UFZ-Bericht

Nr. 10/2000

Modellhafte Beschreibung verkehrsbedingter Emissions- und Immissionssituationen bei Suburbanisierungsprozessen und Auswirkungen auf die Belastung städtischer Grün- und Freiflächen

Dietrich Wagler

Universität Leipzig, Fakultät für Chemie und Mineralogie

UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GMBH

RS

00

1457 MA

ISSN 0948-9452

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

00408462

UFZ-Bericht Nr. 10/2000

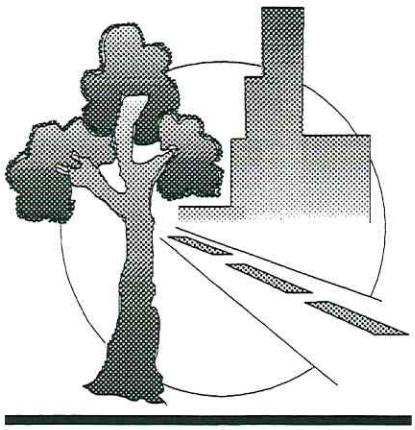
Stadtökologische Forschungen Nr. 27

Modellhafte Beschreibung verkehrsbedingter Emissions- und Immissionssituationen bei Suburbanisierungsprozessen und Auswirkungen auf die Belastung städtischer Grün- und Freiflächen

Dietrich Wagler

Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig

Archiv



UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle

Modellhafte Beschreibung verkehrsbedingter Emissions- und Immissionssituationen bei Suburbanisierungsprozessen und Auswirkungen auf die Belastung städtischer Grün- und Freiflächen

Inhalt

		Seite
1.	Einführung	1
1.1	Voraussetzungen	1
1.2	Aufgabenstellung und Ziele	1
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	3
1.4	Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen	3
1.5	Wissenschaftlich-technischer Stand	4
2.	Ergebnisse	8
2.1	Beschreibung der Untersuchungsgebiete	8
2.2	Untersuchung von Einkaufszentren im suburbanen Raum	10
2.2.1	Methoden	10
2.2.2	Statistische Auswertung am Globus-Markt Wachau	15
2.2.3	Statistische Auswertung am Löwen-Center Burghausen	23
2.2.4	Statistische Auswertung am Paunsdorf-Center	29
2.2.5	Zusätzliche Datenerhebung am Saalepark, Sachsenpark und Pösnapark	35
2.3	Untersuchungen an städtischen Grün- und Freiflächen	37
2.3.1	Methoden	40
2.3.2	Verkehrsbelastung und Emissionen	44
2.3.2.1	Clara-Zetkin-Park	45
2.3.2.2	Freizeitpark Südost	50
2.3.2.3	Mariannenpark	51
2.3.2.4	Moritzbastei	54
2.3.3	Messungen und Immissionsmodellierung	56
2.4	Modellhafte Szenarien	62
2.4.1	Methoden	67
2.4.2	Fallbeispiele von Szenarien	73
2.4.2.1	Kundenumverteilung auf Stadtteilzentren	74
2.4.2.2	Modellhafte Simulation von Kundenzahlen aus Ortsteilen	86
2.4.3	Auswirkungen auf die Emissionssituation im städtischen Straßennetz	92
3.	Zusammenfassung	95
4.	Literatur	100

Anhang

Verzeichnis der Abbildungen

		Seite
Abb. 1 :	Lage der Untersuchungsobjekte im Stadtgebiet Leipzigs	9
Abb. 2:	Demonstrationsbeispiel zur Netzoptimierung	12
Abb. 3 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Globus-Marktes aus dem Umland	17
Abb. 4 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Globus-Marktes aus Leipzig	18
Abb. 5 :	Einzugsgebiet des Globus-Marktes Wachau	19
Abb. 6 :	Einfahrten in den Globus-Markt an verschiedenen Tagen	20
Abb. 7 :	Gemittelte Einfahrten in den Globus-Markt 1994, 1996 und 1998	20
Abb. 8 :	Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Gewerbegebiet Wachau-Nord	21
Abb. 9 :	Streckenführung und Gesamtverkehr im Gewerbegebiet Wachau-Nord	22
Abb. 10 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Löwen-Centers aus dem Umland	25
Abb. 11 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Löwen-Centers aus Leipzig	25
Abb. 12 :	Einzugsgebiet des Löwen-Centers Burghausen	26
Abb. 13 :	Verkehrsströme (Einfahrten) am Löwen-Center	27
Abb. 14 :	Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Löwen-Center	27
Abb. 15 :	Streckenführung und Gesamtverkehr am Löwen-Center	28
Abb. 16 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Paunsdorf-Centers aus dem Umland	31
Abb. 17 :	Häufigkeitsverteilung der Kunden des Paunsdorf-Centers aus Leipzig	31
Abb. 18 :	Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers	32
Abb. 19 :	Ein- und Ausfahrten am Paunsdorf-Center	33
Abb. 20 :	Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Paunsdorf-Center	33
Abb. 21 :	Streckenführung und Gesamtverkehr am Paunsdorf-Center	34
Abb. 22 :	Untersuchungsgebiet Clara-Zetkin-Park	38
Abb. 23 :	Untersuchungsgebiet Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube)	39
Abb. 24 :	Untersuchungsgebiet Mariannenpark	39
Abb. 25 :	Untersuchungsgebiet Moritzbastei	40
Abb. 26 :	Pkw- und Lkw-Verkehr in der Prager Straße	43
Abb. 27 :	DTV am Clara-Zetkin-Park	45
Abb. 28 :	Gesamtverkehr an der Klingerbrücke	47
Abb. 29 :	Verkehrszählungen am Kreisverkehr (Marschner-/Karl-Tauchnitz-Straße)	47
Abb. 30 :	Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Clara-Zetkin-Park	48
Abb. 31 :	DTV am Freizeitpark Südost	49
Abb. 32 :	Gesamtverkehr in der Prager Straße	50
Abb. 33 :	Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Freizeitpark Südost	49
Abb. 34 :	DTV am Mariannenpark	53
Abb. 35 :	Gesamtverkehr in der Lindenallee	52
Abb. 36 :	Gesamtverkehr an der Kreuzung Lindenallee/Rohrteichstraße	52
Abb. 37 :	Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Mariannenpark	53
Abb. 38 :	DTV am Untersuchungsgebiet Moritzbastei	54
Abb. 39 :	Gesamtverkehr am Roßplatz	55
Abb. 40 :	Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Untersuchungsgebiet Moritzbastei	55
Abb. 41 :	Abklingfunktion der Benzolkonzentration und zugrunde liegende Meßwerte	59
Abb. 42 :	Mittlere Benzolbelastung im Clara-Zetkin-Park	60
Abb. 43 :	Mittlere Benzolbelastung im Freizeitpark Südost	61
Abb. 44 :	Mittlere Benzolbelastung im Mariannenpark	61
Abb. 45 :	Mittlere Benzolbelastung im Park an der Moritzbastei	62

Abb. 46 : Häufigkeit der Entfernungsklassen in den Einzugsgebieten der 3 EKZ im Umland 68
Abb. 47 : Häufigkeit der Entfernungsklassen in den Einzugsgebieten der 3 EKZ in Leipzig 68
Abb. 48 : Ortsteile Leipzigs 69
Abb. 49 : Normierte Anteile der Entfernungsklassen mit Modell 71
Abb. 50 : Standorte der 18 untersuchten Einrichtungen 74
Abb. 51 : Netzbelegung des Szenarios 1 (Realfall) 77
Abb. 52 : Einzugsgebiete des Paunsdorf-Centers, Löwen-Centers und Globus-Marktes 77
Abb. 53 : Netzbelegung des Szenarios 3 (A+B-Zentren) 79
Abb. 54 : Netzbelegung des Szenarios 4 (9 EKZ) 79
Abb. 55 : Netzbelegung des Szenarios 5 (18 EKZ) 81
Abb. 56 : Netzbelegung des Szenarios 6 (17 EKZ) 81
Abb. 57 : Szenario 7b (A+B+C-Zentren) mit Fußgängerbereichen 84
Abb. 58 : Szenario 8a (Umland): Streckenbelegung für 3 EKZ als Ziele 85
Abb. 59 : Szenario 8b (Umland): Streckenbelegung für Hauptbahnhof-Promenaden als Ziel 85
Abb. 60 : Netzbelegung und Einzugsgebiet des STZ Reudnitz 88
Abb. 61 : Netzbelegung und Simulation des Einzugsgebietes des Saaleparks 89
Abb. 62 : Netzbelegung und Simulation des Einzugsgebietes des Sachsenparks 89
Abb. 63 : Netzbelegung im Szenario 12 (Max) (6 suburbane EKZ) 91
Abb. 64 : Veränderung der Netzbelegung zwischen Szenario 1 (Realfall) und Szenario 7 (A+B+C-Zentren) 91

Verzeichnis der Tabellen im Text

		Seite
Tabelle 1 :	Kundenströme am Globus-Markt aus den südlichen Ortsteilen Leipzigs	23
Tabelle 2 :	Kfz-Verkehr (Kfz/d) an 6 großen Einkaufszentren im Raum Leipzig	36
Tabelle 3 :	Emissionsfaktoren ausgewählter Verkehrssituationen	43
Tabelle 4 :	Faktoren zur Berechnung des Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsverkehrs	44
Tabelle 5 :	Aufstellung der Meßstellen in den Untersuchungsgebieten	57
Tabelle 6 :	Häufigkeit von Einkaufsfrequenzen	64
Tabelle 7 :	Ortsteile Leipzigs, Einwohnerzahlen und Kundenanteile	70
Tabelle 8 :	Beschreibung der untersuchten Szenarien	75
Tabelle 9 :	Beschreibung der Varianten für modellhafte Simulation	87
Tabelle 10 :	Gesamtfahrleistung und Emissionen in den Szenarien	91
Tabelle 11 :	Vom Einkaufsverkehr verursachter DTV an den Grün- und Freiflächen	93

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tabelle A1 :	Einzugsgebiet des Globus-Marktes (ohne Leipzig)
Tabelle A2 :	Einzugsgebiet des Globus-Marktes (Leipzig, nach Postleitzahlbereichen)
Tabelle A3 :	Einzugsgebiet des Löwen-Centers (ohne Leipzig)
Tabelle A4 :	Einzugsgebiet des Löwen-Centers (Leipzig, nach Postleitzahlbereichen)
Tabelle A5 :	Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers (ohne Leipzig)
Tabelle A6 :	Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers (Leipzig, nach Postleitzahlbereichen)
Tabelle A7:	Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Clara-Zetkin-Park
Tabelle A8:	Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Freizeitpark Südost
Tabelle A9:	Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Mariannenpark
Tabelle A10:	Verkehrsströme und spezifische Emissionen im Untersuchungsgebiet Moritzbastei
Tabelle A11 :	Tagesgänge der Benzolemmissionen an ausgewählten Streckenabschnitten in den Untersuchungsgebieten Freizeitpark Südost und Mariannenpark
Tabelle A12 :	Tagesgänge der Benzolemmissionen an ausgewählten Streckenabschnitten in den Untersuchungsgebieten Moritzbastei und Clara-Zetkin-Park
Tabelle A13:	Benzolmeßwerte an der Moritzbastei
Tabelle A14:	Benzolmeßwerte am Mariannenpark
Tabelle A15:	Benzolmeßwerte am Clara-Zetkin-Park
Tabelle A16:	Benzolmeßwerte am Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube)
Tabelle A17:	Meteorologische Daten am 02.06.97
Tabelle A18:	Meteorologische Daten am 03.06.97
Tabelle A19:	Meteorologische Daten am 04.06.97
Tabelle A20:	Meteorologische Daten am 05.06.97
Tabelle A21:	Meteorologische Daten am 01.09.97
Tabelle A22:	Meteorologische Daten am 02.09.97

Tabelle A23: Meteorologische Daten vom 18.05.98 – 21.05.98
Tabelle A24: Meteorologische Daten vom 06.07.98 – 08.07..98
Tabelle A25: Meteorologische Daten am 09.07.98 und am 14.07.98
Tabelle A26: Meteorologische Daten vom 24.08.98 – 26.08.98
Tabelle A27: Meteorologische Daten am 27.08.98 und am 28.08.98
Tabelle A28: Meteorologische Daten am 17.05.99
Tabelle A29: Meteorologische Daten am 18.05.99
Tabelle A30: Meteorologische Daten am 19.05.99
Tabelle A31: Meteorologische Daten am 20.05.99
Tabelle A32: Meteorologische Daten am 21.05.99
Tabelle A33 : Ergebnisse der Umverteilung der Pkw-Kunden durch Optimierung (Pkw/EKZ/Tag)
Tabelle A34 : Kundenzahlen nach Ortsteilen (Modellergebnisse)

1. Einführung

1.1 Voraussetzungen

Der Strukturwandel in den neuen Bundesländern und auch in der Stadtregion Leipzig führte zu nachhaltigen ökologischen Veränderungen in den 90iger Jahren. Die ökologischen Auswirkungen dieses Strukturwandels wurden in dem ersten Verbundprojekt „Stadtökologischer Strukturwandel der Stadtregion Leipzig" am UFZ interdisziplinär untersucht mit den Teilthemen Lufthygiene, Stadtklima, Bodenbelastung, Verkehr/Mobilität, Grün- und Freiraumentwicklung, Flächennutzungsstruktur, Sozioökonomie und Gesundheitsbelastungen.
In einem der Teilprojekte „Untersuchungen zu Wechselbeziehungen zwischen Immissionen und Flächennutzung auf strukturtypischen Testflächen in Leipzig" (FREYER et.al. 1996) wurde bereits die Problematik der Verkehrserzeugung und erhöhten Umweltbelastung durch neue suburbane Gewerbegebiete angearbeitet und für eine detailliertere Untersuchung empfohlen.
Ebenfalls - in engem Kontakt mit Mitarbeitern des o.g. Verbundprojektes - ist im Rahmen des WIP (Wissenschaftler-Integrations-Programm) das Projekt „Modellierung und Ausbreitung Kfz-bedingter Schadstoffe in der Stadt Leipzig" (WAGLER 1996 b) bearbeitet worden.
Diese beiden Projekte waren inhaltliche und fachliche Voraussetzung für die im vorliegenden Projekt zu behandelnde Thematik. Sie gliedert sich gut in das neue Verbundprojekt des UFZ „Konzepte zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen" ein mit seinen Schwerpunkten

- Entwicklung von Natur und Landschaft,
- Umwelt und Gesellschaft sowie
- Stadtumwelt und Gesundheit.

Materielle Voraussetzungen, ohne die die Projektbearbeitung nicht möglich gewesen wäre, waren die

- Förderung durch das UFZ (Sachmittel , studentische Hilfskräfte für Datenerhebungen),
- Förderung durch das SMWK (Förderung innovativer Forschung, Personalkosten von 10/97 bis 12/98) und die
- Meßwerterfassung (Immissionsmessungen) durch die Sektion Analytik des UFZ.

1.2 Aufgabenstellung und Ziele

Das Vorhaben hat die Aufgabe, einen Teilaspekt der Wirkungskette "Verkehr - Emissionen - Immissionen" modellhaft zu bearbeiten. Dabei soll besonders die zusätzliche Verkehrsentstehung an ausgewählten Einkaufszentren (Globus SB Warenhaus im Gewerbegebiet Wachau Nord (im folgenden Globus-Markt genannt), Löwen-Center Burghausen und Paunsdorf-Center) am Stadtrand bzw. im suburbanen Raum untersucht und zugleich die Beeinflussung innerstädtischer

Grünflächen durch den Verkehr ausgewiesen werden.

Erfaßt und modelliert werden die Einzugsgebiete der genannten Einkaufszentren, daraus abgeleitet das Netz der Zufahrtsstrecken und die Emissionsverteilung in diesem Netz. Auf dieser Basis sind Schadstoffausbreitungsmodelle vorgesehen, die die Immissionsbelastung auf den Hauptzufahrtsstrecken beschreiben, insbesondere aber den verkehrsbedingten Schadstoffeintrag in innerstädtische Grün- und andere Erholungs- und Freiflächen nachweisen.

Schließlich sollen Modelle geschaffen werden, aus denen Empfehlungen für eine städtische Standortplanung resultieren, wie durch dezentralisierte, stadtteilbezogene Einrichtungen eine Verkehrs- und Emissionsreduzierung und damit auch eine Verringerung der Schadstoffbelastung an sensiblen Bezugspunkten erreicht werden kann.

Im einzelnen werden folgende Teilziele angestrebt :

- Erfassung der Ist-Situation und der Dynamik der Auswirkung von Suburbanisierungsprozessen - dargestellt an der Verkehrsentwicklung an drei repräsentativen Einkaufszentren am Stadtrand. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Ermittlung des durch die Einkaufszentren erzeugten *zusätzlichen* Verkehrs.
- Ermittlung der Einzugsgebiete der Einkaufszentren.
- Modellierung der Emissionsverteilung auf den Zufahrtsstrecken und in den Einzugsgebieten sowie der Immissionsbelastung der von den zu erwartenden Hauptzufahrtstrassen berührten Grün- und Freiflächen.

  Die Emissionsmodellierung soll für die kraftfahrzeugtypischen Schadstoffe Kohlenmonoxid, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Benzol und zusätzlich CO_2. erfolgen Immissionsmodelle werden für die Belastung der Grün- und Freiflächen mit Benzol erstellt.
- Nachweis des Potentials der Verkehrsvermeidung sowie der Emissions- und Immissionsreduzierung durch modellhafte Erarbeitung von Szenarien hypothetischer dezentralisierter Einkaufszentren in Stadtbezirken oder Ortsteilen .

Damit wird das Projekt potentiell einen Beitrag zur Verbesserung der lufthygienischen Situation (Umweltqualitätsziel „Emissions- und Immissionsminderung“) leisten, Möglichkeiten einer umweltgerechten Verkehrsabwicklung und –verlagerung aufzeigen und kann insgesamt zur Verbesserung der Lebensqualität in urbanen Räumen beitragen.

Das Ergebnis soll verallgemeinerbar sein und Modellcharakter für andere Städte (insbesondere ostdeutsche) haben und letztlich auch auf Entwicklungen in osteuropäischen Ländern, denen ein ähnlicher Strukturwandel bevorsteht, übertragbar sein.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Als Bearbeitungszeitraum war die Zeit von 01/97 bis 12/98 beantragt.

Bewilligt wurde das Projekt für den Zeitraum 05/97 bis 04/99.

Die Projektbearbeitung mußte von 07/97 bis 09/97 für 3 Monate unterbrochen werden, da der Projektbearbeiter in dieser Zeit nicht angestellt war (Probleme beim Übergang aus dem WIP (Wissenschaftler-Integrations-Programm) zur Förderung innovativer Forschung durch das SMWK).

Auf Antrag wurde die Projektlaufzeit bis 06/99 verlängert.

Der Ablauf der Projektbearbeitung war durch folgende Schwerpunkte gekennzeichnet:

- Erhebung von Primärdaten (Verkehrszählungen, Kundenbefragungen),
- Erstellung von umfangreichen Datenbanken (Attribute des Straßennetzes, Primär- und Sekundärdaten),
- Auswertung der Meßwerte der Sektion Analytik des UFZ,
- Programmierungs- und Modellierungsarbeiten,
- Modellanwendungen, Optimierungen, Berechnung von Szenarien,
- Darstellung der Ergebnisse im GIS ArcInfo.

Während die theoretischen sowie die Modellierungs- und Programmierungsarbeiten im zeitlichen Ablauf weitgehend variabel sind, traf das für die Erhebung der Primärdaten nicht zu. Durch die Verzögerung der Projektbewilligung und der dreimonatige Arbeitsunterbrechung konnten Arbeitsverträge mit den studentischen Hilfskräften (SHK) erst für 1998 abgeschlossen werden.

Die Verkehrszählungen und Kundenbefragungen sollten ursprünglich bis 10/97 zu 50% abgeschlossen sein. Das anfangs vorhandene Defizit an Primärdaten wurde 1998 in vollem Umfang ausgeglichen.

Keine Probleme gab es bei der Bereitstellung der Meßwerte der Immissionsmessungen. Im Gegenteil: 1999 konnten sogar noch zusätzliche, nicht geplante Messungen durchgeführt werden, die eine wertvolle Ergänzung zu den Messungen aus 1997 und 1998 darstellen (an einzelnen Meßtagen 1997 und 1998 hatten z.T. nicht ideale meteorologische Bedingungen geherrscht).

1.4 Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen

Während der gesamten Laufzeit des Projektes gab es eine enge Zusammenarbeit mit Partnern des Verbundprojektes, insbesondere mit der Sektion Analytik des UFZ (Dr. Popp, Dr. Freyer, Dr. Treutler).

Die Kooperation umfaßte außerdem den Arbeitskreis Suburbanisierung am UFZ, verschiedene Ämter der Stadt Leipzig sowie Dr. Müller (Universität Leipzig, Institut für Meteorologie).

Nicht unerwähnt bleiben soll auch die Kooperationsbereitschaft der Geschäftsführungen der drei

untersuchten Einkaufszentren. Von allen drei wurden die Durchführungen der Datenerhebungen problemlos genehmigt und unterstützt, vom Management des Paunsdorf-Centers wurden sogar Verkehrszählungsdaten zur Verfügung gestellt.

1.5 Wissenschaftlich-technischer Stand

Der zunehmende Kfz-Verkehr vermindert die Lebensqualität besonders in Städten durch Abgase, Lärm und Flächenbeanspruchung (fahrender und ruhender Verkehr). Die Beschreibung Kfz-verursachter Emissions- und Immissionssituationen von Schadstoffen wird sowohl meßtechnisch (z.B. BAUMÜLLER & REUTER 1995; HAUSTEIN v. HAUSTENAU 1993; KUTZNER et.al. 1995; POPP et.al. 1995; SATTLER & JAESCHKE 1988) als auch modellhaft auf breiter Basis durchgeführt (z.B. VDI – KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT 1992, 1994, 1995, 1996; UBA 1988; VDI-GESELLSCHAFT FAHRZEUG- UND VERKEHRSTECHNIK, 1995), wobei der Untersuchungsmaßstab von lokalen Verkehrsschwerpunkten (z.B. DRÖSEMEIER 1992; LEISEN 1992; FRANK et.al. 1995) über ganze Stadtgebiete (z.B. BAUMÜLLER 1987; GARBEN et.al. 1992) bis zur gesamten Bundesrepublik (Alte Bundesländer) (z.B. SCHMITZ 1990) reicht.

Die Wirkungen dieser Schadstoffbelastungen betreffen sowohl Menschen als auch Vegetation und städtische Ökosysteme (AHRENS et.al. 1991; KOCH & THIEL 1988).

Die aus diesen Forschungen sich zwingend ergebende Notwendigkeit der Emissionsreduzierung wird parallel dazu im wesentlichen in zwei Richtungen vorangetrieben : durch technische Maßnahmen an den Fahrzeugen und durch verkehrsorganisatorische und verkehrsplanerische Maßnahmen. Verschiedene Autoren (z.B. AHRENS 1991; GORIßEN 1991, 1992; PETERSEN 1992; SCHMITZ 1991) schätzen ein, daß inzwischen die (durchaus enorme) Verringerung der spezifischen Fahrzeugemissionen (z.B. WALDEYER et.al. 1995; WALZER 1995) teilweise durch den zunehmenden Verkehr kompensiert und daß in Zukunft das entscheidende Potential der Emissionsverringerung auf den Gebieten der Verkehrsbeeinflussung, Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung liegen wird.

Für die weitere Entwicklung ist in dem „Handlungskonzept zu umweltschonender Verkehrsentwicklung“ der Umweltministerkonferenz (z.B. LOCHNER et.al. 1994, UBA 1997) der Rahmen abgesteckt, der von technischen Maßnahmen bis zur Entwicklung verkehrsvermeidender Siedlungsstrukturen reicht.

Eine erfolgreiche Verkehrsvermeidung setzt die Kenntnis stattgefundener und perspektivischer Verkehrsentwicklungen voraus. Eine Übersichtsdarstellung u.a. der Ursachen und Hintergründe der Verkehrsentstehung allgemein, der Induzierung von Verkehr durch Bereitstellung einer Verkehrsinfrastruktur, der Zersiedlung von Regionen und des Zusammenhangs von Siedlungsstruk-

tur und Verkehrsentwicklung wird in "Mobilität und Klima" (ENQUETE-KOMMISSION 1994) gegeben.

Über detailliertere Untersuchungen zur Entwicklung von Verkehrsleistungen und den Anteilen verschiedener Fahrtzwecke (Arbeit/Geschäft, Freizeit, Einkauf, Urlaub, Ausbildung...) berichten u.a. BRACHER (1997) und KLOAS & KUHFELD (1995). Die größten Anteile des MIV (**M**otorisierter **I**ndividul-**V**erkehr) fallen dabei auf Fahrten zur Arbeit, Freizeit und zum Einkauf. Nach LAESSER (1996) betragen die Anteile für Arbeit 26%, für Freizeit 25% und für Einkauf 23%. Erhebungen der Stadt Leipzig (zitiert in GEISLER 1997) haben für Arbeit Anteile von 21%, für Freizeit von 19,8% und für Einkauf von 26% ergeben. Nach GÖTZ (1997) entfallen 22–27% aller Wegezwecke auf den Einkauf.

Es wird immer schwieriger, Freizeit- und Einkaufsmobilität zu trennen (HEINZE & KILL 1997).

Die Mobilität mit dem Auto ist eng verknüpft bzw. bedingt sich gegenseitig mit der Verlagerung des Wohnens („...räumliche Trennung von Wohnen und Arbeiten", CEVERO 1989),. der Verlagerung des Einkaufens in den suburbanen Raum (Einkauf auf der „grünen Wiese") oder der Verlagerung von beiden („...Erwerbs- und Haushaltssphäre sind getrennt", BUND/MISEREOR 1996). „Die Veränderung des räumlichen Verhaltens der Individuen bleibt nicht ohne Folgen für die räumliche Struktur" (UBA 1997). Hier wurde auch der Begriff der „erzwungenen Mobilität" geprägt.

„Suburbanisierung und Siedlungsdispersion in den Stadt-Umland-Regionen der neuen Länder sind ... zu zentralen Elementen der gegenwärtigen Raumentwicklung geworden" (UFZ 1999). Als Entwicklungsstadien dieser Suburbanisierung bzw. als Hauptmerkmale ergaben sich in den 90iger Jahren die Errichtung von Gewerbegebieten bzw. großflächigen Einkaufszentren auf der „grünen Wiese" und die Migration der Bevölkerung in neue Wohngebiete (TLU 1997, FRANZ 1996, BUND/MISEREOR 1996). In Ostdeutschland dominiert die „grüne Wiese" den Einzelhandel stärker als in den alten Bundesländern (PENN-BRESSEL 1997). Nach PEZOTTA (1997) war in Leipzig der Einzelhandel sogar die treibende Kraft der Zersiedlung. Das ist insofern ungewöhnlich, weil der Handel sonst dorthin geht, wo Bedarf ist.

Der Strukturwandel im Einzelhandel (ABEL et.al. 1996) ist auf der Angebotsseite geprägt durch

- Konzentration, Ökonomisierung, Maßstabssprung (großflächige, discountorientierte Angebotsformen, SB-Warenhäuser, Verbrauchermärkte, oft Kopplung mit Gewerbegebieten),

und auf der Nachfrageseite durch

- Suburbanisierung, erhöhte Mobilität, veränderte Einkaufgewohnheiten.

All diese Entwicklungen haben wachsende Verkehrsströme zwischen Stadt und Umland zur Folge, und zwar sowohl zentrifugale und zentripetale als auch tangentiale.

Probleme mit diesem zusätzlichen Verkehr („Pendlerverkehr", der hier nicht nur als Verkehr zwischen Wohnen und Arbeiten sondern auch als Verkehr zwischen Wohnen (Kernstadt) und Einkauf (suburbaner Raum) verstanden werden soll) sind Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen (z.B. BREITZMANN 1994, KUTTER 1994, LAESSER 1996, FRANZ 1997, MIKLASZEWSKI 1997). Diese Beiträge analysieren die eingetretenen Entwicklungen und enthalten Vorschläge zu Maßnahmekonzepten.

Empfehlungen für eine umweltgerechte städtische Standortplanung können nicht ohne die Beachtung des Konfliktes Stadt/Umland bzw. Innenstadt/Grüne Wiese modellhaft abgeleitet werden.

Während von Konsumenten die suburbanen Einkaufszentren („Einkaufstempel") vordergründig meist positiv gesehen werden (ausreichend und kostenlose Parkplätze, gute Erreichbarkeit, problemloser Abtransport der Waren, z.T. niedrigere Preise, große Angebotspalette, häufig Kopplung mit gastronomischen Angeboten, sekundären Einrichtungen und Angeboten („Erlebniseinkauf"),...), beklagen die Händler der Innenstädte den Kundenrückgang und Kaufkraftabzug sowie sinkende Attraktivität von Innenstädten (BORCHERDT & KRUPPA 1993, ACHENBACH 1989, BAIER 1997, LUDLEY 1997).

In Leipzig wird der jährliche Kaufkraftabzug auf 700 – 900 Mio DM geschätzt (BEZ 1997).

Im Konflikt Innenstadt/Grüne Wiese spielt die Attraktivität eine große Rolle (PENN-BRESSEL 1997). Für Verbraucher ist die Attraktivität immer noch wichtiger als das Kriterium Erreichbarkeit (BAIER & SCHÄFER 1997). Aber auch in Bezug auf Attraktivitätssteigerung haben die großen Einkaufszentren inzwischen durch vielfältige Zusatzangebote („Erlebniseinkauf") zugelegt (GORIßEN 1997). Ausführlich werden ausschließlich für Innenstädte zutreffende Attraktivitätsmerkmale von JOCHIMS (1997) untersucht. Dagegen gibt es für das Attraktivitätskriterium „autofreie Innenstadt" positive wie negative Auswirkungen. Einer Attraktivitätssteigerung stehen leichte Umsatzeinbußen gegenüber (EDELMANN 1997, WHITELEGG 1997). Daß Innenstädte auch ohne restriktive Maßnahmen auf Grund ihres spezifischen Charakters wieder an Bedeutung gewinnen können, zeigt das Ergebnis einer Bürgerbefragung in Leipzig (IML 1998).

Die Reaktionen auf die stattgefundene Entwicklung reichen von Gegenmaßnahmen (z.B. Gründung des Vereins City Leipzig), Einschätzung der Fehlentwicklung und Forderung nach Durchsetzung längst erkannter umweltverträglicher Maßnahmen (GORIßEN 1997) bis zu eher pessimistischen Einschätzungen („Der Autowettkampf mit der ‚grünen Wiese' kann nicht gewonnen werden", BUSMANN 1997) bzw. der Warnung vor bloßer Konfrontation, da einmal gezogene

Gräben ein späteres Miteinander erschweren (PEZZOTTA 1997). Eine kurzfristig zu realisierende Rückverlagerung des gesamten Handels in die Innenstädte ist illusorisch.

„Die kompakte Stadt kann in der bisherigen Struktur so nicht weiter bestehen. Ihre retrospektive Wiederbelebung ist aussichtslos..." (BREUSTE 1997). Der Weg für eine verkehrsvermeidende Siedlungsstruktur wird in der Förderung einer polyzentralen Siedlungs- und Versorgungsstruktur gesehen („Stadt der kurzen Wege", Umweltministerkonferenz 1992, LOCHNER et.al. 1994, „Leitbild : Stadt als Lebensraum", BUND/MISEREOR 1996).

Dabei sollen wohnungsnahe Infrastrukturen (FREHN 1995) bez. Stadtteilzentren (SCHNERMANN 1997, BAIER 1997, GORIßEN 1997, LEHMBROCK 1997, LUDLEY 1997) als Alternativen zu den Einkaufszentren auf der „grünen Wiese" geschaffen werden. Nach DEECKE (1997) ist dafür aber ein entsprechendes Stadtteilmanagement erforderlich, um bei vergleichbarer Attraktivität auch gleiche Wettbewerbsbedingungen zu erzielen. Daß die bloße Errichtung von Stadtteilzentren noch keine Garantie für den Erfolg, d.h. für Verkehrsvermeidung ist, zeigen die Arbeiten von THEILING (1997) und von HÜSLER (1997), in denen Polyzentralität und „Stadt der kurzen Wege" auch kritisch untersucht werden.

Die Problematik des Verkehrs bei Suburbanisierungsprozessen stand im Mittelpunkt einer Tagung in Halle/Saale (IVU 1997), die im Auftrag des Ministeriums für Wohnungswesen, Städtebau und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt durchgeführt wurde. Sie befaßte sich mit Strategien und Maßnahmen für umweltschonende Mobilität in der kompakten Stadt am Beispiel der Stadt Halle und der Region Halle – Leipzig.

Bei der Literaturdurchsicht fällt auf, daß entweder der Schwerpunkt nur auf Emissions- und Immissionsmodellierungen (auf der Basis realer oder simulierter Verkehrsbelastungen) oder auf die Erforschung von Prozessen der Verkehrsentwicklung gelegt wird. Eine Kombination beider Seiten wird i.d.R. nicht beobachtet.

Die Bedeutung städtischer Grün- und Freiflächen für eine hohe Lebensqualität ist unumstritten (z.B. TREPL 1992; MITSCHANG 1993, UFZ 1998), der Zusammenhang zwischen Grünstrukturen und verkehrsbedingten Schadstoffbelastungen wird bisher kaum dargestellt (z.B. AHRENS 1991; HENTSCHEL 1983).

2. Ergebnisse

2.1 Übersicht der Untersuchungsobjekte

Der Kartenausschnitt in Abb. 1 gibt einen Überblick über das Untersuchungsgebiet, die Untersuchungsobjekte, das Straßennetz und die Stadtgrenzen. Der Kartenausschnitt ist durch folgende Koordinaten begrenzt:

Hochwerte: 56 79 500 - 56 98 000

Rechtswerte: 45 17 500 - 45 35 000.

Die Grenzen Leipzigs haben sich im Bearbeitungszeitraum des Projektes nach freiwilligen und unfreiwilligen Eingemeindungen (Stadt-Umland-Gesetz) verändert. Da sie aber endgültig erst nach den Urteilen des sächsischen Verfassungsgerichtes im Juni/Juli 1999 feststanden, wird im Projekt mit den Grenzen Stand 12/97 gearbeitet. Für dieses Vorgehen gab es einen weiteren Grund: die in späteren Kapiteln verwendeten statistischen Daten Leipzigs sind ebenfalls auf dem Stand 12/97. Die Orte Miltitz, Burghausen, Rückmarsdorf, Böhlitz-Ehrenberg, Lützschena, Lindenthal, Wiederitzsch, Engelsdorf, Althen, Mölkau, Baalsdorf, Kleinpösna, Holzhausen, Liebertwolkwitz, Rehbach und Knautnaundorf werden noch als „Umland" eingestuft und behandelt. Die Lage der vier untersuchten Grünflächen (s. 2.3) ist durch grüne Rahmen gekennzeichnet.

In den 90iger Jahren entstanden im suburbanen Raum (auf der „grünen Wiese") mehrere große Einkaufszentren bzw. Gewerbegebiete, von denen drei (aus Kapazitätsgründen *nur* drei) in diesem Projekt detailliert untersucht werden (rote Punkte):

- Im Südosten Leipzig unmittelbar am Stadtrand das Gewerbegebiet Wachau Nord (zentrale Einrichtung sind das Globus SB Warenhaus und der Globus-Baumarkt, beide zusammen im folgenden als Globus-Markt bezeichnet; ca. 35 000 m^2 Verkaufsfläche).
- Im Westen Leipzigs, an der B 181 gelegen, das Löwen-Center Burghausen (ca. 38 500 m^2 Verkaufsfläche (BEZ 1997). Nach den letzten Eingemeindungen befindet es sich auf dem Territorium Leipzigs.
- Im Osten Leipzigs an der B 6 das Paunsdorf-Center (ca. 85 000 m^2 Verkaufsfläche, STADT LEIPZIG 1998 b). Das Paunsdorf-Center (P.C.) ist Stadtteilzentrum und lag von Anfang an zwar am Rand, aber innerhalb der Stadtgrenzen. Es wurde insbesondere wegen seiner Größe ausgewählt.

Drei weitere für Leipzig bedeutsame auf der „grünen Wiese" gebaute Einkaufszentren (violette Punkte) wurden stichprobenartig untersucht:

- Der Saalepark Günthersdorf (etwa 7,5 km westlich des Löwen-Centers, außerhalb des Untersuchungsgebietes) ist bereits seit 1991 in Betrieb. Nach Erweiterungen hat er inzwischen eine Verkaufsfläche von ca. 125 000 m^2 hat (BEZ 1997).

- Im Norden Leipzigs der Sachsenpark (ca. 30000 m^2 Verkaufsfläche). Ursprünglich im suburbanen Raum gelegen liegt er nach Gebietsaustausch und Eingemeindung Seehausens inzwischen im Stadtgebiet.
- Der Pösnapark (ca. 35800 m^2 Verkaufsfläche) am äußersten südöstlichen Rand des Untersuchungsgebietes liegt auch nach den neuesten Eingemeindungen noch außerhalb Leipzigs.

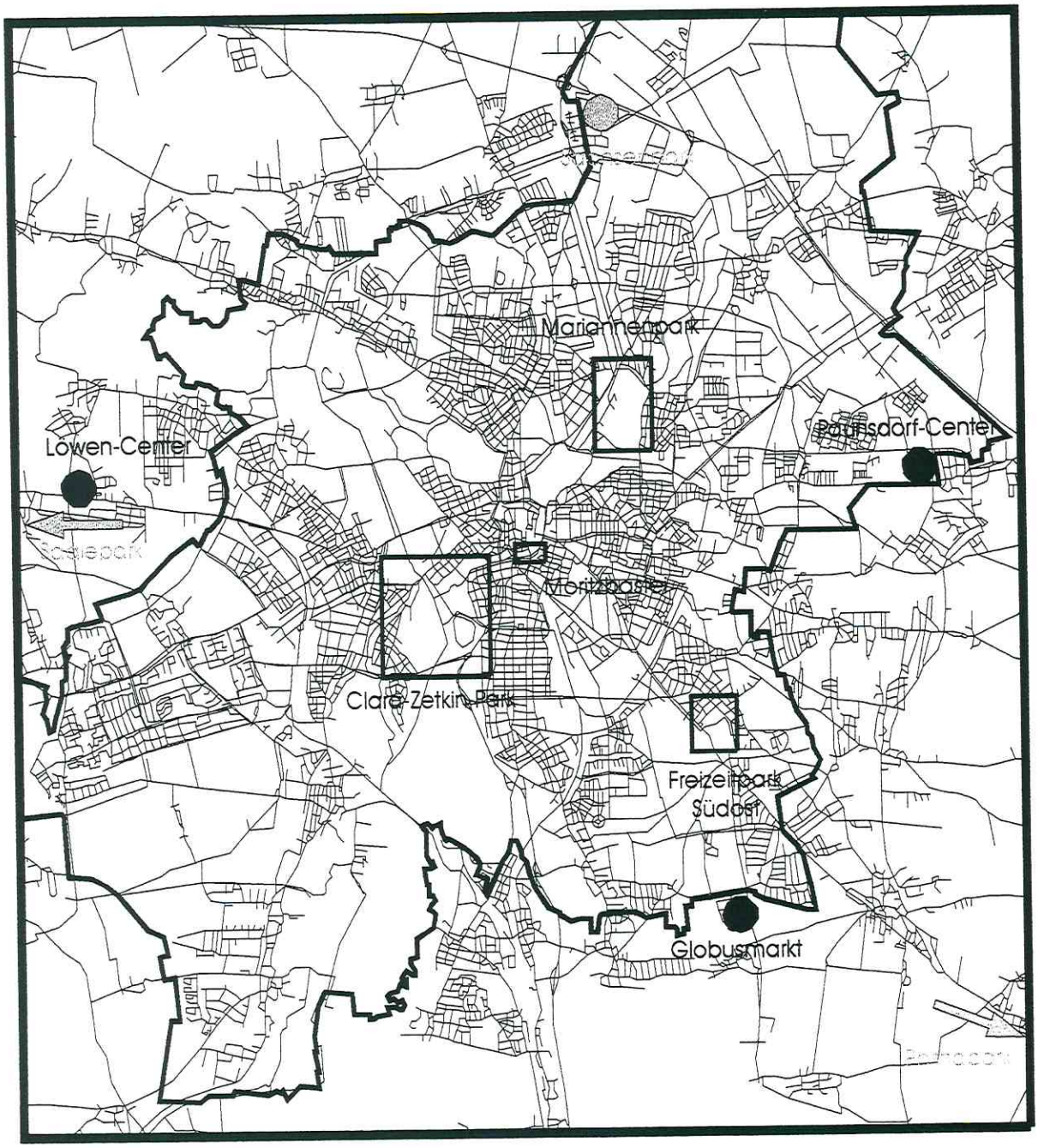


Abb. 1 : Lage der Untersuchungsobjekte im Stadtgebiet Leipzigs

2.2 Untersuchung von Einkaufszentren im suburbanen Raum

2.2.1 Methoden

Die Datenerhebungen an den Einkaufszentren (EKZ) hatten das Ziel, den Ist-Zustand der Verkehrsbelastung und weitere Kenngrößen zu ermitteln, die für die Modellierungen erforderlich waren (z.B. Informationen zum Einkaufsverhalten). Die Primärdaten wurden aus Verkehrszählungen und Kundenbefragungen gewonnen.

Bestimmung des zusätzlichen Verkehrs

Der Verkehr an den EKZ ist tagsüber von Zählpersonen in 15min-Intervallen erfaßt worden. Damit war die Hochrechnung auf die Verkehrsstärke [Kfz/h] und die Ermittlung des Tagesganges der Verkehrsstärke möglich. Aus den ausgewählten Verkehrsströmen waren der ausschließlich an das EKZ gebundene Verkehr und der Gesamtverkehr um das EKZ herum berechenbar. Damit konnte der vorhandene, aber nicht mit dem EKZ im Zusammenhang stehende Durchgangsverkehr ausgeblendet und der Anteil des zusätzlichen, durch das EKZ verursachten Verkehrs am Gesamtverkehr ermittelt werden (WAGLER 1996 a, WAGLER et.al.1998).

Kundenbefragungen

Das Projekt sah eine zufällige Auswahl und Befragung von Kunden der EKZ vor Ort vor. Um wegen statistischer Absicherung möglichst viele Kunden befragen zu können, wurden nur wenige Fragen, die unmittelbar für die Projektbearbeitung notwendig waren, gestellt (erfahrungsgemäß sinkt auch die Bereitschaft der Probanden zur Mitarbeit, wenn die Befragung zu lange dauert).

Erfragt wurden der Wohnort (bei Leipziger Kunden noch zusätzlich die Straße), die Einkaufsfrequenz (Einkäufe/Woche bzw. Einkäufe/Monat), das benutzte Verkehrsmittel und im Falle der PKW-Benutzung die Anzahl der Personen/Pkw.

Bei den Befragungen 1994/1995 waren noch Fragen zur möglichen Kopplung der Einkaufsfahrt mit anderen Aktivitäten gestellt worden. Bei nur 2 % der befragten Kunden war das der Fall (FREYER et.al. 1996), so daß jetzt auf diese Frage verzichtet und ein direkter Weg Wohnung-Einkaufszentrum-Wohnung für alle festgelegt wurde.

Andere interessante Fragestellungen (z.B. nach Gründen des Einkaufs im jeweiligen EKZ) kamen nicht zum Einsatz, einzelne Kunden sprachen von selbst weitere Probleme an.

Zu den Datensätzen aus Leipzig ließen sich entsprechend der Straßenangabe problemlos noch Postleitzahlbereiche hinzufügen, die für eine erste Auswertung der Einzugsbereiche und statistischen Sicherheit der Daten nützlich waren. Die Überprüfung der statistischen Relevanz der

Stichproben (pro Befragungstag fielen etwa 700 – 800 Datensätze (= befragte Kunden) an, das entsprach am Paunsdorf-Center etwa 7%, am Globus-Markt etwa 10% und am Löwen-Center etwa 14% aller Kunden) erfolgte durch getrennte Auswertungen von Befragungszeiträumen und deren Vergleich. Für Leipzig wurden die Kunden entsprechend der Postleitzahlbereiche zusammengefaßt, für das Umland je nach Herkunftsort.
Aus diesen Primärdaten konnten Verteilungen auf die Verkehrsmittel (Modal split), Verteilungsfunktion und Mittelwert der Einkaufsfrequenz, mittlere Pkw-Belegung und Daten zur Berechnung der Fahrtstrecken (Fahrleistung, Kfz-Kilometer) erhalten werden.

Einzugsgebiete

Die Arbeiten hatten das Ziel, als Ergebnis eine Verteilung der Pkw-Kunden im Streckennetz Leipzigs (Netzbelegung Pkw/Strecke/Tag) vorliegen zu haben und im GIS ArcInfo darstellen zu können. Insbesondere interessierte der direkt nicht bestimmbare Anteil des Einkaufsverkehrs am Gesamtverkehr an den vier untersuchten Grün- und Freiflächen.
Zur Ermittlung der Verteilung ist die Kenntnis der Fahrtroute vom Wohnort eines Kunden zu einem bestimmten EKZ erforderlich. Eine Erfragung der Route schied aus o.g. Gründen aus (Ausführliche Untersuchungen zu Quelle-Strecke-Zielangaben wurden von KICKNER (1999) zur Routenoptimierung, zum Verkehrsverhalten und zur Einschätzung der Reisezeit an 415 Probanden durchgeführt. Eine solch umfangreiche Untersuchung hätte den Rahmen dieses Projektes gesprengt).
ArcInfo liefert mit dem Programmbaustein ROUTE zwar einerseits eine exzellente Möglichkeit, optimale Fahrtrouten interaktiv zu berechnen und darzustellen, andererseits ist eine Automatisierung dieser Berechnung für sehr viele Fälle (hier: etwa 10000 Kunden = Fahrtrouten) problematisch. Auch der Aufwand zur Beschaffung notwendiger Input-Daten für alle Knoten und Strekken im Netz ist enorm (KICKNER 1997). Zudem waren für die Berechnungen der Szenarien (s. 2.4) Informationen erforderlich, die mit ArcInfo ROUTE nicht vorliegen.
Daher mußten einige aufeinander abgestimmte PC-Programme erarbeitet werden, die sowohl eine Fahrtroutenoptimierung durchführen als auch die gewünschten Informationen liefern.

