: Traffic Engineering +Control, Februar 1990

StVO (Straßenverkehrs-Ordnung), Beck-Texte im dtv, München 1999

Sveder, G. J.; Nylander, P.: The impacts of a dynamic Road Pricing System based on the socio-economic Marginal costs of road traffic in the Stockholm Region, in: 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, Berlin 21.-24. Oktober 1997, Proceedings (CD-ROM), Berlin 1997

Teidelt, I.: Solar+E-Mobil, Info+Katalog 96/97, Essen 1996

Teubel, U.: Verteilungswirkungen von Straßenbenutzungsgebühren in einem städtischen Ballungsraum, in: Internationales Verkehrswesen (49) 3/97

The Intelligent Highway, 8.6.1998: Singapore acts to cure Electronic Road Pricing Smart Card Problems (ohne Autor)

Thorpe, N.; Hills, P. J.: The DRIVE project PAMELA
2. The scope of automated pricing systems, in: Traffic Engineering + Control, Juli/August 1991

Tiefenthaler, H.; Brunner, P.: Verlagerungspotential vom motorisierten Individualverkehr zu alternativen Verkehrsmitteln im Stadtverkehr, in: Internationales Verkehrswesen (43) 12/91

Tolltrans, Oktober/November 1997

Toeppen, H.: 170.000 Berliner leben an Straßen mit gefährlichem Lärm, in: Der Tagesspiegel, 2.12.1997

Tomforde, J. H.: MCC Micro Compact Car von Mercedes Benz und SMH/Swatch: Individuelles und vernetzbares Mobilitätskonzept der Zukunft, UTECH-Congress, 13./14. Februar 1995, Berlin

Topp, H. H.: Autofreie Innenstädte - Bisherige Erfahrungen
Vortrag auf der Tagung „Verkehrskonzepte am Prüfstand“ am 4./5. Juni 1992 in Salzburg, in: Straßenverkehrstechnik 5/92

Topp, H. H.: Erreichbarkeit, Parkraum und Einzelhandel der Innenstadt, in: Straßenverkehrstechnik 5/98

Transportation, Volume 19, No. 4, 1992, Special Issue: Congestion Pricing

Transportation Research, Vol. 20A, No. 2, März 1986, Special Issue: Road Pricing

TRL-News, September 1996: Leicester Environmental Road Tolling Scheme (ohne Autor)

TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) Rheinland: Feldversuch „Autobahntechnologien A 555“, Ergebnisse und Vorschläge, 1995

Tumm, G. W.: Flächentest Zink-Luft-Energiesystem bei der Deutschen Post AG, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Urban Planning Division
Applications of an new Travel Demand Forecasting Techniques to Transportation Planning
A Study of Individual Choice Models, Washington, D. C., März 1977

UBA (Umweltbundesamt): Schritte zu einem dauerhaft umweltverträglichen Verkehr, Berlin 1995

Ueberschaer, M.: Zur Verlagerung von Pkw-Fahrten auf andere Verkehrsmittel, in: Verkehr und Technik, 1988, Heft 1

Uhlmann, J.: Neuartige Konzepte der ökologischen individuellen Motorisierung und Mobilität – Projekt SYSTEM-CAR, Workshop TU Dresden, 21. Oktober 1994

UITP Express 1995/96: Singapur (ohne Autor)

UPI (Umwelt- und Prognoseinstitut): Ökologische und soziale Kosten der Umweltbelastung in der Bundesrepublik Deutschland, Bericht Nr. 20, Heidelberg 1991

UPI (Umwelt- und Prognoseinstitut): Umweltwirkungen von Finanzinstrumenten im Verkehrsbereich, Bericht Nr. 21, 3. Auflage, Heidelberg 1993

van Wijk, D. P.: Road Pricing in the Netherlands, in: Third International Conference on Road Traffic Control, Mai 1990

VARTA: Elektro-Autos, Stand und Perspektiven, Hannover 1996

VCD/VCÖ (Verkehrslub Deutschland/Österreich): Kostenwahrheit im europäischen Verkehr, Schriftenreihe des VCÖ, Heft 3, Wien 1993

Verkehr aktuell: Freizeitmobilität
Grüne Reihe Nr. 38
Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern, 1997

Verron; H.: Verkehrsmittelwahl als Reaktion auf ein Angebot
Ein Beitrag der Psychologie zur Verkehrsplanung
Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, Heft 20, Technische Universität Berlin, 1986

Vester, F.: Elektrofahrzeuge im Licht einer ganzheitlichen Sensitivitätsanalyse, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung – Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995

Vochazer, E.-M.: Bezirk will Großen Tiergarten an Wochenenden für Autos sperren, in: Der Tagesspiegel, 27.2.1997

VÖV (Verband öffentlicher Verkehrsunternehmen): Empfehlungen für einen Bedienungsstandard im öffentlichen Personennahverkehr
VÖV-Schriften Reihe Technik, VÖV 1.41, 1, Düsseldorf, September 1981

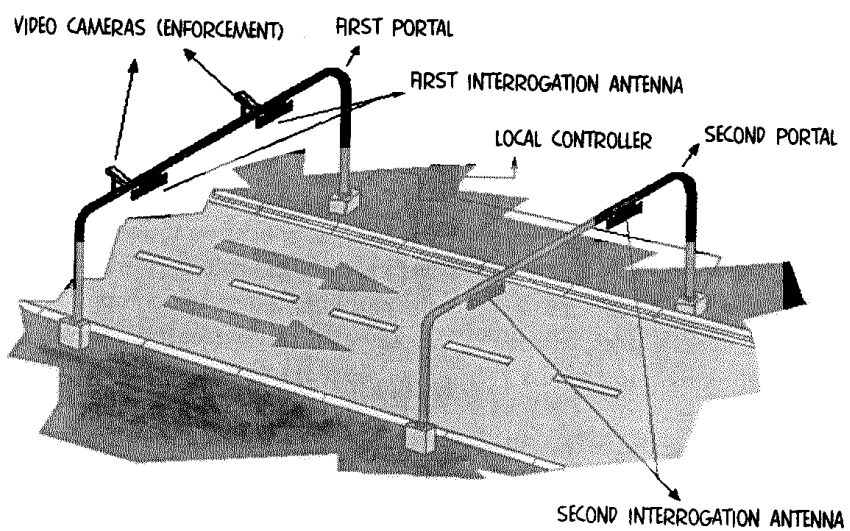
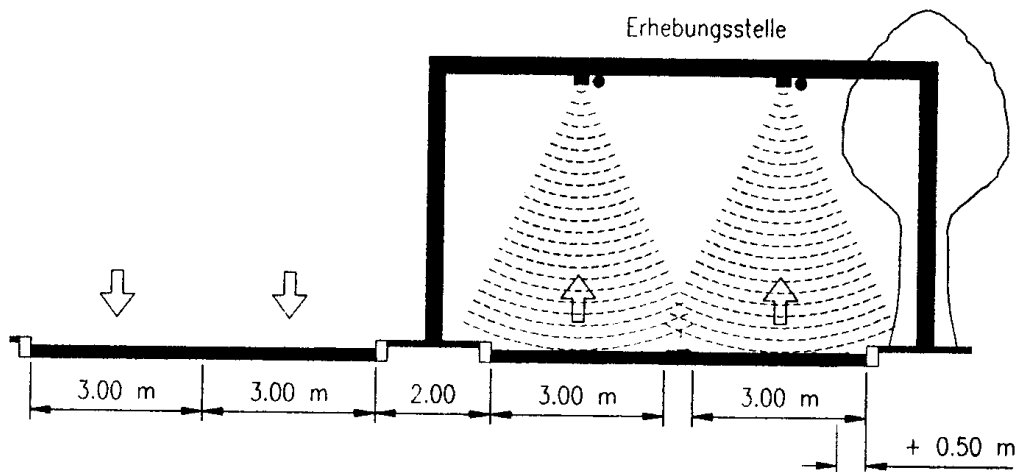
Vogt, W.; Wacker, M.; Weeber, H. und R.: Wirksamkeit und Auswirkungen von Parkraumbeschränkungen im Berufsverkehr, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Stuttgart 1989

- Voy, C.: Überblick über den Stand des Elektroantriebs für Straßenfahrzeuge, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- Waby, R.: A built-in future- Building a toll system for the Melbourne City Link, in: Tolltrans, Oktober/November 1997
- Wagner, H.-J.; Wein, K.; Zühlke, R.: Errichtung einer flächendeckenden Infrastruktur mit Solartankstellen in Berlin
Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin 1995
- Walz, F.: Das Sicherheitspotential von kleinen Leichtfahrzeugen, in: Appel, H. (Hrsg.): Stadtauto Mobilität, Ökologie, Ökonomie, Sicherheit, Braunschweig, Wiesbaden 1995
- WWW (World Wide Web): www.luebeck.de, Internet-Information, 1998
- WWW (World Wide Web): www.philips-projects.philips.com/rti.htm, Internet-Information, 1998 und 2001
- Wempen, D.; Wöber, S.: Road Pricing-Konzept für den Ballungsraum Rhein-Main
Unveröffentlichte Diplomarbeit im Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern, 1993
- Wicke, L.: Umweltökonomie, 4. Auflage, München 1993
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr - Gruppe A (Verkehrswirtschaft): Marktwirtschaftliche Instrumente zur Reduktion von Luftschadstoffemissionen des Verkehrs, Sonderdruck der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 2/1992
- Wontorra, K.: Fußgängerfreundliche Innenstadt, in: DER NAHVERKEHR 5/92
- Wulff, G.: Beurteilung elektrischer Maschinen auf ihre automobilgerechte Tauglichkeit, in: Fachtagung Deutsche Gesellschaft für elektrische Straßenfahrzeuge, Elektrofahrzeuge im Aufschwung - Zukunftsvisionen und Realität, Berlin 1995
- Yearsley, I.: Die Straßenbenutzungsgebühr wird akzeptiert, in: Public Transport International, 4-1991
- Zumkeller, D.: Umweltfreundliche Stadtverkehrskonzepte, in: Public Design, Jahrbuch zur Gestaltung öffentlicher Räume, Gütersloh 1987
- Zumkeller, D.: Road Pricing - Szenario einer arealen Differenzierung in einer deutschen Mittelstadt, in: Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Juli 1993
- Zumkeller, D.; Seitz, H.: Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen
Bundesminister für Verkehr, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 642, 1993

VERZEICHNIS DES ANHANGS

- Anhang 1: Abbildungen der Erhebungsstationen für eine Straßenbenutzungsabgabe (Quelle oben: eigene Zeichnung; unten: [TOLLTRANS 1997])**
- Anhang 2: Abgrenzung des Road Pricing-Systems (Großer Hundekopf) und weitere Einteilung in vier Quadranten (Quelle: [BVG 1998], ohne Maßstab)**
- Anhang 3: Erhebungsbogen Juni 1996 für die mündliche Befragung zu Straßenbenutzungsabgaben**
- Anhang 4: Erhebungsbogen Januar 1997 für die schriftliche Befragung zu Fahrprofilen und Straßenbenutzungsabgaben (4-I bis 4-VII)**
- Anhang 5: Berliner Straßennetz des VISUM-IV-Umlegungsprogramms (ohne Maßstab)**
- Anhang 6: Kostenelemente für Erhebungseinrichtungen der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“**
- Anhang 7: Ausnahmeregelungen für die autoarme Innenstadt Lübeck (Quelle: [WWW 1998a])**
- Anhang 8: Das Untersuchungsgebiet City West und Erschließung des Planungsgebiets durch den ÖPNV mit Buslinien (Radius 300 m) und Schnellbahnlinien (Radius 400 m) (Quelle: [SENVUB 1995b], Maßstab 1 : 20.000)**
- Anhang 9: Parkhäuser und Parkplätze im Planungsgebiet**
- Anhang 10: Erhebungsbogen Juli 1997 der mündlichen Befragung zur Zufahrtbeschränkung**
- Anhang 11: Statistische Testverfahren**
- Anhang 12: Erhebungsbogen Mai 1996 für die schriftliche Befragung zu Fahrtenprofilen (12-I bis 12-V)**
- Anhang 13: Geschwindigkeiten nach dem Anfahren an der Lichtsignalanlage (Vergleich von Messwerten mit Simulationsergebnissen)**
- Anhang 14: Beispielgebiet in der City West für den Einsatz elektrisch angetriebener Stadtautos (ohne Maßstab) mit Angabe der Stellplatztypen mit Ladestationen bei verschiedenen Stellplatztypen**

Anhang 1





FACHBEREICH 10
 Institut für Straßen- und
 Schienenverkehr
 Straßenplanung und
 Straßenverkehrstechnik
 Prof. Dr.-Ing. S.-M. Nielsen
 Telefon: (030) 314 22147
 Telefax: (030) 314 25883



Guten Tag, dies ist eine Befragung der TU Berlin zum Parkraum in der Berliner Innenstadt.

1. Zu welchem Zweck parken Sie hier? Wohnen
 (Auch mehrere möglich) Arbeit
 Studium
 Ausbildung
 Behördengang/Bank/Arzt
 Einkauf
 Freizeit
 Sonstige.....

2. Wie oft parken Sie hier?
mal pro Woche/ Monat
 seltener als 1x pro Monat

3. Wie lange werden Sie voraussichtlich hier parken?(Zeit)

4. Woher kommen Sie gerade? (Straße, Nummer und Ortsteil bzw. Ort; ggf. PLZ)

5. Wie lange sind Sie hierher gefahren?(Zeit)

6.a) Wieviele Fahrten (zu versch. Zielen) haben Sie danach noch vor.....(Anzahl)
 (einschließlich Fahrt nach Hause)

6.b) Davon innerhalb des S-Bahn-Rings (Innenstadt):(Anzahl)

7. Was halten Sie vom bestehenden Parkraumbewirtschaftungskonzept? Gut
 neutral / egal
 schlecht
 Kommentar.....

8. Würden Sie an dieser Fahrt hierher etwas verändern, wenn das Einfahren in die Innenstadt 4 DM kosten würde?
 Nein.
 Ja, das Verkehrsmittel wechseln: Bus/Bahn,
 Fahrrad,
 Fuß
 Sonstiges.....
 Ja, mein Ziel außerhalb der Gebührenzone suchen
 Ja, auf diese Fahrt verzichten
 Ja, sonstige Reaktion:

9. In welchen der folgenden Stadtbereiche würden Sie eine Straßenbenutzungsgebühr akzeptieren?
 (Auch mehrere) innerh. S-Bahn-Ring
 City Ost
 City West
 Einkaufs-
 Dienstleistungs-
 Wohn-
 Gewerbe-/Industrie-
 Sonstige Gebiete:

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Intern (vom Befrager auszufüllen)

10. m w | 11. 20 30 40 50 60 >64 | 12. Bes.

13.DM/h Phaus PScheibe Str. Sonst.....

14. Uhrzeit 15. Standort

16. Befrager (Name)

Fragebogen zum Pkw-Einsatz (Nr: _____)



TEIL A -statistische Fragen-

FACHBEREICH 10

Institut für Straßen-
und Schienenverkehr

Fachgebiet
Straßenplanung und
Straßenverkehrstechnik

1. Stellung im Beruf

- | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Arbeiter | <input type="checkbox"/> Azubi |
| <input type="checkbox"/> Angestellter | <input type="checkbox"/> Student |
| <input type="checkbox"/> Beamter | <input type="checkbox"/> Rentner |
| <input type="checkbox"/> Selbständiger | <input type="checkbox"/> z. Zt. arbeitslos |
| <input type="checkbox"/> nicht berufstätig | <input type="checkbox"/> Umschulung |

2. Geschlecht

- männlich weiblich

3. Alter

- < 18 Jahre
 19 - 25 Jahre
 26 - 35 Jahre
 36 - 50 Jahre
 > 50 Jahre

4. Anzahl der Personen im Haushalt

- 1
 2
 3
 4
 mehr als 4

5. Wohnort

Stadt/Landkreis: _____
 Ortsteil: _____
 Straße: _____

6. Haben Sie einen Pkw-Führerschein (Klasse 3)?

- ja nein

7. Arbeitszeit

von: _____ bis: _____ Gleitzeit? ja nein

8. Über welche Fahrzeuge verfügt Ihr Haushalt?

Hubraum bis 1399 cm ³	Anzahl Benzin: _____	Anzahl Diesel: _____, davon mit KAT _____
Hubraum 1400 bis 1999 cm ³	Anzahl Benzin: _____	Anzahl Diesel: _____, davon mit KAT _____
Hubraum über 2000 cm ³	Anzahl Benzin: _____	Anzahl Diesel: _____, davon mit KAT _____
Motorrad	Anzahl: _____	
Elektrofahrzeug	Anzahl: _____	

9. Welche Verkehrsmittel benutzen Sie wie oft?

(1: regelmäßig 2: gelegentlich 3: selten 4: nie)

	1	2	3	4
Pkw als Selbstfahrer/-in	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pkw als Mitfahrer/-in	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorrad/Moped	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taxi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffentl. Nahverkehr (ÖPNV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Park+Ride	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrrad+Öff. Verkehrsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 4-II

TEIL B -Angaben zur Tagesfahrleistung-

1.) Bitte protokollieren Sie Ihre durchgeführten Pkw-Fahrten für einen typischen Tag Ihres Pkw-Einsatzes!