Netzoptimierung

Basisdaten für die Netzoptimierung sind Variablen aus Arc-Info-Dateien vom Typ AAT.DBF. Verwendet werden die Variablen FNODE, TNODE (Knotennummern einer Strecke), Cover_ID (eindeutige Streckenidentifikationsnummer) und LENGTH (Streckenlänge).
Für jede Strecke muß (für die spätere Optimierung) noch ein Gewichtsfaktor eingegeben werden (Standard = 1, gültig für die meisten Nebenstraßen). Für bevorzugte Strecken (Kriterien z.B.:

'höhere Geschwindigkeiten erlaubt', 'sehr guter Ausbaugrad', 'Straßenbreite', 'wenig Verkehr' oder andere, auch subjektive Faktoren (z.B. attraktive Strecke)) wird der Faktor abgestuft < 1 gesetzt. Das entspricht einer anscheinenden Verkürzung dieses Streckenabschnitts.

(Diese Festlegungen sind sehr subjektiv, weil hier individuelle Erfahrungen/Gewohnheiten eines Kraftfahrers einfließen. Fünf Testpersonen (erfahrene Pkw-Fahrer) erklärten sich bereit, Wichtungsfaktoren entsprechend ihrer Erfahrungen im Straßennetz Leipzigs festzulegen. Verwendet wurden dann die Mittelwerte aus diesen Angaben: für die Teilstrecken auf der Autobahn A 14 und für die 4spurigen Teilstrecken auf der B 2 ein Faktor von 0.5, für Bundesstraßen ein Faktor zwischen 0.6 und 0.7 , für sonstige Hauptstraßen ein Faktor von 0.8.).

Aus dieser streckenorientierten Datei wird zunächst eine knotenorientierte Datei aufgebaut. Sie enthält pro Datensatz außer der Knotennummer folgende Informationen: Anzahl *m* der Verzweigungen am Knoten und *m* Wertepaare, bestehend aus ID der verzweigenden Strecke und Nummer des über diese Strecke verbundenen Knotens.

Mit dem Programm soll in einem Durchlauf nicht nur eine einzelne optimale Route berechnet werden, sondern es sollen für alle *k* Knoten des Netzes Informationen über die jeweils optimale Route zu einem Zielknoten vorliegen.

Dabei sucht das Programm nicht die optimalen Routen ausgehend vom Start (Wohnung) zum Ziel (EKZ), sondern der Algorithmus arbeitet rückwärts, beginnend beim Ziel, von Knoten zu Knoten bzw. von konzentrischer 'Schale' zu 'Schale', wobei zu einer 'Schale' alle Strecken und Knoten gezählt werden, die vom Zielknoten durch die gleiche Anzahl (nicht Entfernung!) von Teilstrecken entfernt sind. Das Prinzip der Routenoptimierung (Optimierungskriterium : kürzeste gewichtete Entfernung) wird in Abb. 2 vereinfacht vorgestellt.

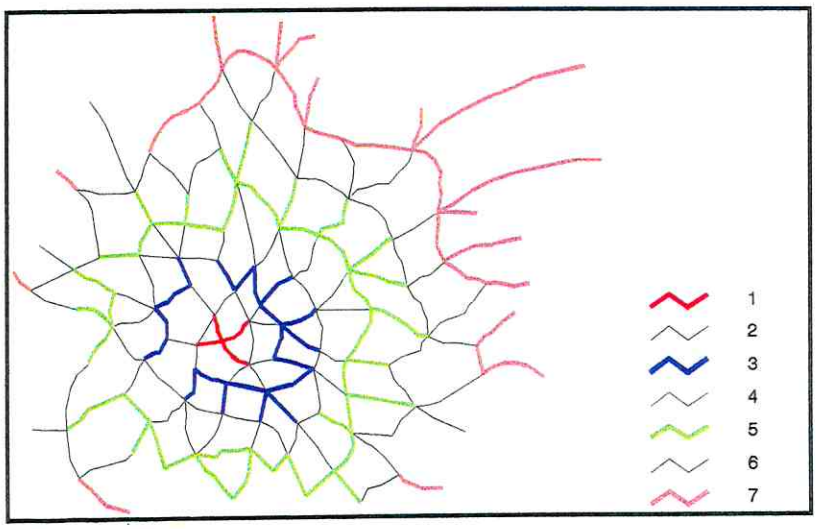


Abb. 2: Demonstrationsbeispiel zur Netzoptimierung

Zur 1. Schale gehören die rot markierten Strecken, zur 2. schwarz markierte, zur 3. die blau markierten, zur 4. wiederum schwarz markierte usw.

Der Algorithmus läßt sich schrittweise wie folgt erläutern:

Erster Schritt:

Im Beispiel ist der Zielknoten von 4 roten Strecken umgeben, an deren Enden sich die Endknoten der 1. Schale befinden. An diesen Endknoten werden diese Informationen gespeichert:

- ID einer roten Strecke, die vom Zielknoten zu diesem Knoten führte,
- Knotennummer des Ausgangsknotens bzw. Endknotens der darunter liegenden Schale (hier: Zielknoten),
- reale Entfernung zum Zielknoten (hier: Länge einer roten Strecke)
- gewichtete Entfernung (hier: Produkt aus Gewicht und Länge einer roten Strecke).

Im zweiten Schritt werden nacheinander die Endknoten der 1. Schale mit ihren Verzweigungen abgearbeitet. Die Informationen dafür stehen in der Knotendatei (s.o.). Die Endknoten können entweder untereinander (Endknoten der 1. Schale) oder mit den Endknoten der 2. Schale (allesamt schwarze Strecken) verbunden sein.

Für die Endknoten der 2. Schale wird als Entfernung zum Ziel die Summe aus „Länge der schwarzen Strecke“ und am Endknoten (1. Schale) gespeicherter „Entfernung zum Ziel“ gebildet und am Endknoten (2. Schale) abgespeichert.

Bei Querverbindungen von Endknoten der 1. Schale wird die Entfernung zum Zielknoten aus der Summe aus „Länge der Querverbindung“ und „abgespeicherter Entfernung“ gebildet. Wenn sich eine solche Summe (verwendet wird für diesen Abgleich immer die gewichtete Entfernung!) als kleiner erweist als die bereits am Knoten gespeicherte Entfernung, werden alle Daten an diesem Knoten durch die neuen Daten ersetzt:

- ID der Querverbindung (zwischen 2 Endknoten der ersten Schale),
- Knotennummer am Ende dieser Querverbindung (= optimale Knotennummer),
- reale optimale Entfernung,
- gewichtete optimale Entfernung.

Nach Abarbeitung aller Verzweigungen der Endknoten der 1. Schale sind an den Endknoten der 2. Schale gespeichert:

- ID einer schwarzen Strecke,
- Knotennummer eines Knotens der 1. Schale (=optimale Knotennummer),
- reale optimale Entfernung,
- gewichtete optimale Entfernung.

Auf jeder Ebene (Schale) werden also immer die optimalen Routen bzw. Entfernungen aus einer

neu hinzugekommenen Strecke und bereits als optimal erkannten Routen gebildet. Dieser rekursive Algorithmus arbeitet so lange, bis er den äußersten Rand des Streckennetzes (= äußerste Schale, die je nach Fall/Ausgangspunkt nicht konzentrisch geschlossen sein muß) erreicht hat (in Abb. 2 sind noch 5 weitere Schalen (blau, schwarz, grün, schwarz, braun) angegeben).
Dann ist das gesamte Netz nach einmaliger (allerdings umfangreicher) Rechnung bezüglich eines Zielknotens optimiert.
Mit den an den Knoten gespeicherten Informationen (optimale ID, optimaler Knoten, optimale Entfernungen) können von jedem Knoten aus rekursiv optimale Strecken zum Ziel abgefragt werden:

Startknoten(Wohnung) → Optimaler Knoten (Schale n)
Optimaler Knoten (Schale n) → Optimaler Knoten (Schale n-1)
Optimaler Knoten (Schale n-1) → Optimaler Knoten (Schale n-2)
.....
Optimaler Knoten (Schale 2) → Optimaler Knoten (Schale 1) = Zielknoten

Das in Abb. 1 dargestellte Straßennetz Leipzigs setzt sich aus 9983 Einzelstrecken zusammen. Aus Gründen der Rechenzeiteinsparung bei der Netzoptimierung werden davon 7465 verwendet. Eine Reduktion der Dimension ist aus zwei Gründen möglich:

- *Innerhalb des Stadtgebietes*: Es gibt zahlreiche Streckenabschnitte, die nicht bebaut sind, an denen niemand wohnt und die nur über einen Knoten mit dem Netz verbunden sind, d.h. die auch nicht als Verbindung im Netz benötigt werden.
- *Außerhalb der Stadtgrenze*: Von Bewohnern des Umlandes wurde nur der Ort erfragt. Die Netzverbindung ist also nur zum Zentrum dieses Ortes erforderlich bzw. für die Orte, die ganz außerhalb des Untersuchungsgebietes liegen, ist die Verbindung bis zu einem Knoten auf dem Rand des Kartenausschnittes nötig, über den die Einfahrt ins Gebiet erfolgt.

Zwischen den 7465 Strecken gibt es 5107 Knoten. Je nach Anwendungsfall (Lage des Zielknotens zentral oder mehr am Rand) sind bei der Optimierung etwa 70 - 125 Schalen abzuarbeiten.

Nach erfolgter Netzoptimierung (für jedes EKZ eine Rechnung = eine Ergebnisdatei) können die bei der Kundenbefragung erhaltenen Daten (Ort, Straße, Einkaufsfrequenz) den entsprechenden Strecken durch ein weiteres Programm zugeordnet werden:

- *Orte aus dem Umland*: Sie werden entweder mit dem Startknoten (= Gebietseinfahrt) auf dem Rand des Kartenausschnittes oder mit dem Startknoten des Ortes (= Ortszentrum) versehen.

  Ausnahme: Umlandorte, die in unmittelbarer Nähe zu einem EKZ liegen und sehr viele Kunden stellen (für Globus-Markt Markkleeberg, für das Paunsdorf-Center Engelsdorf, für das Löwencenter Burghausen, Rückmarsdorf und Böhlitz-Ehrenberg) erhalten mehrere Startknoten, deren Auswahl/Zuordnung durch einen Zufallsgenerator geschieht.
- *Kunden aus Leipzig*: Wenn es für einen Straßennamen mehrere Streckenabschnitte gibt, wird die Einkaufsfrequenz eines Datensatzes proportional zu den Streckenlängen dieser Abschnitte gesplittet und dann zugeordnet. Dieses Vorgehen setzt voraus, daß die Streckenabschnitte proportional zu der Länge mit Einwohnern (= potentiellen Kunden) belegt sind. Unregelmäßigkeiten konnten nicht berücksichtigt werden.

Nach Auswahl bzw. Festlegung der Startknoten kann der optimale Streckenverlauf zum Ziel-EKZ rekursiv für jeden Kunden (= Datensatz) aus der Optimal-Datei ausgelesen werden. Aus der Einkaufsfrequenz eines Kunden, der Gesamt-Pkw-Einfahrten in ein EKZ pro Tag und der Summe aller Einkaufsfrequenzen wird eine Größe der Dimension Pkw/Tag berechnet, und an jedem Streckenabschnitt dieser Route wird dieser Wert aufsummiert (Hin- und Rückfahrt). Dadurch erhält man das Einzugsgebiet des entsprechenden EKZ mit den Verkehrsbelastungen im Netz (Netzbelegung).

2.2.2 Statistische Auswertung am Globus-Markt Wachau

Die Kundenbefragungen und Verkehrszählungen am Globusmarkt erstreckten sich über den Zeitraum 1994 – 1998 (s.a. FREYER 1996). Durch diese Langzeitbeobachtung sind Untersuchungen zur Dynamik von Suburbanisierungsprozessen, insbesondere zur Entwicklung der Einflüsse von Einkaufszentren auf der „grünen Wiese" bzw. deren Beeinflussung durch neu hinzugekommene EKZ ableitbar.

Im Globusmarkt konnten insgesamt 4344 Personen befragt werden (1994/95 : 1648, 1996 : 1013, 1998 : 1683).

13 Besucher (Bad Kreuznach, Berlin, Gießen, Ludwigstadt, Oberhausen, Saarbrücken, Sächsische Schweiz, Stuttgart, Teplitz, Thüringen, Tschechien, Weißenfels, Zittau) gaben an, definitiv nur einmalig (z.B. Durchreise) im Globus-Markt zu sein. Alle anderen - auch aus entfernten Orten - waren schon mehrfach dort (ev. aus anderem Anlaß in Leipzig) oder bekundeten die Absicht wiederzukommen und wurden deshalb in die Auswertung aufgenommen.

Der Pkw ist das dominierende Verkehrsmittel. Nur 4,5 % der Kunden benutzten zur Anfahrt keinen Pkw. Die nach Abzug der „zufälligen" 13 Besucher verbleibenden 4331 Datensätze verteilen sich auf folgende Verkehrsmittel:

- Pkw: 4138 Kunden (95,5 %)
- ÖPNV: 128 Kunden (3,0 %)
- Zu Fuß: 20 Kunden (0,5 %)
- Fahrrad: 45 Kunden. (1,0 %)

(Hier zeigt sich der besondere Charakter des Einkaufsverkehrs zur „grünen Wiese". In einer Bürgerumfrage in Leipzig gaben die Befragten zum Einkauf an : 58 % (41 %) Pkw-Benutzung, 20 % (40 %) zu Fuß, 15 % (12 %) ÖPNV, 7 % Fahrrad, STADT LEIPZIG 1995, Werte in Klammern: SOCIALDATA 1996).

Erfreulich, wenn auch noch nicht zufriedenstellend ist folgender Trend:

1994/95 benutzten nur 0,3% der Kunden den ÖPNV (Anteil der Pkw-Kunden betrug 1994/95 99,33 %). 1998 (nach erfolgter Einrichtung einer Buslinie zum Globus-Markt) betrug der Anteil des ÖPNV 7,2 %, der Pkw-Anteil sank auf 89,3 %.

Die Auswertung erfolgte mit allen Datensätzen auf einmal, aber auch getrennt nach Kunden aus Leipzig und Kunden aus dem Umland sowie getrennt nach den 3 Untersuchungsphasen.

Der Anteil der befragten Kunden aus dem Umland war 37,3 % .

Die durchschnittliche (mit den Einkaufsfrequenzen gewichtete) Entfernung liegt für Kunden aus dem Umland bei 9,3 km, für Kunden aus Leipzig bei 5,1 km.

Die Pkw-Belegung wurde erst ab 1998, also nur in einem Teil der Datensätze erfragt. Die durchschnittliche Pkw-Belegung beträgt 1,82 Personen/Pkw (Leipzig 1,80, Umland 1,85).

(Unabhängig von der Pkw-Belegung, die die tatsächliche Kundenanzahl erhöht, ist im Folgenden mit „Kunde" immer auch „1 Pkw" gemeint).

Die ermittelten Durchschnittswerte der Einkaufsfrequenz betragen für Kunden aus Leipzig 1.04 Einkäufe/Woche und für das Umland 0,98 Einkäufe/Woche.

Die bei der Befragung genannten Ortsnamen gelangten so wie genannt in die Auswertung, d.h. es wurde nicht überprüft, ob die genannten Ortsnamen nach der Gemeindereform inzwischen nur Ortsteile größerer Orte sind (wie z.B. Wachau inzwischen zu Markkleeberg gehört).

Aus dem Umland kamen Kunden aus insgesamt 129 Orten. Aus 45 Orten davon waren in allen drei Befragungsphasen Kunden vertreten.

Auf diese 45 Orte entfallen aber 93,9 % aller Kunden (1994/95: 94,26 %, 1996: 95,57 %, 1998: 92,57 %), wobei die Kundenanteile noch stark differieren.

Orte, deren Kundenanteil größer als 1,5 % ist, sind in Abb. 3 gesondert dargestellt, insbesondere mit ihren Anteilen in den 3 Phasen. Auf diese 13 Orte entfallen 77,0 % aller Einkaufsfahrten, davon auf :

Markkleeberg	19,67 %
Liebertwolkwitz	12,28 %
Holzhausen	12,02 %
Wachau	10,47 %
Borna	3,39 %
Großpösna	3,35 %
Zwenkau	2,87 %
Naunhof	2,46 %
Grimma	2,34 %
Böhlen	2,22 %
Mölkau	2,20 %
Güldengossa	2,17 %
Rötha	1,57 %

Die übrigen 23,0 % der Einkaufsfahrten entfallen dann auf Kunden aus den restlichen 116 Orten (s. Tabelle A1 im Anhang).

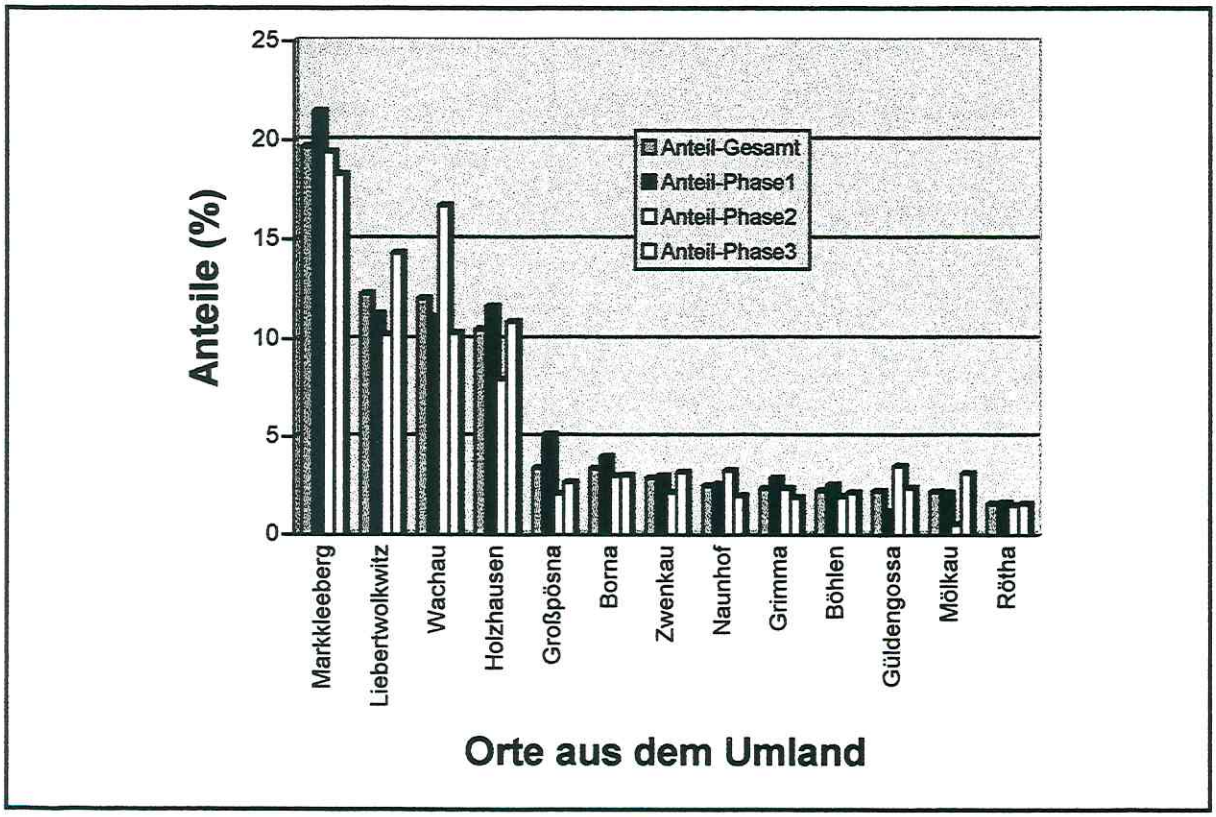


Abb. 3 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Globus-Marktes aus dem Umland

Die gute Übereinstimmung der Anteile in den 3 Untersuchungszeiträumen und der insgesamt sehr hohe Anteil der wichtigsten Orte oder auch des Durchschnitts aller Orte läßt den Schluß zu, daß die erfaßten Kunden einen repräsentativen Querschnitt aller Kunden darstellen.
Die Leipziger Kunden wurden für eine erste statistische Auswertung in Postleitzahlbereiche eingeteilt. Abb. 4 demonstriert die Kundenzahlen aus den für den Globus-Markt wichtigsten Postleitzahlbereichen (eine Aufstellung der Kundenzahlen aus allen Postleitzahlbereichen Leipzigs findet sich in Tabelle A2 im Anhang).
Die meisten Kunden kommen aus 04277 Connewitz, 04279 Lößnig/Dölitz, 04289 Probstheida/Meusdorf und 04299 Stötteritz. Auch hier sind die Anteile in den drei Befragungsphasen und der Mittelwert dargestellt. Die Kundenanteile schwanken nur sehr wenig (die entsprechend der absoluten Kundenanteile gewichtete durchschnittliche Abweichung beträgt 9,9 %). Eine größere Abweichung ergibt sich in der Phase 3 für Probstheida/Meusdorf (s.a. die noch folgende Tabelle zum Einfluß des Moritzhofes). Eine direkte Übertragbarkeit der Aussagen dieser Tabelle ist aber nicht möglich, da Postleitzahlbereiche und Ortsteile nicht übereinstimmen.
Auch für die Leipziger Kunden kann festgestellt werden, daß die zufälligen Stichproben repräsentativ sind und Hochrechnungen gestatten.

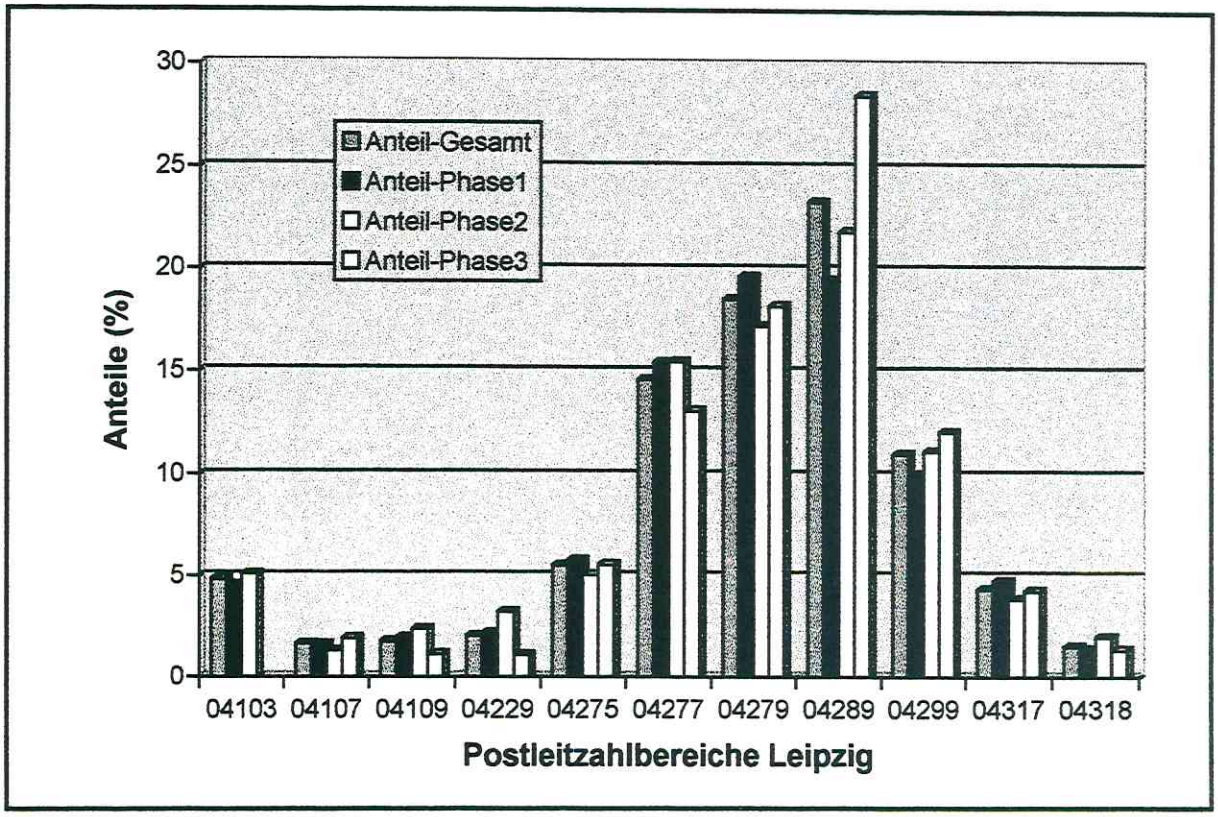


Abb. 4 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Globus-Marktes aus Leipzig

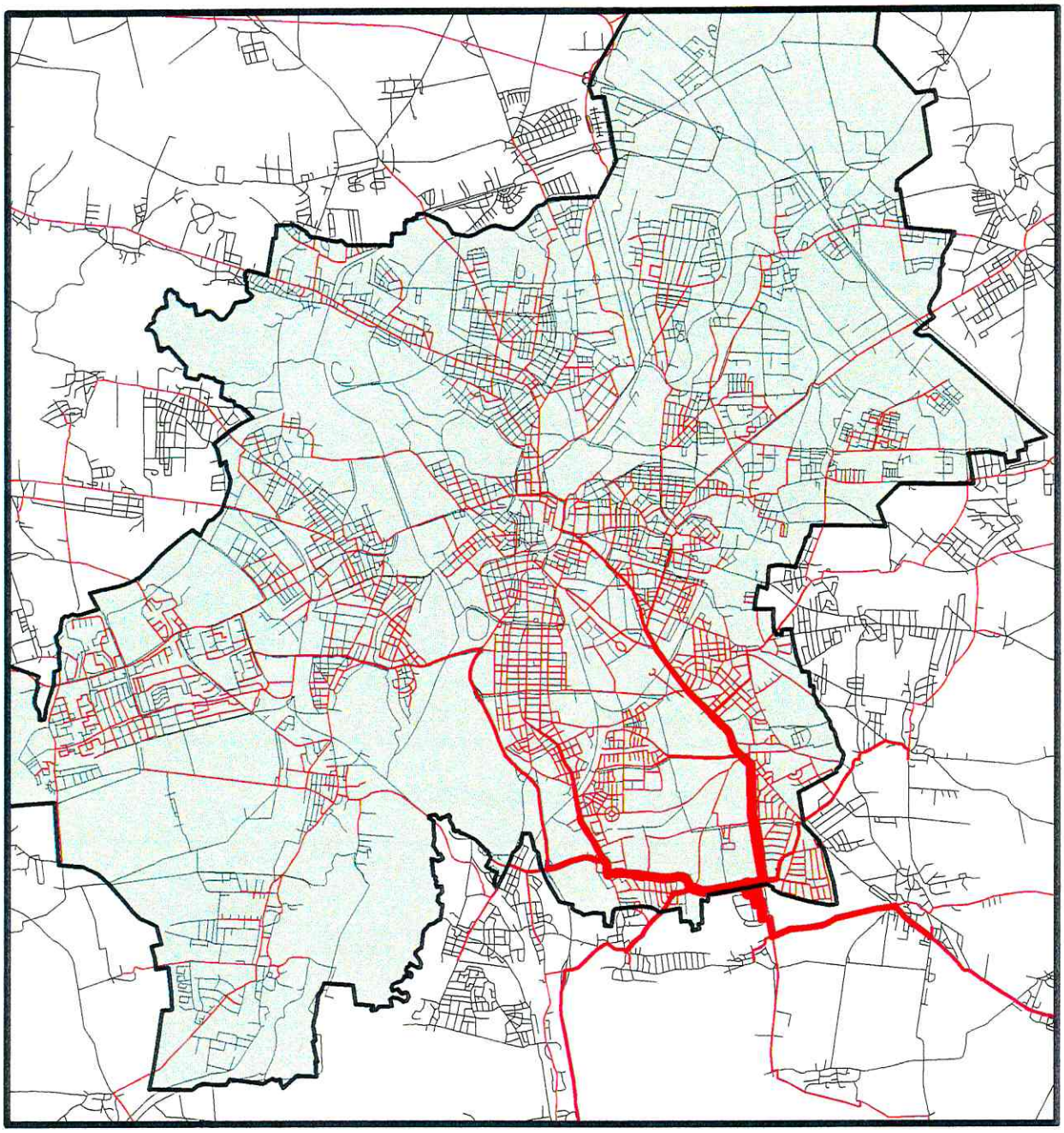


Abb. 5 : Einzugsgebiet des Globus-Marktes Wachau

In Abb. 5 ist das streckenbezogene Einzugsgebiet des Globus-Marktes (nur Pkw-Kunden) dargestellt (rot markierte Strecken). Kunden kommen aus allen Bereichen der Stadt sowie aus allen Richtungen des Umlandes. Das Einkaufszentrum zieht somit einen beträchtlichen Verkehr an. Der Schwerpunkt des Einzugsgebietes liegt erwartungsgemäß im Südosten Leipzigs, was bereits aus den aggregierten Kundenzahlen (Abb. 3 und Abb. 4) hervorging. Die rot markierten Strecken sind proportional dem Anteil der auf diesen Strecken fahrenden Pkw dargestellt.

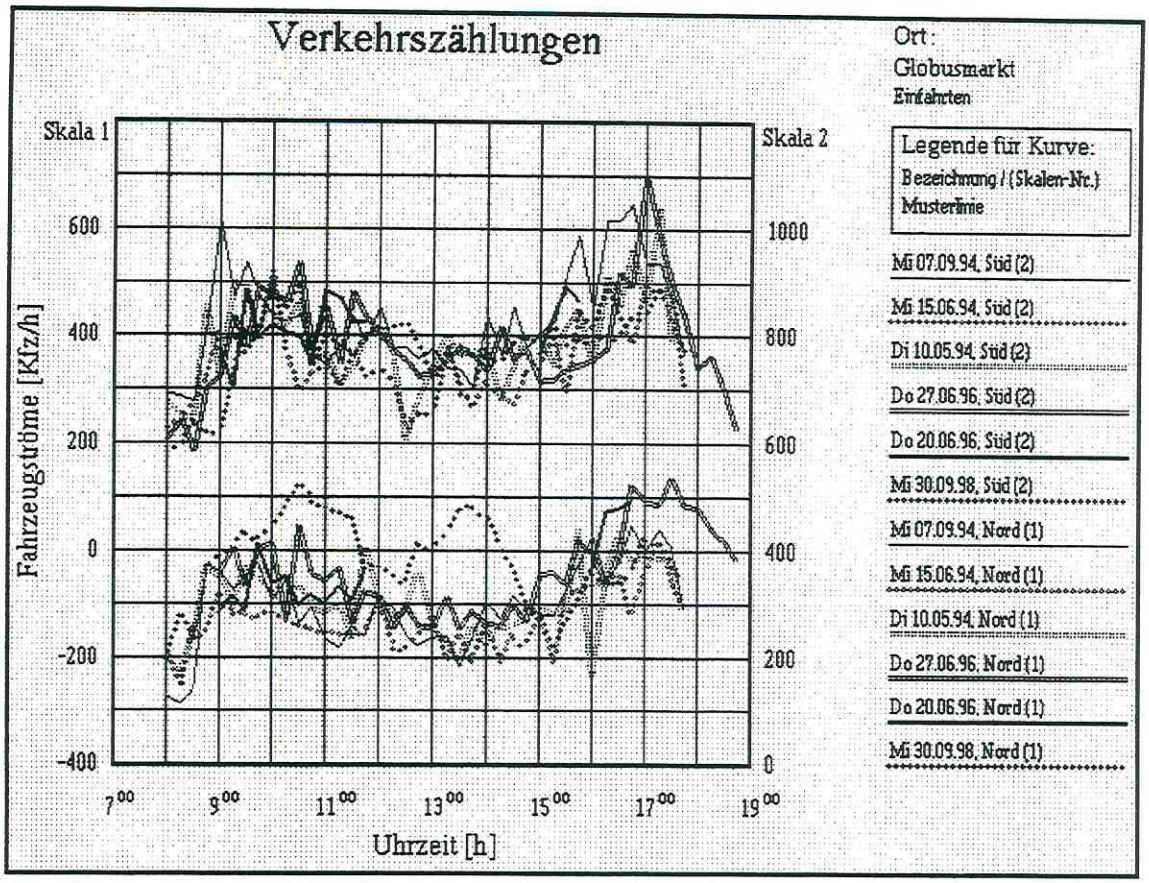


Abb. 6 : Einfahrten in den Globus-Markt an verschiedenen Tagen

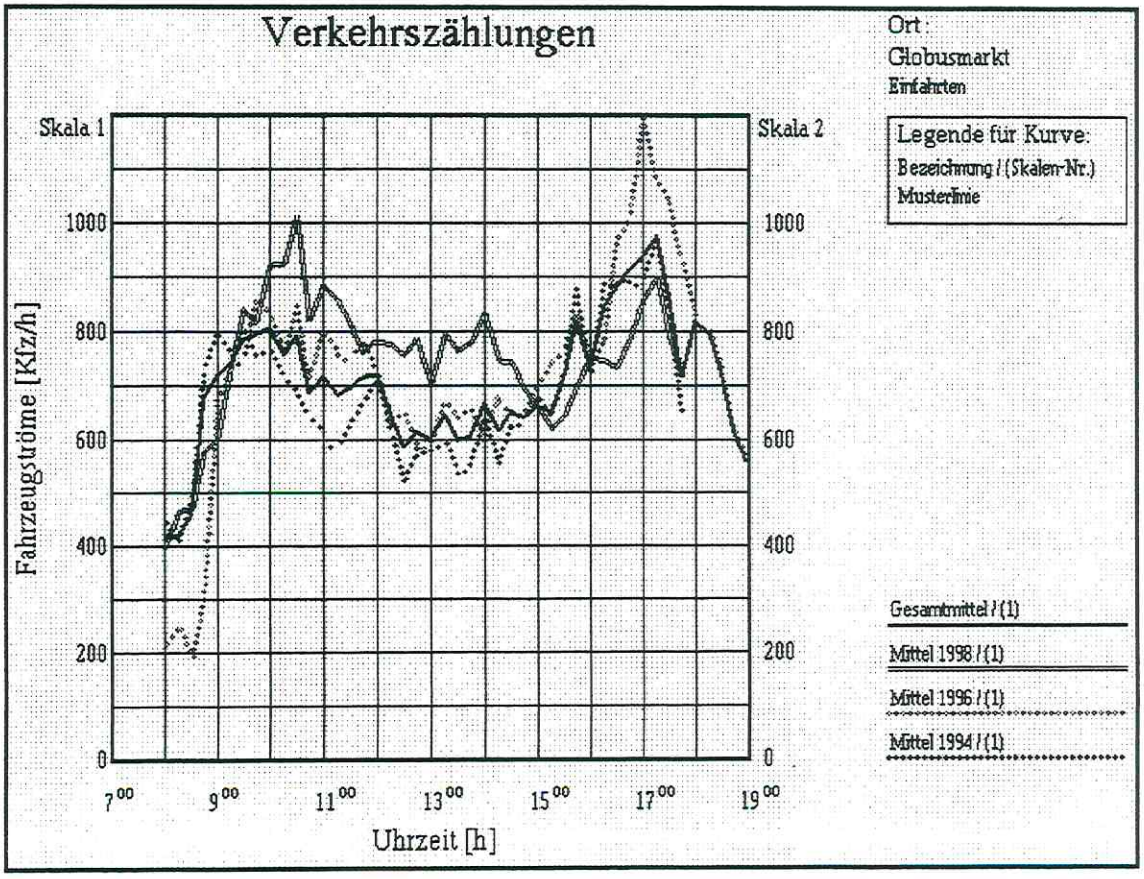


Abb. 7 : Gemittelte Einfahrten in den Globus-Markt 1994, 1996 und 1998

Abb. 6 zeigt den unmittelbaren Verkehr am Globus-Markt. Dargestellt sind die Tagesgänge der Verkehrsstärken an der Nord- und an der Südeinfahrt. Auffällig ist, daß sich die Form der Tagesgänge sowohl an verschiedenen Wochentagen als auch über einen längeren Beobachtungszeitraum nur unwesentlich verändert (Vormittagsmaximum zwischen 9.00 und 11.00 Uhr, Nachmittagsmaximum zwischen 15.30 und 17.30 Uhr).

Die gemittelten Tagesgänge der Gesamteinfahrten für 1994/95, 1996 und 1998 sind in Abb. 7 enthalten. Der Verlauf (Lage der Maxima) ist ähnlich dem der Abb. 6, die absoluten Werte haben sich aber geringfügig geändert. 1994 – 1996 betrug der sich täglich ins EKZ bewegende Fahrzeugstrom etwa 7300 Kfz/d, 1998 hat er um etwa 13 % zugenommen (8250 Kfz/d).

Mit der Einkaufsfrequenz gewichtet kommen täglich 5140 Kfz aus Leipzig und 3110 Kfz aus dem Umland.

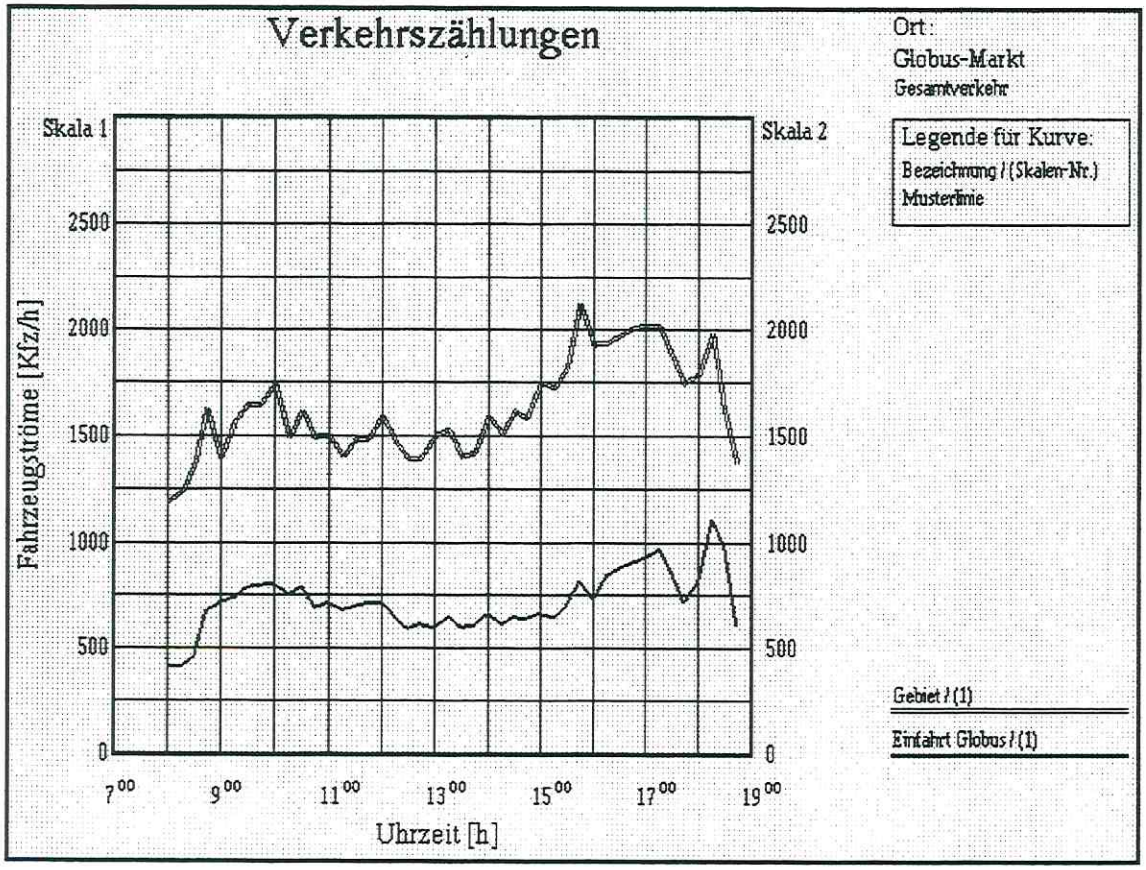


Abb. 8 : Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Gewerbegebiet Wachau-Nord

Zur Ermittlung des Anteils des zusätzlichen, durch das Einkaufszentrum verursachten Verkehrs wurden die Tagesgänge der Einfahrten zum Einkaufszentrum und die Summen aller Gebietszufahrten verglichen (Tagesgänge in Abb. 7 und Abb. 8, Streckenführung in Abb. 9)

Der Gesamtverkehr im Gebiet beträgt 18750 Kfz/d. Auf der Gebietszufahrt Nord (Chemnitzer Straße) kommen Fahrzeuge vorwiegend aus Leipzig, auf der Leinestraße sowohl aus Leipzig als auch aus Markkleeberg, auf der südlichen Zufahrt (Bornaische Straße) vorwiegend aus dem Umland und Markkleeberg. Über den Schwarzenbergweg kommen Fahrzeuge aus Meusdorf (Ortsteil Leipzigs).

Der Anteil des zusätzlichen Verkehrs am Gesamtverkehr im Gebiet beträgt 44 %.

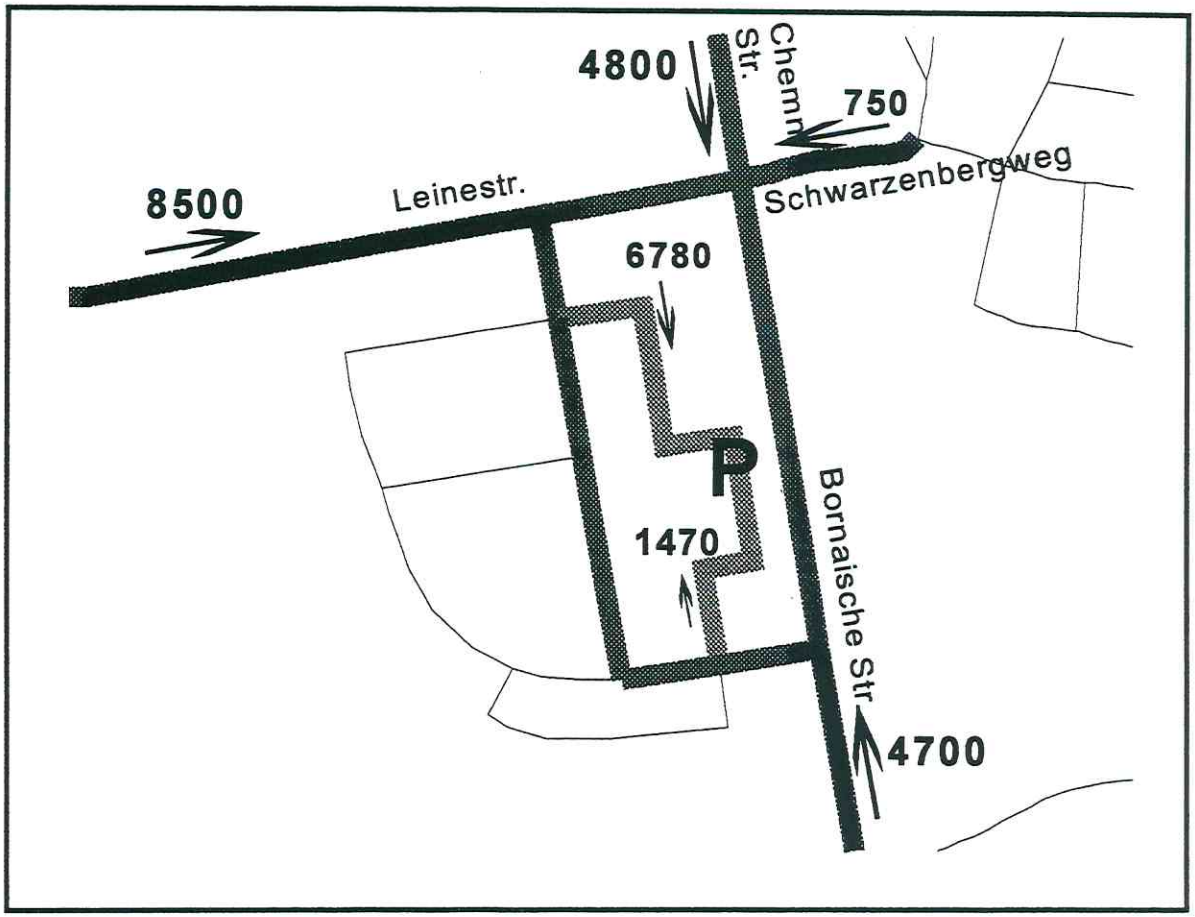


Abb. 9 : Streckenführung und Gesamtverkehr im Gewerbegebiet Wachau-Nord

Das Beispiel Globus-Markt bietet die einzigartige Möglichkeit, durch Verwendung früherer Daten (FREYER et.al. 1996, WAGLER et.al. 1998) den Einfluß später errichteter EKZ bzw. Stadtteilzentren auf Kundenströme zu verfolgen.

Zwischen den Untersuchungen 1994/95 – 1996 und der 3. Phase der Kundenbefragungen wurden am 05.09.1996 in Grünau das Allee-Center, am 01.11.1997 im Hauptbahnhof die Promenaden und am 06.03.1997 in Lößnig der Moritzhof eröffnet.

Zwar reicht das Einzugsgebiet des Globus-Marktes bis Grünau bzw. bis über das Zentrum Leipzigs hinaus (Abb. 5), statistisch signifikante Veränderungen des Kundenstroms aus diesen Gebieten sind jedoch nicht erkennbar.

Anders ist die Situation im Süden Leipzigs. In Tabelle 1 sind die Kundenströme aus den südlichen Ortsteilen aufgelistet. Der von 1996 auf 1998 beobachtete Zuwachs des Gesamtkundenstroms führt in fast allen Ortsteilen auch zu einem mehr oder weniger großen Zuwachs, bzw. einzelne Kundenströme sind etwa gleichbleibend. Aus Connewitz (von 543 Kfz/d auf 263 Kfz/d) und aus Lößnig (von 613 Kfz/d auf 466 Kfz/d) reduzieren sich die Kundenströme allerdings deutlich, was eindeutig auf die Attraktivität des neu entstandenen Moritzhofes als Stadtteilzentrum zurückzuführen ist.

Tabelle. 1 : Kundenströme am Globus-Markt aus den südlichen Ortsteilen Leipzigs

Ortsteil	Ortsteil-Nr.	Kunden/Tag vor 1996	Kunden/Tag 1998
Zentrum-Südost	2	171	198
Reudnitz-Thonberg	30	211	197
Stötteritz	31	537	538
Probstheida	32	480	521
Meusdorf	33	624	738
Südvorstadt	40	258	283
Connewitz	**41**	**543**	**263**
Marienbrunn	42	282	333
Lößnig	**43**	**613**	**466**
Dölitz-Dösen	44	419	453

2.2.3 Statistische Auswertung am Löwen-Center Burghausen

Im Löwen-Center konnten insgesamt 3111 Personen befragt werden. Bei den Aktionen im April 1998 waren 1656, und im Januar 1999 waren 1455 Personen zur Mitarbeit bereit.