Datum und Wochentag der protokollierten Fahrten: _____

ERSTE FAHRT	ZWEITE FAHRT	DRITTE FAHRT
Parkplatzart vor der Fahrt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>		
Wie lange stand Ihr Fahrzeug dort? _____ Stunden		
Abfahrtsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____	Abfahrtsort Ankunftsort der vorigen Fahrt <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____	Abfahrtsort Ankunftsort der vorigen Fahrt <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____
Abfahrtszeit _____ Uhr	Abfahrtszeit _____ Uhr	Abfahrtszeit _____ Uhr
benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm ³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug	benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm ³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug	benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm ³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm ³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug
Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3	Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3	Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3
Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____	Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____	Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____
Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____	Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____	Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____
Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____	Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____	Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____
Ankunftszeit _____ Uhr	Ankunftszeit _____ Uhr	Ankunftszeit _____ Uhr
Fahrtweite _____ km	Fahrtweite _____ km	Fahrtweite _____ km
Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>
Parkgebühren: _____ DM	Parkgebühren: _____ DM	Parkgebühren: _____ DM
Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal

VIERTE FAHRT	FÜNFTE FAHRT	SECHSTE FAHRT
<p>Abfahrtsort Ankunftsort der vorigen Fahrt <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>	<p>Abfahrtsort Ankunftsort der vorigen Fahrt <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>	<p>Abfahrtsort Ankunftsort der vorigen Fahrt <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>
<p>Abfahrtszeit _____ Uhr</p>	<p>Abfahrtszeit _____ Uhr</p>	<p>Abfahrtszeit _____ Uhr</p>
<p>benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug</p>	<p>benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug</p>	<p>benutztes Fahrzeug <input type="checkbox"/> Hubr. bis 1399 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. 1400-1999 cm³ <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 cm³ <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug</p>
<p>Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3</p>	<p>Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3</p>	<p>Anzahl der Insassen <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3</p>
<p>Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____</p>	<p>Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____</p>	<p>Haben Sie etwas transportiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja nämlich _____</p>
<p>Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____</p>	<p>Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____</p>	<p>Fahrtzweck <input type="checkbox"/> Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstliche Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> nach Hause <input type="checkbox"/> anderer Zweck nämlich _____</p>
<p>Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>	<p>Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>	<p>Ankunftsort Wohnort <input type="checkbox"/> oder: Stadt/Landkreis: _____ Ortsteil: _____ Straße: _____</p>
<p>Ankunftszeit _____ Uhr</p>	<p>Ankunftszeit _____ Uhr</p>	<p>Ankunftszeit _____ Uhr</p>
<p>Fahrtweite _____ km</p>	<p>Fahrtweite _____ km</p>	<p>Fahrtweite _____ km</p>
<p>Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkgebühren: _____ DM</p>	<p>Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkgebühren: _____ DM</p>	<p>Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öff.: <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkgebühren: _____ DM</p>
<p>Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal</p>	<p>Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal</p>	<p>Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? _____ mal</p>

Wenn Sie mehr als 6 Fahrten durchgeführt haben, lassen Sie sich bitte einen weiteren Fragebogen geben!

2.) **Wie oft führen Sie in einem durchschnittlichen Monat Pkw-Fahrten durch, die ohne nennenswerte Zwischenstops (weniger als 1 Stunde) in den folgenden Entfernungsbereichen liegen? (ohne Urlaubsfahrt)**

100-150 km Anzahl: _____

mehr als 150 km Anzahl: _____

Anhang 4-IV

TEIL C -Elektrofahrzeug-

Seit März 1995 gibt es in der westlichen Berliner Innenstadt die Parkraumbewirtschaftungszone „City-West“.

1.) Wie oft parken Sie im Monat in diesem Gebiet („City-West“)?

Fahrzweck	Tage im Monat
Arbeit/Ausbildung	_____
Einkauf/Besorgung	_____
Freizeit	_____
Anderer Zweck	_____

und zwar: _____

2.) Wenn der Berliner Senat beschließt, daß zukünftig in diesem Gebiet („City-West“) Nicht-anwohner grundsätzlich nur mit einem Elektroauto* parken dürfen, welche Konsequenzen würden sie aus dieser Maßnahme ziehen? (Mehrfachnennungen möglich)

[* Pkw (Größe eines Klein-oder Kompaktwagens) mit Elektroantrieb:
Reichweite: zwischen 80 und 170 km (bei vollaufgeladener Batterie#)
Höchstgeschwindigkeit zwischen 70 und 120 km/h
Preis derzeit ab: ca. 30.000 DM]

- Gebiet überhaupt nicht mehr aufsuchen
- Parken außerhalb des Gebietes
- Umsteigen auf andere Verkehrsmittel
 - und zwar: Pkw als Mitfahrer
 - Taxi
 - Öff. Nahverkehr
 - Fahrrad
 - Park+Ride
 - Bike+Ride
- Elektrofahrzeug benutzen
 - und zwar: Kauf
 - Leasing
 - Car-sharing
- Fahrgemeinschaft bilden

3.) Haben Sie bereits in Erwägung gezogen, sich in absehbarer Zeit ein Elektrofahrzeug anzuschaffen?

ja nein

4.) Warum stellt diese Antriebsart für Sie momentan keine Alternative zum Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor dar?

5.) **Wieviele Ihrer Pkw-Fahrten finden ganz oder teilweise innerhalb des Berliner S-Bahnringes.**

Fahrzweck	Anzahl der Fahrten im Monat (Hin- und Rückfahrt zählen hier als eine Fahrt)
Arbeit/Ausbildung	_____
Einkauf/Besorgung	_____
Freizeit	_____
anderer Zweck	_____
und zwar:	_____

6.) **Welches Elektroauto würden Sie eher kaufen?**

Bitte numerieren Sie in den folgenden 3 Tabellen die einzelnen Kombinationen zweier Merkmale entsprechend Ihrer Wertschätzung so durch, daß die für Sie beste Kombination die Note 1 und die schlechteste die Note 9 erhält!

Beispiel:

Preis	Reichweite		
	50km	100 km	150 km
25.000 DM	3	2	1
35.000 DM	6	5	4
50.000 DM	9	8	7

Preis	Reichweite		
	80km	130 km	180 km
25.000 DM			
35.000 DM			
50.000 DM			

Tabelle 1

Preis	Höchstgeschwindigkeit		
	70km/h	110km/h	150km/h
25.000 DM			
35.000 DM			
50.000 DM			

Tabelle 2

Reichweite	Höchstgeschwindigkeit		
	70 km/h	110 km/h	150 km/h
80 km			
130 km			
180 km			

Tabelle 3

Anhang 4-VI

TEIL D -Fragen zu Reaktionen-

- 1.) Zur Verkehrsberuhigung der Berliner Innenstadt sind derzeit verschiedene finanzielle Maßnahmen im Gespräch. Was würden Sie im Falle der Einführung dieser Maßnahmen I bis V an der heute von Ihnen durchgeführten ersten Pkw-Fahrt in Ihrem Protokoll ändern?

Sie haben folgende Alternativen:

1. trotzdem unverändert mit dem Auto fahren
2. Öffentl. Verkehrsmittel (3,90DM/Fahrt oder 93 DM/Monat)
3. Rad/Fuß
4. Innenstadtbereich umfahren, da das Ziel sowieso außerhalb liegt
5. auf ein anderes Fahrtziel außerhalb des Gebührenbereichs ausweichen
6. Park und Ride
7. Mitfahrgemeinschaft
8. Kopplung mit einer anderen Fahrt
9. Fahrtverzicht (gar nicht fahren)

Kreuzen Sie nun bitte für jede der folgenden Maßnahmen das Kästchen der von Ihnen bevorzugten Alternative an! (Wenn Sie z.B. weiter Pkw fahren würden, kreuzen Sie unter der Maßnahme die 1 an.)

- I) Die Mineralölsteuer wird um 2 DM/Liter Kraftstoff steigen. Welche Alternative wählen Sie?
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- II) Die Parkgebührenzone wird auf den gesamten Bereich innerhalb des S-Bahnringes (siehe Abbildung!) ausgedehnt und das Parken kostet Mo-Sa zwischen 9 und 19 Uhr für Nichtanwohner überall mindestens 1 DM/h.
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- III) Innerhalb des S-Bahnringes wird Mo bis Sa zwischen 6 und 19 Uhr eine Straßenbenutzungsgebühr zwischen 2 und 8 DM pro Einfahrt erhoben. In den folgenden Fällen wird bei jeder Einfahrt automatisch elektronisch der entsprechende Betrag von Ihrem Konto abgebucht. Auf welche Alternative würden Sie ausweichen?
- IIIa) 2 DM pro Einfahrt
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IIIb) 4 DM pro Einfahrt
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IIIc) 6 DM pro Einfahrt
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IIId) 8 DM pro Einfahrt
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IIIe) 4 DM (bei Einfahrt 6-9 Uhr) bzw. 2 DM (bei Einfahrt 9-19 Uhr)
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IIIff) 1 DM pro Stunde Aufenthalt im S-Bahnring (6-19 Uhr)
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- IV) Innerhalb des S-Bahnringes werden Ihnen 20 Pf./km abgebucht.
1 2 3 4 5 6 7 8 9
- V) Das Gebiet im S-Bahnring wird in 4 Quadranten geteilt (siehe Abbildung). Bei jeder Grenzdurchfahrt werden Ihnen 2 DM abgebucht. Welche Alternative wählen sie?
1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 2.) Mit welcher der genannten Maßnahmen (I-V) wären Sie am ehesten einverstanden? Nr.: _____

TEIL E -Fragen zur Abfahrtszeit von Pkw-Fahrten-

Stellen Sie sich nun bitte zwei mögliche Pkw-Fahrten vor!. Sie wollen morgens zur Arbeit bzw. Schule und Sie können wählen, ob Sie mit dem Auto oder mit einem öffentlichen Verkehrsmittel fahren. Ihre möglichen Fahrten sehen wie in den Tabellen 1-6 aus:

Für welche der beiden Pkw-Fahrten würden Sie sich an einem normalen Werktag entscheiden? Kreuzen Sie bitte die entsprechenden Kästchen unter den Tabellen an!

1.)

<i>Tabelle 1</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	20 min früher
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	2 DM	keine

Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

2.)

<i>Tabelle 2</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	20 min früher
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	4 DM	keine

Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

3.)

<i>Tabelle 3</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	40 min früher
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	2 DM	keine

Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

4.)

<i>Tabelle 4</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	40 min früher
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	4 DM	keine

Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

5.)

<i>Tabelle 5</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	20 min später
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	2 DM	keine

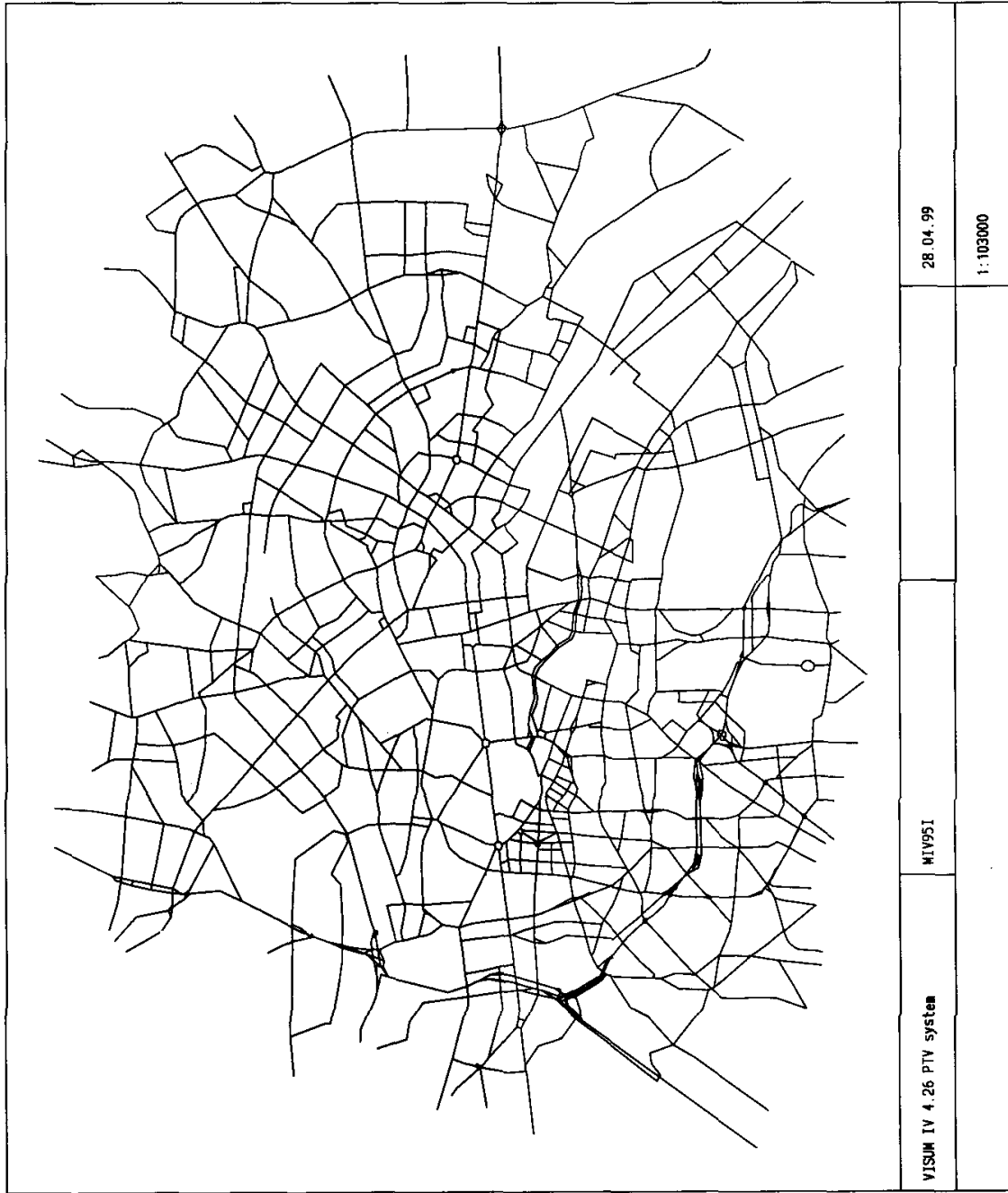
Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

6.)

<i>Tabelle 6</i>	Pkw-Fahrt A	Pkw-Fahrt B
<i>Abfahrtszeit</i>	normale Zeit	20 min später
<i>Straßenbenutzungsgebühr</i>	4 DM	keine

Fahrt A Fahrt B anderes Verkehrsmittel wählen

Anhang 5



Kostenelemente für Erhebungseinrichtungen der Maßnahme „Straßenbenutzungsabgaben“

Erhebungseinrichtung

Anlagenteil	Investitionskosten
Sende- und Empfangsgerät (je Fahrstreifen)	34.000 DM
Videogerät zur Überwachung (je Fahrstreifen)	6.000 DM
Rechner der Erhebungsstelle	36.000 DM
Fundamente	2.000 DM
Verkabelung	5.000 DM
Nebenkosten (je Fahrstreifen)	17.000 DM
Summe	100.000 DM

Kosten der Erhebungseinrichtungen eines Kordonrings

Anzahl der Fahrstreifen	Anzahl der Erhebungsstellen	Grundkosten	Gesamtkosten
1 Fahrstreifen	21	100.000 DM	2,100 Mio. DM
2 Fahrstreifen	19	157.000 DM	2,983 Mio. DM
2 Fahrstreifen + Busspur	6	180.000 DM	1,080 Mio. DM
3 Fahrstreifen	7	214.000 DM	1,498 Mio. DM
4 Fahrstreifen	3	271.000 DM	0,813 Mio. DM
Summe	56		8,474 Mio. DM

Kosten der Erhebungseinrichtungen für ein Vier-Quadranten-Modell

Anzahl der Fahrstreifen	Anzahl der Erhebungsstellen	Grundkosten	Gesamtkosten
1 Fahrstreifen	1	100.000 DM	0,1 Mio. DM
2x1 Fahrstreifen	19	159.000 DM	3,021 Mio. DM
2x1 Fahrstreifen (nur Bus)	1	100.000 DM	0,100 Mio. DM
2x1 Fahrstreifen + Busspur	2	205.000 DM	0,410 Mio. DM
2x1 Fahrstreifen + Straßenbahn	1	159.000 DM	0,159 Mio. DM
2x2 Fahrstreifen	11	278.000 DM	3,058 Mio. DM
2x2 Fahrstreifen + Busspur	4	324.000 DM	1,296 Mio. DM
2+3 Fahrstreifen	2	335.000 DM	0,670 Mio. DM
2x3 Fahrstreifen	2	392.000 DM	0,784 Mio. DM
2x4 Fahrstreifen	2	506.000 DM	1,012 Mio. DM
Summe	45		10,610 Mio. DM

- **Kosten für eine Kartenaufwertestation: 10.000 DM**
- **Kosten für einen Zentralrechner: 2 Mio. DM**
- **Betriebskosten der Erhebungseinrichtungen: 2.500 DM Wartungskosten pro Jahr und Fahrstreifen und 23.000 DM Überwachungskosten pro Jahr und Fahrstreifen**
- **Kosten für eine Informationsstelle: 0,5 Mio. DM Investitionskosten und 0,2 Mio. DM jährliche Betriebs- und Personalkosten**