10 Besucher (Bad Kreuznach, Flotthof, Greifswald, Hanau, Kiel, München, Saalfeld, Stollberg, Stralsund, Ulm) gaben an, definitiv nur einmalig (z.B. Durchreise) im Löwen-Center zu sein. Alle anderen - auch aus entfernteren Orten - waren schon mehrfach dort und wurden deshalb in die Auswertung aufgenommen.

Der Pkw ist auch am Löwen-Center das dominierende Verkehrsmittel. Nur 5,3 % der Kunden benutzten zur Anfahrt keinen Pkw. Die nach Abzug der 10 Datensätze (Durchreise, einmalig) verbleibenden 3101 verteilen sich auf folgende Verkehrsmittel:

- Pkw: 2936 Kunden (94,7 %)
- ÖPNV: 50 Kunden (1,6 %)
- Zu Fuß: 44 Kunden (1,4 %)
- Fahrrad: 71 Kunden. (2,3 %)

Die Auswertung erfolgte total mit allen Datensätzen, aber auch getrennt nach Kunden aus Leipzig und Kunden aus dem Umland sowie getrennt nach den 2 Untersuchungsphasen.

Der Anteil der Kunden aus dem Umland war 43,8 % (46,4 % der Pkw-Kunden). Wenn man mit der Einkaufsfrequenz wichtet (was für Hochrechnungen erforderlich ist), liegt der Anteil der Pkw-Kunden aus dem Umland sogar bei 52,9 %.
Die durchschnittliche (gewichtete) Entfernung beträgt für Kunden aus dem Umland 6,1 km, für Kunden aus Leipzig 5,6 km.
Durchschnittlich sind die Pkw mit 1,8 Personen (Leipzig 1,79, Umland 1,8) besetzt.
Die ermittelten Durchschnittswerte der Einkaufsfrequenz betragen für Kunden aus Leipzig 0,83 Einkäufe/Woche und für das Umland 1,08 Einkäufe/Woche.

Aus dem Umland kamen Kunden aus insgesamt 103 Orten, 38 Orte davon wurden in beiden Befragungsphasen genannt. Auf diese 38 Orte entfallen aber 96,7 % aller Kunden (April 98: 94,6 %, Januar 99: 98,8 %). Die häufigsten 8 Herkunftsorte, die einen Kundenanteil größer als 1,5 % haben, sind in Abb. 10 gesondert dargestellt. Auf diese 8 Orte entfallen bereits 85,0 % aller Einkaufsfahrten, davon auf :

Rückmarsdorf	24,81 %
Böhlitz-Ehrenberg	21,80 %
Burghausen	11,37 %
Dölzig	8,70 %
Schkeuditz	5,53 %
Frankenheim	5,22 %
Markranstädt	3,88 %
Lützschena	3,72 %

Die übrigen 15,0 % der Einkaufsfahrten verteilen sich auf die restlichen 95 Orte, die in Tabelle A3 im Anhang aufgelistet sind.
Für die Leipziger Kunden ist in Abb. 11 die Verteilung auf die wichtigsten Postleitzahlbereiche dargestellt (Aufstellung der Gesamtverteilung im Anhang in Tabelle A4).
Die meisten Leipziger Pkw-Kunden kommen aus 04179 Leutzsch, 04209 Grünau-Ost, 04177 Lindenau, 04205 Grünau-Nord, 04207 Grünau-West und aus dem Norden 04159 Wahren/Möckern. Aus den drei Grünauer Bereichen kommen zusammen 35,9 % aller Leipziger Kunden, obwohl mit dem Allee-Center inzwischen ein näher gelegenes, attraktives Stadtteilzentrum existiert. Der hohe Kundenanteil aus Grünau zeigt, daß es doch schwerer sein wird, Kunden umzulenken und stadtteilbezogene Konzepte einer umweltgerechten Abwicklung des Einkaufsverkehrs zu realisieren (s.a. 2.4).

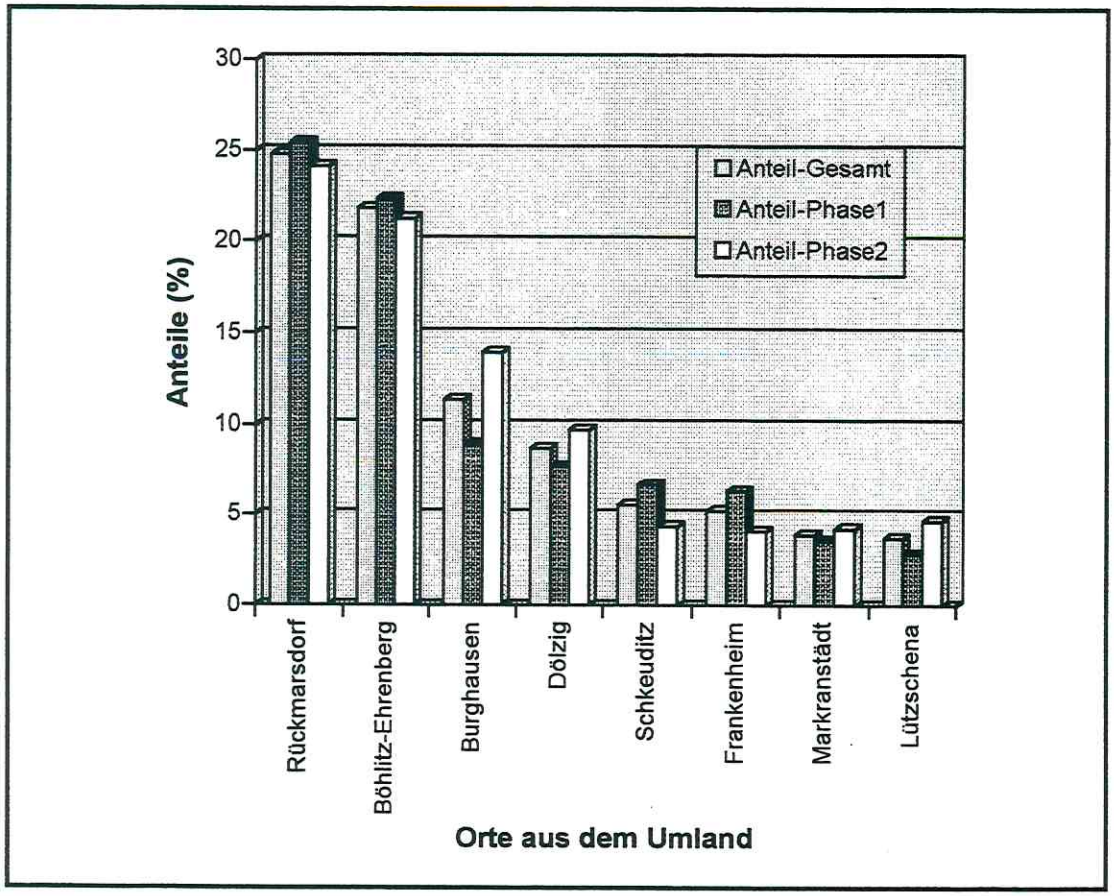


Abb. 10 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Löwen-Centers aus dem Umland

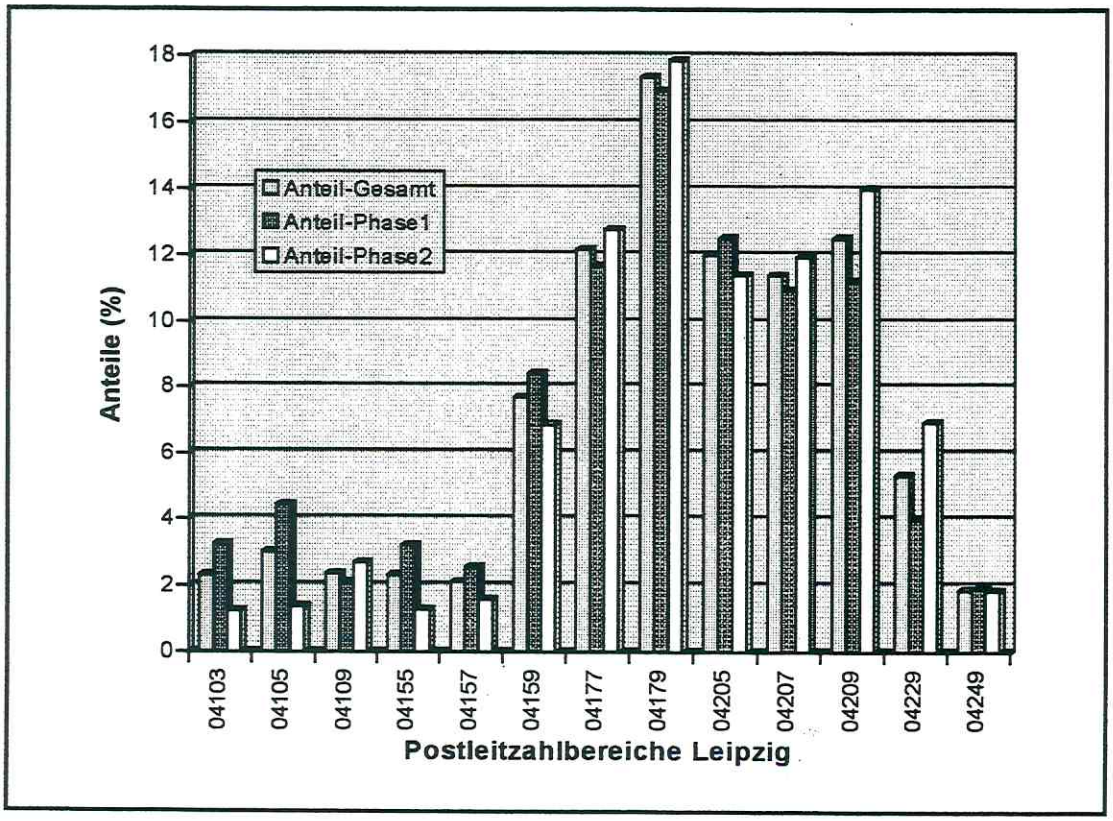


Abb. 11 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Löwen-Centers aus Leipzig

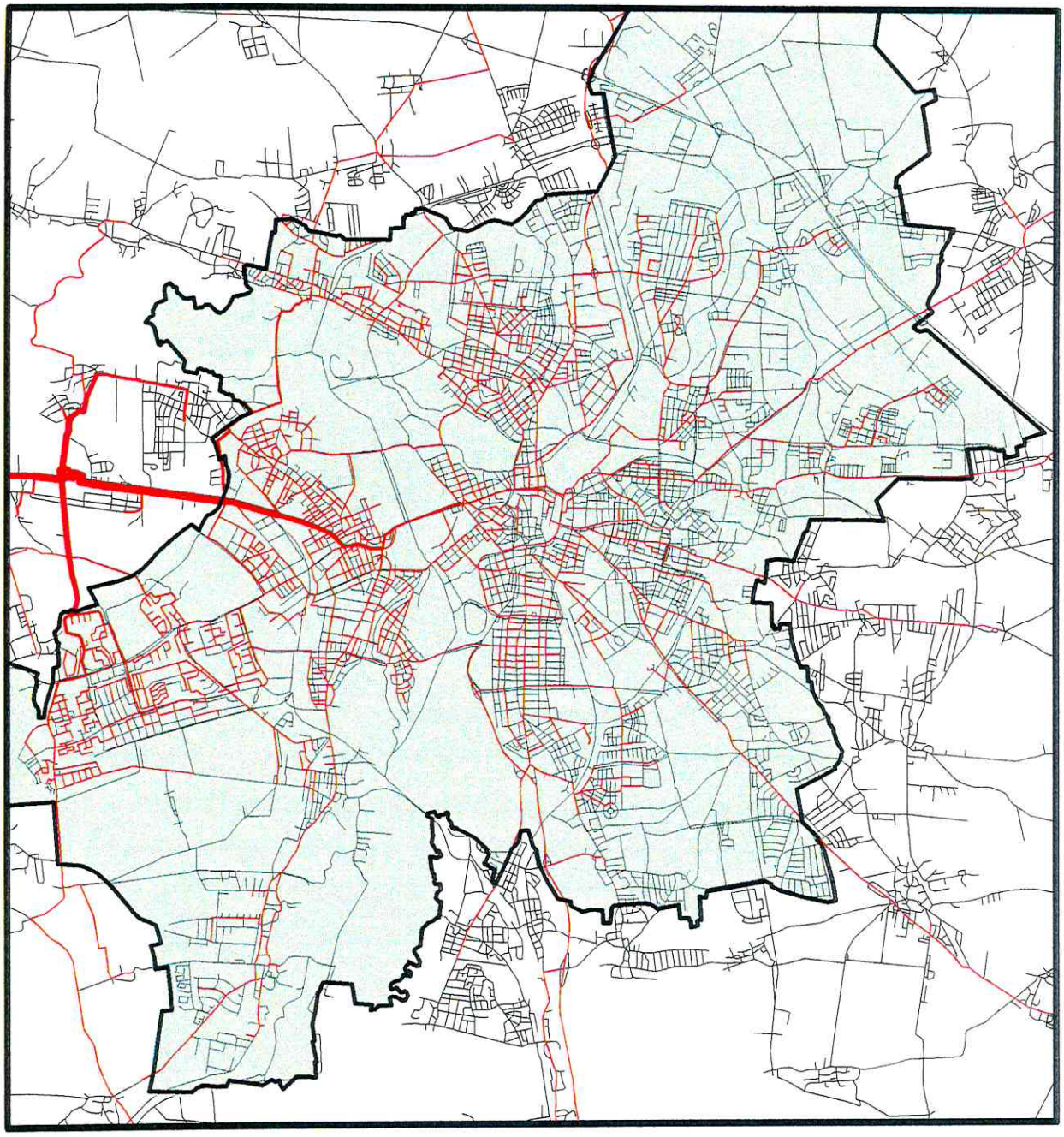


Abb. 12 : Einzugsgebiet des Löwen-Centers Burghausen

In beiden Abbildungen (10 und 11) sind die Abweichungen der Ergebnisse der beiden Untersuchungsphasen nicht groß (im Mittel für die Verteilung der Postleitzahlbereiche 11,5 %), so daß auch diese Daten als repräsentativ (für Hochrechnungen geeignet) angesehen werden können.

Das in Abb. 12 dargestellte Einzugsgebiet des Löwen-Centers (rote Linien, Strichstärke als Maß für die Verkehrsstärke auf den Streckenabschnitten) umfaßt auch nahezu das gesamte Stadtgebiet Leipzigs und Orte aus dem gesamten Umland. Es hat seine Schwerpunkte erwartungsgemäß im Westen und Nordwesten Leipzigs, wie aus der vorangegangenen Grafik hervorging.

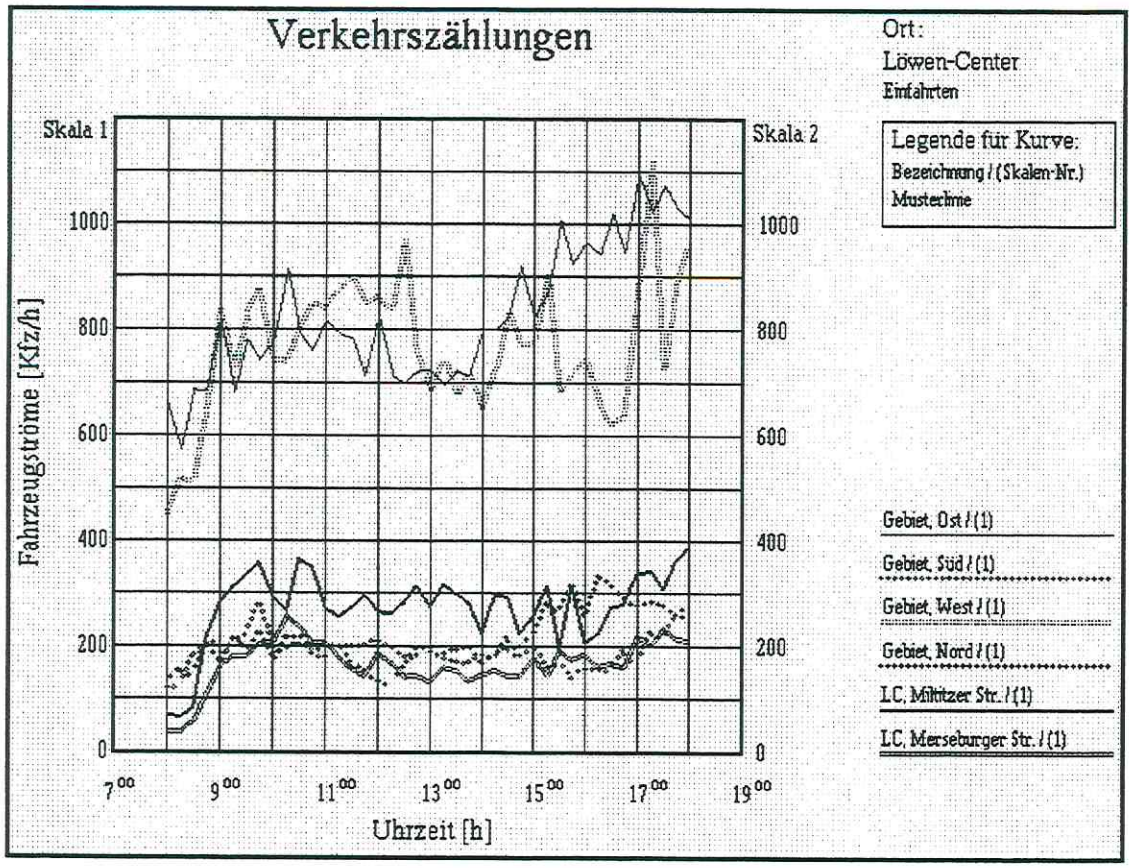


Abb. 13 : Verkehrsströme (Einfahrten) am Löwen-Center

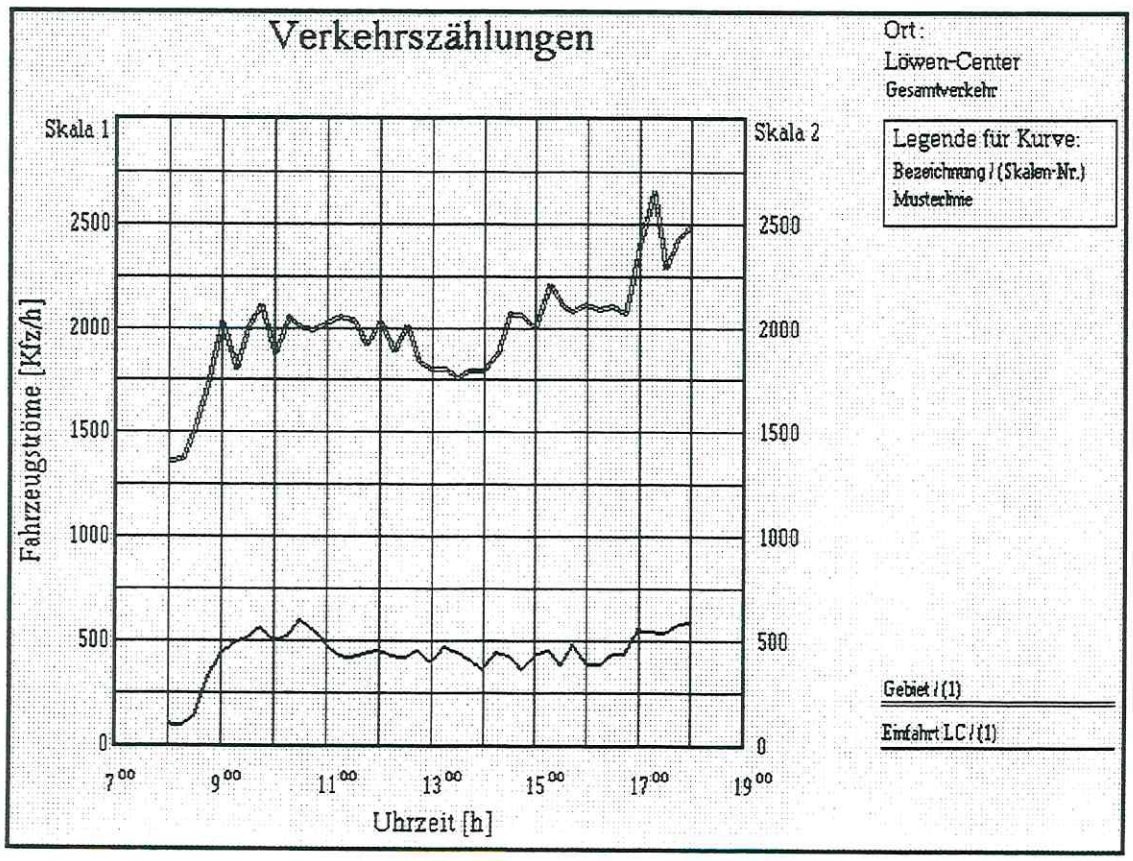


Abb. 14 : Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Löwen-Center

In den Abb. 13 und 14 sind die Verkehrsströme dargestellt, die für die Berechnung des zusätzlichen Verkehrs erforderlich sind.
Die Einfahrten ins Löwen-Center weisen untypisch kaum einen bestimmten Tagesgang auf (grüne Kurven). Bei den Gebietszufahrten dominiert die Ost-West-Richtung (B 181), die 5 km weiter westlich zur Autobahn A9 bzw. etwa in 7,5 km Entfernung zum Saalepark führt.
In Abb. 14 zeigt den Tagesgang der Summe der Gebietszufahrten und den Tagesgang der Summe der Einfahrten ins Löwen-Center. Aus diesen Werten lassen sich die täglichen Verkehrsströme im Gebiet des Löwen-Centers berechnen (s. Abb. 15). Aus Richtung West (A9, Umland) fahren täglich 8300 Kfz ins Gebiet ein, aus Richtung Leipzig 9000, aus Richtung Nord (Böhlitz-Ehrenberg) 2200 und aus Richtung Süd (Leipzig-Grünau) 2300 Fahrzeuge.

In das EKZ fahren täglich über beide Zufahrten in der Summe 5000 Fahrzeuge, wovon entsprechend der Einkaufsfrequenz 2350 aus Leipzig und 2650 aus dem Umland kommen.

Die 5000 Kfz/d bedeuten einen Anteil von 23 % am Gesamtverkehr in diesem Gebiet.

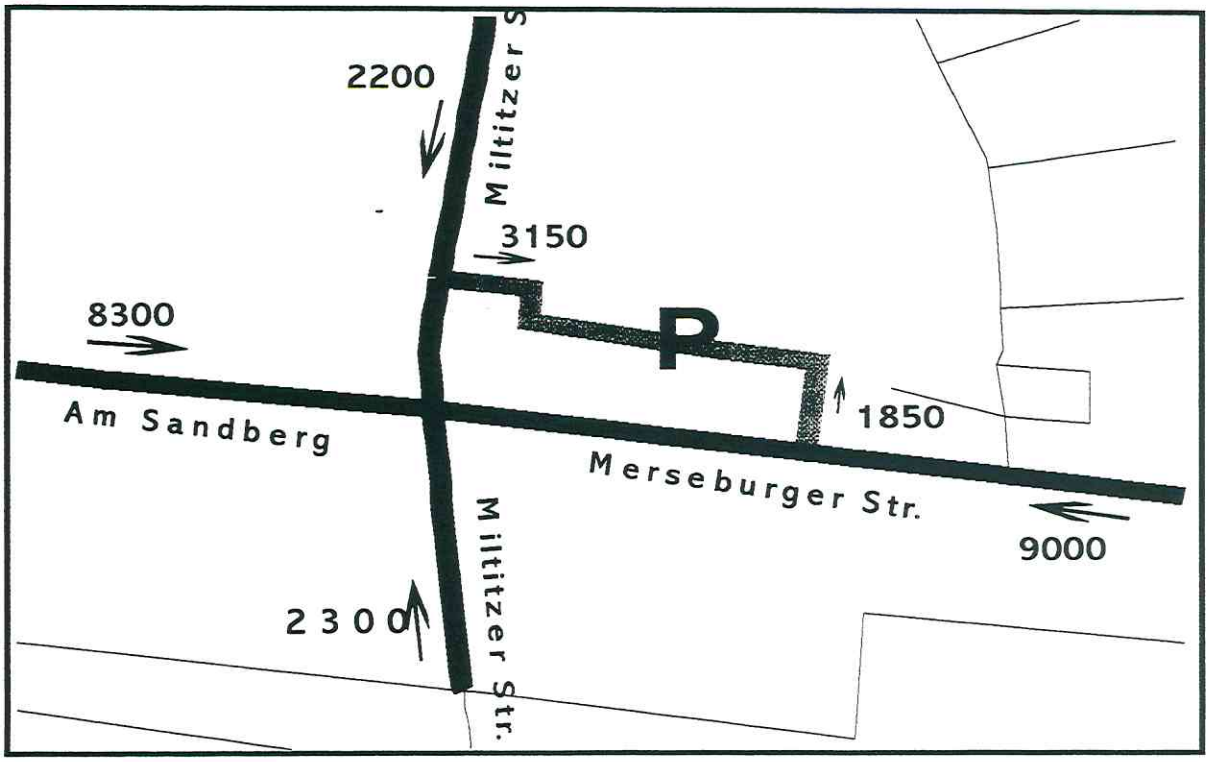


Abb. 15 : Streckenführung und Gesamtverkehr am Löwen-Center

2.2.4 Statistische Auswertung am Paunsdorf-Center (P.C.)

Im Paunsdorf-Center (P.C.) konnten insgesamt 3740 Personen befragt werden (April 1998 : 1858, November 1998 : 1882).

Solche Kunden, die nur zufällig im P.C. waren (z.B. einmalig, weil sie aus einem anderen Grund als Einkaufen in Leipzig waren) oder angaben, auf der Durchreise zu sein, wurden als "Durchreisende" geführt und nicht gewertet.

Dagegen wurden alle Kunden - auch aus entfernten Orten - , die mindestens einmal pro Jahr im P.C. waren bzw. ein Wiederkommen nicht ausschlossen, in die normale Kundenstatistik aufgenommen.

46 Besucher (Aitrach, Bad Frankenhausen, Bad Hersfeld 3x, Bad Kreuznach, Bautzen, Bayreuth, Berlin 3x, Bonn, Bremen, Bremerförde, Cottbus, Darmstadt, Düsseldorf, Eisenhüttenstadt, Frankfurt/O., Fulda, Furth im Wald, Gifhorn, Hamburg, Hanau, Hannover, Hildesheim, Jena, Johanngeorgenstadt, Karlsruhe 3x, Magdeburg, Minden, Nürnberg, Oldenburg, Osnabrück, Plauen, Rügen, Sangerhausen, Soltau, Sonneberg, Stuttgart, Zell, Zittau 2x) fielen als "Durchreisende" aus der Wertung.

Damit verbleiben zur Auswertung noch 3694 Datensätze.

Der Pkw ist auch im P.C. das dominierende Verkehrsmittel zur Anfahrt, obwohl im Vergleich zum Löwen-Center und zum Globus-Markt der Pkw-Anteil deutlich niedriger ist. Trotzdem benutzten nur 14,6 % der Kunden zum Einkauf keinen Pkw. Die verbleibenden 3694 Datensätze verteilen sich auf folgende Verkehrsmittel:

• Pkw:	3196	Kunden	(86,52 %)
• ÖPNV:	389	Kunden	(10,53 %)
• Zu Fuß:	54	Kunden	(1,46 %)
• Fahrrad:	55	Kunden.	(1,49 %)

Ausgewertet wurden alle Datensätze zusammen, aber auch getrennt nach Kunden aus Leipzig und Kunden aus dem Umland sowie getrennt nach den 2 Untersuchungsphasen. Bei Wertesätzen ÖPNV, Fahrrad und zu Fuß wurde nicht in Leipziger und andere unterschieden.

Von den Pkw-Kunden entfielen 59,60 % auf Leipzig, 40,40 % auf das Umland. Mit der Einkaufsfrequenz gewichtet ist der Anteil der Leipziger Kunden sogar 69,2 %, der der Umland-Kunden 30,8 %.

Die durchschnittliche (gewichtete) Entfernung liegt für Kunden aus dem Umland bei 10,9 km, für Kunden aus Leipzig bei 4,8 km.

Die durchschnittliche Pkw-Belegung mit 2,09 Personen/Pkw (Leipzig 1,97, Umland 2,27) ist höher als im Globus-Markt und im Löwen-Center.

Die ermittelten Durchschnittswerte der Einkaufsfrequenz betragen für Kunden aus Leipzig 1.0 Einkäufe/Woche und für das Umland 0,66 Einkäufe/Woche.

Aus dem Umland kamen Kunden aus insgesamt 206 Orten, davon waren 59 genannte Orte in beiden Befragungsphasen vertreten. Auf diese 59 Orte entfallen 91,8 % aller Kunden (April 1998: 89,12 %, November 1998: 94,58 %). Die häufigsten 12 Herkunftsorte (mit einem Kundenanteil > 1,5 %) sind in Abb. 16 gesondert dargestellt, insbesondere mit ihren Anteilen in den 2 Phasen. Auf diese 12 Orte entfallen 77,6 % aller Einkaufsfahrten, davon auf :

Engelsdorf	29,08 %
Taucha	11,50 %
Borsdorf	7,80 %
Mölkau	7,75 %
Panitzsch	5,14 %
Althen	3,85 %
Baalsdorf	2,79 %
Brandis	2,21 %
Beucha	2,17 %
Grimma	2,05 %
Machern	1,70 %
Holzhausen	1,53 %

Die übrigen 22,4 % der Einkaufsfahrten sind Kunden aus den restlichen 194 Orten zuzuordnen (s. Tabelle A5 im Anhang).

Mit ca. 29 % stellt Engelsdorf fast ein Drittel der Kunden aus dem Umland. Hier ergaben sich bei beiden Befragungsaktionen auch fast identische Werte (nur 1 % Abweichung). Größere Abweichungen liegen bei Mölkau und bei Panitzsch vor, über alle Orte gemittelt und unter Berücksichtigung der geringen Abweichungen bei der Aufteilung nach Postleitzahlbereichen (s.u.) ist auch hier von einer guten statistischen Relevanz der Werte auszugehen.

In Abb. 17 ist für die Leipziger Kunden die Verteilung auf die wichtigsten Postleitzahlbereiche dargestellt. Dominant ist der Anteil aus 04329 Paunsdorf Nord mit fast 37 %. Paunsdorf Süd (04328), Schönefeld (04347) und Sellerhausen/Anger-Crottendorf (04318) zählen mit etwa je 10 % ebenfalls zu wichtigen Einzugsgebieten. Das P.C. erfüllt diesbezüglich die Kriterien eines Stadtteilzentrums und ist als solches angenommen. Bemerkenswert sind bei diesen wichtigen Einzugsgebieten die geringen Unterschiede von der ersten zur zweiten Befragungsphase. Über alle Postleitzahlbereiche gemittelt ergibt sich eine Streuung der Werte von 7,5 %.

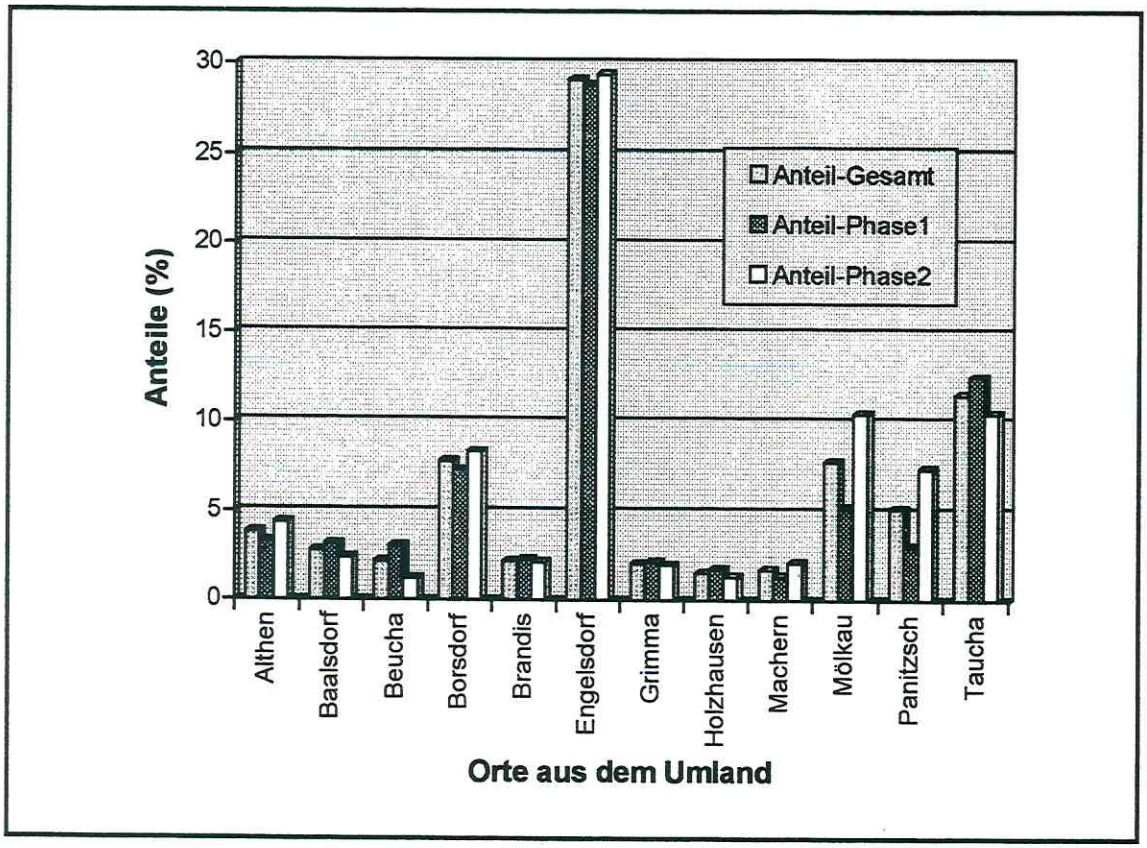


Abb. 16 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Paunsdorf-Centers aus dem Umland

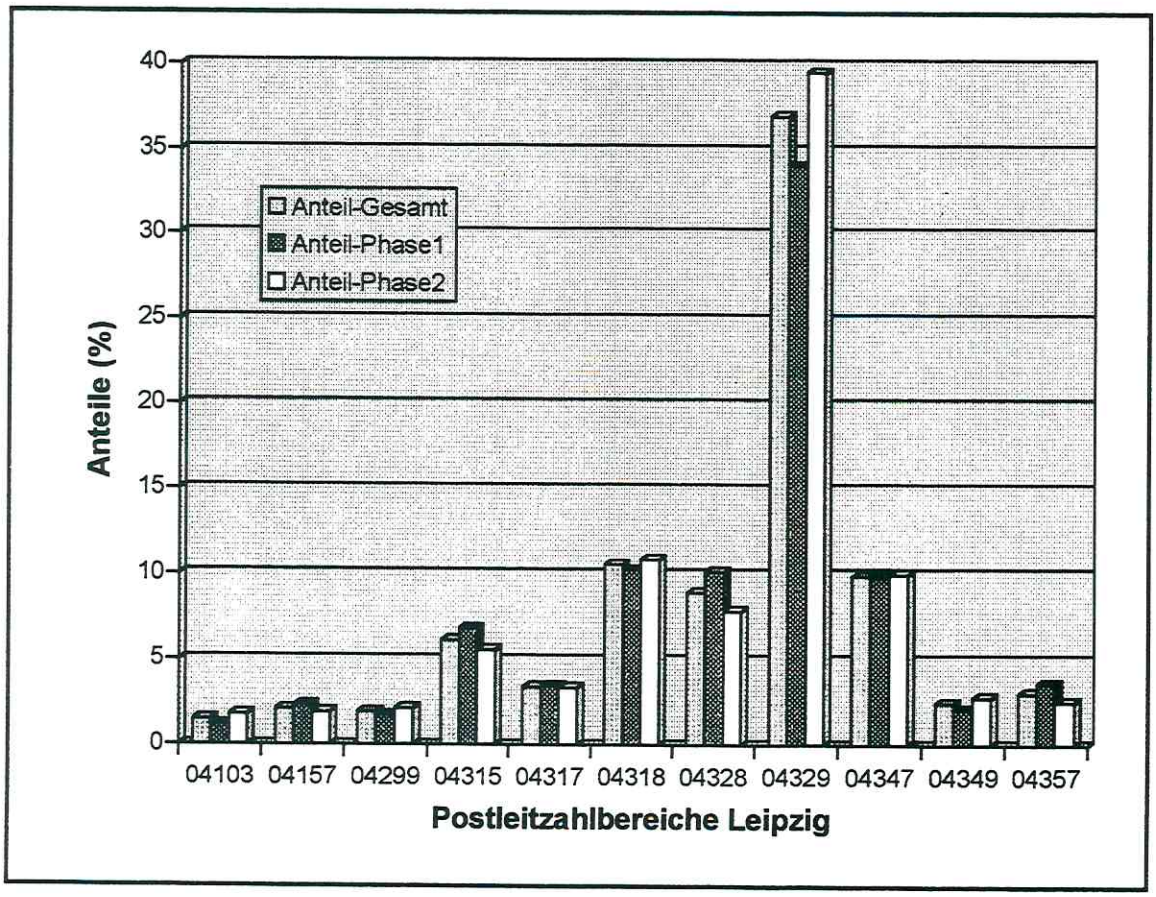


Abb. 17 : Häufigkeitsverteilung der Kunden des Paunsdorf-Centers aus Leipzig

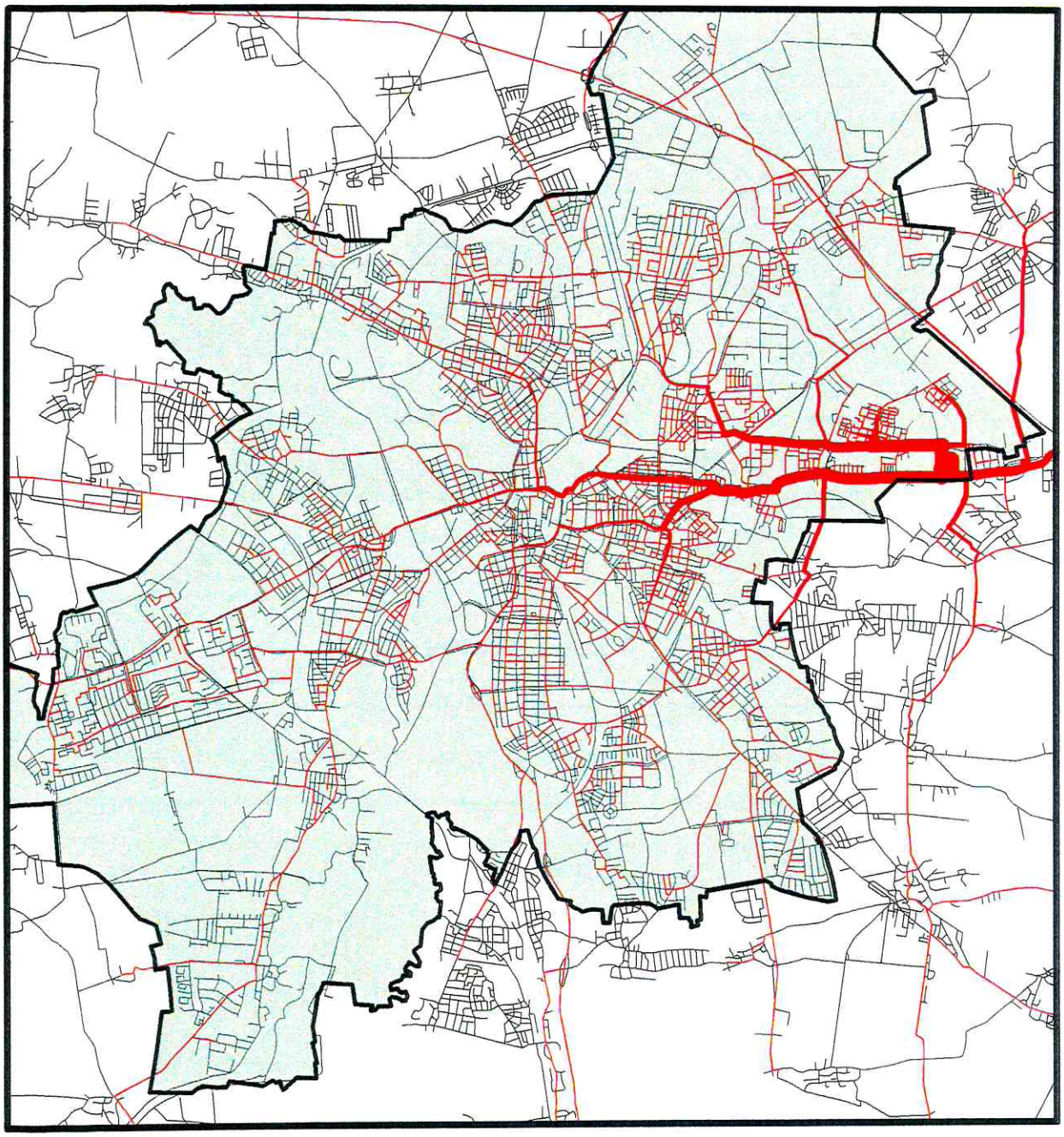


Abb. 18 : Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers

Das Einzugsgebiet des P.C. umfaßt (mit entsprechender Wichtung) das gesamte Stadtgebiet und die meisten Orte des nahen und entfernteren Umlandes von Leipzig. Das Einzugsgebiet ist in Abb. 18 dargestellt. Ein starker zusätzlicher Verkehr ist die Folge.

Die Tagesgänge der Ein- und Ausfahrten ins P.C. an 4 Tagen demonstriert Abb. 19. Die Zwischen-Maxima sind bei den Ausfahrten um ca. 3 h nach hinten versetzt, woraus auf eine entsprechend hohe Aufenthaltszeit der Kunden im P.C. geschlossen werden kann.

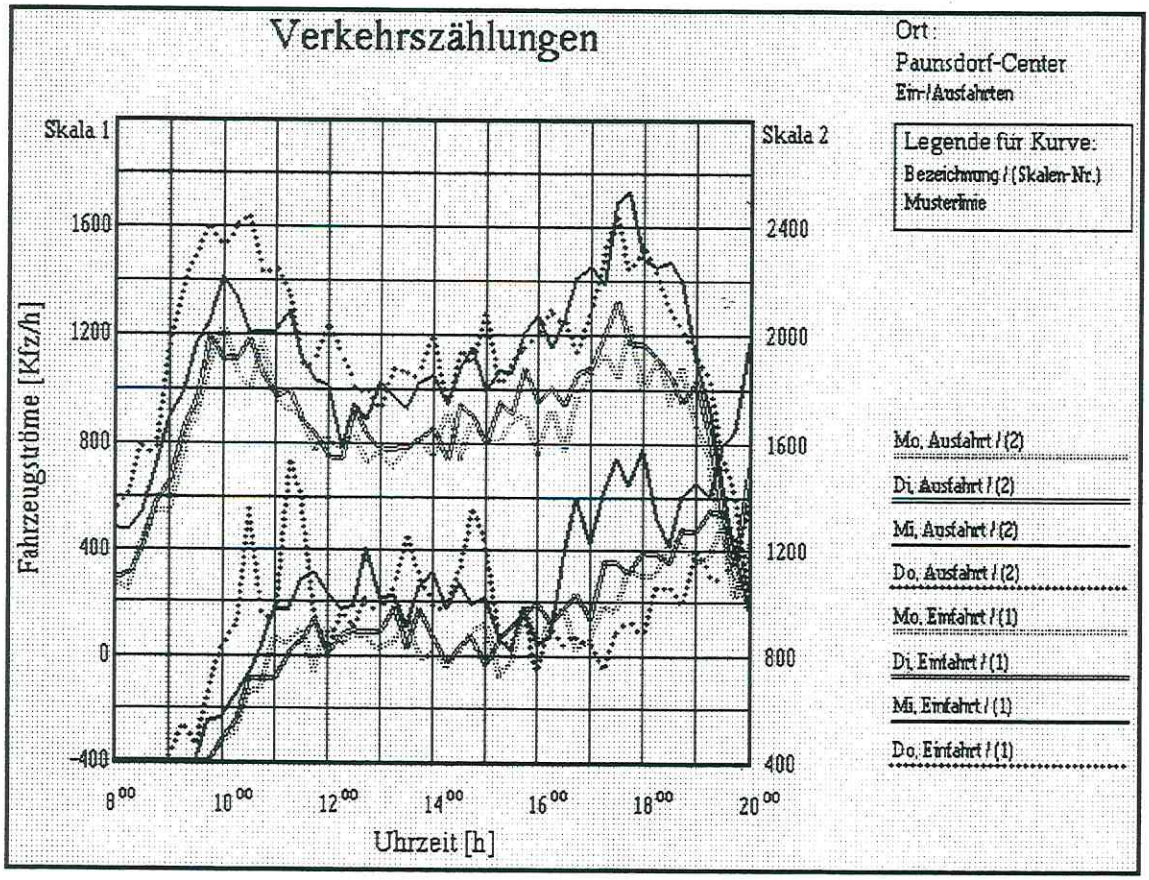


Abb. 19 : Ein- und Ausfahrten am Paunsdorf-Center

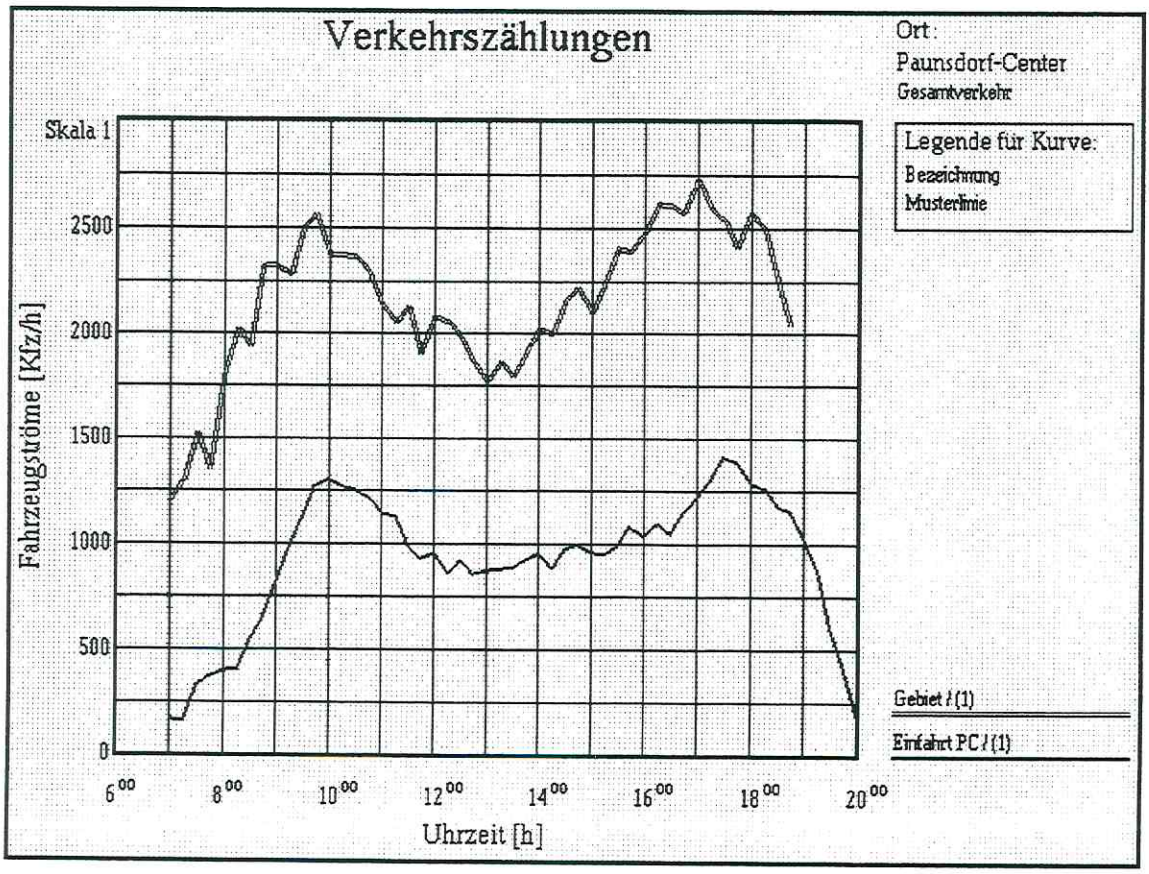


Abb. 20 : Tagesgänge des Gesamtverkehrs am Paunsdorf-Center

Die Tagesgänge weisen alle einen charakteristischen Verlauf auf. Die mittlere Abweichung (über alle 15min-Intervalle gebildet) beträgt nur 9,5 %.