HANSESTADT LÜBECK

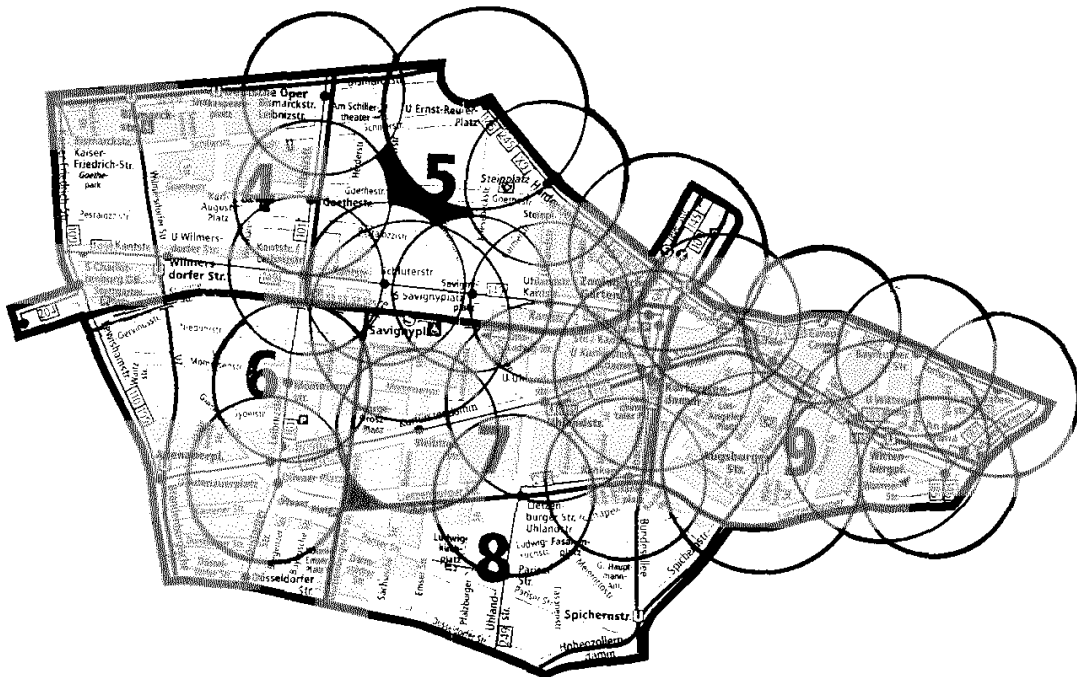
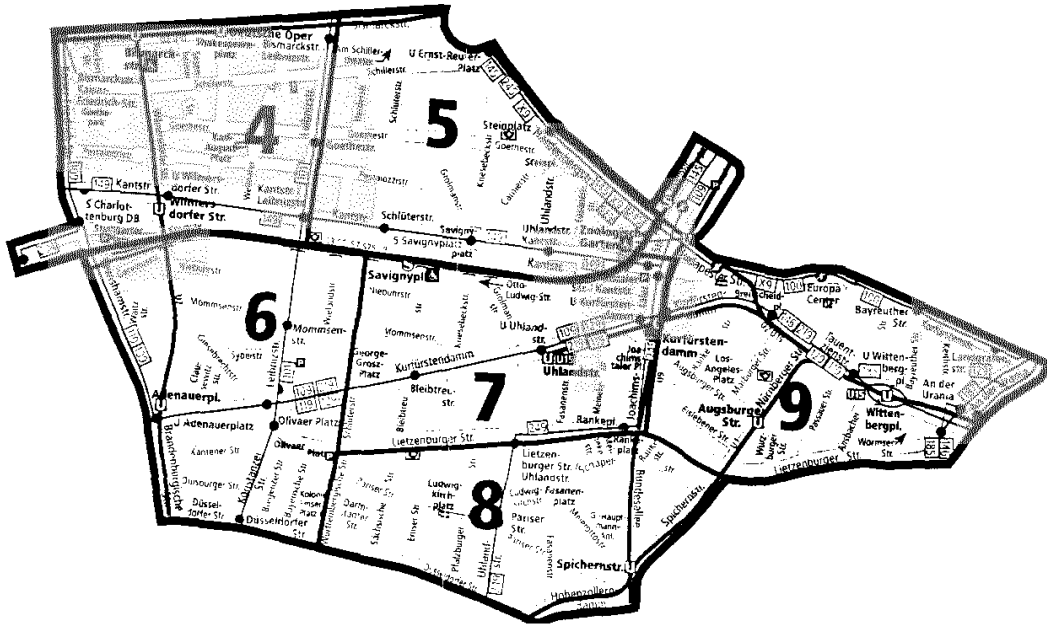
AUSNAHMEREGLUNGEN



Wer darf in die verkehrsberuhigte Altstadt einfahren?

- Linienverkehr
- Taxen und Mietwagen
- Radfahrer
- Anwohner mit Parkausweis
- außergewöhnlich Gehbehinderte und Blinde mit Parkausweis
- Hotelgäste
- gewerblicher Lieferverkehr (Fahrten von Gewerbebetrieben, die überwiegend der Beförderung von Gütern und Material dienen)
- Anlieferverkehr (zielgerichteter Gütertransport zu oder zwischen Geschäften, Arbeitsstätten, Unternehmen, Unternehmensteilen)
- Dienstleistungsgüterverkehr (dienstleistungsorientierter Gütertransport für Betriebe)
- Auslieferungsverkehr (zielgerichteter Gütertransport zwischen Betrieben und Endverbrauchern im Rahmen eines betriebseigenen Kundendienstes für den Verbraucher)
- Geschäftsverkehre mit Ausnahmegenehmigung nach StVO für: Ingenieure, Architekten, Rechtsanwälte, Steuerberater, Wirtschaftsprüfer, Grundstücksmakler, Schiffsmakler für Rückfahrten nach Auswärtsterminen
- Fahrzeuge von Rundfunk-, Film- und Fernsehanstalten sowie Presseberichterstatter für Fahrten zur Berichterstattung über Ereignisse/Veranstaltungen in der Altstadt
- Ärzte für Fahrten zu Hausbesuchen bei Patienten in der Altstadt
- Reinigungsdienste für Fahrten zur Tätigkeit in der Altstadt
- Wach- und Schließdienste für Fahrten zur Tätigkeit in der Altstadt
- Fahrschulen für Fahrten firmeneigener Fahrzeuge zu einer Betriebsstätte in der Altstadt
- organisierte Pflegedienste für Fahrten zur Betreuung von Kranken, Behinderten in der Altstadt
- Pannenhilfe für Fahrten zur Tätigkeit in der Altstadt
- Abschleppunternehmen für Fahrten zur Tätigkeit in der Altstadt
- Handwerker und handwerklich Tätige für Fahrten zwischen Werkstatt und Auftragsstätte, keine Materialtransporte
- Privatpersonen in folgenden Fällen (mit Ausnahmegenehmigung nach StVO): Zufahrten zu Kirchen, Veranstaltungsorten und Restaurants für Familienfeiern wie Hochzeiten, Taufen, Trauerfeiern
- Zufahrten zu eigenen oder gemieteten Stellplätzen
- Zufahrten für Wohnungsumzüge
- Zufahrten zum Hauptwohnsitz
- Waren- und Materiallieferverkehr für gemeinnützige und karitative Sonderveranstaltungen
- bei Vorliegen gleichgewichtiger gewerblicher, geschäftlicher oder privater Verkehrsinteressen können ebenfalls Ausnahmegenehmigungen nach der StVO erteilt werden

Angaben entnommen: Amtliche Bekanntmachungen des Innenministers und des Ministers für Wirtschaft, Technik und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein, 25. Januar 1996. Alle Angaben ohne Gewähr.



Anhang 9

Parkhäuser und Parkplätze im Planungsgebiet

Nr.	Parkhaus/-platz	Lage	Plätze	Parkgebühr, Bemerkungen
1	Hotel Excelsior	Hardenbergstraße	71	1. Stunde 4,00 DM, ab 2. Stunde 3,50 DM, 24 h
2	Knesebeckstraße	Knesebeckstraße/ Goethestraße	22	Parkplatz, 2,00 DM/h 8-22 Uhr, 1 DM/h 22-8 Uhr
3	Knesebeckstraße	Knesebeckstraße	350	1. Stunde 2,00 DM, weitere 15 min 0,30 DM, 24 h
4	Plaza Hotel	Knesebeckstraße	50	2,50 DM/h, 24 h
5	Reichelt	Knesebeckstraße	30	Kundenparkplatz
6	Heckers Hotel	Grolmannstraße	50	2,00 DM/h, 24 h
7	Concept Hotel	Grolmannstraße	140	1. und 2. Stunde 2,00 DM, ab 3. Stunde 3,00 DM, 24 h
8	Fasanen- /Uhlandstraße	Fasanen- /Uhlandstraße	500	1. und 2. Stunde 2,50 DM/h, ab 3. Stunde 3,00 DM/h, 6-2 Uhr
9	Hotel Kempinski Plaza	Uhlandstraße	250	1. und 2. Stunde 5,00 DM, ab 3. Stunde 2,50 DM, 24 h
10	Kudamm-Karree	Uhlandstraße	914	4,00 DM/h, 24 h
11	Berlin Mark Hotel	Meinekestraße	250	3,00 DM/h, 24 h
12	ParkplatzUllrich/ Theater des Westens	Kantstraße/Harden- bergstraße	100	3,50 DM/h, Kunden ab 15 DM 1 Stunde 1,00 DM, 2 Stunden 4,50 DM, 24 h
13	Parkhaus Meine- kestraße	Meinekestraße	1.050	1. und 2. Stunde 3,50 DM, ab 3. Stunde 3,00 DM, 24 h
14	Metropole Passagen	Joachimstaler Straße	250	2,50 DM/h
15	C&A	Augsburger Straße	200	1. und 2. Stunde 2,00 DM, ab 3. Stunde 3,00 DM, während der Öffnungszeiten
16	Wertheim (Hertie)	Rankestraße	500	3,00 DM/h (Käufer 2,50 DM), während der Öffnungszeiten
17	Rankestraße	Los-Angeles-Platz	230	1. und 2. Stunde 2,50 DM, ab 3. Stunde 3,00 DM, 6-2 Uhr
18	„An der Gedächtnis- kirche“	Kantstraße	250	3,50 DM/h, 7.30-24 Uhr (Mo-Do)/2 Uhr (Fr, Sa), 10-24 Uhr So
19	Parkhaus „Am Zoo“	Budapester Straße	480	4,00 DM/h, 24 h
20	Europa-Center	Nürnberger Straße	960	4,00 DM/h, 24 h
21	Holiday Inn	Nürnberger Straße	130	5,00 DM/h, ab 3. Stunde 3,00 DM
22	KaDeWe, P1	Passauer Straße	760	3,00 DM/h (Käufer ab 3,00 DM 2,00 DM/h), während der Öffnungszeiten
23	KaDeWe, P2	Passauer Straße	270	siehe 22
24	Passauer Straße	Passauer/ Augsburger Straße	134	3,00 DM/h, 24 h
25	Bauhaus	Bayreuther Straße	360	Kundenparkplatz, 2,00 DM/h
Summe			8301	



Institut für Straßen- und Schienenverkehr
 FG Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik
 Prof. Dr.-Ing. G. Hofmann

Befragung zum ruhenden Verkehr in der City West

Pkw-Nutzer im Straßenraum

Nr. _____

Befragter: Ort: Zeit:

1.) Guten Tag, die TUBerlin führt eine Befragung zur Parksituation in der City West durch. Darf ich Ihnen ein paar Fragen stellen? Was ist der Zweck Ihrer heutigen Fahrt in dieses Gebiet?

- Arbeit Lieferrn, Dienstleistung
- Ausbildung + Studium
- Behördengang + Dienstleistung
- Einkauf => Kaufen Sie Artikel des täglichen Bedarfs (Lebensmittel) oder Artikel des längerfristigen Bedarfs?
- Freizeit (Bummeln, Restaurantbesuch, Besuch)
- Wohnen => Vielen Dank, die Befragung ist damit beendet!
- Sonstiges

2.) Wie oft parken Sie zu diesem Zweck mit dem Pkw in diesem Gebiet?

- mal pro Woche
- Monat
- seltener als 1x pro Monat

3.) Auch am Samstag?

- ja mal pro Monat
- nein mal pro Jahr

4.) Suchen Sie dieses Gebiet auch für andere Zwecke mit dem Pkw auf?

- Arbeit nein
- Ausbildung + Studium
- Behördengang + Dienstleistung
- Einkauf
- Freizeit (Bummeln, Restaurantbesuch, Besuch)
- Wohnen => Vielen Dank, die Befragung ist damit beendet!
- Sonstiges

5.) Wo liegt Ihr Ziel? Straße Nr.

6.) Wie lange werden Sie hier voraussichtlich parken?
 Minuten / Stunden

7.) Haben Sie Zugang zu einem privaten Parkplatz in diesem Gebiet?

- ja nein

8.) Kommen Sie seit Einführung der Parkraumbewirtschaftung in diesem Gebiet im März 1995 öfter oder seltener in die City West?

- öfter unverändert
- seltener weiß nicht

9.) Wo liegt Ihrer Meinung nach das nächste Parkhaus und welche Stundengebühr muß dort bezahlt werden?

- Ort: weiß nicht
- Gebühr: weiß nicht

10.) Ab dem 4. August wird in Berlin in einigen Straßen, auch in der City West, erstmals Parkraum nur für Anwohner reserviert. Stellen Sie sich nun vor, daß diese Regelung auf das Gebiet zwischen Kantstraße, Kudamm und Lietzburger Straße und somit auch auf diese Straße ausgedehnt wird. Wie würden Sie sich überwiegend für diesen Fahrzweck entscheiden, wenn die Parkhäuser nach wie vor zugänglich bleiben?

- Außerhalb des Gebiets parken, um hierher zu kommen Wo?
- In einem Parkhaus parken, um hierher zu kommen (z.Z. durchschn. 3,50/h)
- Auf die Fahrt verzichten Nur beim Fahrzweck Einkauf
- Das Verkehrsmittel wechseln, um hierher zu kommen Außerhalb des Gebiets einkaufen
- und zwar öffentliche Verkehrsmittel und zwar in Berlin im Umland
- P + R wo?
- Fahrrad
- Fuß
- Sonstige
- Sonstiges

11.) Mit welchen Einkaufscartem im Berliner Umland haben Sie Erfahrungen gesammelt?

12.) Wie oft suchen Sie diese auf?

- mal pro Woche
- Monat
- seltener als 1x pro Monat

13.) Welche Postleitzahl hat Ihre Heimatadresse?

- 14.) Kommen Sie gerade direkt von dort? ja nein
- Nun zur letzten Frage
- 15.) Sind Sie: berufstätig?
- nicht berufstätig?
- oder in der Ausbildung/im Studium?

16.) Raum für Anmerkungen

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

17.) Geschlecht m w Selber ausfüllen!

18.) Besetzung

19.) Alter >20 >30 >40 >50 >60 >65

20.) Vignettennummer

Anhang 11

Statistische Testverfahren

1. Mittelwertvergleich

Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$, Prüfgröße $z = -1,65$

Mittelwert 1 n_1 s_1	Mittelwert 2 n_2 s_2	Prüfgröße t	Darstellung in der Arbeit
95 min $n_1 = 289$ $s_1 = 245,5$ min	107 min $n_2 = 262$ $s_2 = 122,5$ min	-1,23	Kapitel 4.6.3 Tabelle 4-4

Da -1,23 kleiner als -1,65 ist, unterscheiden sich die Mittelwerte nicht signifikant voneinander

2. Vergleich zweier empirischer Verteilungen mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Kapitel 5.13.9, Tabelle 5-11)

Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$, $n_1 = 335$, $n_2 = 449$, Prüfgröße $D = 0,098$

Verteilungsfunktion 1	Verteilungsfunktion 2	Differenzen der Verteilungsfunktionen
0,269	0,276	-0,007
0,529	0,537	-0,008
0,732	0,737	-0,005
0,932	0,868	0,064
0,970	0,910	0,06
0,988	0,977	0,011
1,000	1,000	0

Die Differenzen der empirischen Verteilungsfunktionen sind kleiner als der kritische D-Wert, somit unterscheiden sich die Verteilungen nicht signifikant voneinander.



Fragebogen zur Erfassung der Pkw-Tagesfahrleistung

1. Welchen Status haben Sie innerhalb des Fachbereichs?

- Hochschullehrer/-in
- Akademische(r) Mitarbeiter/-in
- Sonstige(r) Mitarbeiter/-in
- Studentische(r) Mitarbeiter/-in
- Student/-in

FACHBEREICH 10

Institut für Straßen-
und Schienenverkehr

Fachgebiet
Straßenplanung und
Straßenverkehrstechnik

2. Geschlecht

- männlich weiblich

3. Alter

- weniger als 18 Jahre
- 18 - 25 Jahre
- 26 - 35 Jahre
- 36 - 50 Jahre
- 51 Jahre und älter

4. Wohnort

Stadt/Verwaltungsbezirk: _____

Ortsteil: _____

Straße: _____

5. Anzahl der Personen im Haushalt

- 1 4
- 2 mehr als 4
- 3

6. Haben Sie einen Führerschein der Klasse 3?

- ja nein

7. Über welche Fahrzeuge verfügt Ihr Haushalt?

- Hubraum bis 1399 ccm Anzahl Benzin___ Anzahl Diesel___, davon mit Katalysator___
- Hubraum 1400 - 1999 ccm Anzahl Benzin___ Anzahl Diesel___, davon mit Katalysator___
- Hubraum über 2000 ccm Anzahl Benzin___ Anzahl Diesel___, davon mit Katalysator___
- Elektrofahrzeug Anzahl___

8. Welche Verkehrsmittel benutzen Sie?

	1: regelmäßig	2: gelegentlich	3: selten	4: nie
	1	2	3	4
Pkw als Selbstfahrer/-in	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pkw als Mitfahrer/-in	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motorrad, Moped	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taxi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffentl. Nahverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fahrrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Park+Ride	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bike+Ride	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn Sie regelmäßig oder gelegentlich einen Pkw als Selbstfahrer/-in benutzen, dann werden Sie gebeten, mit der Beantwortung der folgenden Fragen fortzufahren.