Aus den 4 Tagesgängen der Einfahrten und aus den hier nicht dargestellten Ergebnissen von Verkehrszählungen an den umgebenden Straßen des P.C. wurden mittlere Tagesgänge (Abb. 20) gebildet, aus deren Summierung die tägliche Verkehrsbelastung am P.C. ableitbar ist. Sowohl in den Gebietszufahrten (vormittags von 8.00 – 11.30 Uhr, nachmittags von 15.00 – 18.30 Uhr) als auch in der P.C.-Einfahrt (vormittags von 9.00 – 11.30 Uhr, nachmittags von 16.30 – 19.00 Uhr) sind ausgeprägte Maxima der Verkehrsstärke erkennbar.

Die Streckenführung und die täglichen Verkehrsbelastungen am P.C. enthält Abb. 21. Über die Permoserstraße aus westlicher Richtung kommen vor allem Kunden aus dem Leipziger Nordosten, über die Leipziger Straße (B 6) aus westlicher Richtung aus dem übrigen Stadtgebiet. Über die Leipziger Straße aus östlicher Richtung kamen die meisten Kunden aus dem Umland. Inzwischen ist aber die Permoserstraße bis zur Autobahn A 14 vierspurig ausgebaut worden (künftige B 6), wodurch sich Verschiebungen in den Verkehrsströmen (Abb.21) aus östlicher Richtung ergeben. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war dieses Vorhaben noch nicht realisiert. Auch im Straßennetz Leipzigs (Abb. 1) ist diese Strecke noch nicht enthalten, so daß bei der Berechnung der Einzugsgebiete diese Variante auch noch nicht berücksichtigt werden konnte.

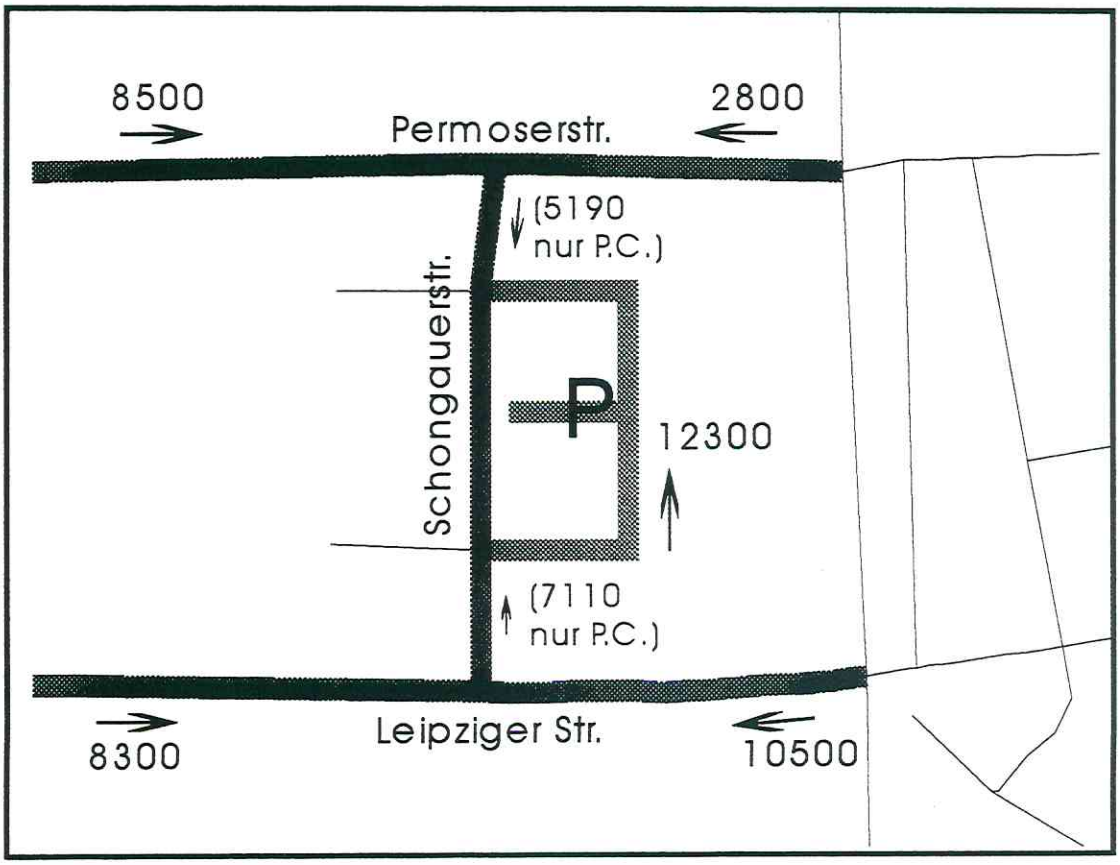


Abb. 21 : Streckenführung und Gesamtverkehr am Paunsdorf-Center

Aus den in Abb. 21 angegebenen täglichen Verkehrsbelastungen ergibt sich in dem betrachteten Gebiet ein vom Paunsdorf-Center zusätzlich verursachter Verkehrsanteil von 41 %.

Im Mittel fahren in das P.C. täglich 12 300 Fahrzeuge ein. Davon kommen 8510 aus Leipzig und 3790 aus dem Umland.

2.2.5 Zusätzliche Datenerhebung am Saalepark, Sachsenpark und Pösnapark

Im suburbanen Raum Leipzigs bzw. in der Region existieren außer den hier untersuchten EKZ noch der Saalepark Günthersdorf, der Sachsenpark Seehausen und der Pösnapark in Großpösna als weitere großflächige EKZ auf der „grünen Wiese".
Der Saalepark wurde bereits 1991 angelegt. Er liegt zwischen Leipzig und Merseburg, unmittelbar an der Autobahn A 9 und der B 181, etwa 7,5 km westlich vom Löwen-Center.
Der Sachsenpark ist im Norden Leipzigs an der Autobahn A 14, am Neuen Messegelände und an der B 2 gebaut worden.
Der Pösnapark befindet sich unmittelbar am Rand des Kartenausschnittes (Abb. 1) an der Straße Leipzig - Grimma.
Aus Kapazitätsgründen war für diese drei EKZ keine detaillierte Untersuchung vorgesehen (d.h. keine Untersuchung der einzelnen Verkehrsströme und des Einzugsgebietes, keine Kundenbefragungen).
Um aber wenigstens einen groben Überblick über den gesamten Kundenstrom an diesen EKZ und den Anteil Leipziger Kunden zu erhalten, wurde an je einem Tag an den drei Zentren gezählt. Der Anteil der Leipziger Kunden wurde in diesem Fall nicht durch Befragung sondern über das Kfz-Kennzeichen für Leipzig-Stadt der einfahrenden Kfz ermittelt.
Aus den Erfahrungen, die an den detailliert untersuchten Zentren gewonnen worden waren (geringe Schwankungen des täglichen Verkehrs, am P.C. z.B. nur etwa 10 %), kann geschlossen werden, daß die einmaligen Stichproben bereits eine hohe Aussagekraft besitzen.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse dieser Erhebungen aufgeführt und den drei detailliert untersuchten EKZ sowie Verkaufsflächen dieser EKZ gegenübergestellt. Obwohl nicht Gegenstand dieser Arbeit, wurde versucht, ein Maß für die Effektivität eines EKZ aufzustellen. Ohne Berücksichtigung des Umsatzes (unbekannt) kann z.B. der Quotient EQ (Gesamtbesucher / 100 m^2 Verkaufsfläche) ein orientierendes Maß sein.
In Tabelle 2 ist dieses Maß in der letzten Spalte angegeben.

Tabelle 2: Kfz-Verkehr (Kfz/d) an 6 großen Einkaufszentren im Raum Leipzig

EKZ	Gesamt	Leipzig	Anteil Leipzigs	Verkaufsfläche	EQ
Saalepark	7000	1800	25,7 %	125 000 m^2	5,6
Sachsenpark	6000	2000	33,3 %	30 000 m^2	20,0
Pösnapark	4500	800	17,8 %	35 800 m^2	12,6
Paunsdorf-Center	12300	8510	69,2 %	85 000 m^2	14,5
Löwen-Center	5000	2350	47,0 %	38 500 m^2	13,0
Globus-Markt	8250	5140	62,3 %	35 000 m^2	23,6

Beim Vergleich mit den 3 untersuchten EKZ fällt auf, daß der Pösnapark und inzwischen auch der Saalepark eine vergleichsweise geringe Rolle für Leipziger Kunden spielen (der Saalepark war unmittelbar nach seiner Gründung überlaufen).

Die Nähe von Saalepark und Löwen-Center (ca. 7,5 km Entfernung, direkte Verbindung über die B 181) verringert für beide die Besucherzahl und beeinflußt das Besucherspektrum.

Das Löwen-Center hat von den 3 untersuchten EKZ einerseits mit 53 % den höchsten Anteil von Kunden aus dem Umland (Globus-Markt 37,7 %, P.C. 30,8 %), doch entfallen auf diese 53 % fast 2/3 der Kunden aus unmittelbarer Nähe (Rückmarsdorf, Böhlitz-Ehrenberg, Burghausen). Hier dürfte die Versorgung mit Waren des täglichen Bedarfs überwiegen. Andererseits ist das gesamte Einzugsgebiet des Löwen-Centers im Umland deutlich kleiner als beim Globus-Markt oder beim Paunsdorf-Center (s.o., Anzahl der Umlandorte). Das deutet darauf hin, daß Kunden aus entfernteren Orten vom Saalepark gebunden werden, dem wiederum ein bevölkerungsreicher Ort in unmittelbarer Nähe als Einzugsgebiet fehlt.

Im Falle des Saaleparks mit seiner großen Verkaufsfläche, dem inzwischen völlig überdimensionierten Parkplatz (geschätzt > 6000 Parkplätze) und dem geringsten EQ-Wert dürfte sich niederschlagen, daß innerhalb Leipzigs nach Errichtung von Stadtteilzentren (insbesondere des Allee-Centers) ein großer Teil der Kunden umgelenkt wurde.

Der Sachsenpark hat nach dem Globus-Markt den zweithöchsten EQ-Wert, obwohl innerhalb des Einzugsgebietes in unmittelbarer Nähe außer Wiederitzsch keine bevölkerungsreichen Orte und auch keine bevölkerungsreichen Ortsteile Leipzigs vorhanden sind. Am P.C. dominieren z.B. Engelsdorf und die Ortsteile Paunsdorf und Heiterblick, am Globus-Markt dominieren Markkleeberg und Wachau sowie die Ortsteile im Süden Leipzigs. Negativ auf die Kundenzahl könnte sich für den Sachsenpark auch auswirken, daß potentielle Kunden aus dem Nordosten Leipzigs wegen vergleichbar guter Erreichbarkeit das P.C. bevorzugen. Durch die sehr gute Verkehrsanbindung hat der Sachsenpark – obwohl am Rande des Stadtgebietes von Leipzig gele-

gen – mit 66,7 % einen sehr hohen Anteil von Kunden aus dem Umland und entsprechend eine vergleichsweise geringere Bedeutung für Leipzig (er wird auch nicht als Stadtteilzentrum geführt, STADT LEIPZIG 1999).

Die geringste Gesamtbesucherzahl und den geringsten Kundenanteil aus Leipzig hat der Pösnapark. Im Umland fehlen größere Orte als Einzugsgebiet, in Richtung Leipzig liegt der Globus-Markt und bindet einen Großteil Leipziger Kunden.

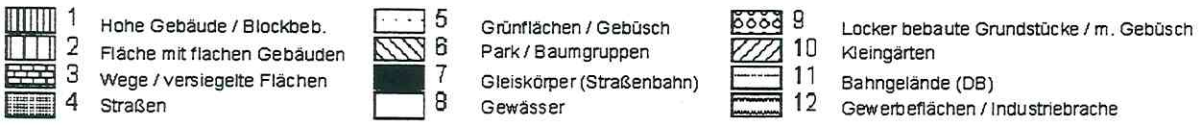
Die drei zusätzlich untersuchten EKZ (Saalepark, Sachsenpark, Pösnapark) beeinflussen die Verkehrsbelastung Leipzigs also weit weniger, als von der Dimension dieser EKZ („Saalepark ist ... das größte EKZ Deutschlands", BUSMANN 1997) bisher angenommen wurde.

2.3 Untersuchungen an städtischen Grün- und Freiflächen

Viele kleinräumigen Grünflächen in Wohngebieten als Bestandteil des „Stadtgrüns" sind der Konkurrenz kraftfahrzeugbezogener Nutzungen ausgesetzt (z.B. durch Anlegen von Parkplätzen und Zufahrten., illegales Parken, Immissionsbelastungen usw.) und stehen in der Gefahr, ihre Bedeutung zu verlieren. Die Bedeutung größerer Grün- und Freiflächen (insbesondere Parkanlagen) als Naturangebote in der Stadt und Nutzung als Erholungsräume nimmt zu, obwohl auch deren Aufenthaltswert nicht unbeeinflußt von Wirkungen des Kraftfahrzeugverkehrs (Schadstoff- und Lärmimmissionen) bleibt.

Die Lage der vier untersuchten Grün- und Freiflächen innerhalb des Stadtgebietes ist aus Abb. 1 ersichtlich, die Oberflächen- bzw. Vegetationsstrukturen dieser Gebiete aus den Abb. 22-25. Die Meßstellen (s. 2.3.3) sind bereits eingetragen (⊕). Die Einzelflächen haben folgende Bedeutung:

Oberflächen- und Vegetationsstruktur



Der zentrale Clara-Zetkin-Park (Abb. 22) wird von Besuchern stark frequentiert, besonders der Bereich ausgehend vom Kreisverkehr (etwa durch Meßstellen 1-2-4 umrissen) und der nordöstliche Teil (Johannapark). Durchzogen wird der Park vom Elsterflutbett. Vielbefahrene Straßen umgeben bzw. zerschneiden den Park (s. auch Abb. 27). Besonders die Ost-West-Verbindungen lassen einen Einfluß des Einkaufsverkehrs erwarten.

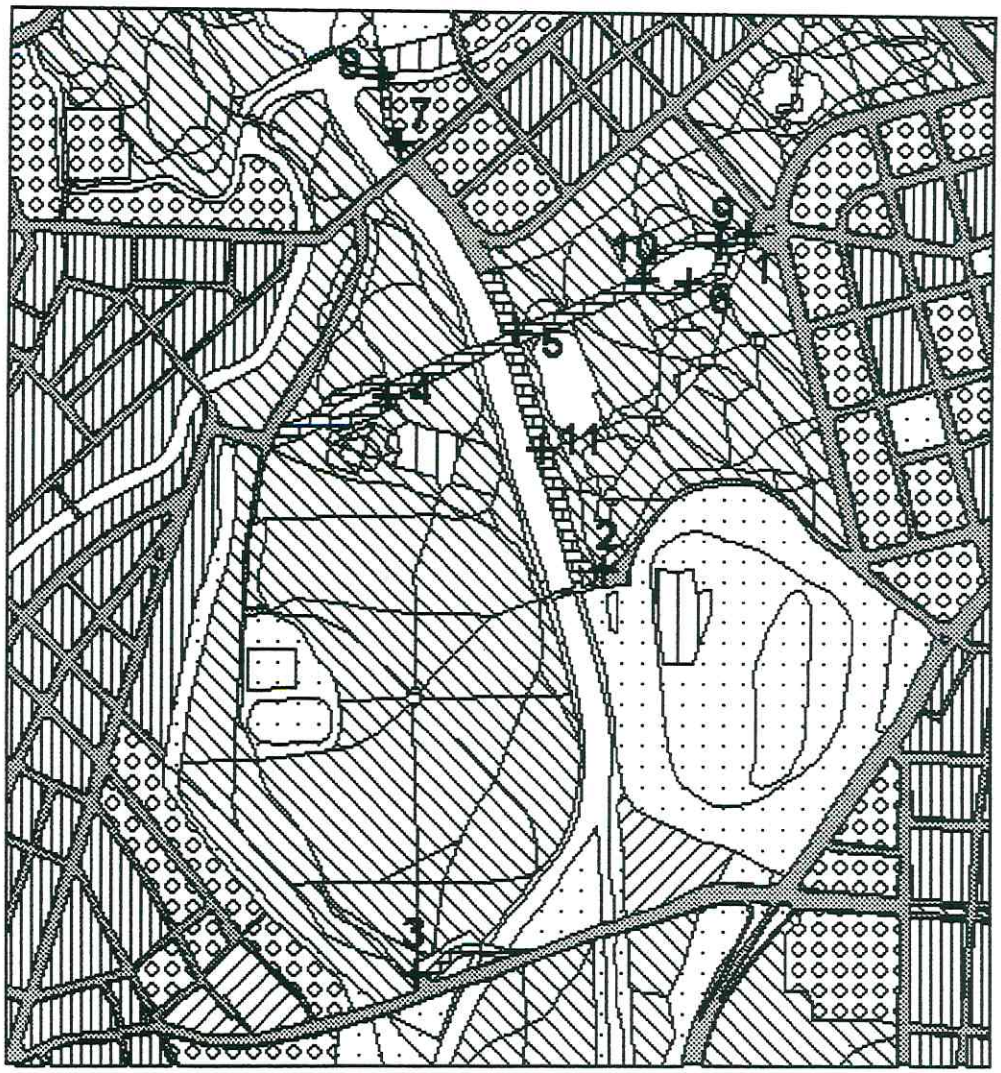


Abb. 22 : Untersuchungsgebiet Clara-Zetkin-Park

Der Freizeitpark Südost (Abb. 23) ist der westliche Teil des LSG „Etzoldsche Sandgrube", das sich bis zur Östlichen Rietzschke hinzieht. „Das LSG befindet sich in einem traditionell bevorzugten Erholungsraum der Stadt Leipzig mit grünen Freiräumen und einem großen Anteil an offener Landschaft" (STADT LEIPZIG 1996).

Westlich des Freizeitparkes liegt der Südfriedhof (ein Teil ist im Kartenausschnitt noch zu erkennen), östlich schließen sich zum LSG gehörende Kleingartenanlagen an. Im Nordosten findet man eine lockere Bebauung (Siedlungshäuser) vor, nur im Nordwesten wird das Grün von Blockbebauung begrenzt. Der Freizeitpark liegt an nur einer nennenswerten Verkehrsader (Prager Straße), die als radial in südöstlicher Richtung verlaufende Ausfallstraße stark befahren wird (s.a. Abb. 31). Über diese erfolgt ein großer Teil des Einkaufsverkehrs zum Globus-Markt.

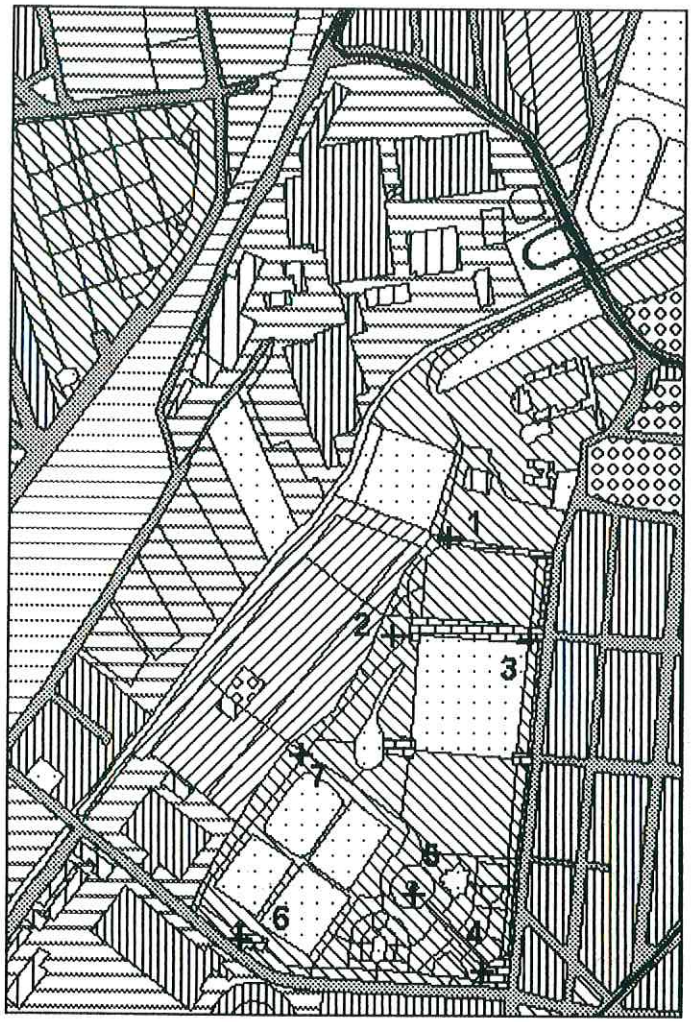


Abb. 23 : Untersuchungsgebiet Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube)

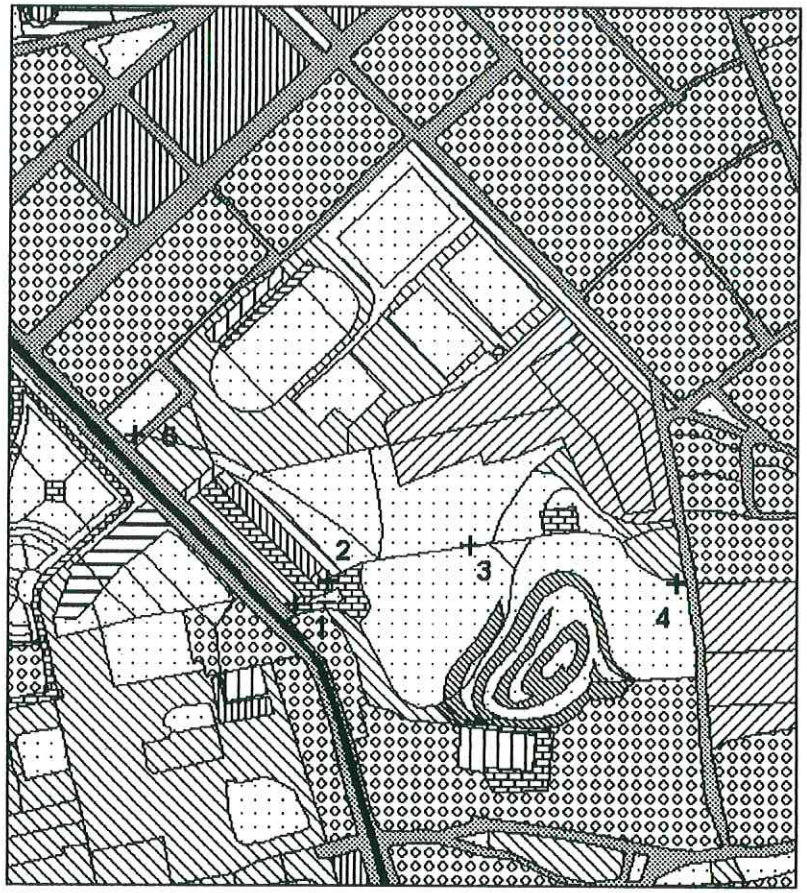


Abb. 24 : Untersuchungsgebiet Mariannenpark

Der Mariannenpark (Abb. 24) grenzt an stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen (inzwischen Industriebrachen im Abriß). Er ist sonst von Verkehrsflächen und Blockbebauung umgeben (s.a. Abb. 34). In westlicher Richtung liegen Kleingartenanlagen zwischen dem Park und der Parthe, die wiederum die Abgrenzung zu Wohnblocks und Industriebrachen darstellt. Innerhalb des gesamten Grüns befinden sich noch Sportplätze und im nördlichen Teil eine Schwimmhalle. Die umgebenden Straßen sind potentielle Zubringerstraßen für das Paunsdorf-Center.

In der Nähe der Moritzbastei (Abb. 25) liegt ein kleinräumiges innerstädtisches Grün (Schillerpark und Lennépark) zwischen dem südlichen/südöstlichen Innenstadtring und der Innenstadtbebauung (Schillerstraße, Universitätsstraße, ehemaliges Universitätshochhaus, Gewandhaus). Über den innerstädtischen Ring bewegt sich der gesamte stadtquerende Verkehr (s.a. Abb. 38), ebenso auch der querende Einkaufsverkehr.

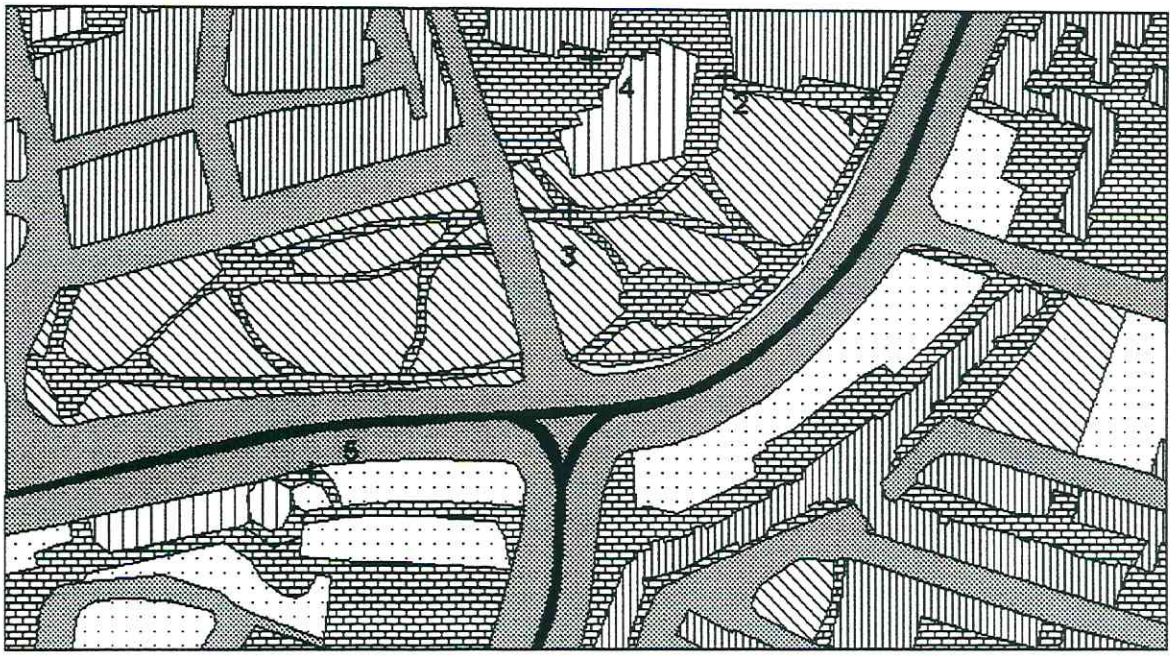


Abb. 25 : Untersuchungsgebiet Moritzbastei

2.3.1 Methoden

Die Feststellung der Schadstoffbelastung an innerstädtischen Grün- und Freiflächen erfolgte durch punktuelle Messungen von BTEX-Konzentrationen (**B**enzol, **T**oluol, **E**thylbenzol, **X**ylole) innerhalb und am Rande der Untersuchungsgebiete durch die Sektion Analytik des UFZ (POPP 1999).

Für die Modellierung der Immissionssituation an Grün- und Freiflächen sind neben den Meßwerten der Schadstoffkonzentrationen noch Verkehrsdaten und Emissionsmodelle erforderlich.

Verkehrszählungen

Die Verkehrszählungen sind von Zählpersonen durchgeführt worden, die die Verkehrsstärke in 15min-Intervallen erfaßten (eine Person konnte – je nach absoluter Verkehrsstärke – 1–3 verschiedene Verkehrsströme gleichzeitig zählen). Da nur drei Personen für Verkehrszählungen zur Verfügung standen und damit niemals gleichzeitig alle notwendigen Verkehrsströme gezählt werden konnten, wurden für die direkte Zählung speziell solche Verkehrsströme (Fahrspuren, -richtungen) ausgewählt, um aus möglichst wenig Strömen möglichst viele andere berechnen zu können. Es konnte nicht immer gleichzeitig mit den Messungen gezählt werden (Messungen erfolgten punktuell auf Meßrouten im gesamten Untersuchungsgebiet, Zählpersonen blieben am Standort). Auf allen Straßenabschnitten, die in unmittelbarer Nähe zu den Meßpunkten liegen, waren Mehrfachzählungen erforderlich, um übertragbare mittlere Tagesgänge der Verkehrsstärken zu erhalten.
Die mittleren Tagesgänge sind auch für eine Übertragung auf andere Strecken nützlich, für die z.B. als einzige Information nur der DTV-Wert (durchschnittlicher täglicher Verkehr) vorliegt, um aus diesem eine im Tagesverlauf wechselnde Verkehrsstärke berechnen zu können.
Der Anteil des Einkaufsverkehrs am Gesamtverkehr auf den in den Untersuchungsgebieten liegenden Streckenabschnitten wurde aus dem aus Zählungen gewonnenem Gesamtverkehr und den Berechnungen der Einzugsgebiete (Streckenverteilung) ermittelt.

Emissionsmodellierung

Für Emissionsberechnungen auf einer Strecke ist neben der Verkehrsstärke noch die sog. Verkehrszusammensetzung (Kfz-Klassen) erforderlich. In früheren Untersuchungen (WAGLER et.al. 1998, FREYER et.al. 1996) war festgestellt worden, daß die Verkehrszusammensetzung erheblich von den durchschnittlichen Werten aus der Zulassungsstatistik (Flottenzusammensetzung) abweichen kann. Bei den Verkehrszählungen wurden gleichzeitig notwendige Informationen zur Verkehrszusammensetzung ermittelt.
Über Emissionsmodelle, die auf der Basis von Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes aufgestellt wurden (HASSEL et.al. 1994, HASSEL et.al. 1995), und deren Anwendungen berichten ausführlich FREYER et.al. (1996). Für diesen Bericht werden die im „Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs" aufbereiteten Daten des UBA für folgende Anwendungsfälle verwendet (INFRAS 1995):

- Fahrzeugkategorien: Pkw, Lkw (LNFz, SNFz)
- Verkehrszusammensetzung: Deutschland-Ost
- Komponenten: Benzol, CO, NO_x, HC, CO_2
- Betriebszustand: warm
- Längsneigungsklasse: keine
- Straßenkategorien: Autobahn und innerorts
- Verkehrssituation: AB_100
  IO_HVS>50_2
  IO_Kern
  IO_LSA1
  IO_LSA2
  IO_LSA3
  IO_Stop+Go
  IO_Nebenstr_locker
  IO_Nebenstr_dicht

Jedem Streckenabschnitt an den untersuchten Grün- und Freiflächen wird eine bestimmte Verkehrssituation zugeordnet. Die Berechnung der Emissionen erfolgt für jeden Streckenabschnitt aus der Verkehrsstärke zum Tageszeitpunkt der jeweiligen Messungen.

Der Anteil der Zweitakt-Fahrzeuge betrug bei der Erhebung 1994/1995 am Globus-Markt 10 % (FREYER et.al. 1996) und war damit viel höher als der in der Zulassungsstatistik für Leipzig für Zweitakt-Fahrzeuge ausgewiesene Wert von 6,7 % (KRAFTFAHRT-BUNDESAMT 1995). 1996 wurden 5,2 % ermittelt, bei den Verkehrszählungen 1998 wurde nur noch ein Anteil von 2,4 % gefunden, so daß auf eine getrennte Berechnung der Emissionen für Zweitakt-Fahrzeuge verzichtet wurde (der Fehler, der bei Differenzen zwischen realem Anteil und Anteil nach der Zulassungsstatistik auftrittt, wird bei sinkendem Absolutanteil immer kleiner). Für Pkw ist in diesem Bericht die Verkehrszusammensetzung Deutschland-Ost zutreffend. Sie trägt den zugelassenen Anteilen verschiedener Abgasreinigungskonzepte und einem Anteil von Zweitakt-Fahrzeugen Rechnung.

Der Anteil der Lkw wurde an 4 Tagen 1997/1998 gezählt (Prager Straße, Einzugsbereich des Globus-Marktes). Eine dieser Erfassungen ist in Abb. 26 dargestellt. Die Tagesgänge der Verkehrsstärken sowohl für den Pkw-Anteil als auch für den Lkw-Anteil sind typisch für eine radial verlaufende Straße. Nachmittags ist der stadtauswärts gerichtete Verkehr wesentlich stärker ausgeprägt als der stadteinwärts gerichtete (WAGLER 1996 b). Die Umkehrung dieses Effektes in den Morgenstunden ist hier nicht ersichtlich, weil erst ab 8:00 Uhr gezählt werden konnte.

Als Mittelwert des Lkw-Anteils ergibt sich ein Wert von 16,8 % (± 1,8), davon 61,2 % Leichte Nutzfahrzeuge.

Zum Vergleich : 1994/1995 war ein Lkw-Anteil von 16 % ermittelt worden, und davon wiederum ein Anteil von 63,6 % LNfz (FREYER et.al. 1996). Der Lkw-Anteil ist also sehr konstant.

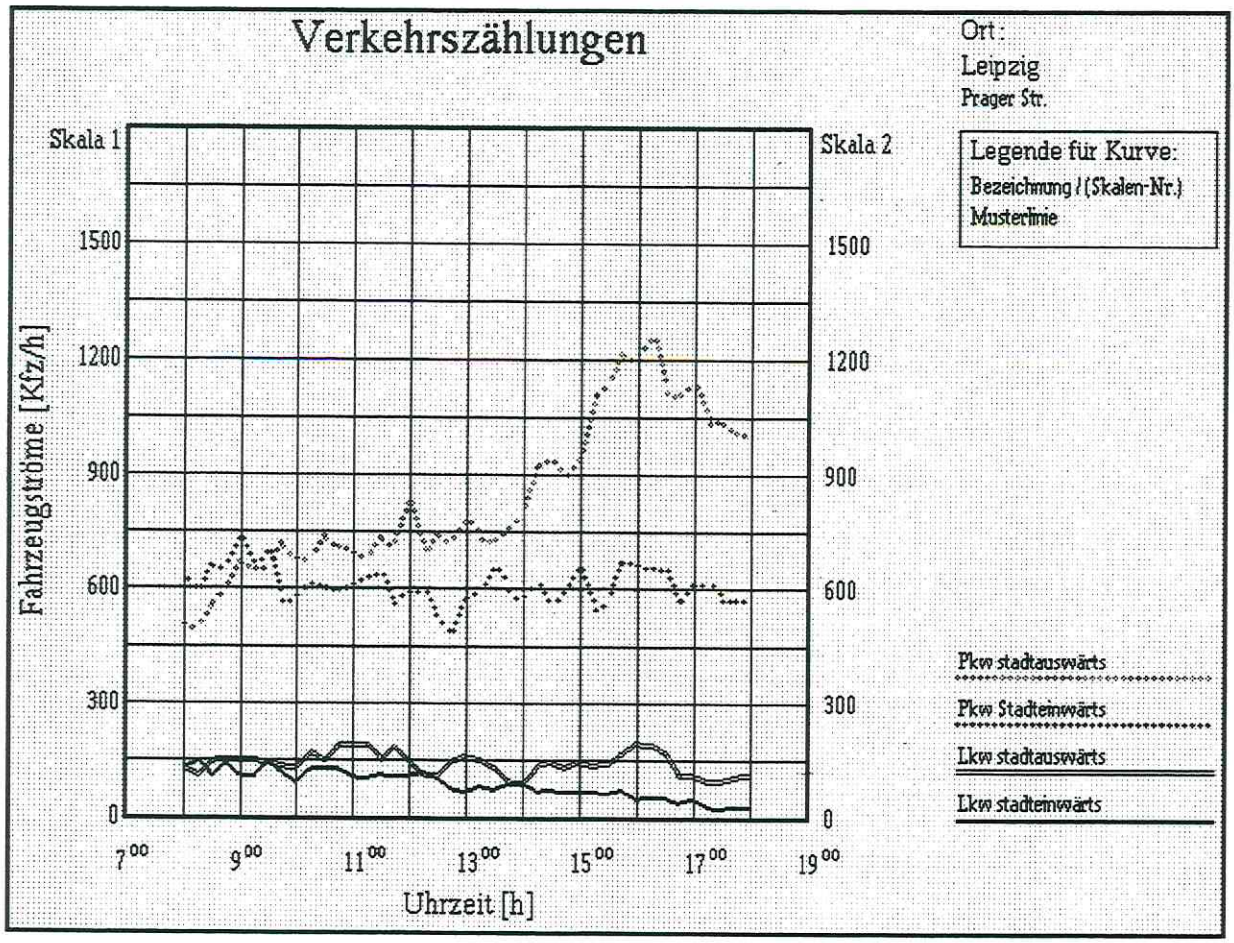


Abb. 26 : Pkw- und Lkw-Verkehr in der Prager Str.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren ausgewählter Verkehrssituationen

Verkehrssituation	Benzol	CO	CO_2	HC	NO_x
IO_HVS>50_2	0,022	1,795	182,38	0,421	0,786
IO_LSA1	0,026	2,034	198,97	0,492	0,819
IO_LSA2	0,035	2,523	237,99	0,673	0,971
IO_LSA3	0,039	2,782	257,43	0,761	1,019
IO_Kern	0,043	3,019	274,61	0,836	1,050
IO_Stop+Go	0,154	12,192	562,36	2,619	1,798
IO_Nebenstr_locker	0,031	2,268	218,78	0,586	0,920
IO_Nebenstr_dicht	0,051	3,574	309,78	1,052	1,141
AB_100	0,008	1,660	203,59	0,169	1,029

Die mittleren Emissionsfaktoren werden aus den Anteilen der Emissionsfaktoren der Fahrzeugkategorien gebildet. Es gehen folgende Anteile der Fahrzeugkategorien ein:

Pkw	83,2 %
LNfz	10,3 %
SNfz	6,5 %

Bei dieser Verkehrszusammensetzung ergeben sich für die betrachteten Schadstoffe in den vertretenen Verkehrssituationen die spezifischen Emissionsfaktoren (g/km/Kfz).

Wertepaare aus $Immission_{(gemessen)}$ und $Emission_{(berechnet)}$ bilden die Grundlage für statistische Modelle, deren Koeffizienten nach der Least-square-Methode geschätzt werden.

2.3.2 Verkehrsbelastung und Emissionen

Für die 4 Untersuchungsgebiete werden auf den umgebenden und durchquerenden Straßen der DTV und die spezifischen Emissionen von CO, CO_2, Benzol, HC und NO_x sowie für ausgewählte Emissionsschwerpunkte die Tagesgänge der Verkehrsstärke dargestellt.
Die Tagesgänge der Verkehrsstärken haben in den 4 Untersuchungsgebieten teilweise unterschiedliche Profile. Zwar ist immer ein ausgeprägtes Nachmittagsmaximum vorhanden, doch kann es sich über eine mehr oder weniger große Zeitdauer erstrecken.
Für modellhafte Abschätzung von Verkehrs- und Emissionsbelastung ist es oft nicht erforderlich, stündlich genaue Werte der Verkehrsstärke zu verwenden. Hier bietet sich ein Verfahren an, aus dem DTV-Wert zunächst eine mittlere Verkehrsstärke (Kfz/h) zu berechnen und aus dieser durch entsprechende Faktoren auf die 3 Kategorien Vormittagsverkehr, Mittagsminimum und Nachmittagsmaximum zu schließen.
Eine mittlere Verkehrsstärke für die Tagstunden (6-22 Uhr) wird aus dem DTV-Wert durch Multiplikation mit 0,06 erhalten (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1993). Die Faktoren zur Berechnung des Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsverkehrs (Kfz/h) für die Untersuchungsgebiete sind in folgender Tabelle enthalten:

Tabelle 4 : Faktoren zur Berechnung des Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsverkehrs

	Clara-Zetkin-Park	Freizeitpark Südost	Mariannen-park	Moritzbastei	∅
Vormittags	0,95	1,02	0,91	0,90	0,94
Mittags	0,86	0,90	0,83	0,82	0,85
Nachmittags	1,27	1,20	1,29	1,05	1,20

In den Tabellen A7 - A10 im Anhang sind für alle Streckenabschnitte die Verkehrsstärken in diesen 3 Kategorien angegeben. Die spezifischen Emissionen in diesen Tabellen wurden auf der Basis der Verkehrsstärken (nachmittags) errechnet, da diese Stunden für den Besucherverkehr in Parkanlagen die größte Bedeutung haben (stichprobenartig wurde während der Verkehrszählungen auch die Anzahl der Parkbesucher, die den Park an den Zählpositionen betraten, erfaßt).

2.3.2.1 Clara-Zetkin-Park

Die Verkehrsführung und die Verkehrsbelastung (blaue Flächen proportional zu den DTV-Werten) sind in Abb. 27 dargestellt. Die DTV-Werte der einzelnen Streckenabschnitte sind in Tabelle A7 im Anhang aufgeführt.

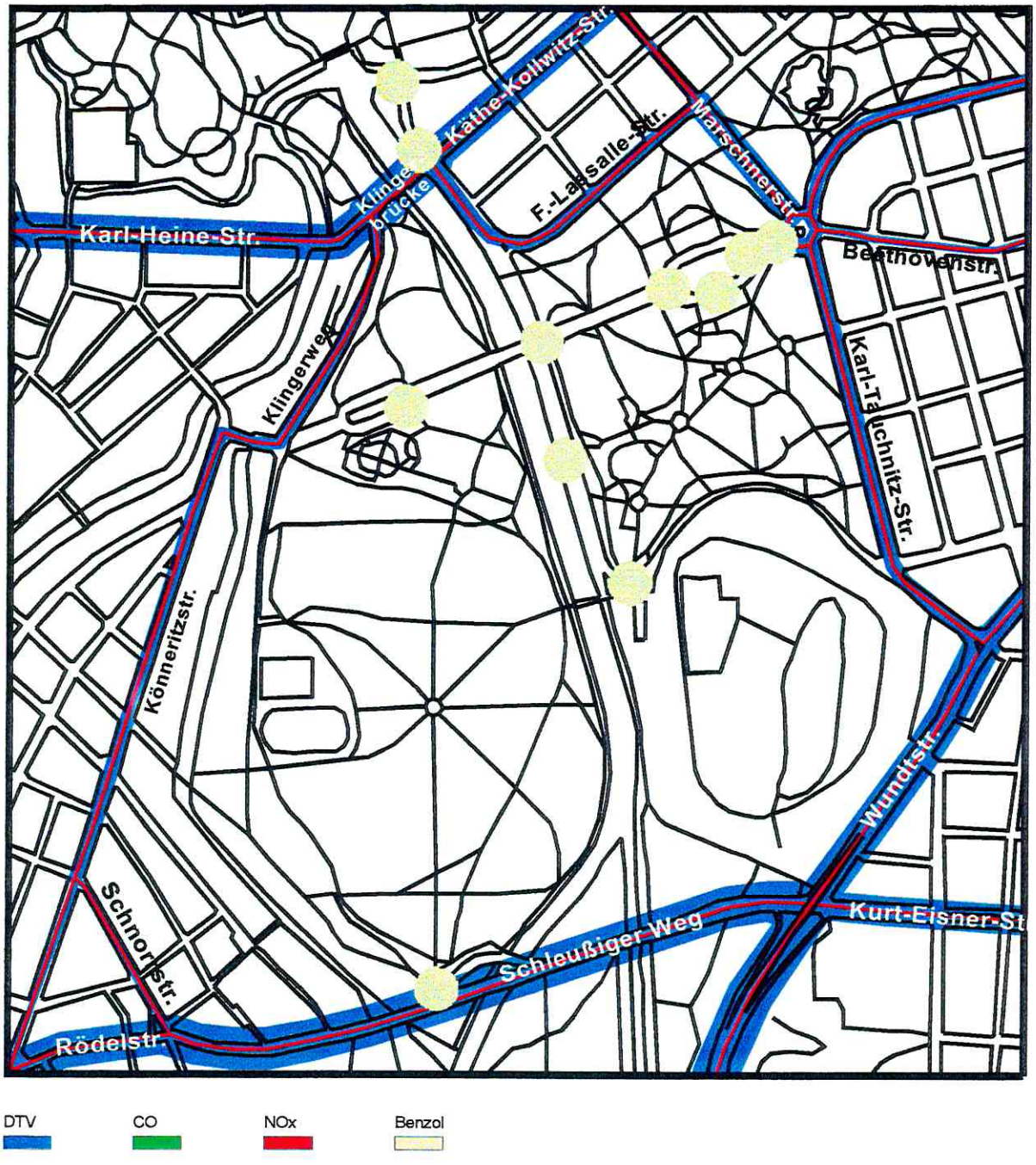


Abb. 27 : DTV am Clara-Zetkin-Park

Der südliche Teil des Parks ist umgeben vom Schleußiger Weg (fast 40000 Kfz/d), der Wundtstraße (B 2), Karl-Tauchnitz-Straße, Marschnerstraße (trennt den nordöstlichen Parkteil Johannapark ab), Ferdinand-Lassalle-Straße, vom Klingerweg und bereits innerhalb des bebauten Gebietes von der Könneritzstraße.