Sonst ist die Befragung für Sie an dieser Stelle beendet. Vielen Dank.

Anhang 12-II

9. Angaben über die Tagesfahrleistung

Bitte protokollieren Sie ihre durchgeführten Fahrten für einen typischen Tag bezüglich Ihres Pkw-Einsatzes.

Monat und Wochentag der protokollierten Fahrten: _____

ERSTE FAHRT	ZWEITE FAHRT	DRITTE FAHRT
Wo parkten Sie Ihr Fahrzeug, bevor Sie diese Fahrt antraten? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Abfahrtsort (falls vom Ankunftsort abweichend) Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Abfahrtsort (falls vom Ankunftsort abweichend) Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____
Wie lange stand das Fahrzeug dort? _____ Stunden	Abfahrtszeit _____ Uhr	Abfahrtszeit _____ Uhr
Abfahrtsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr. bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. 1400 - 1999 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>	Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr. bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. 1400 - 1999 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>
Abfahrtszeit _____ Uhr	Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr. bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. 1400 - 1999 ccm <input type="checkbox"/> Hubr. über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>	Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>	Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>
Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/>	Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/>
Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>	und zwar: _____	und zwar: _____
Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/>	Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____
Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Ankunftszeit _____ Uhr Länge der Fahrt ca. _____ km	Ankunftszeit _____ Uhr Länge der Fahrt ca. _____ km
Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage: öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>
Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An _____ Tagen im Monat	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An _____ Tagen im Monat	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An _____ Tagen im Monat

VIERTE FAHRT	FÜNFTE FAHRT	SECHSTE FAHRT
Abfahrtsort (falls vom Ankunftsort abweichend) Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Abfahrtsort (falls vom Ankunftsort abweichend) Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Abfahrtsort (falls vom Ankunftsort abweichend) Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____
Abfahrtszeit _____ Uhr	Abfahrtszeit _____ Uhr	Abfahrtszeit _____ Uhr
Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr 1400 - 1999 ccm <input type="checkbox"/> Hubr über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>	Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr 1400 - 1999 ccm <input type="checkbox"/> Hubr über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>	Für diese Fahrt benutztes Fahrzeug Hubr bis 1399 ccm <input type="checkbox"/> Hubr 1400 - 1999 cc <input type="checkbox"/> Hubr über 2000 ccm <input type="checkbox"/> Elektrofahrzeug <input type="checkbox"/>
Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	Anzahl der Insassen 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>	Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>	Haben Sie zusätzlich etwas transportiert? ja <input type="checkbox"/> und zwar: _____ nein <input type="checkbox"/>
Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/> und zwar: _____	Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/> und zwar: _____	Welchem Zweck diente diese Fahrt? Arbeit/Ausbildung <input type="checkbox"/> Dienstl. Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf/Besorgung <input type="checkbox"/> Freizeit <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Anderer Zweck <input type="checkbox"/> und zwar: _____
Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____	Ankunftsort Stadt/Verwaltungsbezirk _____ Ortsteil _____ Straße _____
Ankunftszeit _____ Uhr Länge der Fahrt ca. _____ km	Ankunftszeit _____ Uhr Länge der Fahrt ca. _____ km	Ankunftszeit _____ Uhr Länge der Fahrt ca. _____ km
Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>	Wo haben Sie das Fahrzeug geparkt? Straßenrand <input type="checkbox"/> Parkplatz öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/> Parkhaus/Tiefgarage öffentlich <input type="checkbox"/> privat <input type="checkbox"/>
Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An _____ Tagen im Monat	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An _____ Tagen im Monat	Wie oft führen Sie diese Fahrt im Monat durch? An ca. _____ Tagen im Monat

10. Wie oft führen Sie in einem durchschnittlichen Monat Pkw-Fahrten durch, die ohne nennenswerten Zwischenstop (weniger als eine Stunde) in den folgenden Entfernungsbereichen liegen? (ohne Urlaubsfahrt)

100 - 150 km Anzahl: _____

mehr als 150 km Anzahl: _____

Anhang 12-IV

11. Angenommen, der Senat von Berlin beschließt zukünftig, daß im Gebiet der westlichen Innenstadt, in dem seit März 1995 eine flächendeckende Parkraumbewirtschaftung besteht (siehe beiliegenden Plan 1), Nichtanwohner grundsätzlich nur mit einem Elektroauto* parken dürfen.

*Pkw (Größe eines Kleinwagens) mit Elektroantrieb:

Reichweite	zwischen 80 und 170 km bei voll aufgeladener Batterie
Höchstgeschwindigkeit	zwischen 70 und 120 km/h
Preis derzeit ab	ca. DM 30 000.-

- 11.1 Welche Konsequenzen würden Sie aus dieser Maßnahme ziehen?
(Mehrfachnennungen möglich)

- Gebiet überhaupt nicht mehr aufsuchen
- Parken außerhalb des Gebietes
- Umsteigen auf anderes Verkehrsmittel
 - und zwar: Pkw als Mitfahrer/-in
 - Taxi
 - Öffentl. Nahverkehr
 - Fahrrad
 - Park+Ride
 - Bike+Ride
- Elektrofahrzeug benutzen
 - und zwar: Kauf
 - Leasing
 - Car-sharing
- Fahrgemeinschaft bilden

- 11.2 Wie oft parken Sie im Monat in diesem Gebiet?

An ca. _____ Tagen im Monat

Zu welchem Zweck? (Mehrfachnennungen möglich)

- Arbeit/Ausbildung
- Einkauf/Besorgung
- Freizeit
- Anderer Zweck

und zwar: _____

12. Haben Sie bereits in Erwägung gezogen, sich in absehbarer Zeit ein Elektrofahrzeug anzuschaffen? Wenn nicht, dann nennen Sie bitte einige Gründe, weshalb diese Antriebsart für Sie momentan keine Alternative zum Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor darstellt.

13. Wieviele Ihrer Pkw-Fahrten finden ganz oder teilweise innerhalb des Berliner S-Bahn-Rings (siehe beiliegenden Plan 2) statt?

Fahrzweck	Anzahl der Fahrten im Monat (Hin- und Rückfahrt zählen als eine Fahrt)
Arbeit/Ausbildung	_____
Einkauf/Besorgung	_____
Freizeit	_____
Anderer Zweck	_____
und zwar: _____	

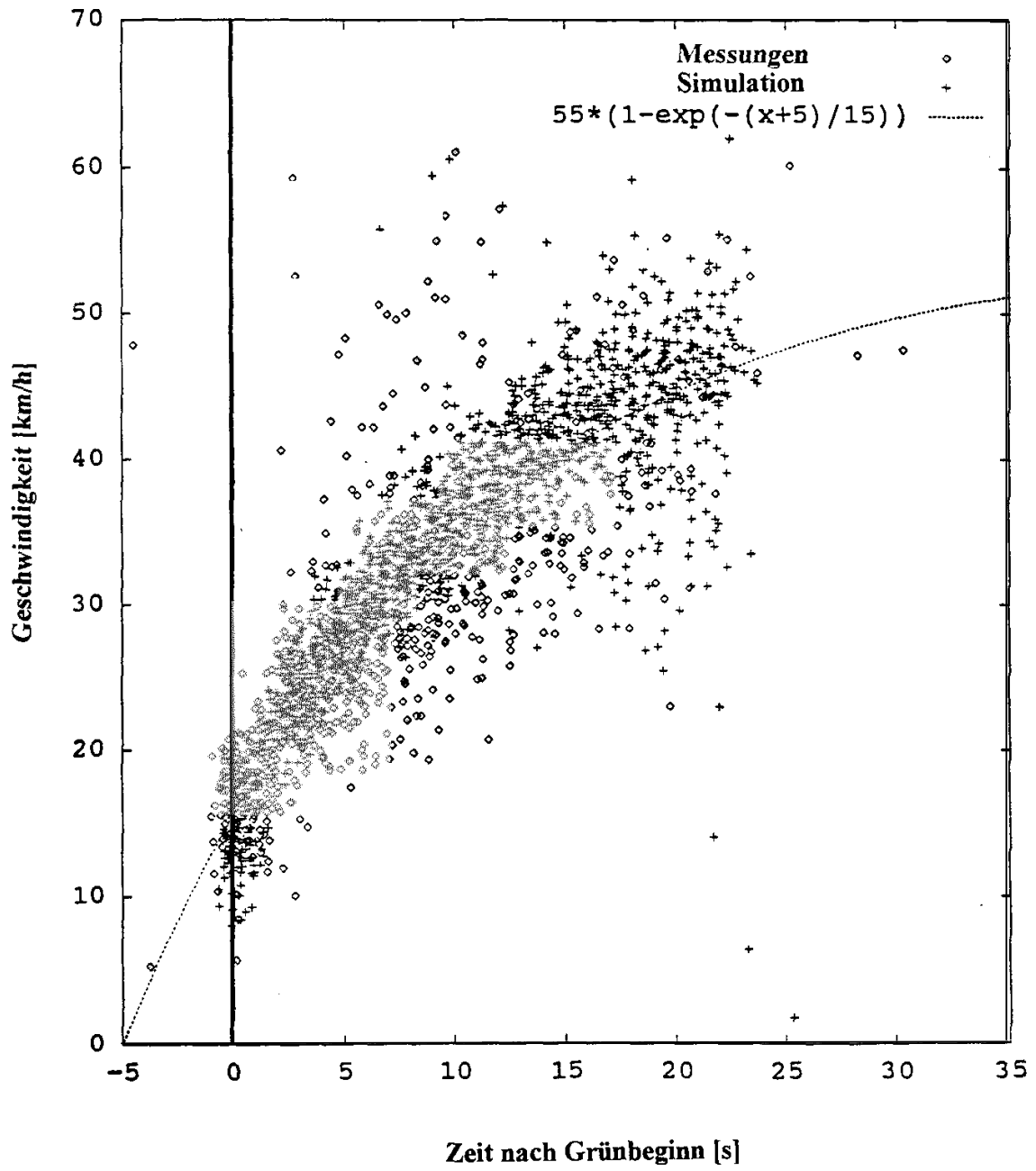
14. Angenommen, der Berliner Senat führt als Alternative zur Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen in der Innenstadt, innerhalb des S-Bahn-Rings (siehe beiliegenden Plan 2), Straßenbenutzungsgebühren ein. Für jeden Fahrzweck werden Ihnen nun 11 Reaktionen vorgeschlagen. Bitte überlegen Sie sich, wie interessant die Vorschläge für Sie sind. Bilden Sie anschließend für jeden Fahrzweck eine Rangfolge von 1 bis 11, wobei die „1“ die für Sie größte Priorität bedeutet.