Südlicher und nördlicher (Palmgarten) Teil des Parks werden durch die vielbefahrene Klingerbrücke (43 800 Kfz/d) geteilt, an die sich Käthe-Kollwitz-Straße und Karl-Heine-Straße anschließen.

Die Verkehrs- und Emissionsbelastung des Clara-Zetkin-Parks – speziell durch den Verkehrsanteil auf der Karl-Tauchnitz-Straße - könnte erheblich steigen, wenn die Karl-Tauchnitz-Straße Bestandteil des seit einigen Jahren in der Verkehrsplanung diskutierten „Tangentenvierecks" wird (eine geplante Entlastung des innerstädtischen Ringes vom Durchgangsverkehr).

Schwerpunkte der Verkehrszählungen – auch im Hinblick auf die Meßstellen – sind die Klingerbrücke, der Kreisverkehr an der Marschner-, Karl-Tauchnitz- und Beethovenstraße und der Schleußiger Weg.

Für den Bereich des Clara-Zetkin-Parks liegen 67 durch Verkehrszählungen ermittelte Tagesgänge (Mehrfachzählungen !) der wichtigsten Verkehrsströme vor.

In Abb. 28 ist der Tagesgang des Gesamtverkehrs an der Klingerbrücke dargestellt. Er wurde insgesamt dreimal an verschiedenen Wochentagen erfaßt und ist besonders vormittags sehr konstant. Mittags treten größere Differenzen zwischen den Werten der 3 Tage auf (± 20 %), nachmittags sind die Abweichungen wieder geringer. Das Nachmittagsmaximum liegt etwa zwischen 15 – 17 Uhr, es werden Verkehrsstärken bis 3500 Kfz/h erreicht.

Am Kreisverkehr wurde insgesamt 6 mal gezählt. Die Ergebnisse werden in Abb. 29 gezeigt. Das Morgenmaximum lag vermutlich bereits vor Zählbeginn (7:30 Uhr), es tritt nur ein leichter Abfall bis etwa 13 Uhr ein, bevor ein steiler Anstieg zum Nachmittagsmaximum zwischen 15 und 17 Uhr führt (bis 3100 Kfz/h).

Die auf der Basis des Nachmittagsverkehrs berechneten spezifischen Emissionen für alle Strekkenabschnitte und für die Schadstoffe CO (grün), NO_x (rot) und Benzol (ocker) enthält Abb 30. Die Breite der Flächen ist proportional zu den spezifischen Emissionen der Streckenabschnitte. Der Maßstab wurde so gewählt, daß i.d.R. NOx am breitesten, darüber CO und mit der geringsten Breite Benzol dargestellt werden. Am Schleußiger Weg entspricht z.B. die Breite der zugehörigen Farbstreifen 1867,5 g NO_x/km/h, 4264,9 g CO/km/h und 52,3 g Benzol/km/h.

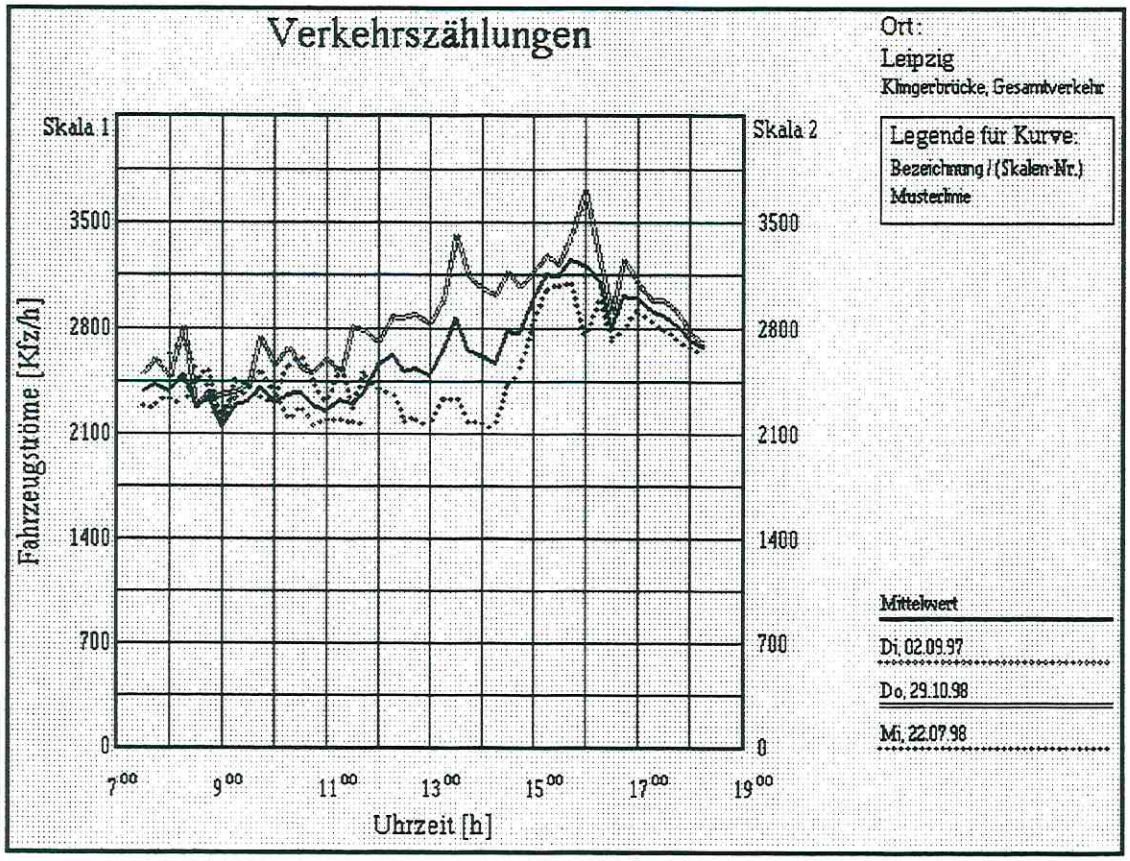


Abb. 28 : Gesamtverkehr an der Klingerbrücke

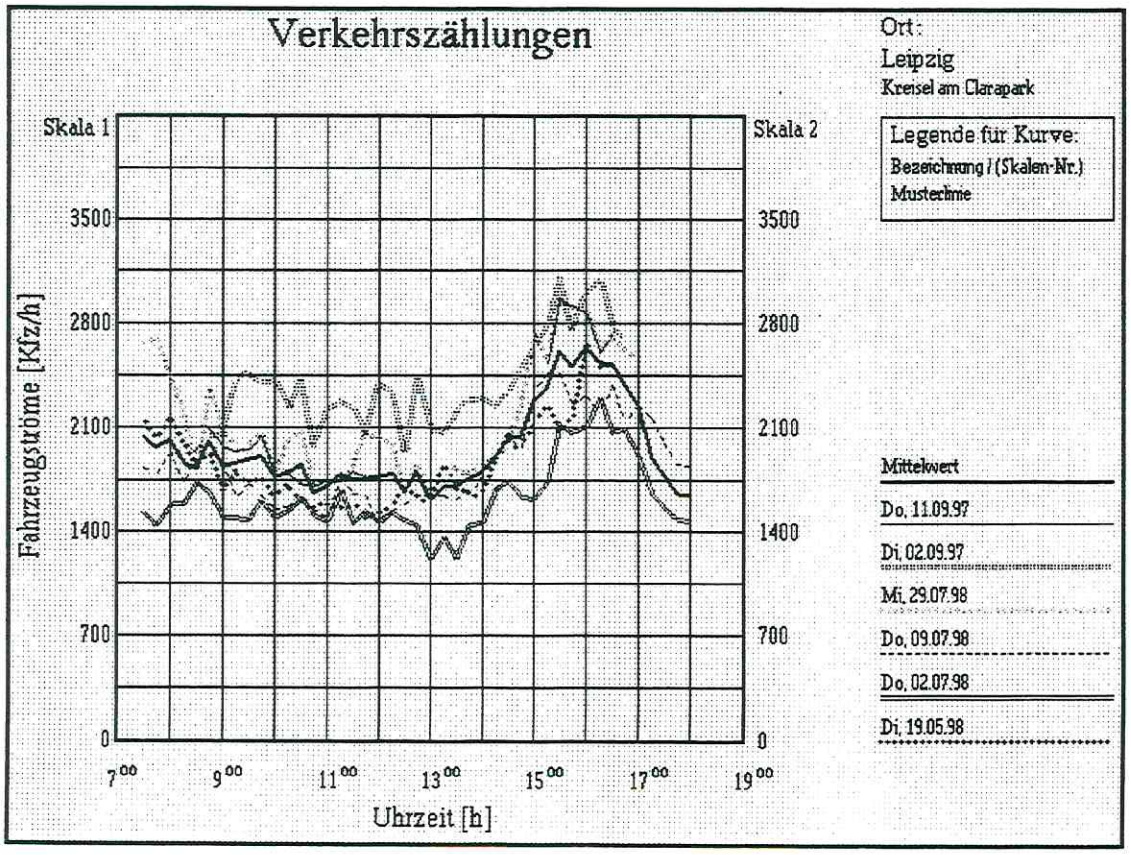


Abb. 29 : Verkehrszählungen am Kreisverkehr (Marschner-/Karl-Tauchnitz-Str.)

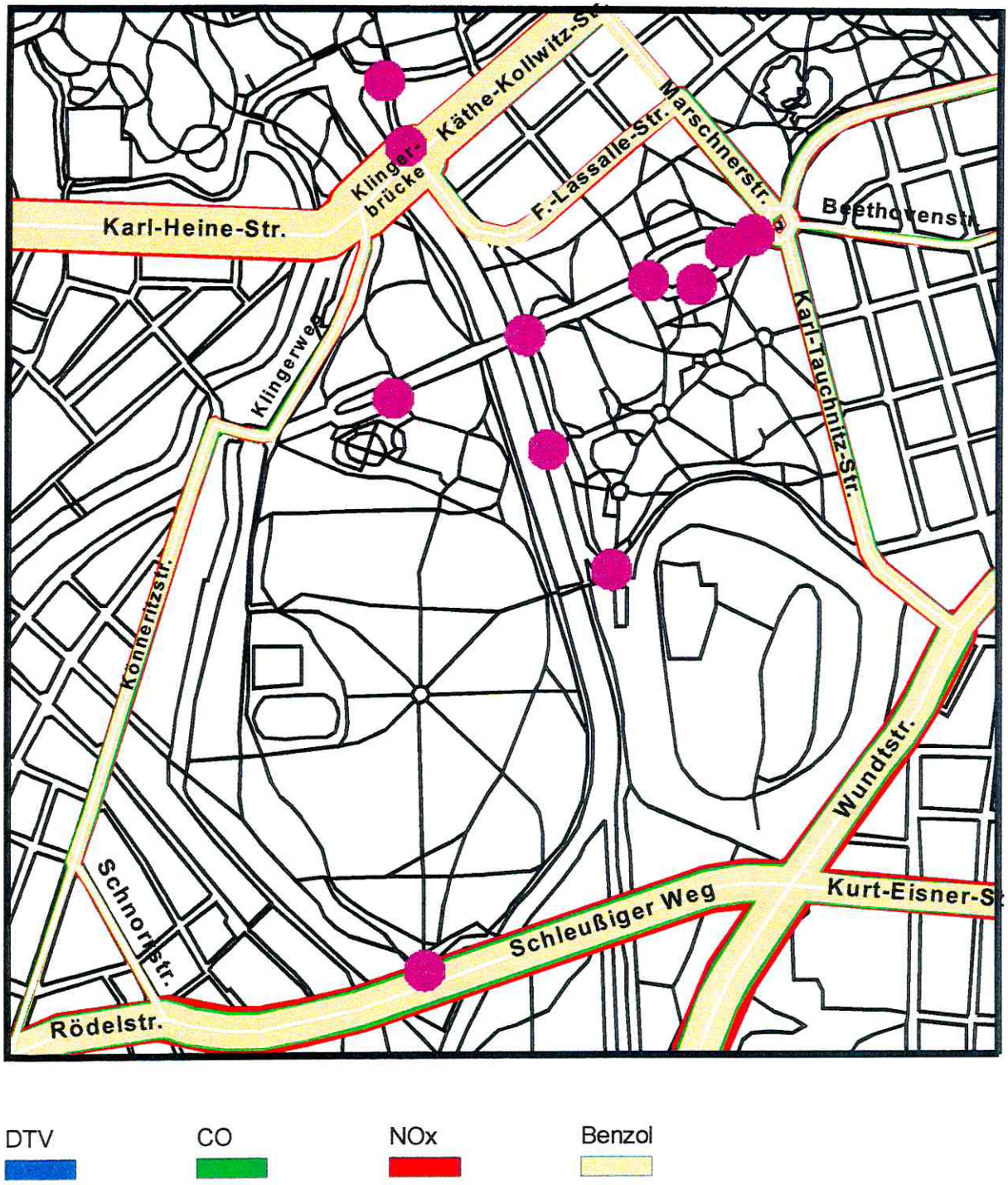


Abb. 30 : Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Clara-Zetkin-Park

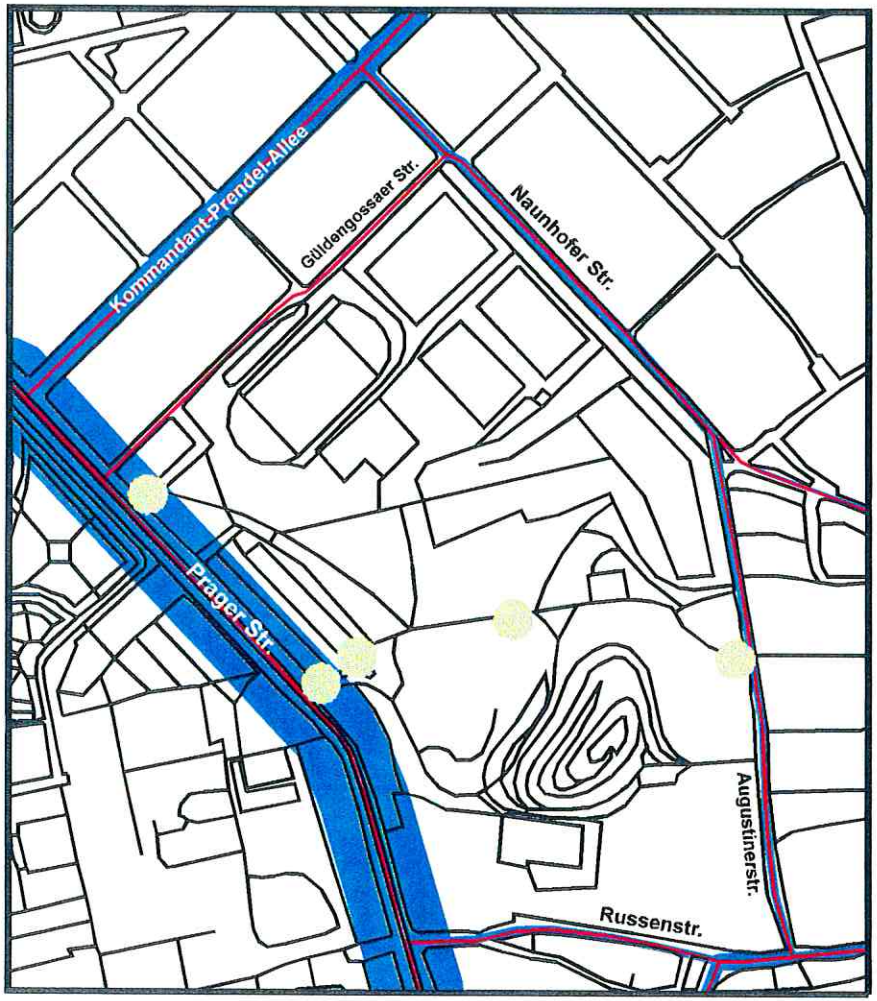


Abb. 31 : DTV am Freizeitpark Südost

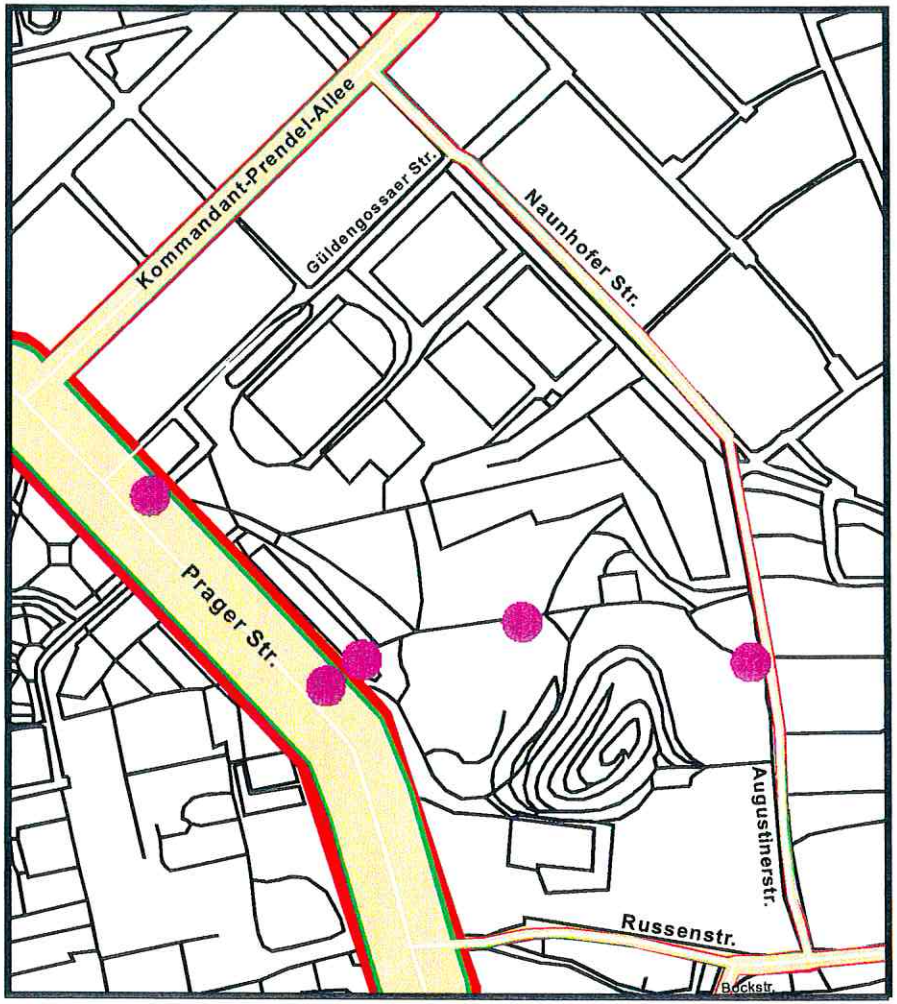


Abb. 33 : Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Freizeitpark Südost

2.3.2.2 Freizeitpark Südost

Die Verkehrsführung und die Verkehrsbelastung sind in Abb. 31 dargestellt. Die DTV-Werte der einzelnen Streckenabschnitte enthält Tabelle A8 im Anhang.

Die Verkehrs- und Emissionsbelastung ist zum größten Teil auf den Verkehr auf der Prager Straße zurückzuführen (ca. 28000 Kfz/d). Alle anderen Straßen, die den Park begrenzen, haben nur eine untergeordnete Bedeutung (Naunhofer Straße, Augustinerstraße). Im nördlichen Teil fließt nach der Prager Straße noch der meiste Verkehr über die Kommandant-Prendel-Allee (8400 Kfz/d), diese grenzt aber bereits nicht mehr unmittelbar an den Park an.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 34 Tagesgänge von einzelnen Verkehrsströmen ermittelt (auch Mehrfachzählungen).

Schwerpunkt der Verkehrszählungen war die Prager Straße. Die Tagesgänge sind in Abb. 32 wiedergegeben.

Der Tagesgang hat ein ähnliches Profil wie der am Kreisverkehr im Clara-Zetkin-Park, das Nachmittagsmaximum ist allerdings leicht nach späteren Zeiten hin verschoben. Nachmittags passieren etwa 2000 Kfz/h die Prager Straße.

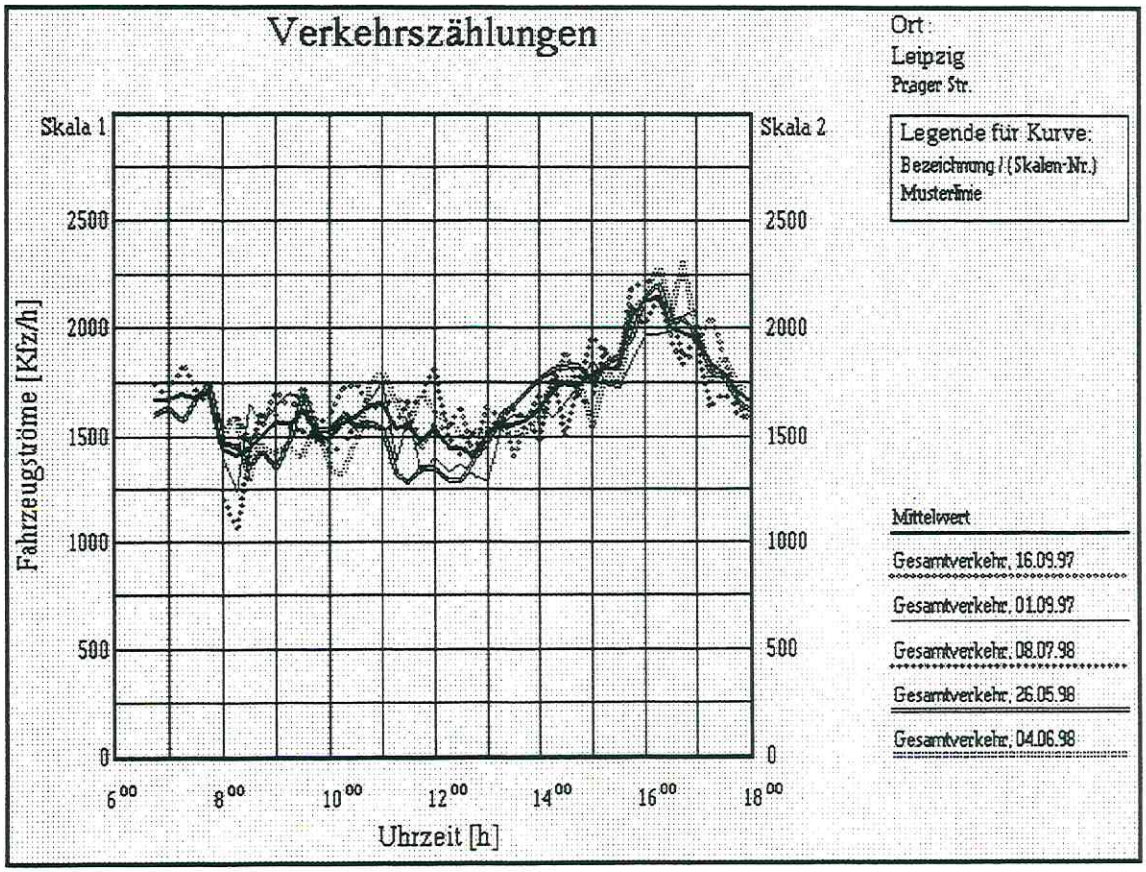


Abb. 32 : Gesamtverkehr in der Prager Str.

Die auf der Basis des mittleren Nachmittagsverkehrs berechneten spezifischen Emissionen für alle Streckenabschnitte und für die Schadstoffe CO (grün), NO_x (rot) und Benzol (ocker) zeigt Abb. 33 als Puffergebiete proportional zu den berechneten Werten. Die Breite der Pufferflächen entspricht in der Prager Straße (in Höhe der Meßstelle) 3393 g CO/km/h, 1366 g NO_x /km/h und 43,4 g Benzol/km/h.

2.3.2.3 Mariannenpark

Abb. 34 enthält die Streckenführung und die DTV-Werte im Gebiet des Mariannenparks. Die DTV-Werte aller Streckenabschnitte befinden sich in Tabelle A9 im Anhang.

In der Planungsphase des Projektes war das Untersuchungsgebiet Mariannenpark noch völlig von verkehrsreichen Straßen umgeben. Durch den weiteren Ausbau der B 2 und den Neubau der die Bahn überquerenden Berliner Brücke entfiel der Verkehrsstrom durch die Rackwitzer Straße. Dadurch verläuft ein Teil des radialen Verkehrs Zentrum - Mockau/Thekla langfristig durch Rohrteichstraße und Lindenallee und führt zu erheblichen Mehrbelastungen, auch am Mariannenpark. Ebenfalls im Bearbeitungszeitraum wurde eine geänderte Verkehrsführung am Stannebeinplatz (rechte untere Ecke in Abb. 34) wirksam, die ein erhöhtes Verkehrsaufkommen an der Kreuzung Rohrteichstraße/Lindenallee und damit in Parknähe verursacht.

Die in dieser Arbeit durchgeführten Verkehrszählungen und Immissionsmessungen erfolgten, *nachdem* in der Rackwitzer Straße bereits kein Durchgangsverkehr mehr ablaufen konnte und *vor* der veränderten Verkehrsführung am Stannebeinplatz.

Im Gebiet des Mariannenparks stehen für Modellierungsarbeiten insgesamt 27 Tagesgänge der Verkehrsstärken auf ausgewählten Streckenabschnitten zur Verfügung.

Für die Verkehrs- und Emissionsbelastung des Mariannenparks sind wegen ihrer Lage vor allem die Rohrteichstraße (ca. 23 000 Kfz/d) und die Lindenallee (16 300 Kfz/d) maßgeblich.

In Abb. 35 sind Tagesgänge der Verkehrsstärke in der Lindenalle dargestellt. Das Morgenmaximum liegt offenbar vor dem Zählbeginn von 8 Uhr. Von 8 Uhr bis 13 Uhr ist nur ein leichter Abfall der Verkehrsstärke festzustellen, dann steigt die Verkehrsstärke zum Nachmittagsmaximum hin stark an (15-17 Uhr, bis 1500 Kfz/h).

Die Abb. 36 zeigt den Gesamtverkehr an der Kreuzung Rohrteichstraße/Lindenallee. Das Profil der Tagesgänge ist dem der Lindenallee ähnlich. Vormittags bis mittags werden 1500 - 1700 Kfz/h beobachtet, nachmittags steigt die Verkehrsstärke auf 2000 - 2500 Kfz/h an.

Die spezifischen Emissionen auf allen Streckenabschnitten (ausführliche Angaben in Tabelle A9 im Anhang) sind in Abb. 37 dargestellt. In der Rohrteichstr. entspricht die Breite der Pufferflächen 2831 g CO /km/h (grün) , 1140 g NO_x/km/h (rot) und 36,2 g Benzol/km/h (ocker).

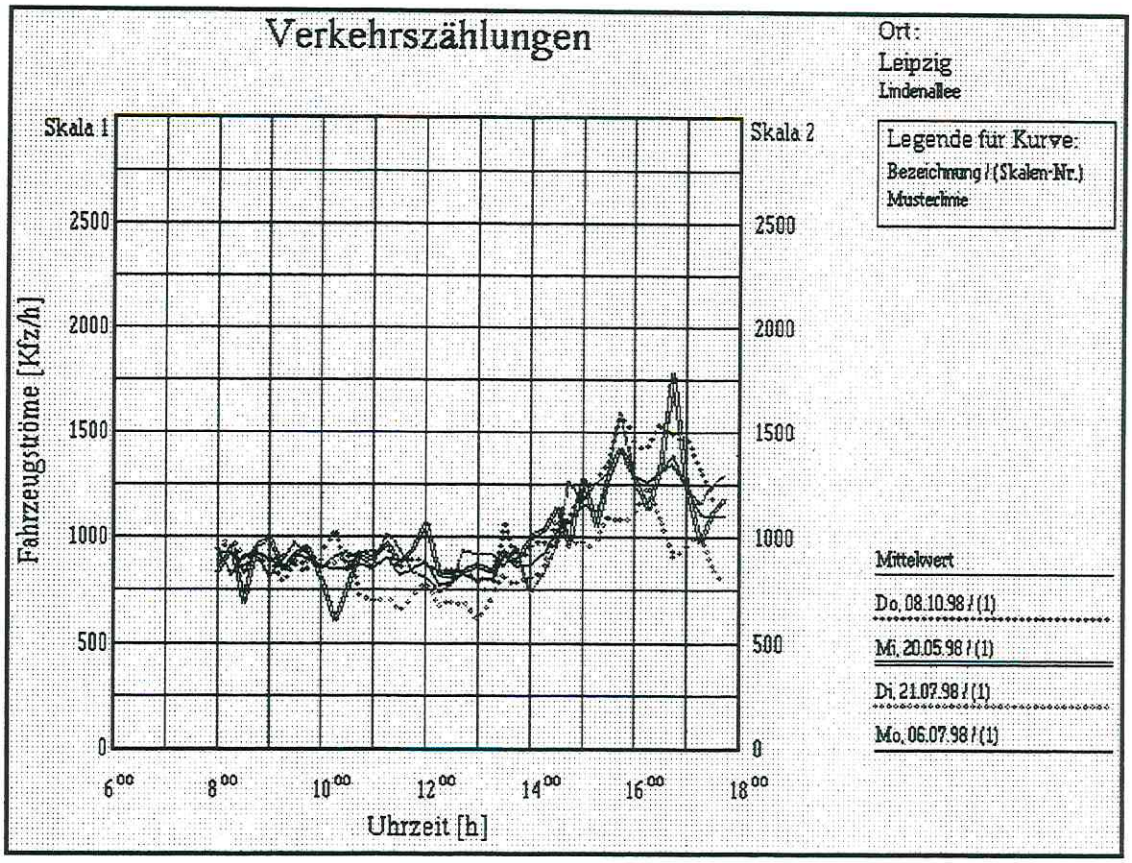


Abb. 35 : Gesamtverkehr in der Lindenallee

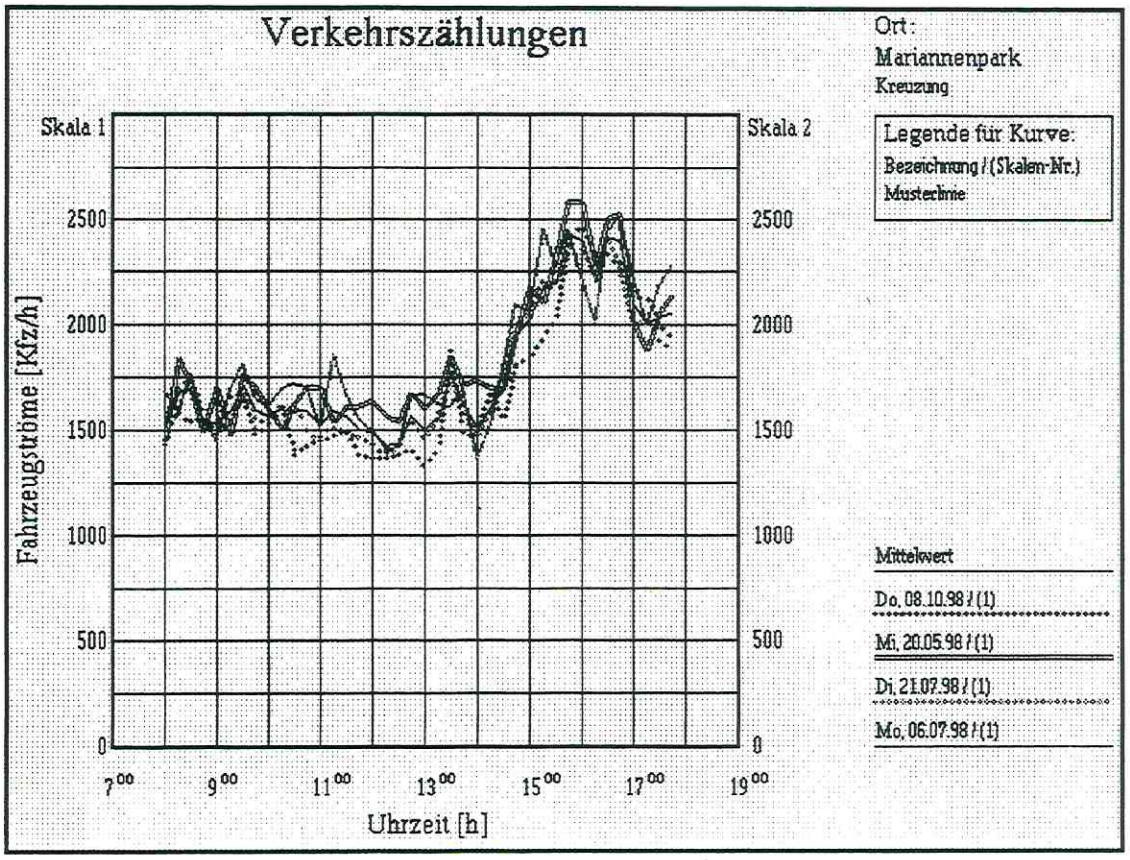


Abb. 36 : Gesamtverkehr an der Kreuzung Lindenallee/Rohrteichstr.

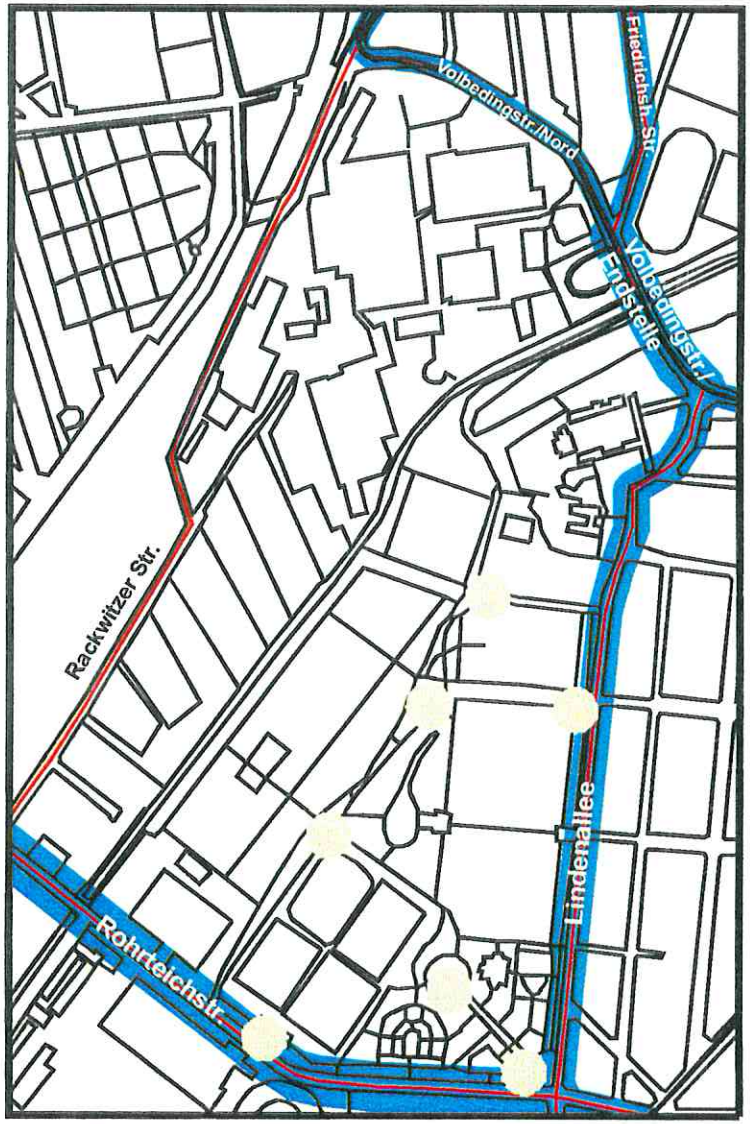


Abb. 34 : DTV am Mariannenpark

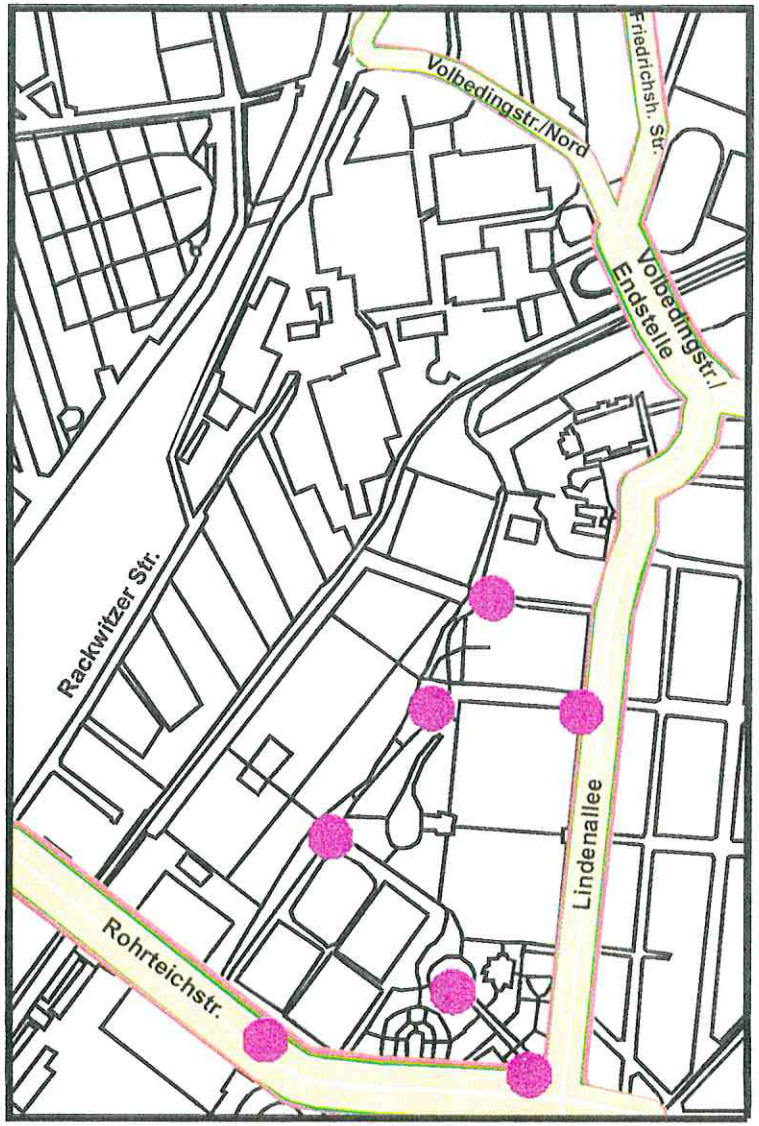


Abb. 37 : Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Mariannenpark

2.3.2.4 Moritzbastei

Abb. 38 enthält die Darstellung des Verkehrs im Gebiet Moritzbastei. Dominiert wird die Verkehrsbelastung durch Teilstrecken des innerstädtischen Rings (Roßplatz, 38000 - 45000 Kfz/d). Dagegen ist der Verkehr durch die Schillerstraße, die die Grünfläche teilt (westlicher Abschnitt: Schillerpark, östlicher Abschnitt: Lennépark), vergleichsweise unbedeutend.

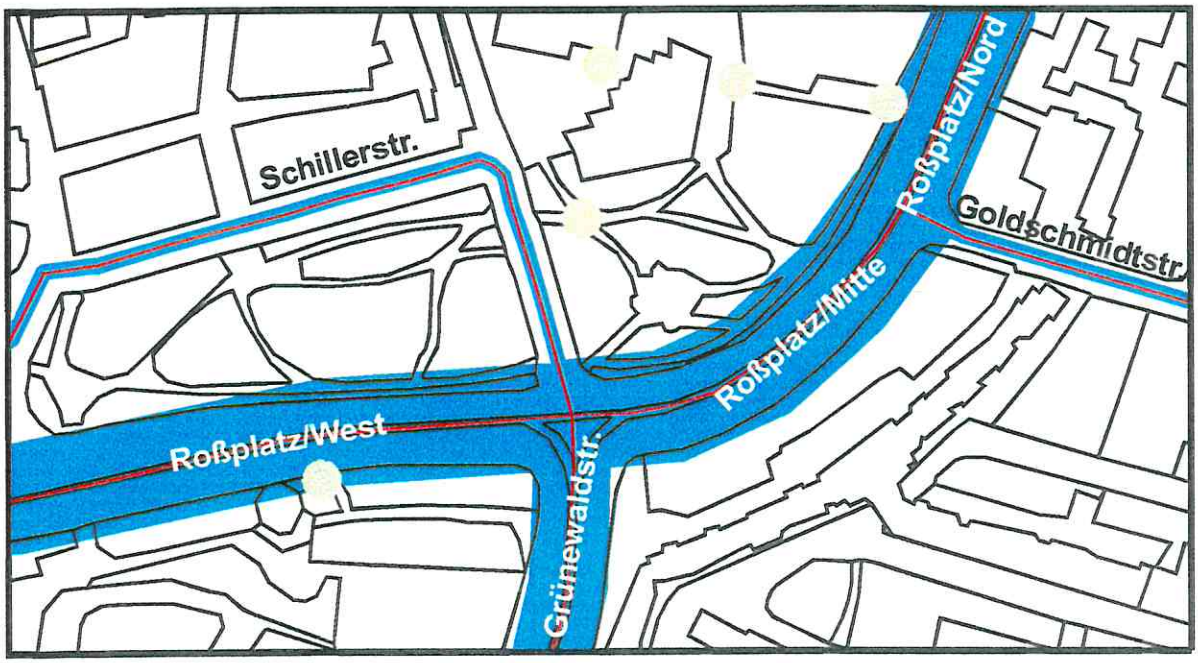


Abb. 38 : DTV am Untersuchungsgebiet Moritzbastei

Im Gebiet Moritzbastei liegen nach Verkehrszählungen 29 Tagesgänge der Verkehrsstärke auf verschiedenen Streckenabschnitten und Verkehrsströmen vor. Als Beispiel für Tagesgänge des Verkehrs wird in Abb. 39 das Teilstück des innerstädtischen Rings (hier mit Roßplatz/Mitte bezeichnet) ausgewählt.

Durch direkte Zählung oder indirekte Berechnung aus anderen Verkehrsströmen stehen insgesamt 6 Tagesgänge an verschiedenen Tagen zur Verfügung. Vor 8 Uhr weisen sie erhebliche Differenzen auf, im Verlauf des Tages sind die Unterschiede aber weit geringer (2100 - 2500 Kfz/h), nachmittags finden wir ein sehr breites Maximum, das sich über mehrere Stunden verteilt. Hier erreicht die Verkehrsstärke Werte zwischen 2600 und 3300 Kfz/h.

Die spezifischen Emissionen im Gebiet sind in Abb. 40 dargestellt. Auf dem Streckenabschnitt Roßplatz/Mitte entsprechen der Breite des grünen Gebietes 5430 g CO/km/h, der Breite des roten Gebietes 2187 g NO_x/km/h und für Benzol (ocker) entspricht die Breite 69,4 g/km/h.

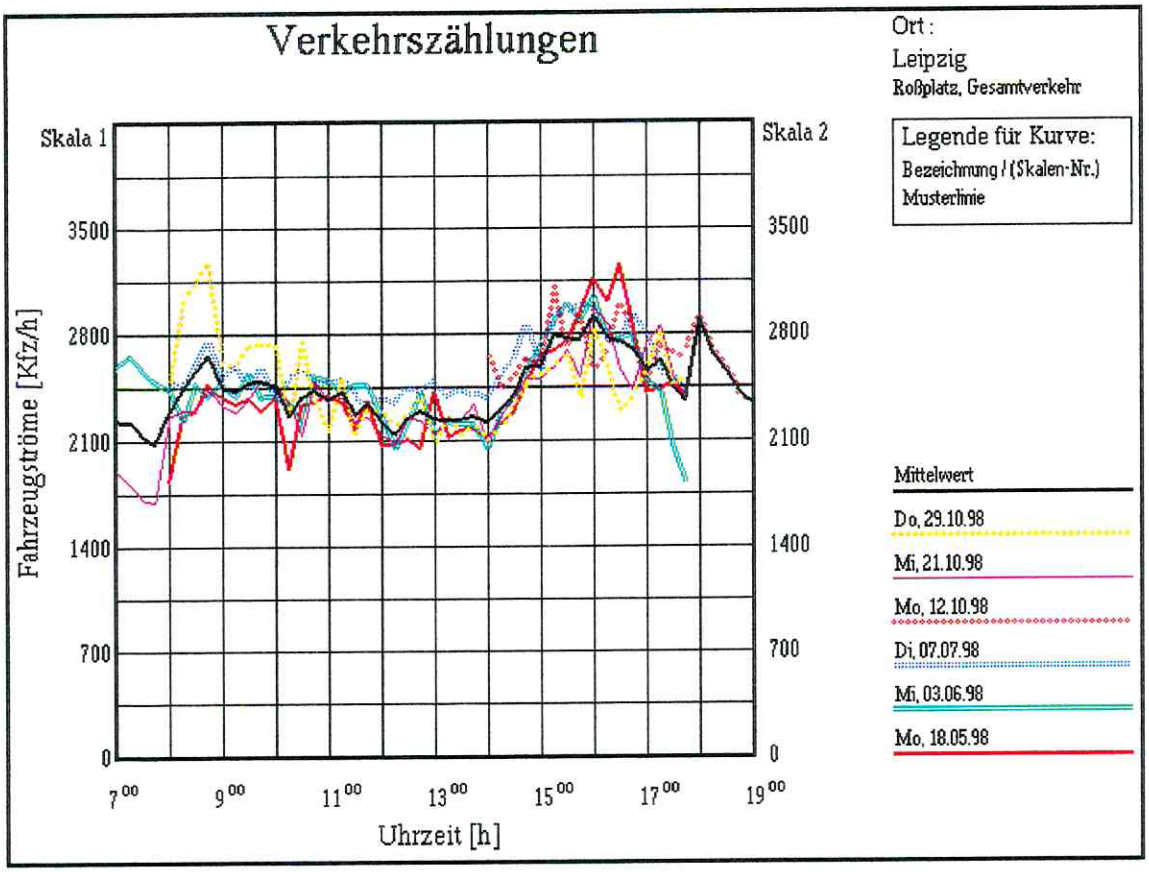


Abb. 39 : Gesamtverkehr am Roßplatz

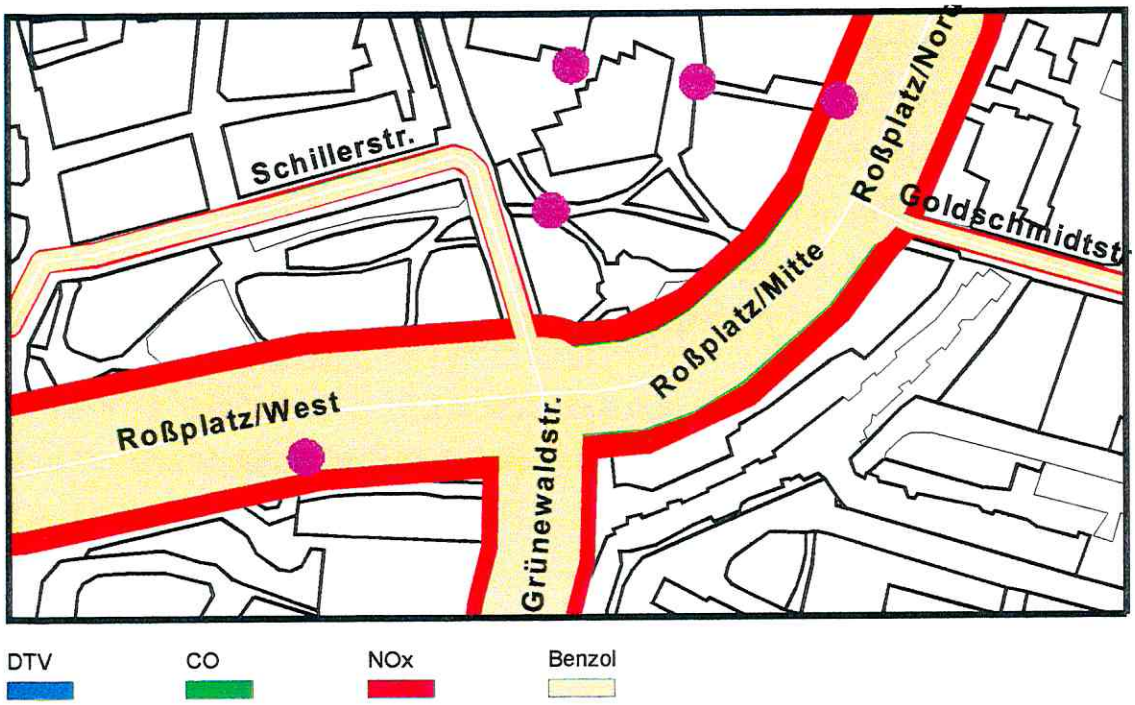


Abb. 40 : Spezifische CO-, NO_x- und Benzolemissionen am Untersuchungsgebiet Moritzbastei

Die spezifischen Emissionen für alle anderen Streckenabschnitte sind in Tabelle A10 im Anhang aufgeführt.

2.3.3 Messungen und Immissionsmodellierung

Die Immissionsmessungen (POPP 1999) an den vier ausgewählten Grün- und Freiflächen verfolgten zwei Ziele:

- Nachweis einer Immissionsbelastung durch den Kfz-Verkehr und
- Schaffung einer Datenbasis für Modellierungen.

Die Untersuchungsgebiete sind vorwiegend Parkanlagen (s. Abb. 22 – 25 in 2.1). Zumindest haben große Teile davon parkähnlichen Charakter mit zahlreichen Bäumen und Gebüschen. Eine möglichst exakte Ausbreitungsrechnung mit strömungsmechanischen Modellen, die die Berücksichtigung aller Strömungshindernisse erfordern (z.B. VDI (1998)), ist sehr aufwendig und für diesen konkreten Anwendungsfall eher unangemessen.
Deshalb wurden einfachere, leichter praktikable Modelle angestrebt, die das Abklingen der Schadstoffbelastung mit der Entfernung zur Quelle (hier: Entfernung zur Straßenmitte) beschreiben.
Modellierungen auf dieser Stufe werden u.a. berichtet von SAILER (1992) (Abklingkurven bis zu 150 m Entfernung, erstellt aus mehreren Tausend Meßwerten), BAUMBACH (1993) (Abklingkurven für NO_x bis 60 m Entfernung), JOST (1978) (Abklingkurven für CO bis 300 m Entfernung), ESSER (1978) (Abklingkurven für CO, NO_x und Pb bis 100 m Entfernung) und in MLuS-82 und MLuS-92. Teils wurden die Abklingkurven empirisch ermittelt (auch für verschiedene Anströmrichtungen), teils werden mathematische Modellfunktionen angegeben (JOCKEL (1992)).
Für diese Arbeit sind die Standorte der Meßstellen so gewählt worden, daß sowohl für den für die Abklingfunktion relevanten Entfernungsbereich als auch in größeren Abständen zu den Quellen (entsprechend einer Grundbelastung) Meßwerte zur Verfügung standen.

In der Tabelle 5 werden die Meßstellen in den 4 Untersuchungsgebieten lokalisiert. Neben der Bezeichnung der Meßstelle sind enthalten: eine zugeordnete Quelle, die Entfernung Meßstelle/Quelle und ein Wertebereich der Meßwerte. Die detaillierten Meßergebnisse befinden sich in den Tabellen A13 – A16 im Anhang. Angaben zu meteorologischen Daten sind zu finden in den Tabellen A17 – A32 im Anhang. Unmittelbar am Meßort lagen keine meteorologischen Messungen vor. Es konnte aber zu Vergleichszwecken auf Messungen am Institut für Meteorologie (Stadtgebiet) in 22 m Höhe und in Probstheida (Stadtrand) in 10 m Höhe zurückgegriffen werden (MÜLLER (1997 – 1999).

Tabelle 5 : Aufstellung der Meßstellen in den Untersuchungsgebieten

Nr.	Bezeichnung	Quelle	Entfernung (m)	Benzol-Meßwerte ($\mu g/m^3$)
Clara-Zetkin-Park				
1	Am Kreisverkehr	Kreisel	40 – 50	2,9 – 9,7
2	Parkplatz Rennbahn			0,9 – 4,3
3	Schleußiger Weg	Schl.Weg	40	2,3 – 4,1
4	Verkehrsgarten	Klingerweg	170	1,0 – 2,3
5	Sachsenbrücke	F.-Lassalle	180	
		Kreisel	400	0,8 – 2,0
6	Brahmsplatz Mitte	Kreisel	170	0,9 – 2,0
7	Käthe-Kollwitz-Str.	Klingerbrücke	30	2,5 – 9,3
8	Elsterwehr	Klingerbrücke	150	1,0 – 2,9
9	Brahmsplatz vorn	Kreisel	90	1,3 – 2,2
10	Brahmsplatz hinten	Kreisel	270	1,5 – 1,7
11	Max-Reger-Allee			1,3 – 1,9
Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube)				
1	Parkplatz an Prager Str.	Prager Str.	40	2,0 – 4,6
2	Containerhotel	Prager Str.	60 – 70	1,0 – 2,7
3	Spielplatz	Prager Str.	200	0,6 – 1,7
4	An der Augustinerstr.	Prager Str.	400	
		Augustinerstr.	20	0,5 – 2,2
5	Weberplatz	Prager Str.	40	1,0 – 2,8
Mariannenpark				
1	Schwimmhalle	Lindenallee	170	0,7 – 1,6
2	Weg zu Sportanlagen	Lindenallee	225	0,5 – 2,7
3	Lindenallee/Zittauer Str.	Lindenallee	30	0,7 – 2,2
4	An der Kreuzung	Rohrteichstr.	20	
	Rohrteichstr./Lindenallee	Kreuzung	40 – 50	3,5 – 11,5
5	Staudengarten	Rohrteichstr.	130	
		Kreuzung	190	0,6 – 1,6
6	Rohrteichstr./Sportplatz	Rohrteichstr.	20	1,0 – 2,5
7	Ende Sportplatz			1,6 – 6,1
Moritzbastei				
1	Einfahrt Gewandhaus	Roßplatz Mitte	25	3,4 – 7,4
2	Parkplatz Gewandhaus	Roßplatz Mitte	60	1,6 – 4,1
3	Parkmitte	Roßplatz Mitte	100	1,1 – 1,9
4	Leibnizdenkmal	Roßplatz Mitte	175	0,7 – 1,5
5	Roßplatz/Bowling-C.	Bowling-C.	20	3,8 – 8,7

Da die Modelle mittlere Belastungen angeben sollen (bei „Normalwetterlage"), wurden bei Windgeschwindigkeiten < 1 m/s auftretende extrem hohe Meßwerte und bei Windgeschwindigkeiten > 6 m/s auftretende sehr kleine Meßwerte nicht in die Modellierung einbezogen. Auch offensichtliche „Ausreißer" (zu hohe Meßwerte durch temporär zusätzliche Quellen) wurden nicht berücksichtigt. Das betraf einige Meßwerte im Clara-Zetkin-Park am Parkplatz Rennbahn und im Mariannenpark am Ende des Sportplatzes. Im Verhältnis zu den anliegenden Emissionen waren die Meßwerte an der Meßstelle 6 (Mariannenpark) und an der Meßstelle 5 (Freizeitpark) generell zu tief und sind mit einfachen Modellvorstellungen nicht erklärbar.

Die Meßwerte sind für die Modellierung nicht in verschiedene Klassen von Anströmrichtungen unterteilt worden. Dazu wäre eine weit höhere Anzahl von Meßwerten erforderlich gewesen, was vom Aufwand her nicht möglich war. Die sich dadurch ergebenden größeren Modellabweichungen mußten deshalb bewußt in Kauf genommen werden.

Die spezifischen Emissionen auf den die Grünflächen umgebenden Streckenabschnitten schwanken je nach Verkehrsstärke sehr stark (s. Tabellen A7-A10 im Anhang). Die Tabellen enthalten DTV-Werte, mittlere Verkehrsstärken für Vormittagsstunden, Mittagsstunden und Nachmittagsstunden sowie die spezifischen Emissionen für die Schadstoffe CO, NO_x, HC und Benzol.

In den Tabellen A11 und A12 sind für die Streckenabschnitte, die für die Modellierung als Quellen vorgesehen sind, die Tagesgänge der Benzol-Emissionen aus den mittleren Tagesgängen der Verkehrsstärken und dem angewandten Emissionsmodell berechnet worden.

Um für die Modellierung einen Trend der Meßwerte feststellen zu können, wurden diese auf eine einheitliche Emission von 50 g Benzol/km/h normiert. Die Basis für diese Normierung waren die Emissionen entsprechend der Uhrzeit der Meßwerte aus den Tabellen A11 und A12. Die Streuungen sind nach der Normierung z.T. immer noch groß, es ist aber eindeutig der typische Verlauf einer Abklingfunktion zu erkennen (Abb. 41). Dabei ist das Abklingen bereits nach etwa 60 m Abstand zur Quelle beendet. Bei größeren Entfernungen liegen die Meßwerte (ohne erkennbaren Trend) zwischen 0,5 und 2,5 $\mu g/m^3$. Es muß angenommen werden, daß in diesem Bereich die Grundbelastung liegt (Mittelwert 1,5 $\mu g/m^3$).

Der steile Abfall der Meßwerte im Nahbereich könnte auf eine Filterfunktion der Gebüsche und Bäume zurückzuführen sein. Bei SAILER (1992) erfolgt z.B. im freien Gelände auch in größeren Entfernungen noch ein deutlicher Abfall der Meßwerte (Entfernung von 50 m wird als Bezugspunkt verwendet. Bei 100 m werden davon 72%, bei 150 m noch 60 % gemessen).

Mit den - wie oben beschrieben - aufbereiteten und selektierten Meßwerten wurde ein Modell für die Abklingfunktion geschätzt.

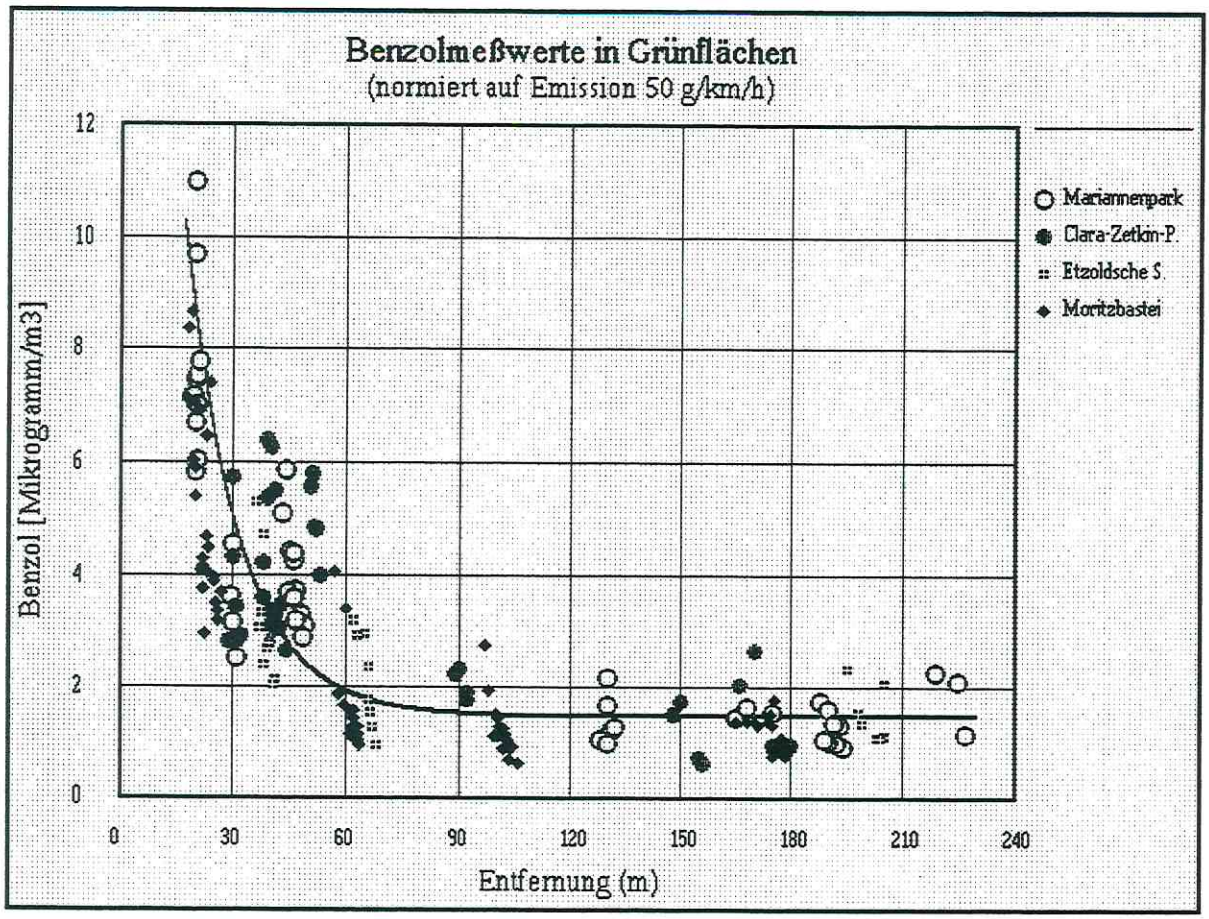


Abb. 41 : Abklingfunktion der Benzolkonzentration und zugrunde liegende Meßwerte

Das Modell hat die Struktur

$$I_{Benzol} = A + B \cdot C^{-D \cdot \Delta X}$$ (für Emissionen von 50 g/km/h)

bzw. allgemein

$$I_{Benzol} = A + \frac{Emission}{50} \cdot B \cdot C^{-D \cdot \Delta X}$$ (ΔX in m)

mit den Koeffizienten

A = 1,49 (entspricht der Grundbelastung)
B = 28,4
C = 2,9597
D = 0,063486

Die Modellkurve ist in Abb. 41 schwarz eingezeichnet. Die Lage zu den zugrunde gelegten Stützstellen ist unter den gegebenen Voraussetzungen gut.

Mit diesem Modell können nun je nach den spezifischen Emissionen auf den Streckenabschnitten der Untersuchungsgebiete Flächen beiderseits der Straßen berechnet werden, in denen bestimmte Konzentrationsbereiche für Benzolkonzentrationen zu erwarten sind. Von STAUCH et.al. (1998) z.B. wurde eine ähnliche Methode angewandt, um Umweltqualitätsstandards für Flächen in einem bestimmten Abstand zur Fahrbahn zu definieren.

Die Entfernungen ΔX für eine bestimmte Benzolimmissionskonzentration ergibt sich aus

$$\Delta X = -\frac{\log\left(\frac{(I_{Benzol} - A)\cdot 50}{Emission \cdot B}\right)}{D \cdot \log C}$$

Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden in den folgenden Abbildungen gezeigt.

Berechnet wurden Flächen mit Benzolkonzentrationsbereichen von > 10 , > 5 , > 2 und > 1,5 $\mu g/m^3$. Sie sind in den Abb. 42-45 mit folgenden Farben dargestellt:

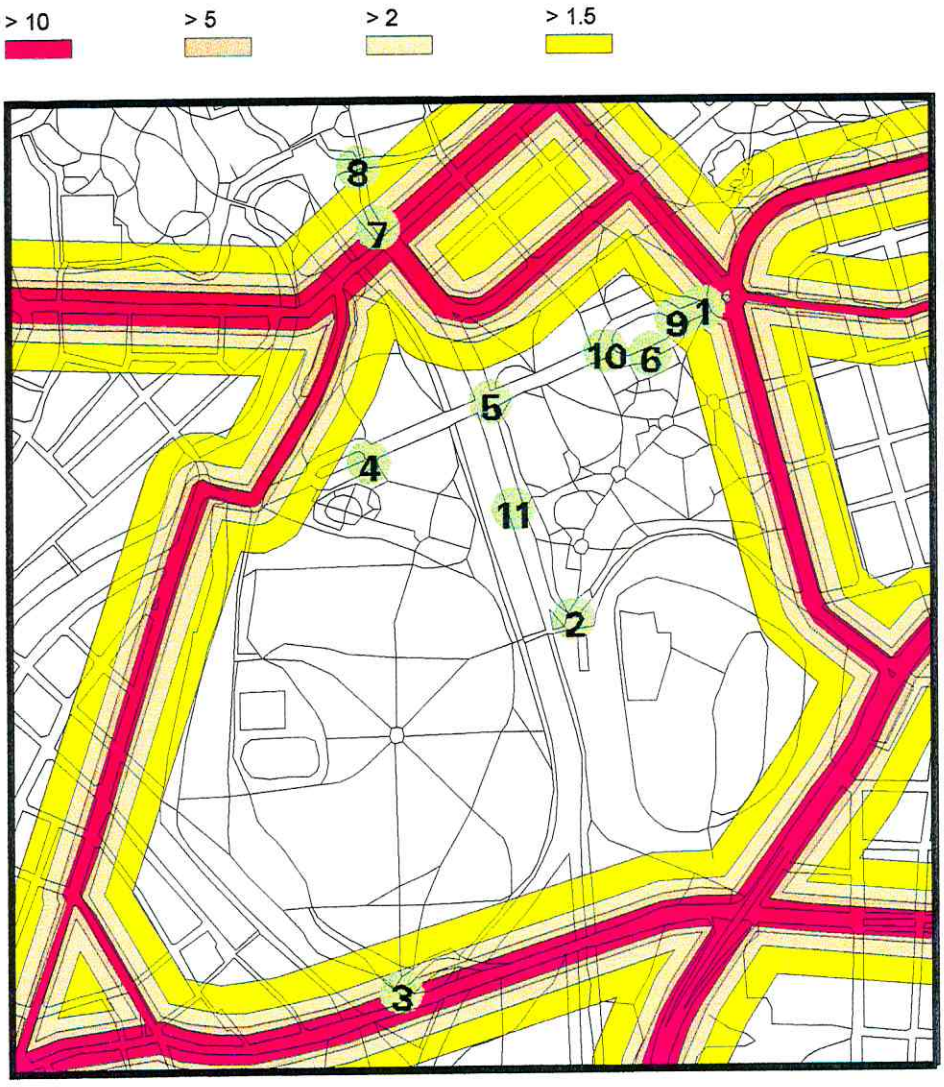


Abb. 42 : Mittlere Benzolbelastung im Clara-Zetkin-Park

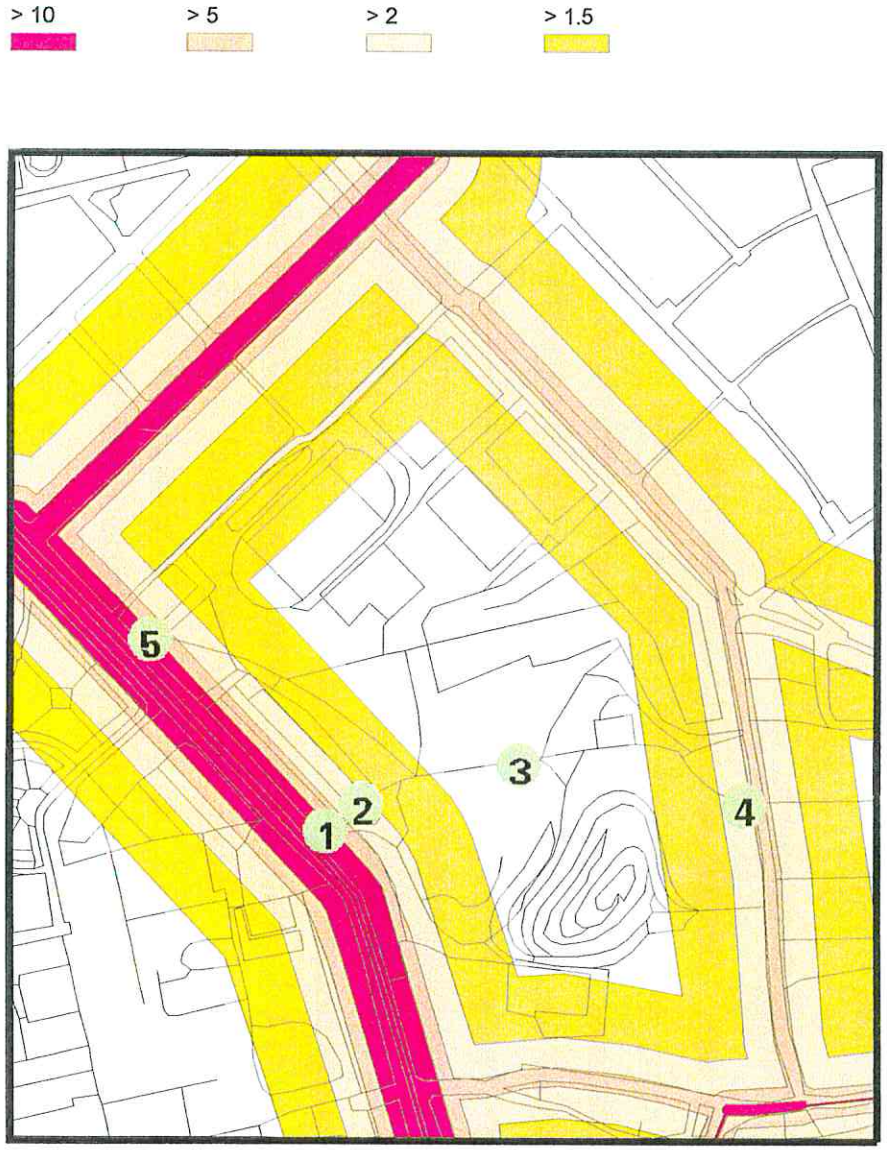


Abb. 43 : Mittlere Benzolbelastung im Freizeitpark Südost

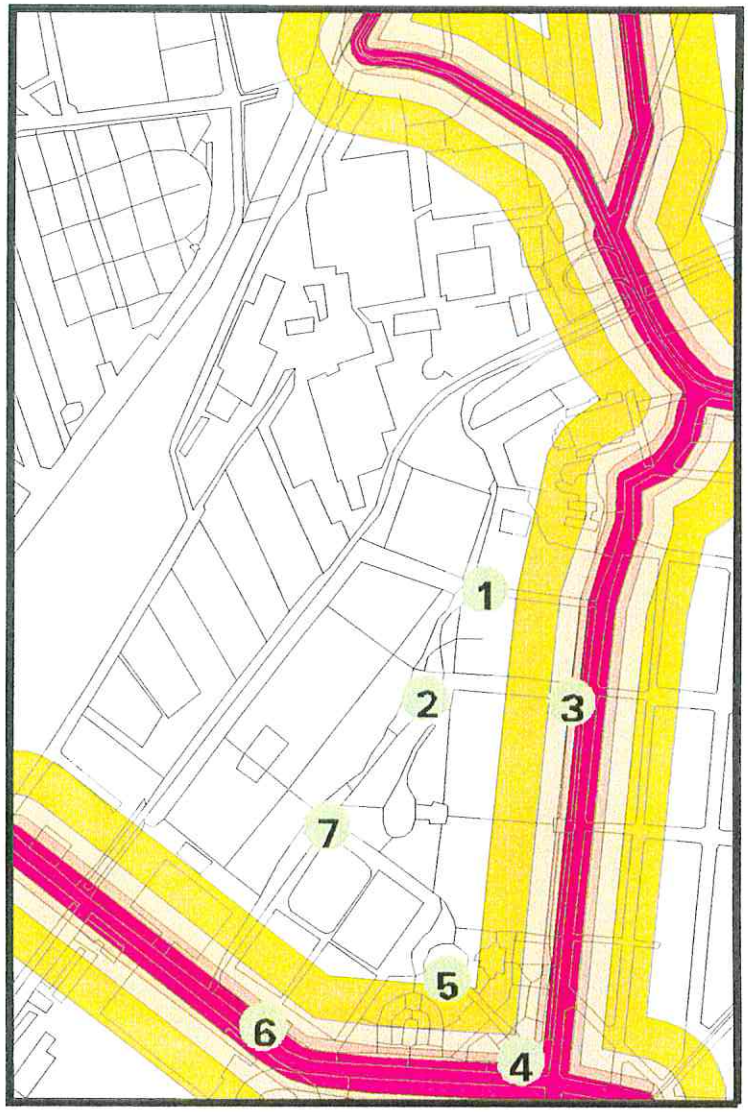


Abb. 44 : Mittlere Benzolbelastung im Mariannenpark

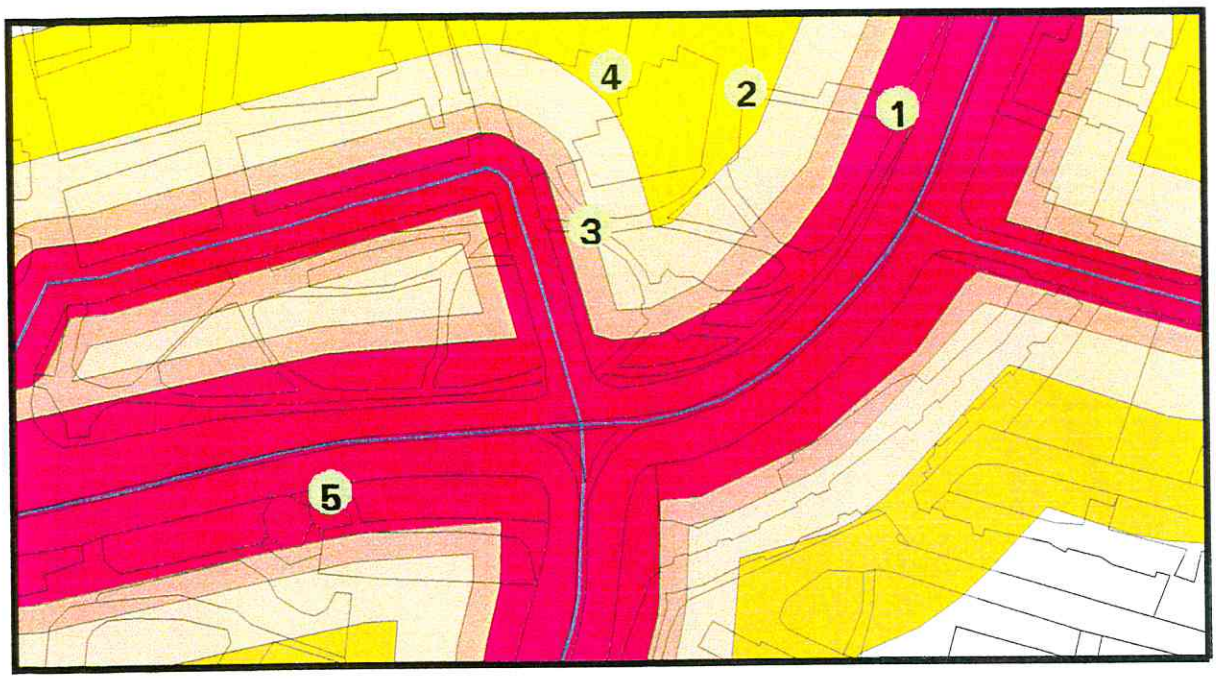


Abb. 45 : Mittlere Benzolbelastung im Park an der Moritzbastei

Für alle 4 Untersuchungsgebiete gilt: Ein Vergleich der für die Belastungszonen (farbige Flächen) berechneten Modellwerte mit den in Tabelle 5 aufgelisteten Meßwerten an den jeweiligen Standorten zeigt eine befriedigende Übereinstimmung. Eine Anwendung des Modells auf andere Fälle (Grün-/Freiflächen mit umgebendem Verkehr vergleichbarer Verkehrsstärke) ist möglich.

2.4 Modellhafte Szenarien

Inhalte eines Leitbildes einer nachhaltigen Mobilität sowie allgemeine Szenarien der Umsetzung sind bekannt (UBA 1997, BUND/MISEREOR 1998). Zum Erreichen solcher Zielstellungen gehören sowohl Instrumente zur Durchsetzung als auch Basisstrategien zur Förderung umweltschonender Verkehrssysteme (PENN-BRESSEL 1997). Aber ohne einen langfristigen grundlegenden Werte- und Bewußtseinswandel der Akteure werden auch den besten Entwicklungsszenarien nur Teilerfolge beschieden sein (UBA 1997). Zur Förderung dieses Bewußtseinswandels trägt ein UBA-Projekt bei, das u.a. Argumentationshilfen für die öffentliche Diskussion erarbeitet ("...die Bürger über die Nachteile bzw. ökologischen und sozialen Probleme des Einkaufens ... auf der 'grünen Wiese' informiert") und vermitteln will, daß es "ein größerer Teil der ... Bevölkerung als ein Stück Lebensqualität empfindet, wenn in fußläufiger Entfernung von der Wohnung die Grundversorgung abgesichert ist" (BEZ 1997). Wann ein solcher notwendiger Bewußtseinswandel spürbar einsetzen wird, kann bisher noch nicht prognostiziert werden.

In 2.2.2, 2.2.3 und 2.2.4 war nachgewiesen worden, daß sich jedes der Einzugsgebiete der drei untersuchten Einkaufszentren (EKZ) sowohl weit ins Umland als auch differenziert über das gesamte Stadtgebiet erstreckt, wobei sich die Einzugsgebiete gegenseitig durchdringen. Bei qualitativer Betrachtung könnte allein durch die Wahl eines näher gelegenen Einkaufszentrums eine erhebliche Zahl von Fahrtkilometern (Fahrleistung) eingespart werden.
Auf dem Gebiet des Einkaufens kann einem Akteur weder vorgeschrieben werden, welches Verkehrsmittel er nutzt noch in welchem Einkaufszentrum er einkauft. Eine bloße Forderung nach höherem ÖPNV-Anteil oder Erledigung der Einkäufe "zu Fuß" bleibt wirkungslos. Durch geeignete Standortwahl noch nicht vorhandener EKZ, Attraktivitätsausstattung vorhandener EKZ und eine offensive öffentliche Diskussion ökologischer Probleme des Verkehrs sollten aber Verhaltensänderungen im Einkaufsverkehr möglich sein.

Nach einer Bestandsaufnahme des Einkaufsverkehrs an großflächigen EKZ (2.2) bestand ein Teilziel des hier bearbeiteten Projektes darin, Modelle zu erarbeiten, aus denen Empfehlungen für eine städtische Standortplanung ableitbar sind. Die Modelle sollen zeigen, wie z.B. durch dezentralisierte, stadtteilbezogene Einrichtungen eine Verkehrs- und Emissionsreduzierung und damit eine Verminderung der Schadstoffbelastung erreicht werden können. In mehreren Szenarien ist das Potential der Verkehrsverringerung u.a. durch modellhafte Einbeziehung hypothetischer EKZ (hier: Umverteilung des Einkaufsverkehrs sowohl auf bereits existierende als auch auf noch nicht gebaute dezentrale Einrichtungen) nachzuweisen.
Dazu müssen die Voraussetzungen, unter denen Szenarien berechnet und bestimmte Ergebnisse erwartet werden, klar definiert und abgegrenzt sein.

Zur Definition und Eingrenzung der Szenarien dienen folgende Fragestellungen:

- Für welchen Einkaufsverkehr werden Szenarien berechnet ?
- Welche Einkaufsgewohnheiten und welches Einkaufsverhalten werden vorausgesetzt ?
- Welches Verkehrsmittel wird zur Berechnung der Szenarien gewählt ?
- Welches Kriterium wird zur Bewertung der Fallbeispiele herangezogen ?
- Mit welcher Datenbasis (mit welchen Akteuren ?) werden die Szenarien berechnet ?

Auf der Grundlage dieser Fragestellungen wird versucht, realistische Vorgaben für die Auswahl der Szenarien zu treffen (s.a. BUSMANN 1997).

Einkaufsverkehr/Einkaufsverhalten

Gegenstand dieses Berichtes ist der Einkaufsverkehr zu Einkaufszentren auf der "grünen Wiese", **nicht** der gesamte innerstädtische Einkaufsverkehr. In der Innenstadt erfüllt der Nahbereich oft nur eine ergänzende Versorgungsfunktion. Der Trend zum Einkauf in großen Einkaufszentren ist

das Ergebnis von Änderungen der Lebensform und Mobilitätsgewohnheiten von Haushalten (DEECKE 1997, KREIBICH 1994) bzw. eines neuen Besorgungsverhaltens (z.B. Kauf eines höheren Anteils von Tiefkühlkost, BORCHERDT&KRUPPA 1993, ACHENBACH 1989).

Der Trend geht zum "Großmengeneinkauf" bzw. "One-stop-shopping" (ABEL et.al.1996). Der sog. "Wochenendeinkauf" findet inzwischen an beliebigen Tagen der Woche statt. Diese Art des Einkaufs induziert die Pkw-Benutzung insofern, als der Abtransport der Waren auch gesichert sein muß (KICKNER 1999).

Die in den Einkaufszentren Paunsdorf-Center (P.C.), Globus-Markt und Löwen-Center erfragten Einkaufsfrequenzen wurden in 2.2 statistisch ausgewertet. Die Durchschnittswerte betragen etwa 1 Einkauf/Woche. Aber auch die Häufigkeiten der Einkaufsfrequenzen sind aufschlußreich. Sie sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 : Häufigkeit von Einkaufsfrequenzen (in %)

Einkäufe/Woche	Paunsdorf-Center	Löwen-Center	Globus-Markt
≤ 0,25	2,78	3,94	3,08
0,5	5,69	6,01	6,18
0,75	0,91	0,9	1,06
1	49,91	47,49	48,95
1,5	4,76	4,58	5,26
2	20,26	19,91	19,11
2,5	2,65	2,82	3,47
3	6,01	6,37	5,94
> 3	6,48	6,98	5,94

Besonders auffällig ist die außerordentlich gute Übereinstimmung der Verteilungsfunktionen im Vergleich der drei EKZ untereinander. Mit Abstand am häufigsten vertreten ist der Einkauf 1mal/Woche. Das ändert sich auch nur wenig, wenn nicht das gesamte Einzugsgebiet, sondern ausgewählte näher gelegene Orte bzw. Ortsteile (die eine höhere Einkaufsfrequenz erwarten lassen) untersucht werden. Am P.C. ist der Wert 1mal/Woche in Engelsdorf mit 43 % und in Paunsdorf mit 40.6 %, am Globus-Markt in Markkleeberg mit 46.3 % und in den nahen Ortsteilen Connewitz, Lößnig, Meusdorf und Stötteritz im Mittel mit 48.9 % vertreten.

Die Einkaufsfrequenzen verdeutlichen, daß der "Großmengeneinkauf" die bevorzugte Einkaufsvariante in den EKZ ist.

Wahl des Verkehrsmittels

Die in 2.2 festgestellten Anteile der Kunden, die den Pkw zum Einkauf in den suburbanen Großeinkaufszentren benutzen (am Globus-Markt 95,5 %, am P.C. 86,5 %, am Löwen-Center 94,7 %) liegen deutlich höher als entsprechende Mittelwerte für den Gesamteinkaufsverkehr in der Stadt (Pkw-Anteil z.B. in Karlsruhe 44 % (KICKNER 1999), in Leipzig 58 % (STADT LEIPZIG 1995) bzw. 41 % (SOCIALDATA 1996)).

Gründe für die Bevorzugung suburbaner EKZ sind u.a.:

- Spezifische Attraktivität der Einkaufszentren:
  - Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl kostenloser Parkplätze,
  - Locken mit Sonderangeboten (z.B. Billigtankstellen),
  - Locken mit Sonderöffnungszeiten,
  - Kopplung mit vielfältigen Freizeitangeboten.
- Durchschnittliches Preisniveau ist in den suburbanen Einkaufszentren meist tiefer als in innerstädtischen (im Branchenmix und im Betriebsmix sind immer Einrichtungen im unteren Preissegment angesiedelt).
- Verändertes Einkaufsverhalten der Akteure, Art des Einkaufs, Einkaufsfrequenz (s.o.).
- Gestiegene Mobilität und gestiegene Pkw-Verfügbarkeit (HAUTZINGER&PFEIFFER 1996).
- Gute Erreichbarkeit der EKZ; subjektive Bevorzugung radialer Verkehrswege (zu den suburbanen EKZ) gegenüber innerstädtischem Verkehr.
- Trend zum "Familieneinkauf" , "Erlebniseinkauf" (Nutzung der Möglichkeit zur Kopplung des Einkaufs mit anderen Freizeitangeboten in den EKZ (ABEL et.al. 1996)).
  (Ein Maß dafür kann z.B. die durchschnittliche Pkw-Belegung sein. Am Globus-Markt beträgt der Wert 1,82 Personen/Pkw, am Löwen-Center 1,8 und am P.C. 2,09 Personen/Pkw; für die Pkw aus dem Umland sogar 2,27).

Für den Einkaufsverkehr zu den EKZ im suburbanen Raum ist die vorwiegende Pkw-Benutzung typisch. Sie ist unter den gegebenen Randbedingungen der Ist-Zustand und wird sich kurzfristig nicht ändern (SCHNERMANN 1989).

Auch der Effekt einer Benzinpreiserhöhung auf die Verkehrsmittelwahl wird eher als gering eingeschätzt (LAESSER 1996, KREIBICH 1994).

Dazu folgendes Beispiel:

In 2.2 waren als mittlere Entfernungen zwischen Wohnung und EKZ ca. 5,2 km ermittelt worden, d.h. bei Hin- und Rückfahrt werden 10,4 km zurückgelegt. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch für diese Strecke ist < 1 Liter. Bei einem Benzinpreis von 5 DM/l (3,30 DM mehr als heute) genügt bei einem Einkauf im Wert von 100 DM bereits ein Preisvorteil von 3,3 %, um den Mehraufwand bei höherem Kraftstoffpreis zu kompensieren. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß bei Wahl einer anderen Verkehrsmittelvariante ggf. ein Fahrpreis für den ÖPNV oder bei Pkw-Benutzung immerhin die Kraftstoffkosten für eine kürzere Strecke (in Wohnungsnähe) anfallen würden. Dadurch verringerte sich der Differenzbetrag noch weiter.

Gegenwärtig geht die durch obige Faktoren begünstigte Bevorzugung des Pkw bei der Verkehrsmittelwahl so weit, daß eine 2,6fache Reisezeitverlängerung bei Pkw in Kauf genommen würde, um vom Pkw auf den ÖPNV umzusteigen (KICKNER 1999).

Die in 2.4.2 ausgewählten Fallbeispiele basieren auf einer Pkw-Benutzung. Eine andere Verkehrsmittelwahl für den hier behandelten Einkaufsverkehr wäre gegenwärtig unrealistisch (eine im Folgenden verwendete Bezeichnung Kunden/Tag steht immer für Pkw-Kunden/Tag oder auch Pkw/Tag).

Bewertungskriterium

Da sich die Fallbeispiele auf den Einkaufsverkehr, der mit dem Pkw erledigt wird, beziehen, bietet sich als Bewertungskriterium die Fahrleistung, d.h. die pro Tag zurückgelegten Kfz-km an. Dieses Kriterium ist leicht quantifizierbar (im Gegensatz z.B. zu "Attraktivität" o.a.), und über dieses Vergleichskriterium ist ein Zugang zur Emissionsbelastung möglich.

Datenbasis

Es werden die Kunden (bzw. deren Verteilung) für Szenarienberechnungen verwendet, die täglich mit dem Pkw die drei untersuchten EKZ anfahren. Das sind 12300 zum P.C., 8250 zum Globus-Markt und 5000 zum Löwen-Center. Die Herkunftsorte bzw. Adressen (Straßen) in Leipzig dieser Kunden sind nach den Befragungen bekannt.
Der übrige (auch der motorisierte) Einkaufsverkehr in Leipzig war nicht Gegenstand dieser Untersuchung und bleibt deshalb auch in Szenarienrechnungen unberücksichtigt.
Das in den Szenarien berechnete Einsparpotential ist eine Kfz-km-Leistung, die von diesem Anteil des Einkaufsverkehrs (=Kundenanteil Einkauf auf der „grünen Wiese“) erbracht werden könnte.
Zur Einordnung des Anteils dieses Einkaufsverkehrs kann folgende Überlegung angestellt werden:
Leipzig hatte 1997 458 500 Einwohner in 226 200 Haushalten mit insgesamt 165 629 zugelassenen Pkw und kleinen Lieferfahrzeugen (STADT LEIPZIG 1998 a).
Da manche Haushalte mehrere Pkw besitzen, ist die Zahl der Haushalte mit mindestens 1 Pkw kleiner als 165629. Nur diese Haushalte sind potentielle Pkw-Kunden eines EKZ. Von den täglichen 25 550 Pkw-Kunden der drei EKZ (2.2) sind etwa 16 000 aus Leipzig. D.h. bei einer mittleren Einkaufsfrequenz eines Kunden (eines Haushaltes) von 1mal/Woche würden ca. 96 000 Haushalte pro Woche in diesen drei EKZ ihren „Großmengeneinkauf“ realisieren.
Dieser Wert repräsentiert mindestens 58 % aller Pkw-mobilen Haushalte Leipzigs.

2.4.1 Methoden

Die Szenarienberechnungen verfolgen zwei unterschiedliche Strategien: In einer ersten Gruppe von Szenarien werden die Quellen (=Kunden aus einem bestimmten Ort oder aus einer bestimmten Straße mit einer zugeordneten Einkaufsfrequenz) auf dezentrale EKZ umverteilt.
In einer zweiten Gruppe von Szenarien sind mit Hilfe eines Modells und der Einwohnerzahl von Ortsteilen potentielle Kundenzahlen pro Ortsteil (= Einzugsgebiete) bei bekannter (oder postulierter) Gesamtkundenanzahl/Tag zu berechnen. Das Modell dient der Übertragbarkeit z.B. auf andere Städte, in denen keine detaillierten Untersuchungen wie oben durchgeführt wurden, aber ähnliche suburbane EKZ und Minimaldaten (Gesamtkunden/Tag, Einwohner/Ortsteil, mittlere Entfernung der Ortsteile von den EKZ) vorhanden sind.

Optimale Kundenverteilung

In 2.2.1 war ein Verfahren zur Netzoptimierung beschrieben worden. Danach liegt für jedes Ziel (=EKZ) eine Datei vor, die für alle Strecken und Knoten im Streckennetz (Abb. 1) Informationen zum optimalen Routenverlauf und zu optimalen (absoluten und gewichteten) Entfernungen zu diesem Ziel enthält.
Aus diesen Dateien ermittelt ein Zusatzprogramm für alle Quellen (=Kunden) je nach Szenario ein optimales dezentrales EKZ und ordnet es dieser Quelle zu. Optimierungskriterium ist die gewichtete kürzeste Entfernung Wohnung - EKZ. Ergebnis sind eine optimale Kundenverteilung (Pkw-Kunden/EKZ) sowie eine optimale Netzbelastung (Pkw/Strecke/Tag).
Dabei wird vorausgesetzt, daß Attraktivität, Bequemlichkeit des Einkaufs und Erreichbarkeit dieser dezentralen Einrichtungen etwa auf gleichem Niveau sind. (1999 wurden in einigen innerstädtischen Parkhäusern und Tiefgaragen die Gebühren gesenkt, um bei dem wichtigen Attraktivitätskriterium Parkmöglichkeit/Parkgebühr wenigstens vergleichbare Bedingungen zu den EKZ auf der „grünen Wiese“ zu schaffen).

Modellbildung

Die Kundenzahlen aus Quellgebieten (Einzugsgebiete) hängen sehr stark von der Entfernung ab. Bei früheren Untersuchungen am Globus-Markt waren prozentuale Häufigkeiten der Entfernungsklassen (Abstufung: 1 km) von Pkw-Kunden berechnet worden (WAGLER et.al. 1998). Wegen einer nicht gleichverteilten Einwohnerdichte in Abhängigkeit von der Entfernung zeigten die Häufigkeitsverteilungen starke Unregelmäßigkeiten. Bei den nun vorliegenden Verteilungsfunktionen für alle drei untersuchten EKZ ist das ebenso, trotz einer größeren statistischen Sicherheit durch wesentlich mehr Probanden.

Abb. 46 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Kilometerklassen für die Orte aus dem Umland, Abb. 47 die entsprechende Häufigkeitsverteilung für Kunden aus Leipzig.