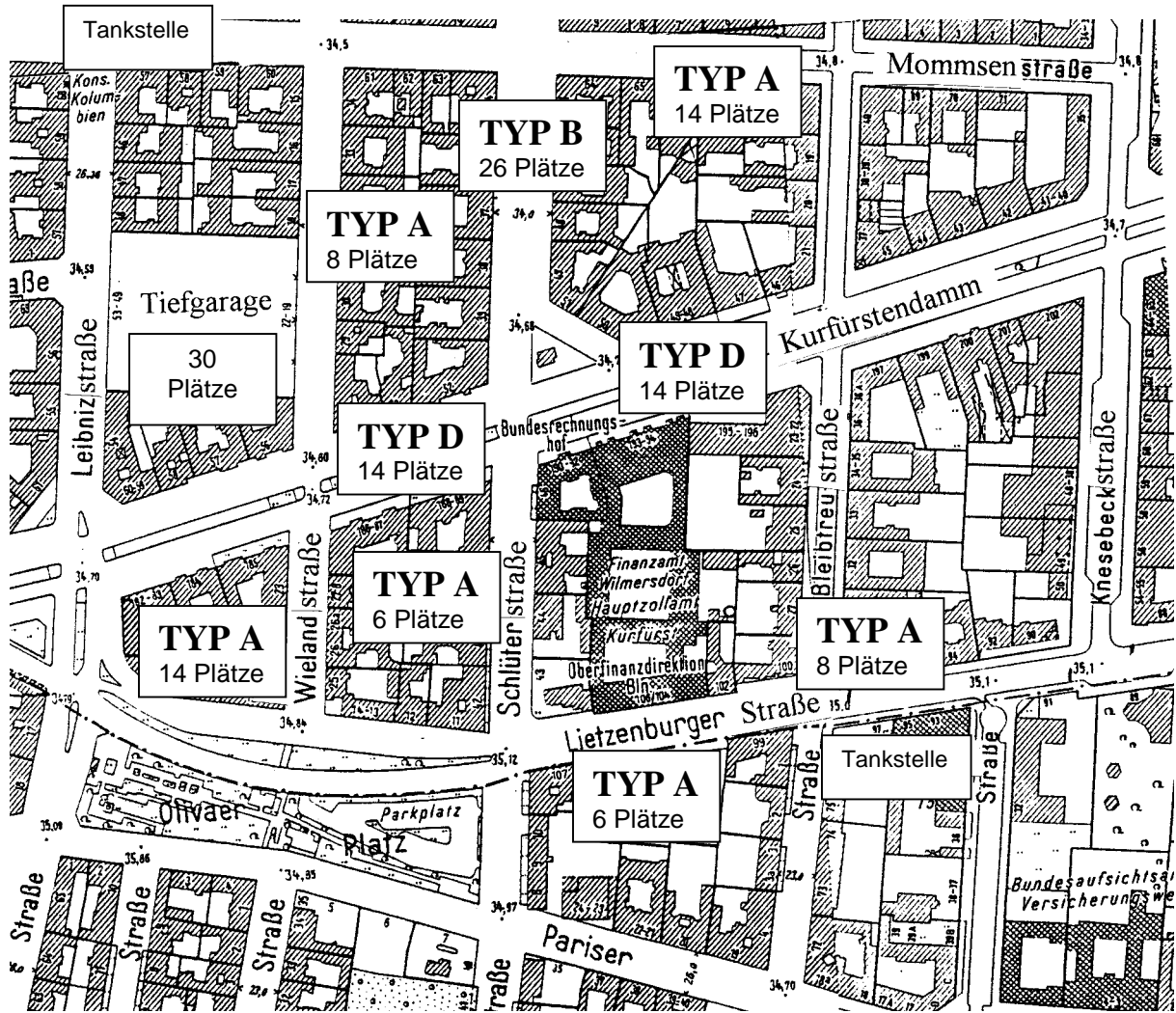
Vorschläge	Arbeit/ Ausbildung Rangfolge 1...11	Einkauf/ Besorgung Rangfolge 1...11	Freizeit Rangfolge 1...11	Anderer Zweck u. zwar: _____ Rangfolge 1...11
Ich führe die Fahrt nicht durch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bilde eine Fahrgemeinschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit der BVG (derzeitiger Einzelfahrschein 3,90 DM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich praktiziere Park+Ride	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit dem Fahrrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit dem Pkw und zahle eine Gebühr von 4 DM*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit dem Pkw und zahle eine Gebühr von 6 DM*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit dem Pkw und zahle eine Gebühr von 8 DM*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fahre mit dem Pkw und zahle eine Gebühr von 10 DM*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich suche mir ein Fahrtziel außerhalb des S-Bahn-Rings**	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich umfahre den gebührenpflichtigen Bereich, weil mein Ziel sowieso außerhalb liegt**	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Preis für Hin- und Rückfahrt zusammen

** Wenn Sie außerhalb des S-Bahn-Ringes wohnen, könnten Sie die Gebühren so umgehen.

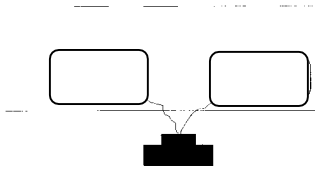
Anhang 13



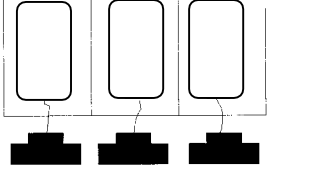


Anordnung von Ladestationen bei verschiedenen Stellplatztypen

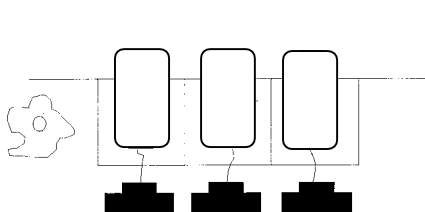
Typ A



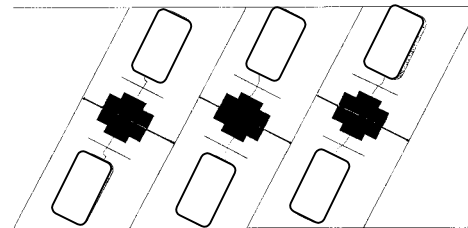
Typ B



Typ C



Typ D



Lebenslauf

Name: Nielsen
Vorname: Sven-Martin
Geburtsdatum: 15.11.1966
Geburtsort: Berlin
Familienstand: ledig

Grundschule: 1973-1979

Oberschule: 1979-1985
Abschluß: Abitur

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG): Februar 1986-September 1986
Grund- und Fachpraktikum

Technische Universität Berlin: 1986-1993
Studienrichtung: Planung und Betrieb im Verkehrswesen
Fachbereich: Verkehrswesen
Abschluß: Diplom-Ingenieur

Technische Universität Berlin: Mai 1993-Mai 1998
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fachgebiet: Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik
(Leiter: Professor Dr.-Ing. Günter Hoffmann)
Institut: Straßen- und Schienenverkehr
Fachbereich: Verkehrswesen und Angewandte Mechanik

Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen (LBVS): seit 1998 laufend
Obere Straßenbaubehörde des Landes Brandenburg
Stellvertretender Dezernatsleiter RE-Entwurfsprüfung