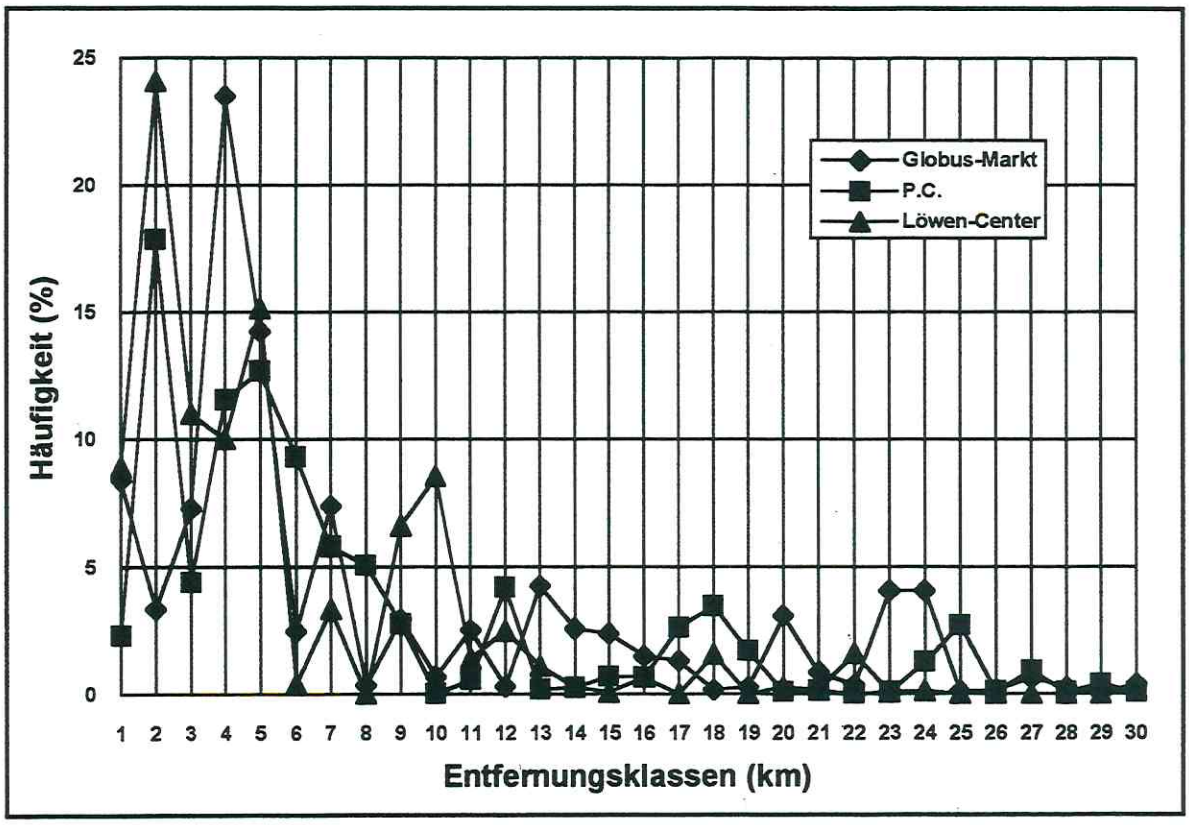


Abb. 46 : Häufigkeit der Entfernungsklassen in den Einzugsgebieten der 3 EKZ im Umland

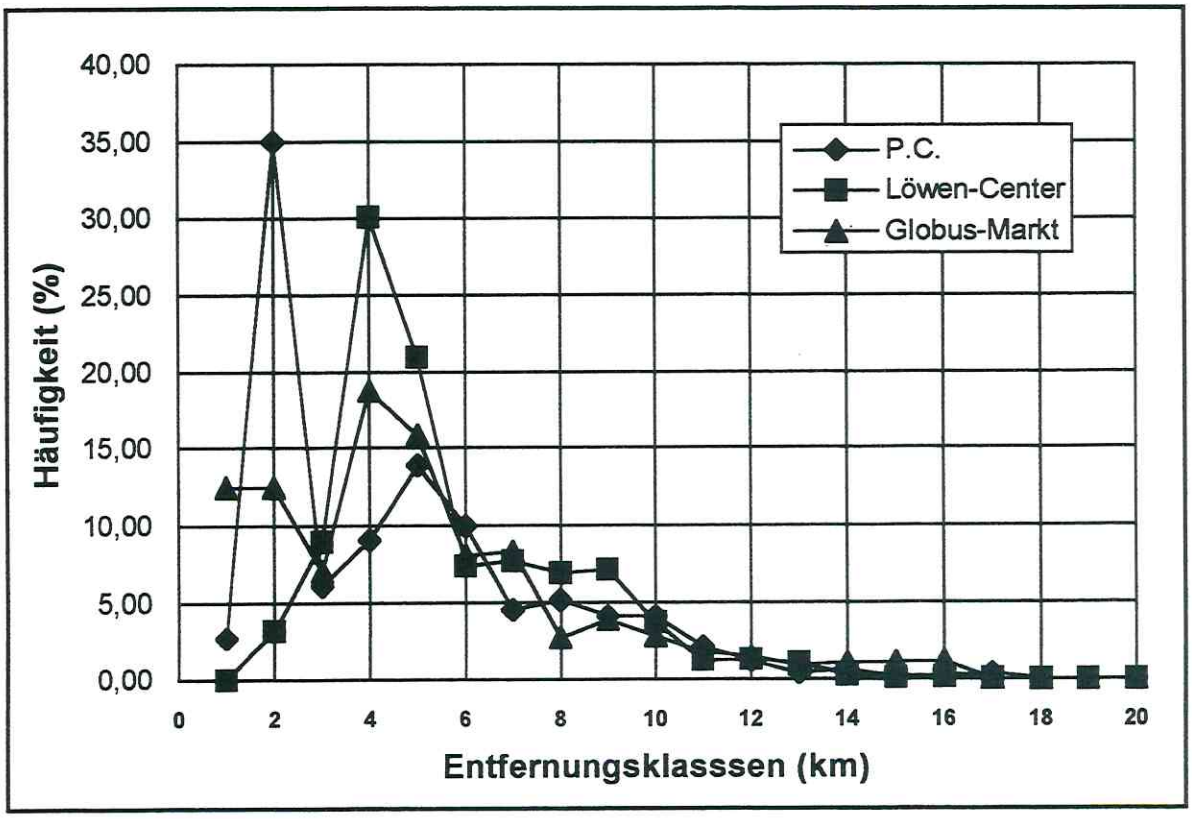


Abb. 47 : Häufigkeit der Entfernungsklassen in den Einzugsgebieten der 3 EKZ in Leipzig

Dabei entspricht die Entfernung in den Grafiken der tatsächlichen Entfernung im Netz, wie sie nach der Routenoptimierung und Berechnung der Einzugsgebiete vorliegt.

Die Differenzen in den Verteilungsfunktionen sind besonders im Nahbereich (Leipzig: bis 6 km) sehr groß, in den höheren Kilometerklassen zeigen sie bessere Übereinstimmung. Erwartungsgemäß sind die Differenzen in den Verteilungsfunktionen für Kunden aus dem Umland noch größer, da die Entfernungen ganz unterschiedlich sowohl mit Orten als auch mit Einwohnern/Ort belegt sind (für die Häufigkeitsverteilung am Löwen-Center befindet sich z.B. bei 10 km Schkeuditz, am Globus-Markt und am P.C. dagegen kein Ort).

Um zu einem (auch übertragbaren) Modell der Kundenzahlen aus Quellgebieten zu kommen, müssen die Einwohnerzahlen in den Einzugsgebieten berücksichtigt werden.

Im Folgenden wird ein Modell für die potentiellen Kundenzahlen aus Ortsteilen in Leipzig erarbeitet. Prinzipiell wäre ein ähnliches Vorgehen aber auch mit den erfaßten Kunden und Orten aus dem Umland möglich.

Für die erfaßten Kunden aus Leipzig ist die Adresse (Straße) bekannt. Für das Modell sind solche detaillierten Informationen nicht erforderlich. Wollte man so detailliert modellieren, müßten auch die Einwohner pro Straßenabschnitt bekannt sein und in die Modellierung eingehen.

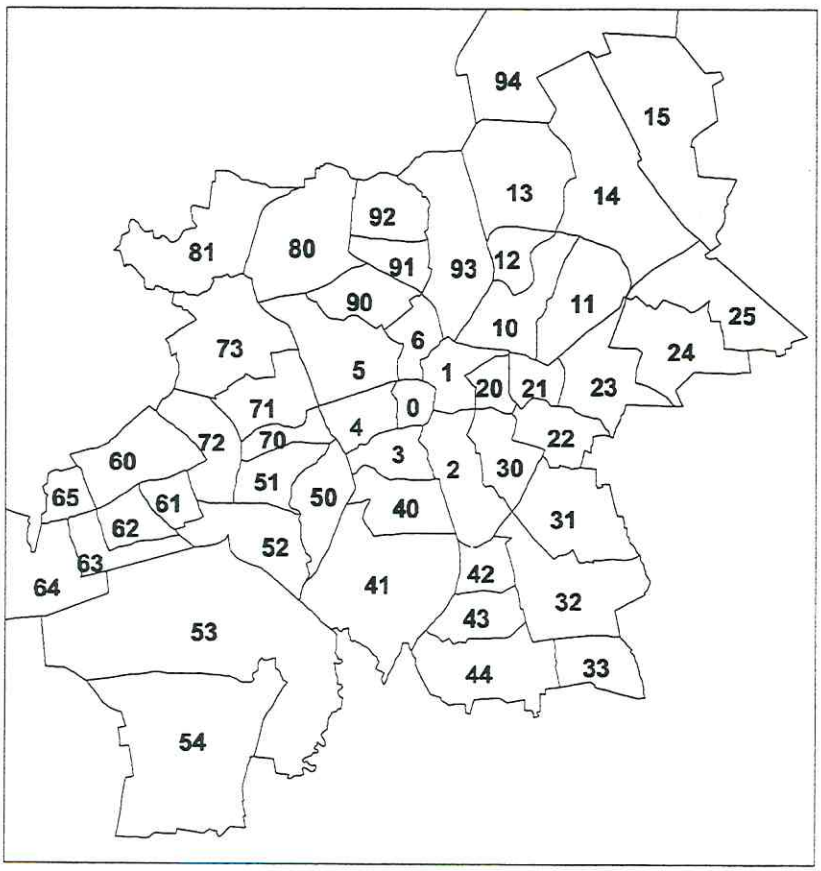


Abb. 48 : Ortsteile Leipzigs

Tabelle 7 : Ortsteile Leipzigs, Einwohnerzahlen und Kunden/EKZ (%)

Ortsteil	OT-Nr	Einwohner 97	LC%	GL%	PC%
Zentrum	0	2009	3,39	3,45	1,40
Zentrum-Ost	1	2834	1,85	2,49	3,02
Zentrum-Südost	2	9898	1,66	2,20	0,74
Zentrum-Süd	3	7845	0,69	1,76	0,76
Zentrum-West	4	6606	2,05	1,03	0,82
Zentrum-Nordwest	5	5167	3,98	0,23	1,75
Zentrum-Nord	6	5860	1,27	1,03	0,65
Schönefeld-Abtnaundorf	10	10179	0,15	0,36	3,40
Schönefeld-Ost	11	11216	0,15	0,16	4,95
Mockau-Süd	12	4229	0,50	0,20	1,62
Mockau-Nord	13	13160	0,08	0,09	1,69
Thekla	14	6716	0,11	0,14	2,60
Plaußig-Portitz	15	2349	0,00	0,62	5,86
Neustadt-Neuschönefeld	20	8348	0,35	0,40	2,49
Volkmarsdorf	21	9583	0,11	0,18	3,99
Anger-Crottendorf	22	8736	0,08	1,16	3,84
Sellerhausen-Stünz	23	9098	0,27	0,20	9,50
Paunsdorf	24	16716	0,04	0,38	15,18
Heiterblick	25	3034	0,08	0,10	20,00
Reudnitz-Thonberg	30	14282	0,50	1,80	1,69
Stötteritz	31	11734	0,11	6,08	1,62
Probstheida	32	4854	0,04	13,62	0,80
Meusdorf	33	4013	0,00	21,33	0,14
Südvorstadt	40	14709	0,85	2,32	0,41
Connewitz	41	12428	0,35	6,04	0,52
Marienbrunn	42	6619	0,23	5,91	0,51
Lößnig	43	12236	0,15	6,00	0,36
Dölitz-Dösen	44	4360	0,23	12,93	0,57
Schleußig	50	7894	1,39	0,95	0,20
Plagwitz	51	8120	2,08	0,49	0,23
Kleinzschocher	52	8347	1,62	0,46	0,11
Großzschocher	53	8732	0,97	0,62	0,11
Knauthain-Hartmannsdorf	54	4851	1,70	0,77	0,07
Schönau	60	6104	2,43	0,49	0,03
Grünau-Ost	61	10827	4,56	0,14	0,15
Grünau-Mitte	62	18810	3,20	0,16	0,12
Grünau-Siedlung	63	4103	3,44	0,81	0,23
Lausen-Grünau	64	19637	5,21	0,38	0,15
Grünau-Nord	65	14255	7,10	0,18	0,01
Lindenau	70	4269	4,75	0,59	0,74
Altlindenau	71	10354	9,58	0,14	0,28
Neulindenau	72	6120	6,72	0,47	0,09
Leutzsch	73	8146	13,55	0,16	0,40
Möckern	80	13232	3,28	0,05	0,51
Wahren	81	6201	4,48	0,31	0,57
Gohlis-Süd	90	10397	2,12	0,34	0,80
Gohlis-Mitte	91	12666	0,97	0,07	0,76
Gohlis-Nord	92	8736	0,93	0,08	1,29
Eutritzsch	93	11644	0,42	0,16	1,00
Seehausen	94	1967	0,19	0,00	1,27

Die Modellierung erfolgte in folgenden Schritten:

- Zusammenfassung der Leipziger Kunden nach Ortsteilen.
  (Abb. 48 zeigt eine Übersicht über die Ortsteile Leipzigs, Tabelle 7 enthält u.a. die Einwohnerzahlen/Ortsteil (STADT LEIPZIG 1998 a)).
  Die Kunden für die drei EKZ werden getrennt zusammengefaßt durch Verschneidung der Einzugsgebiete (Kunden/Straße mit Einkaufsfrequenz) mit den Ortsteilen mittels des Geographischen Informationssystems ArcInfo.
- Die Gesamtzahl der Kunden eines EKZ aus einem Ortsteil wird an einem Ortsteilzentrum konzentriert. Für dieses wird auch die Entfernung zum jeweiligen EKZ bestimmt, und alle Kunden dieses Ortsteils gehen dann mit dieser Entfernung in die Modellbildung ein.
- Die Verhältniszahlen „Kunden eines EKZ aus einem Ortsteil zur Einwohnerzahl" werden auf 100 % normiert. Dadurch sind die aus dem P.C., Globus-Markt und Löwen-Center gewonnenen Daten vergleichbar, was sonst wegen der unterschiedlichen Größe und Gesamtkundenanzahl nicht möglich wäre.

Aus Wertepaaren dieser normierten Anteile aus den drei EKZ und den mittleren Entfernungen der Ortsteile (in km) kann ein Modell gebildet werden.

Die normierten Anteile aus den drei EKZ und die Modellkurve, jeweils in Abhängigkeit von der Entfernung, werden in Abb. 49 gezeigt.

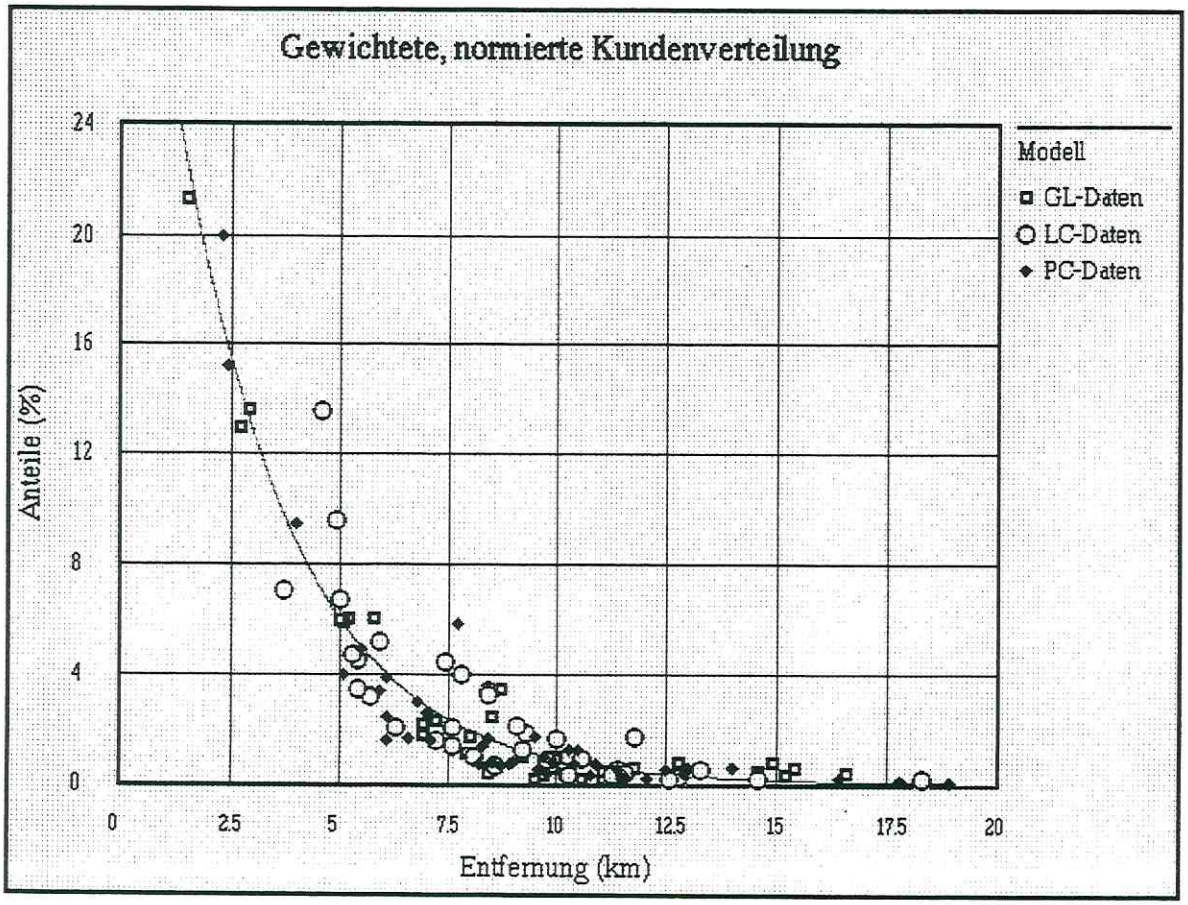


Abb. 49 : Normierte Anteile der Entfernungsklassen mit Modell

Die Modellkurve wurde durch Parameterschätzung (Least square Methode) aus folgenden Werteparen (A_{ij} , X_{ij}) erhalten:

$$A_{ij}^{gez} = \frac{H_{ij}}{\sum_i H_{ij}} \cdot 100$$

mit der Hilfsgröße (Verhältniszahl)

$$H_{ij} = \frac{K_{ij}^{gez}}{E_i}$$

, wobei

K	Pkw-Kunden/Tag	E	Einwohner/Ortsteil
H	Hilfsgröße	A	normierter Kundenanteil/Ortsteil
X	Entfernung (km)		
i	Ortsteile	j	EKZ
gez	gezählt	ber	berechnet

bedeuten.

Das Modell hat die Struktur

$$A_i^{ber} = a \cdot B^{-c \cdot X_i}$$

mit den Koeffizienten

a = 39,5
B = 35,86
c = 0,105

Für eine gegebene Gesamtkundenanzahl/Tag K_{ges} läßt sich die Kundenanzahl/Ortsteil berechnen:

$$K_i^{ber} = K_{ges} \cdot \frac{A_i^{ber} \cdot E_i}{\sum_i \left(A_i^{ber} \cdot E_i \right)}$$

Ein ähnliches Modell wurde für die Region St. Gallen aufgestellt (LAESSER 1996) für 11 Einzugsgebiete in Entfernungsklassen von 2 - 22 km.

Ob das Modell eine Normierung (und damit Übertragbarkeit) besitzt, ist nicht bekannt. Das Modell stellt eine Abklingkurve mit der Entfernung dar und hat die Struktur

$$\text{Zielanteil} = 0{,}202^{(-0{,}085 + 0{,}166 \Delta X)} .$$

Normiert man das Modell so, daß für mittlere Entfernungen (5 - 6 km) etwa gleiche Anteile wie in obigem Modell resultieren, dann ergibt das Modell von LAESSER im Nahbereich kleinere Anteile, dafür im Bereich > 12 km (in dem die absoluten Werte aber ohnehin klein sind) etwa die doppelten Werte.

St. Gallen (ca. 80 000 Einwohner, Kanton St. Gallen ca. 400 000 Einwohner) ist mit Leipzig wegen der unterschiedlichen Einwohnerzahlen nicht unmittelbar vergleichbar. Daß trotzdem ähnliche Modellbeziehungen resultieren zeigt, daß ein Modellansatz wie oben zur Beschreibung von Kundenzahlen in Abhängigkeit von der Entfernung prinzipiell richtig ist.

2.4.2 Fallbeispiele von Szenarien

1993 wurde in Leipzig das erste Stadtteilzentrenkonzept verabschiedet (STADT LEIPZIG 1993), das ein Beitrag zur Realisierung des Leitbildes "Stadt der kurzen Wege" sein und der Stärkung des innerstädtischen Handels als Reaktion auf die inzwischen auf der "grünen Wiese" entstandenen großflächigen Einzelhandelseinrichtungen dienen sollte. Die überarbeitete Form dieses Stadtteilzentrenkonzeptes (Zielperspektive 2005) wird 1999 vom Stadtrat verabschiedet werden (STADT LEIPZIG 1999).

Die in diesen Konzepten benannten Stadtteilzentren (STZ) (auch noch nicht gebaute) sind die Grundlage für die Auswahl der hier bearbeiteten Fallbeispiele von Szenarien.

Im Stadtteilzentrenkonzept werden die Zentren nach den Kriterien Einzugsbereich, Branchenmix, Betriebsgrößenmix, Betriebstypenmix, Veranstaltungen, Verkehrsanbindung, Komplementärnutzungen u.a. in A-Zentren (Stadtzentrum mit Hauptbahnhof-Promenaden), B- und C-Zentren (Stadtteilzentren) und D-Zentren (Nahversorgungszentren) eingeteilt.

Die Dimension der B-Zentren erfüllen das Paunsdorf-Center (P.C.) und das Allee-Center. C-Zentren sind die STZ Gohlis-Mitte, Reudnitz, Plagwitz, Jupiterstraße, Connewitzer Kreuz, Lindenauer Markt, Moritzhof, Eutritzsch-Zentrum und das Südwestzentrum Großzschocher.

Für die Berechnung optimaler Kundenverteilungen kommen noch die untersuchten Einkaufszentren Löwen-Center und Globus-Markt sowie der Sachsenpark im Norden Leipzigs dazu. Der Sachsenpark ist nicht als Stadtteilzentrum ausgewiesen, muß aber wegen seiner Verkaufsfläche berücksichtigt werden.

Das P.C. hat eine Doppelfunktion: es ist STZ und gleichzeitig ist es mit seiner verkehrsinduzierenden Wirkung wie die Einkaufszentren Löwen-Center und Globus-Markt zu behandeln.

Für die insgesamt 15 Einkaufszentren (4(3) EKZ am Stadtrand/im suburbanen Raum und 11(12) A-, B- und C-Zentren) werden bei der Optimierung der Kundenverteilung etwa gleiche Attraktivität (s.o.) vorausgesetzt.

Zwei Fallbeispiele beziehen noch die D-Zentren Stötteritz (Stellenwert war nach dem ersten Stadtteilzentrenkonzept größer), Permoser-Eck Schönefeld (Lage im unmittelbaren Einzugsgebiet des P.C.) und Mockau-Center (besondere Lage im Hinblick auf die Verkehrsumleitungen durch den Bau der Berliner Brücke, s.2.3.2.3) ein.

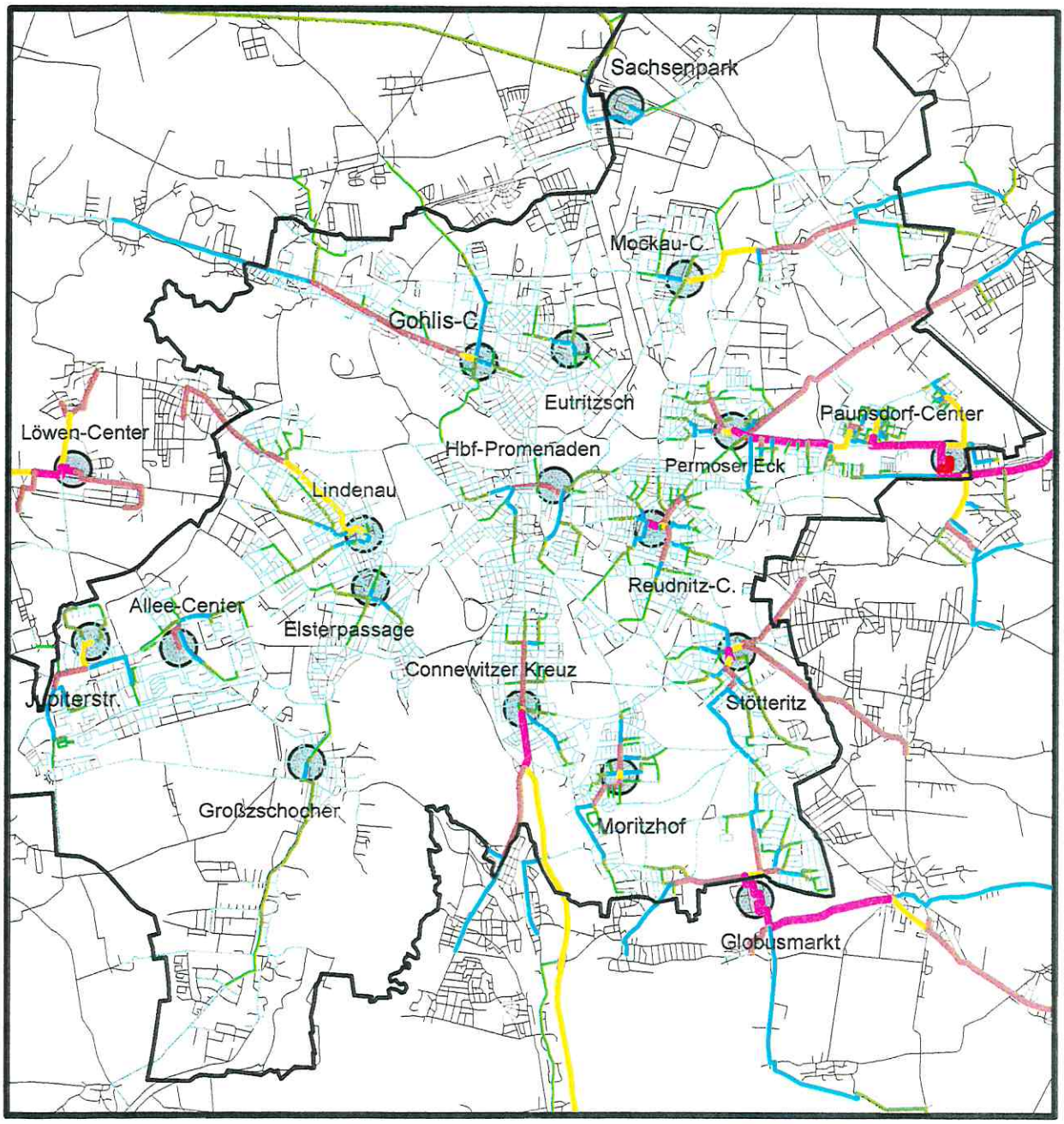


Abb. 50 : Standorte der 18 untersuchten Einrichtungen

2.4.2.1 Kundenumverteilung auf Stadtteilzentren

Die Standorte aller 18 berücksichtigten Einkaufszentren gehen aus Abb. 50 hervor. In Tabelle 8 werden alle Fallbeispiele von Szenarien nach Quellen und Zielen beschrieben.

Tabelle 8 : Beschreibung der untersuchten Szenarien

Nr.	Kurzbezeichnung	Quellen / Ziele / Kommentar
1	Realfall	Keine Optimierung, Quellen erfragt, Ziele erfragt (P.C., Globus-Markt, Löwen-Center)
2	3 EKZ	Optimierung, Ziele : P.C., Globus-Markt, Löwen-Center
3	A+B-Zentren	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center
4	9 EKZ	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center, Eutritzsch-Zentrum, STZ Plagwitz, Moritzhof
5	18 EKZ	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center, Eutritzsch-Zentrum, Gohlis-Mitte, STZ Reudnitz, STZ Plagwitz, Südwest-Zentrum Großzschocher, STZ Jupiterstraße, Lindenauer Markt, STZ Connewitzer Kreuz, Moritzhof, Permoser-Eck Schönefeld, Mockau-Center, STZ Stötteritz
6	17 EKZ	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center, Eutritzsch-Zentrum, Gohlis-Mitte, STZ Reudnitz, STZ Plagwitz, Südwest-Zentrum Großzschocher, STZ Jupiterstraße, Lindenauer Markt, STZ Connewitzer Kreuz, Moritzhof, Permoser-Eck Schönefeld, Mockau-Center
7a	A+B+C-Zentren	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center, Eutritzsch-Zentrum, Gohlis-Mitte, STZ Reudnitz, STZ Plagwitz, Südwest-Zentrum Großzschocher, STZ Jupiterstraße, Lindenauer Markt, STZ Connewitzer Kreuz, Moritzhof
7b	A+B+C-Zentren	wie 7a, mit Fußgängerbereichen
8a	Umland-EKZ	Quellen : alle erfragten Kunden aus dem Umland Ziele : P.C., Globus-Markt, Löwen-Center
8b	Umland-Hbf	Quellen : alle erfragten Kunden aus dem Umland Ziel : Hauptbahnhof-Promenaden

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sowohl graphisch (farbige Netzbelegungen Kfz/Strecke/Tag mit einheitlicher Klassifizierung) als auch tabellarisch.

Klassifierung der Netzbelegungen (Kfz/Strecke/Tag):

In Tabelle 10 sind (neben den Emissionen) die als Bewertungskriterium ausgewiesene Fahrleistung für jedes Szenario aufgeführt, in Tabelle A33 ist die nach Optimierung erhaltene neue Kundenverteilung (als Pkw-Kunden/EKZ/Tag (=Kunden/EKZ/Tag)) der insgesamt 25 550 Basiskunden (= Einkaufsfahrten/Tag) tabelliert.

Abb. 51 stellt **Szenario 1 (Realfall)** dar, d.h. aufgenommen sind alle befragten Kunden als Quellen (12300 Pkw/Tag am P.C., 8250 Pkw/Tag am Globus-Markt, 5000 Pkw/Tag am Löwen-Center). Die Netzbelegungen (Kfz/Strecke/Tag) ergeben sich aus der Aufsummierung der Hin- und Rückfahrten aller Kunden auf den optimalen Fahrtrouten. In diesem Szenario wurde die Kundenverteilung nicht optimiert: jeder Kunde fährt zu dem EKZ, das bei der Befragung genannt wurde.
In dem dargestellten Kartenausschnitt (Hochwerte 56 79 500 bis 56 98 000, Rechtswerte 45 17 500 bis 45 35 000) werden in diesem Szenario

262 563 Pkw-km/Tag

zurückgelegt. Diese Fahrleistung wird zum Vergleich der Szenarien verwendet.
Zur Einschätzung der Gesamtfahrleistung kommen noch die Fahrleistungen aus Orten außerhalb des Kartenausschnittes bis zum Kartenrand hinzu. Sie betragen insgesamt noch

88 631 Pkw-km/Tag.

(Dieser Wert ist konstant und ist in allen Szenarien den dort ausgewiesen Fahrleistungen (im Kartenausschnitt) noch hinzuzufügen).
Die Bezugsgröße 262 563 Pkw-Km/Tag setzt sich aus den Komponenten

Kunden aus Leipzig:	176 751	Pkw-km/Tag
Kunden aus dem Umland:	85 812	Pkw-km/Tag

oder

Kunden des P.C.:	127 547	Pkw-km/Tag
Kunden des Globus-Marktes:	91 669	Pkw-km/tag
Kunden des Löwen-Centers	43 347	Pkw-km/Tag

zusammen.

Alle weiteren Szenarien enthalten Ergebnisse der optimalen Kundenumverteilung je nach einbezogenen STZ.

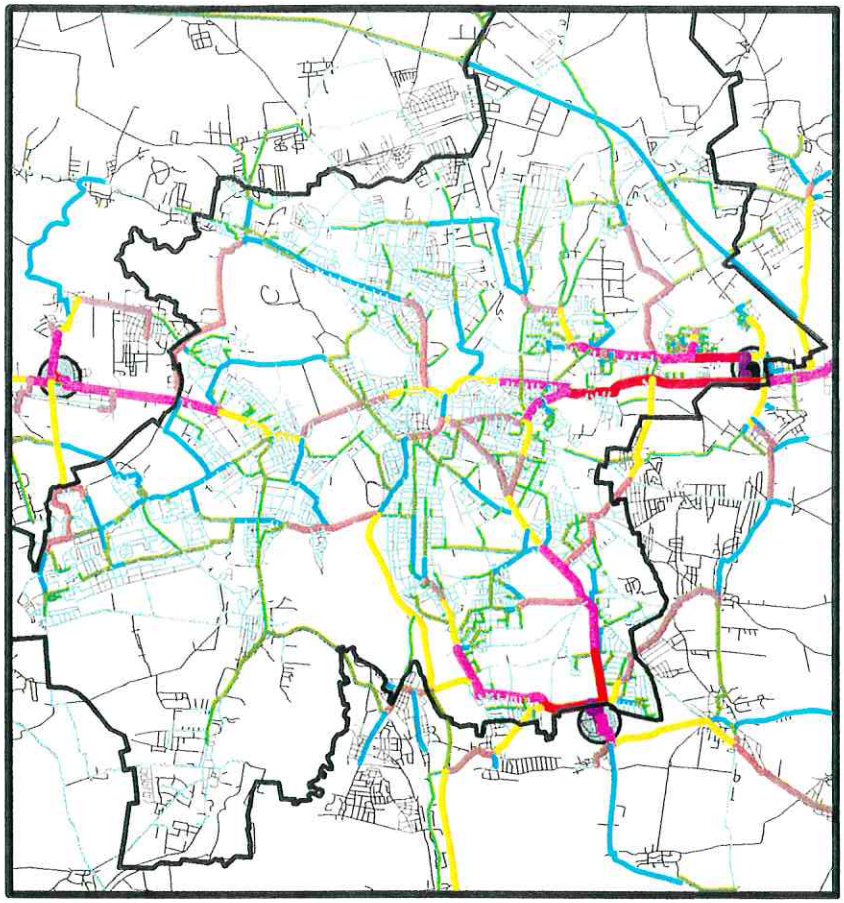


Abb. 51 : Netzbelegung des Szenarios 1 (Realfall)

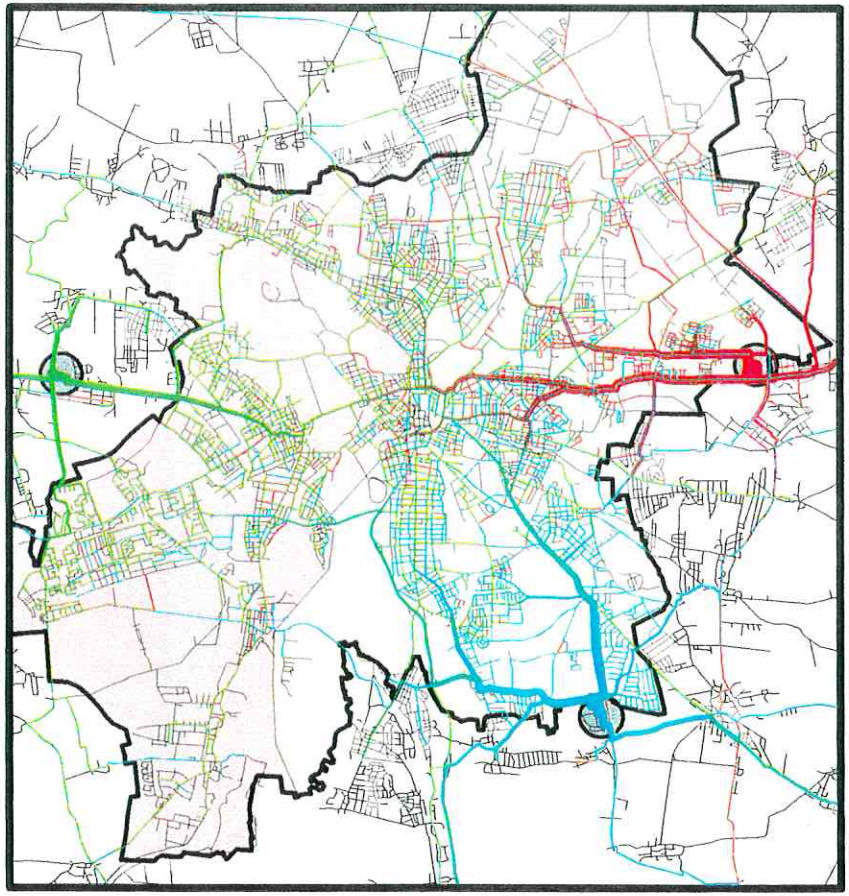


Abb. 52 : Einzugsgebiete des Paunsdorf-Centers, Löwen-Centers und Globus-Marktes

Im **Szenario 2 (3 EKZ)** kommen keine weiteren STZ als Ziele hinzu. Optimiert werden lediglich die Einzugsgebiete der drei untersuchten EKZ. Dargestellt sind in Abb. 52 die optimalen Einzugsgebiete (Gebietszuordnung), darüber die realen Einzugsgebiete (Straßennetz):

Würden die Kunden der drei EKZ nur das für sie optimale EKZ anfahren, ergäbe sich folgende Kundenverteilung (s.a. Tabelle A33): Zum P.C. würden dann 900 Kunden weniger, zum Löwen-Center etwa 900 mehr fahren, und am Globus-Markt bleibt die Pkw-Kundenanzahl etwa erhalten. Die Fahrleistung beträgt in diesem Szenario

234 328 Pkw-km/Tag.

Das wären bereits 10,8 % weniger als im Bezugsszenario 1 (Realfall).

Im **Szenario 3 (A+B-Zentren)** werden als potentielle Ziele der Kundenumverteilung die EKZ am Stadtrand bzw. im suburbanen Raum (P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark) und die A- und B-Zentren (Hauptbahnhof-Promenaden, Allee-Center) betrachtet.
Für fast 1/3 aller Pkw-Kunden (8053) sind die Hauptbahnhof-Promenaden das nächstgelegene STZ (s. Netzbelegung und daraus erkennbare Einzugsgebiete in Abb. 53). Der Sachsenpark würde von der Umverteilung mit 767 Kunden/Tag, das Alle-Center mit 1653 Kunden/Tag (s. Tabelle A33 im Anhang) profitieren. Die Umverteilung ginge zum größten Teil zu Lasten des P.C., das in diesem Szenario fast die Hälfte aller Pkw-Kunden verlieren würde.
Die Fahrleistung beträgt in diesem Szenario

179 735 Pkw-km/Tag.

Das bedeutet eine Verminderung um 31,5 % gegenüber dem Szenario 1 (Realfall).

Vor Behandlung des "Vorzugsszenarios" 7 (A+B+C-Zentren) werden noch drei weitere Fälle verglichen.

Szenario 4 (9 EKZ) berücksichtigt C-Zentren, die bereits gebaut sind bzw. die die angegebene Zentrenkategorie repräsentieren (einbezogen werden der Moritzhof, das Eutritzsch-Zentrum und das STZ Plagwitz). Wegen der Häufung der Zentren im Westen Leipzigs werden die C-Zentren Großzschocher und Jupiterstraße in diesem Szenario noch nicht berücksichtigt.

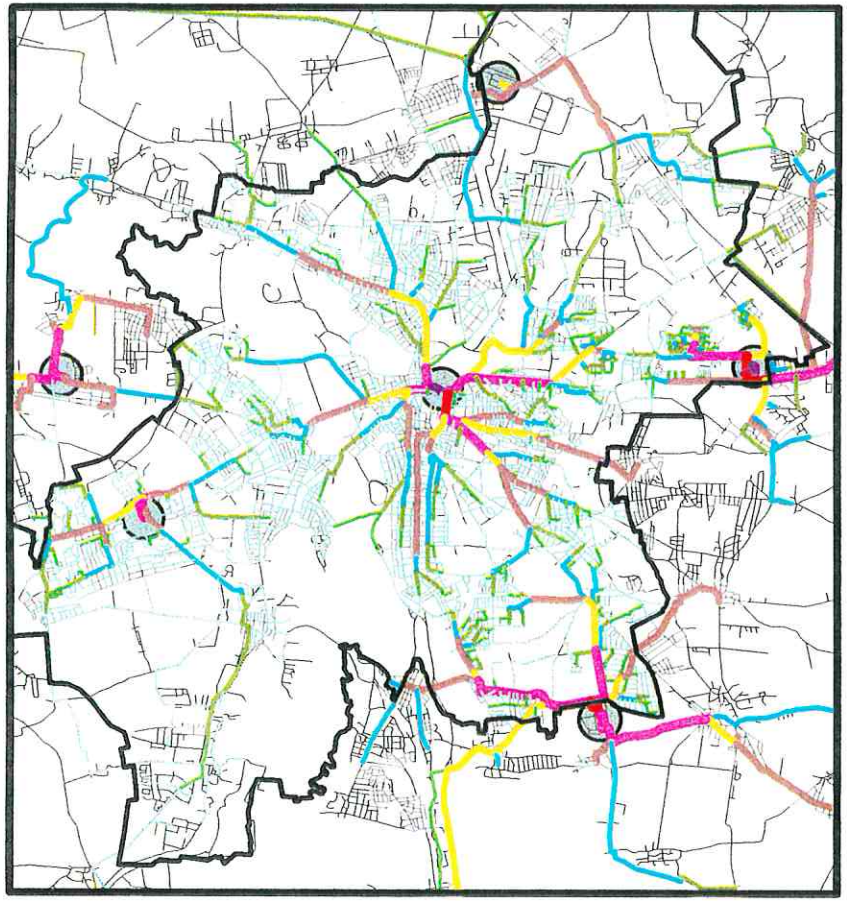


Abb. 53 : Netzbelegung des Szenarios 3 (A+B-Zentren)

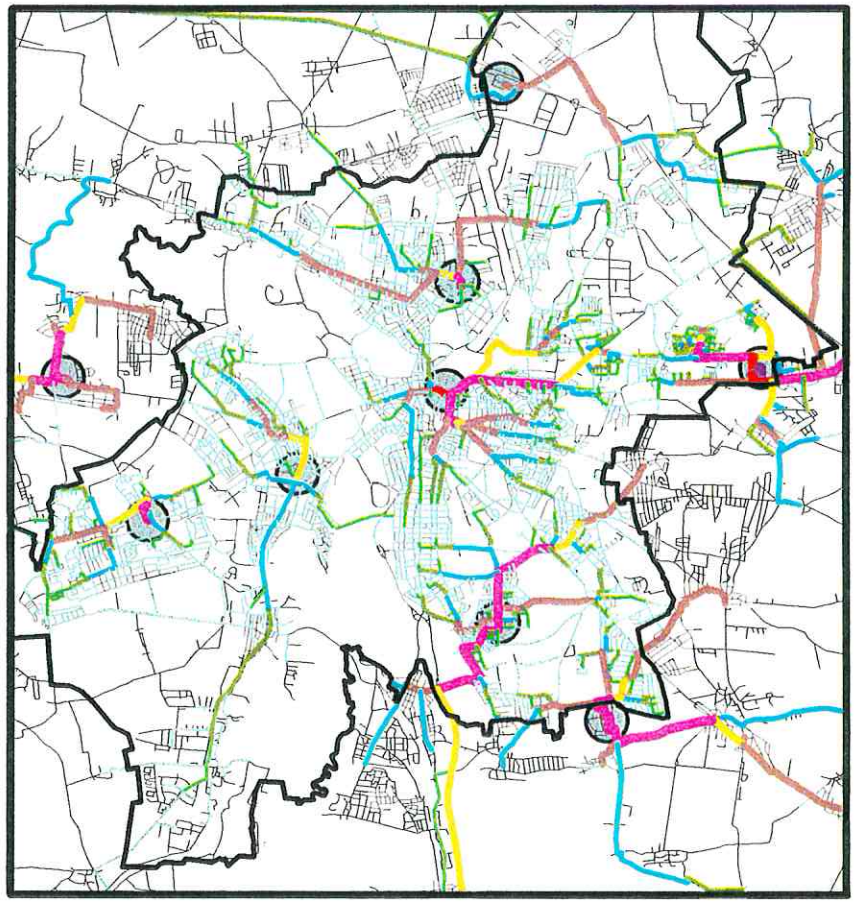


Abb. 54 : Netzbelegung des Szenarios 4 (9 EKZ)

Die optimale Netzbelegung ist in Abb. 54 dargestellt. Das Einzugsgebiet bzw. die Kundenzahl blieben beim P.C. im Vergleich zu Szenario 3 konstant (6430 Kunden/Tag), am Globus-Markt ginge die Anzahl von 5910 auf 3351 zurück, an den Hauptbahnhof-Promenaden würde sie von 8035 auf 4570 und am Allee-Center von 1653 auf 1249 Kunden/Tag sinken. Die Änderungen am Sachsenpark und am Löwen-Center wären unbedeutend. Gewinner wären im Norden das neu hinzugekommene Eutritzsch-Zentrum (+ 1395 Kunden/Tag), im Westen das STZ Plagwitz (+ 1260 Kunden/Tag), vor allem aber im Südraum der Moritzhof (+ 4250 Kunden/Tag), der einen besonders günstigen Standort bezüglich der Erreichbarkeit besitzt. Die Fahrleistung beträgt für dieses Szenario

157 453 Pkw-km/Tag.

Das entspräche einer Reduktion um 40 % im Vergleich zum Szenario 1 (Realfall).

In der ursprünglichen Planung hatte das STZ Stötteritz (Holzhäuser Straße/Kolmstraße) einen höheren Stellenwert und wurde erst in der überarbeiteten Planung der STZ in die Kategorie der D-Zentren eingeordnet. Wegen seiner Lage zwischen dem P.C. und dem Globus-Markt wird es ebenso wie die D-Zentren Permoser-Eck Schönefeld (im Einzugsgebiet des P.C.) und Mockau-Center (Häufung der Zentren im Norden, besondere Verkehrssituation (Umleitungen) durch Bau der Berliner Brücke) in dem **Szenario 5 (18 EKZ)** berücksichtigt.

In Abb. 55 ist das Ergebnis der optimalen Netzbelegung, in Tabelle A 33 die optimale Kundenverteilung auf 18 Zentren dargestellt.
Mit 1974 Kunden/Tag wäre der Anteil des Zentrums Stötteritz überproportional hoch, der Anteil des Mockau-Centers beträge nur 909 Kunden/Tag. Für besonders viele Kunden (3282) läge das Permoser-Eck in der kürzesten Entfernung. Es stellt bezüglich der Erreichbarkeit einen sehr guten Standort dar. Es profitiert vor allem aus seiner Lage im Einzugsgebiet des P.C., das in diesem Szenario nur noch für 4670 Kunden das optimale STZ wäre.

Szenario 6 (17 EKZ) unterscheidet sich von Szenario 5 (18 EKZ) lediglich durch das Fehlen des STZ Stötteritz. Die optimale Netzbelegung ist in Abb. 56, die optimale Kundenverteilung in Tabelle A33 dargestellt.
Die meisten Einzugsgebiete bleiben im Vergleich zu Szenario 5 unverändert. Die 1974 Kunden/Tag des STZ Stötteritz würden sich sich auf den Moritzhof (von 1205 auf 1968), den Globus-Markt (von 2880 auf 3351) und auf das STZ Reudnitz (von 1510 auf 2248 Kunden/Tag) verteilen.

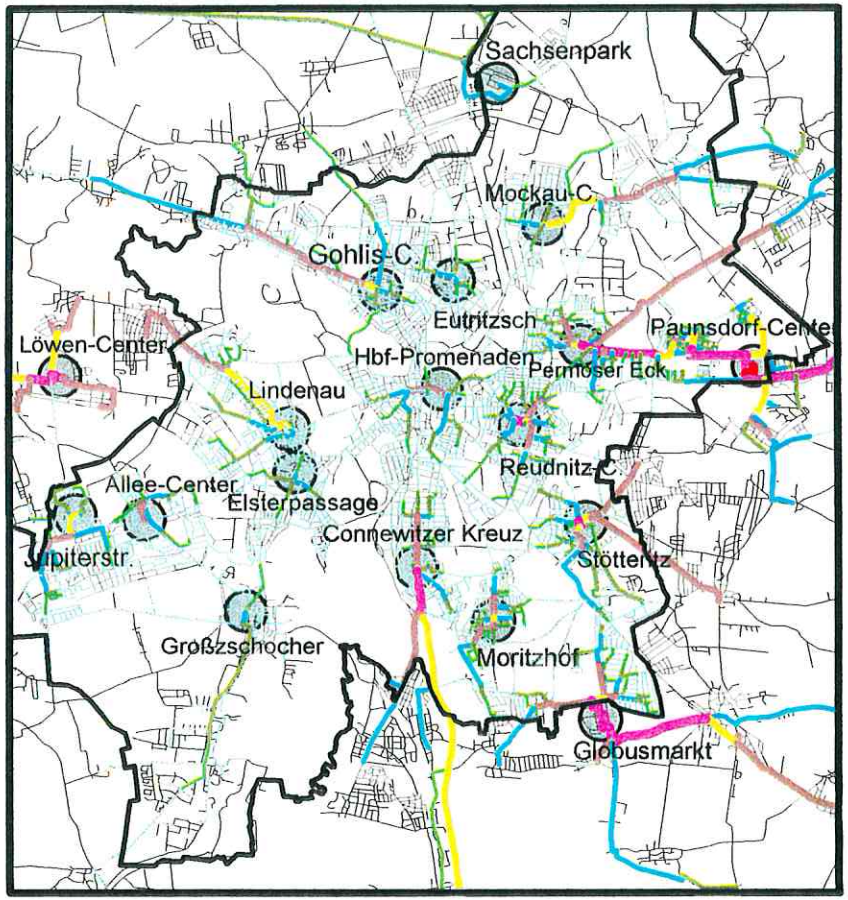


Abb. 55 : Netzbelegung des Szenarios 5 (18 EKZ)

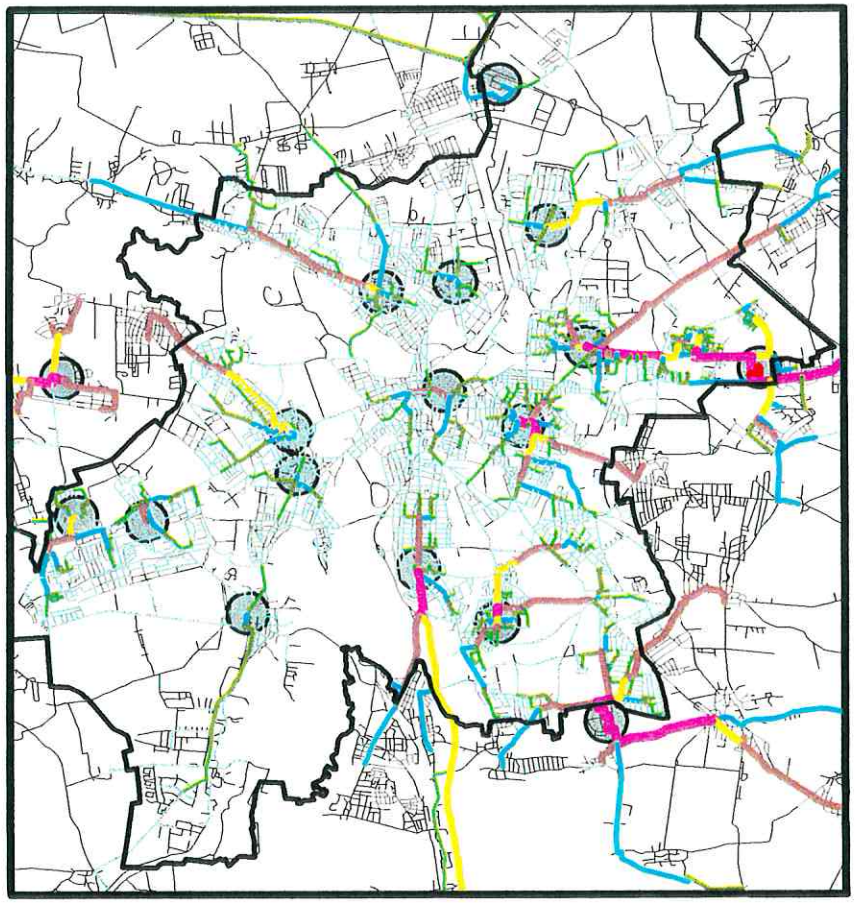


Abb. 56 : Netzbelegung des Szenarios 6 (17 EKZ)

In **Szenario 7a (A+B+C-Zentren)** werden alle A-, B- und C-Zentren berücksichtigt.
Im Vergleich zu Szenario 6 bleiben die Kundenzahlen beim Löwen-Center, Globus-Markt, Moritzhof, Allee-Center, Hauptbahnhof, Südwestzentrum Großzschocher und den STZ Gohlis-Mitte, Plagwitz, Lindenauer Markt, Jupiterstraße und Connewitzer Kreuz unverändert. Unbedeutende Veränderungen ergeben sich für den Sachsenpark und das Eutritzsch-Zentrum. Am meisten würden das P.C. (Zuwachs von 4670 auf 6145 Kunden/Tag) und das STZ Reudnitz (von 2248 auf 4366) profitieren, die nicht nur die 3282 Kunden des Permoser-Eck Schönefeld, sondern auch den größten Teil der Kunden des Mockau-Centers abziehen würden.

Die Fahrleistung beträgt für dieses Szenario

135 242 Pkw-km/Tag.

Das wären nur noch 51,5 % des Vergleichsszenarios 1 (Realfall).

Auf das STZ Reudnitz entfielen in diesem Szenario nach dem P.C. (6145 Kunden/Tag) die meisten Kunden (4366) aller Ziel-STZ.
Diese hervorragende Bedeutung des STZ Reudnitz ist teils objektiv (relative Lage zu dichtbesiedelten Ortsteilen), teils subjektiv begründet.
Man würde z.B. erwarten, daß der Ortsteil Heiterblick und Teile von Thekla zum optimalen Einzugsgebiet des P.C. gehören würden. Die direkte Straßenverbindung Paunsdorfer Allee/Portitzer Allee ist aber nicht gegeben (im Streckenabschnitt „Emiliens Hölzchen“ ist nur Straßenbahnverkehr erlaubt). Der Verkehr aus nördlichen Stadtteilen und insbesondere aus Teilen von Heiterblick und Thekla ist nur über die Hohentichelnstraße möglich. An der Einmündung der Hohentichelnstraße in die Torgauer Straße betragen die Entfernungen zum P.C. 3951 m, zum STZ Reudnitz 3979 m. Durch die (teils subjektive) Festlegung von Gewichtsfaktoren für Straßen (s. 2.2.1) und die Verwendung der gewichteten Entfernung als Optimierungskriterium ist an diesem Punkt die gewichtete Entfernung zum STZ Reudnitz kleiner, und damit gehören alle über diesen Knoten erreichbaren Gebiete zum Einzugsgebiet des STZ Reudnitz.
(Dieses Ergebnis wurde aber nicht zum Anlaß genommen, die einmal festgelegten Wichtungsfaktoren zu ändern. Einmal begonnene Korrekturen auf Grund „unerwünschter“ Einzelergebnisse könnten eine Kettenreaktion auslösen und die Ergebnisse würden teils beliebig. Wenn Änderungen der Wichtungsfaktoren vorgenommen werden sollten, dann nur im gesamten Netz auf vergleichbarer Grundlage).

In 2.4 war begründet und festgelegt worden, als Vergleichskriterium für die Szenarien die Fahrleistung (also auf der Basis Pkw-Verkehr) zu berechnen.

Je mehr STZ in die Szenarien einbezogen werden, umso geringer werden die durchschnittlichen Entfernungen zwischen Wohnen und Einkauf. Es ist also sinnvoll zu untersuchen, inwieweit die STZ für einige Kunden in fußläufiger Entfernung liegen würden (das Problem des Abtransports der gekauften Waren bei den vorwiegend praktizierten „Großmengeneinkäufen" bleibt aber bestehen!).

Angaben in der Literatur zu akzeptierten fußläufigen Entfernungen schwanken z.B. zwischen 500 m (LEHMBROCK 1997), 800 m (KICKNER 1999), 1,06 km (KUTTER 1994) und (erzwungen durch Sperrung der Aachener Innenstadt für Pkw) 1,5 km (EDELMANN 1997).
Bei den eigenen Kundenbefragungen (2.2.2-2.2.4) waren 118 Personen als Fußgänger ermittelt worden. Aus ihren Ortsangaben wurde eine mittlere Entfernung Wohnen-Einkaufen von 1349 m berechnet. Als Entfernung wird der Mittelpunkt einer Strecke, an der die Wohnung liegt, zum Zielknoten eines EKZ definiert. Die Entfernung gilt für Fahrstraßen, eventuelle Fußgängerabkürzungen konnten nicht berücksichtigt werden. Die für Fußgänger berechnete mittlere Entfernung ist ggf. etwas zu hoch.

Szenario 7b (A+B+C-Zentren) basiert auf der Einbeziehung eines fußläufigen Bereiches von 1,3 km für jedes EKZ. Quellen (=Kunden) aus diesem Bereich werden nicht mehr berücksichtigt (d.h. haben keinen Anteil an der Netzbelegung und an der Fahrleistung).
Das Ergebnis der Optimierung dieses Szenarios zeigt Abb. 57. Die Einzugsbereiche der Einkaufszentren sind farbig, die Fußgängerbereiche sind weiß dargestellt. Im Falle benachbarter EKZ gehen die Fußgängerbereiche ineinander über (Gohlis-Mitte/Eutritzsch-Zentrum/Hauptbahnhof-Promenaden/STZ Reudnitz bzw. STZ Plagwitz/Lindenauer Markt oder STZ Connewitzer Kreuz/Moritzhof).
Die ungleich großen Einzugsgebiete der EKZ resultieren aus ihrem Standort, der Struktur des Streckennetzes und der Verteilung der Gewichtsfaktoren für Haupt- und Nebenstraßen (s.o.).
Die Fahrleistung für dieses Szenario beträgt

128 117 Pkw-km/Tag.

Diese optimistische „Vorzugsvariante" würde die Fahrleistung im Vergleich zum Realfall um 51,2 % verringern.
Ein beträchtliches Potential zur Verringerung der Fahrleistungen durch das Zentrenkonzept ist somit vorhanden.

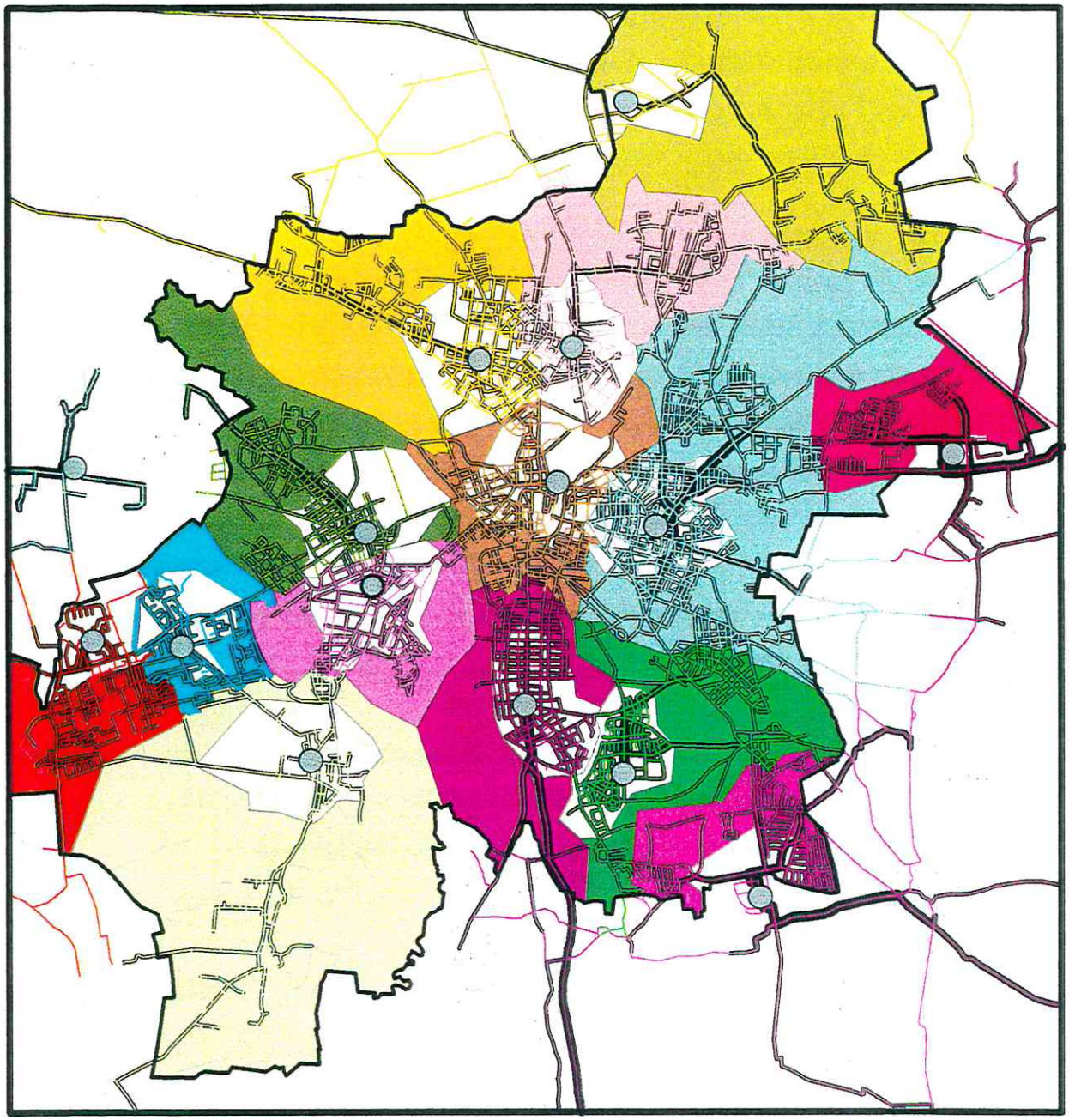


Abb. 57 : Szenario 7b (A+B+C-Zentren) mit Fußgängerbereichen

Die optimalen Einzugsgebiete der 15 Einkaufszentren dieses Szenarios sind wie folgt dargestellt (das optimale Einzugsgebiet des Löwen-Centers liegt außerhalb des Stadtgebietes von Leipzig und wird nicht gezeigt) :

Sachsenpark	Allee-Center	Globusmarkt
Gohlis-Mitte	Jupiterstr.	Moritzhof
Eutritzsch-Zentrum	Lindenauer Markt	Reudnitz
Paunsdorf-Center	Großzschocher	Connewitzer Kreuz
Hbf-Promenaden	Plagwitz/Elsterpass.	Zu Fuß erreichbar

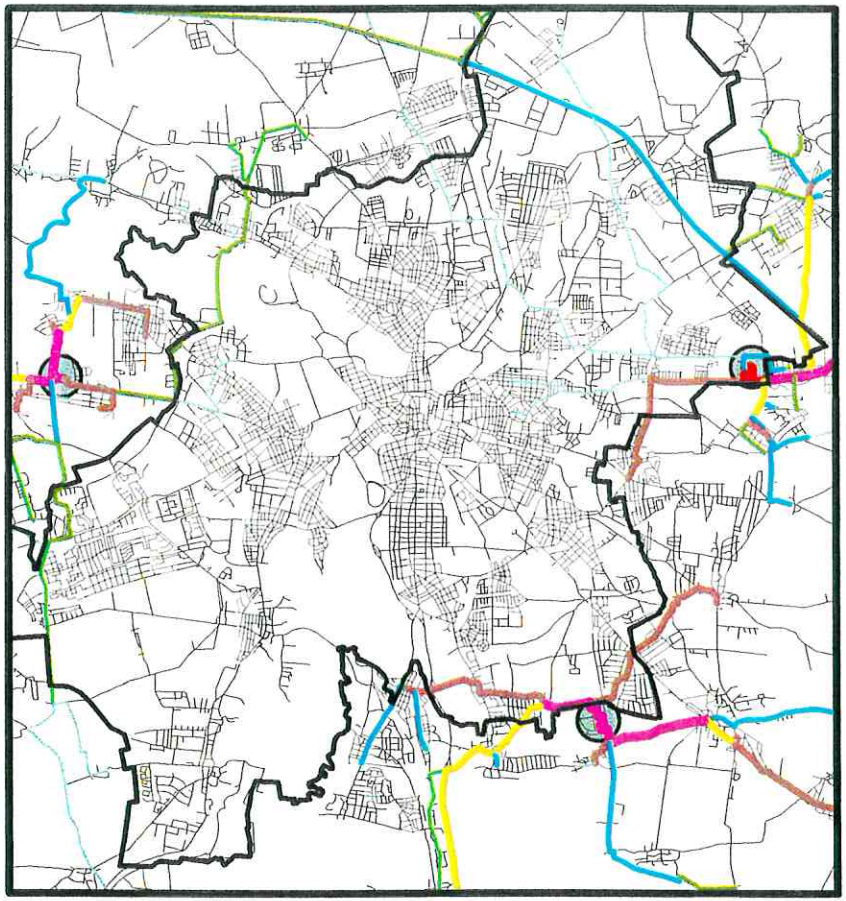


Abb. 58 : Szenario 8a (Umland) : Netzbelegung
für 3 EKZ als Ziele

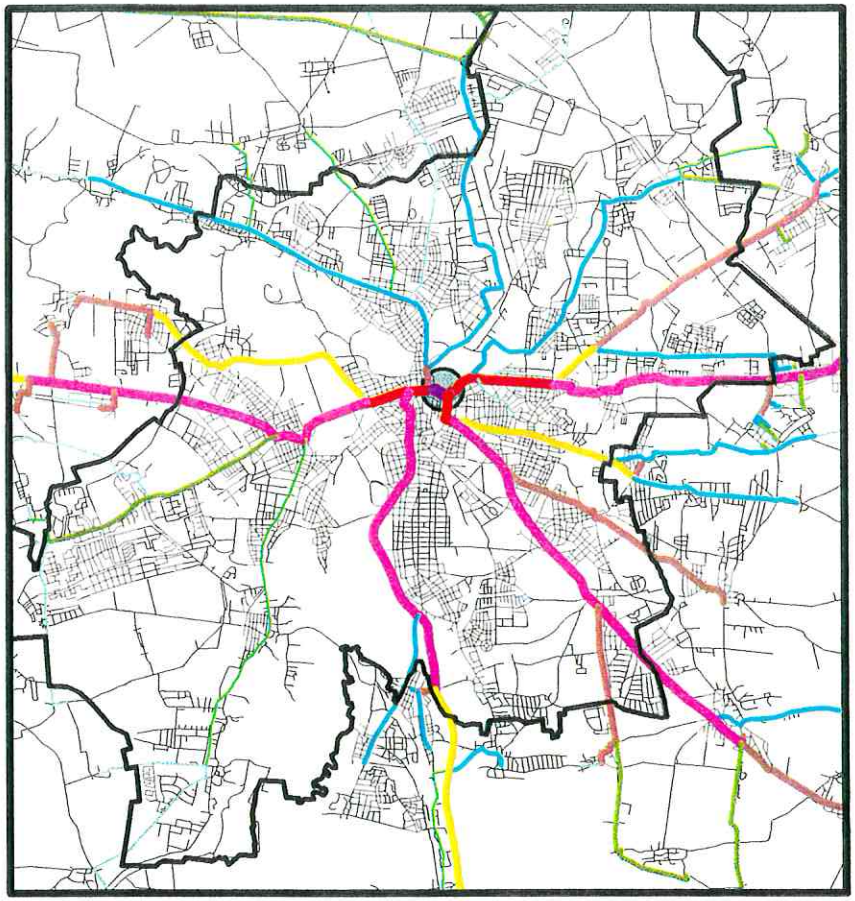


Abb. 59 : Szenario 8b (Umland) : Netzbelegung
für Hauptbahnhof-Promenaden als Ziel

Wie in 2.2.2-2.2.4 festgestellt, erstreckt sich das Einzugsgebiet der drei untersuchten EKZ weit ins Umland hinein.

Abb. 58 enthält die optimierte Netzbelegung bei Verteilung der Kunden aus dem Umland auf die drei EKZ **(Szenario 8 a (Umland-EKZ)).** Innerhalb des Kartenausschnittes beträgt die Fahrleistung dieser Kunden

76 709 Pkw-km.

Im **Szenario 8 b (Umland-Hbf)** wird der Fall berechnet, daß alle bisherigen Kunden aus dem Umland nicht mehr die EKZ am Stadtrand (auf der „grünen Wiese") anfahren, sondern zum Zentrum Leipzigs (stellvertretend für das Zentrum wurden die Hauptbahnhof-Promenaden gewählt) fahren würden (Abb. 59).

Die Fahrleistung erhöht sich in diesem Fall auf

182 200 Pkw-km.

Das wären 237 % gegenüber Variante 8 a und immerhin 212 % gegenüber der Fahrleistung im Szenario 1 (Realfall).

Die notwendige Stärkung der Innenstädte und die Erhöhung deren Attraktivität im Wettbewerb mit der „grünen Wiese" sind unbestritten. Dies muß aber gleichzeitig mit intelligenten verkehrsvermeidenden Lösungen (z.B. Park + Ride) gekoppelt werden, andernfalls könnte eine Attraktivitätssteigerung der Innenstädte zum gegenteiligen Effekt, d.h. in diesem Fall statt Entlastung zu noch mehr Verkehrsbelastung führen.

2.4.2.2 Modellhafte Simulation von Kundenzahlen aus Ortsteilen

In 2.4.1 war aus den Einzugsgebieten der drei untersuchten EKZ (akkumuliert auf Ortsteile), mittleren Entfernungen der Ortsteile von den EKZ und den Einwohnerzahlen der Ortsteile ein Modell entwickelt worden, das Kundenzahlen aus hypothetischen Quellgebieten (besser: geplanten, aber noch nicht realisierten) Einkaufszentren simulieren kann. Aus einer Gesamtkundenzahl werden die Anteile jedes Ortsteils (=Einzugsgebiete) berechnet und an einem Ortsteilzentrum als Quelle lokalisiert.

Das Modell wird in den Szenarien, die in Tabelle 9 beschrieben sind, angewandt. Ergebnisse der simulierten Kundenzahlen befinden sich in Tabelle A34 im Anhang.

Tabelle 9 : Beschreibung der Varianten für modellhafte Simulation

Nr.	Kurzbezeichnung	Kommentar	
9	Reudnitz	Quellen :	Zentren der Ortsteile mit Kundenzahlen nach Modell
		Ziel :	STZ Reudnitz
10	Sachsenpark	Quellen :	Zentren der Ortsteile mit Kundenzahlen nach Modell
		Ziel :	Sachsenpark
11	Saalepark	Quellen :	Zentren der Ortsteile mit Kundenzahlen nach Modell
		Ziel :	Saalepark
12	Max	Quellen :	Alle erfragten Kunden + Zentren der Ortsteile mit Kundenzahlen nach Modell für Sachsenpark, Saalepark, Pösnapark
		Ziele :	P.C., Globus-Markt, Löwen-Center, Sachsenpark, Saalepark, Pösnapark

Szenario 9 (Reudnitz) simuliert die Kundenzahlen in den Ortsteilen für das STZ Reudnitz, das sich noch im Aufbaustadium befindet. Das STZ Reudnitz wurde für dieses Szenario ausgewählt, weil sich bei den Kundenumverteilungen in Szenario 7 das STZ Reudnitz als ein sehr guter Standort erwiesen hatte, der auf Grund seiner Lage vergleichsweise viele Kunden anziehen kann. In Szenario 9 wird mit einer geschätzten Zahl von 5000 Pkw-Kunden/Tag gerechnet. Die Netzbelegung und die Routen zum STZ sind in Abb. 60 dargestellt.
Die meisten Kunden kämen erwartungsgemäß aus dem Ortsteil Reudnitz/Thonberg, aber auch die Ortsteile Zentrum-Südost, Schönefeld/Abtnaundorf, Neustadt-Schönefeld, Volkmarsdorf und Anger-Crottendorf wären stark vertreten. In dieser Abbildung ist nochmals das in Szenario 7b berechnete optimale Einzugsgebiet (bei 15 EKZ) zu Vergleichszwecken eingetragen.

Das in Szenario 9 demonstrierte Vorgehen kann bei der Standortplanung neuer Zentren zum Einsatz kommen.

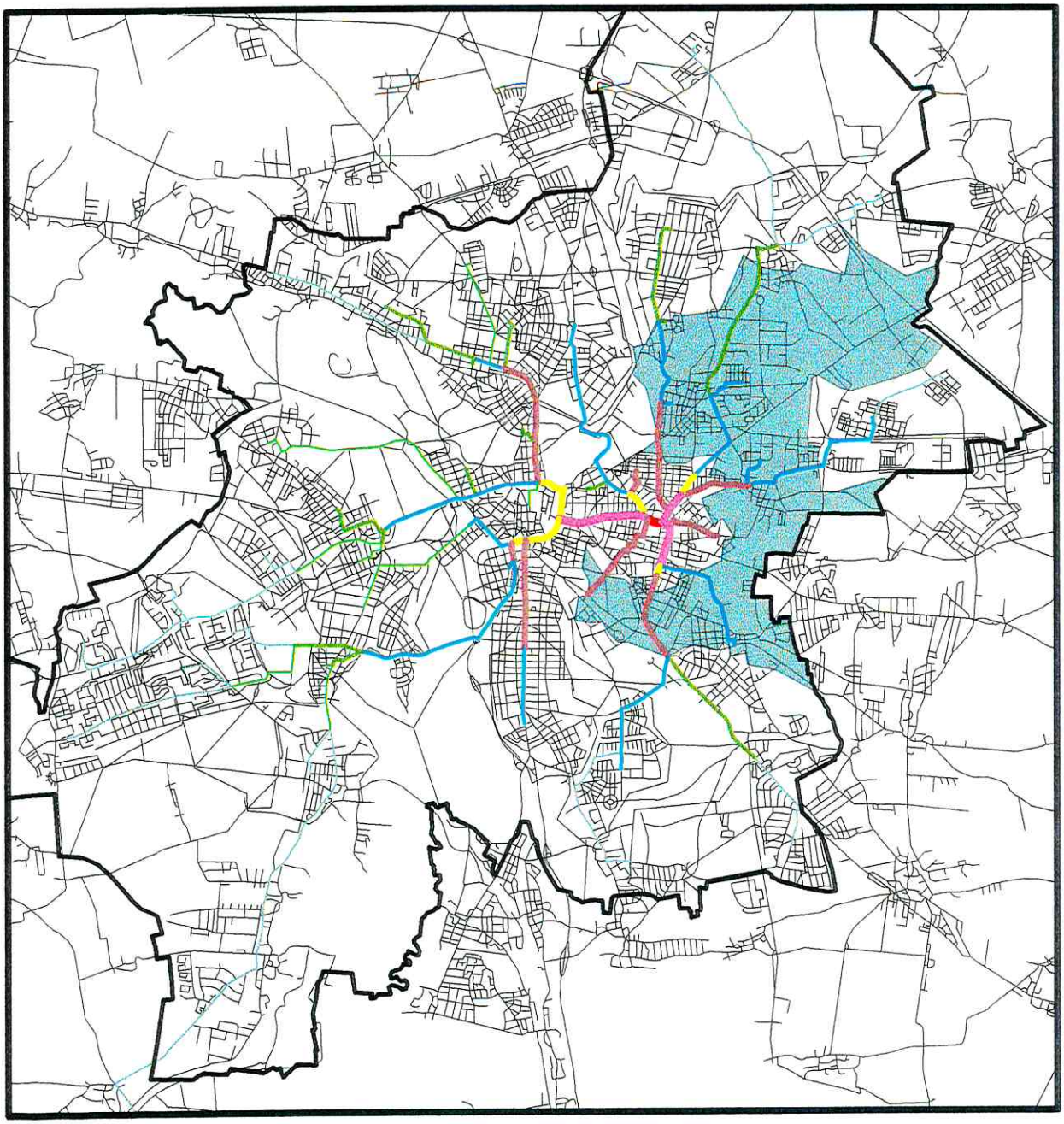


Abb. 60 : Netzbelegung und Einzugsgebiet des STZ Reudnitz

In den Szenarien 10-12 wird schließlich versucht, die Verkehrsbelastung durch alle im suburbanen Raum Leipzigs angesiedelten großflächigen Einkaufszentren zu simulieren.
Dazu werden neben den im P.C., Globus-Markt und Löwen-Center erfragten Daten noch die stichprobenartig erfaßten Verkehrsströme am Sachsenpark, Saalepark und Pösnapark einbezogen (2.2.5). Nach dieser Erhebung fahren täglich aus Leipzig 2000 Pkw-Kunden zum Sachsenpark, 1800 Pkw-Kunden zum Saalepark und nur 800 Pkw-Kunden zum Pösnapark.

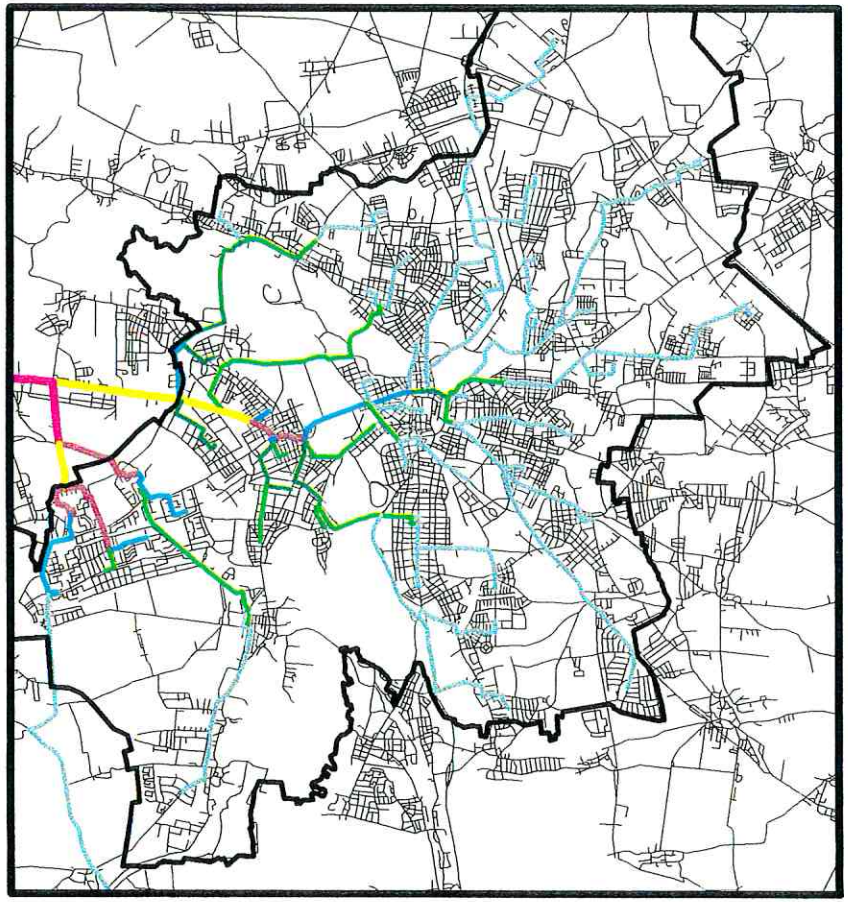


Abb. 61 : Netzbelegung und Simulation des Einzugsgebietes des Saaleparkes

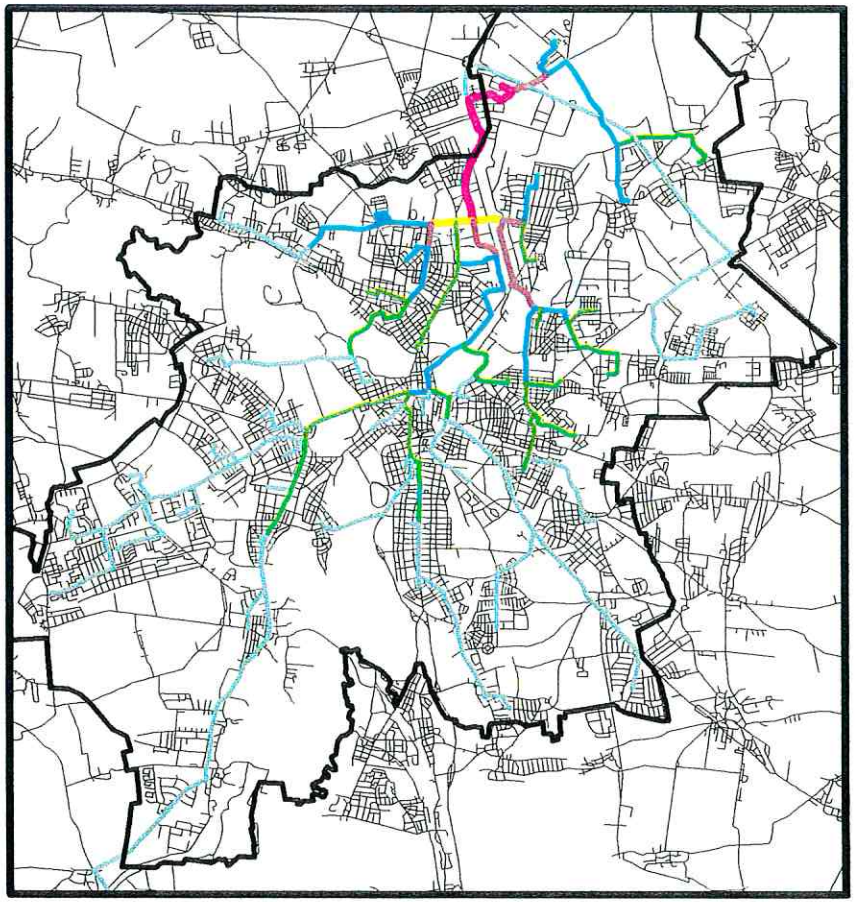


Abb. 62 : Netzbelegung und Simulation des Einzugsgebietes des Sachsenparkes

Szenario 10 (Sachsenpark) (Abb. 62) stellt die aus 2000 Leipziger Pkw-Kunden des Sachsenparkes berechneten Kundenzahlen der Leipziger Ortsteile dar, in **Szenario 11 (Saalepark)** (Abb. 61) wurden aus den 1800 Leipziger Pkw-Kunden des Saaleparkes die entsprechenden Anteile aus den Ortsteilen berechnet.

Dargestellt werden außerdem die optimalen Fahrtrouten zwischen den Ortsteilzentren und den Einkaufszentren. Im Falle des Saaleparkes konzentrieren sich die Kundenströme auf die B 181, da der Saalepark außerhalb des Kartenausschnittes liegt.

Für den Pösnapark wurden Kundenzahlen der Ortsteile ebenfalls berechnet, die Werte sind in Tabelle A34 im Anhang aufgeführt.

Szenario 12 (Max) schließlich enthält die Netzbelegung und Einzugsgebiete des Szenarios 1 (Realfall) zuzüglich der durch die Zentren Sachsenpark, Saalepark und Pösnapark nach Modell berechneten Kundenzahl/Ortsteil.
Szenario 12 (Max) basiert auf ca. 30000 Pkw-Kunden/Tag. Die Fahrleistung beträgt für diesen Fall (im Kartenausschnitt)

334 229 Pkw-km/Tag,

wäre also durch die Erweiterung auf alle großen EKZ im Umland etwa 27 % größer als im bisher als Bezugsgröße dienenden Szenario 1 (Realfall).

Die Netzbelegungen (Kfz/Strecke/Tag) sind für das Szenario 12 (Max) in Abb. 63 dargestellt..
Schließlich zeigt Abb. 64 die möglichen Veränderungen der Netzbelegung beim Übergang vom Szenario 1 (Realfall) zum Szenario 7 (A+B+C-Zentren). Verminderungen der Streckenbelegungen (Kfz/Tag) werden mit grünen Farbtönen, die wenigen Erhöhungen mit roten Farbtönen wiedergegeben. Damit wird das gesamte Potential der Verkehrsverringerung durch Umlenkung des Einkaufsverkehrs, wie es in Tabelle 10 summarisch ausgewiesen wird, im Straßennetz auch visualisiert

10000 - 25000
5000 - 10000
1000 - 5000
100 - 1000

(-100) - 100
100 - 1000
1000 - 5000
Nicht betroffene Straßen

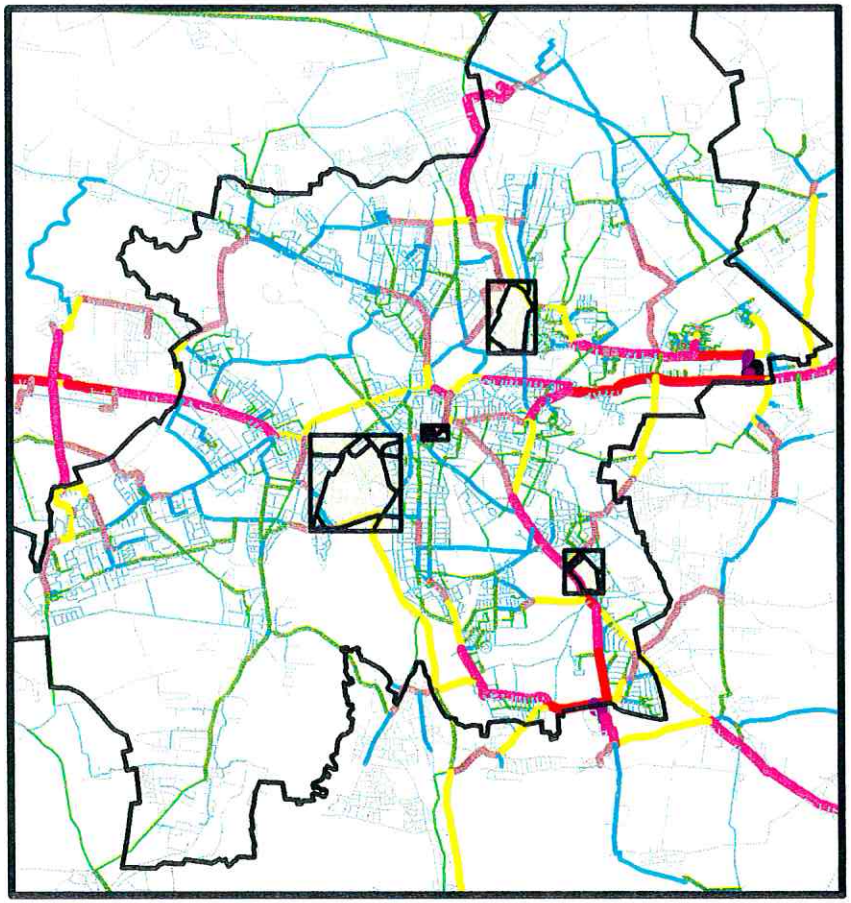


Abb. 63 : Netzbelegung im Szenario 12 (Max)
(6 suburbane EKZ)

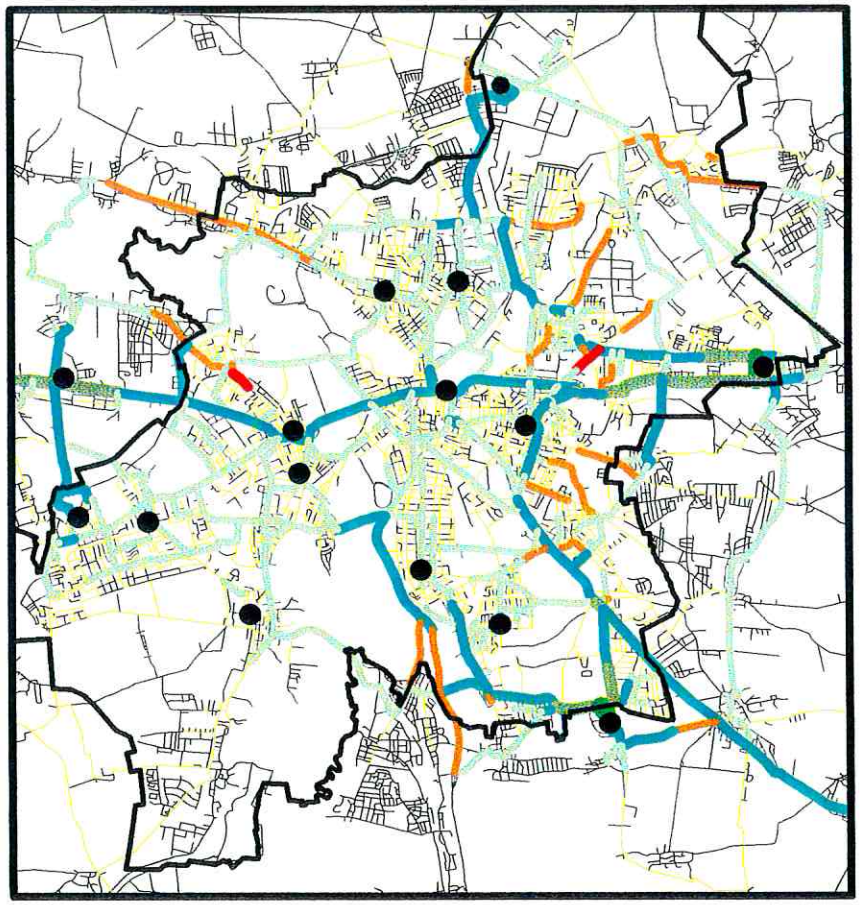


Abb. 64 : Veränderungen der Netzbelegung zwischen Szenario 1
(Realfall) und Szenario 7 (A+B+C-Zentren)

2.4.3 Auswirkungen auf die Emissionssituation im städtischen Straßennetz

Mit den Emissionsmodellen aus 2.3.2 wurden für alle Szenarien die durch den Einkaufsverkehr verursachten Gesamtemissionen im Straßennetz (Kartenausschnitt, s.o.) für die Schadstoffe CO, CO_2, NO_x, HC und Benzol berechnet.
Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 enthalten.

Tabelle 10 : Gesamtfahrleistung und Emissionen in den Szenarien

Szenario		Pkw-km	CO kg/Tag	CO_2 kg/Tag	NO_x kg/Tag	HC kg/Tag	Benzol g/Tag
1	Realfall	262563	606,2	58470	243,7	154,6	8088
	nur Leipzig	176751	413,7	39680	164,0	106,4	5557
	nur Umland	85812	193,2	18861	79,9	48,3	2540
	nur P.C.	127547	296,2	28512	118,6	75,9	3972
	nur Globus-Markt	91669	210,0	20359	85,2	52,9	2762
	nur Löwen-Center	43347	100,0	9598	39,9	25,8	1353
2	3 EKZ	234328	547,9	52604	218,5	141,2	7391
3	A+B-Centren	179735	406,6	39480	165,6	102,4	5359
4	9 EKZ	157453	358,7	34759	145,6	90,6	4741
5	18 EKZ	118173	272,4	26393	110,8	68,9	3601
6	17 EKZ	123825	285,6	27653	115,9	72,3	3779
7a	A+B+C-Centren	135242	309,9	29945	125,5	78,0	4084
7b	A+B+C-Centren	128117	293,5	28451	119,3	74,1	3879
8a	Umland-EKZ	76709	174,0	16944	71,8	43,8	2305
8b	Umland-Hbf	182200	391,3	38727	164,4	93,9	4918
12	Max	334229	766,8	74146	309,7	194,4	10174

Für den Realfall sind das pro Woche

3 637 kg CO,
1 462 kg NO_x,
928 kg HC,
350 820 kg CO_2 und
49 kg Benzol

bei einer Gesamtfahrleistung von

1 575 378 Pkw-km.

Durch verbesserte Abgasreinigungskonzepte und damit sinkende Emissionsfaktoren ist erfreulicherweise im Vergleich zu einer ersten Untersuchung (WAGLER et.al. 1998) eine deutlich geringere Gesamtbelastung festzustellen. In dieser früheren Untersuchung (1994/1995) wurden allein durch den Einkaufsverkehr zum Globus-Markt z.B. 3 840 kg CO/Woche emittiert.

Trotzdem sind die Emissionen immer noch sehr hoch, und es sollte alles versucht werden, durch u.a. eine konsequente Verfolgung des Stadtteilzentrenkonzeptes, dessen verkehrsreduzierendes Potential hier aufgezeigt wurde, zu weiteren Verminderungen der Verkehrs- und Emissionsbelastung zu gelangen.

Die detaillierte Berechnung aller Fahrtrouten zu den Einkaufszentren und der Netzbelegung hatte u.a. das Ziel, Einflüsse des Einkaufsverkehrs auf die auch meßtechnisch untersuchten Grün- und Freiflächen zu gewinnen.

Dazu wurden für repräsentative Streckenabschnitte an den Grün- und Freiflächen der Anteil des Einkaufsverkehrs (absolut als DTV und relativ in Prozent vom Gesamt-DTV) ermittelt.
Die Werte sind für das Szenario 1 (Realfall), für das Szenario 12 (Max) (Werte in Klammern) und für das optimistische Szenario 7 (A+B+C-Zentren) in Tabelle 11 aufgelistet.

Tabelle 11 : Vom Einkaufsverkehr verursachter DTV an den Grün- und Freiflächen

Grünfläche Streckenabschnitt	DTV Realfall (Max)	DTV A+B+C-Centren	DTV gesamt	Anteil %
<u>Freizeitpark SO</u>				
Prager Straße	3367 (4332)	4	27800	12,1 (15,6)
<u>Clara-Zetkin-Park</u>				
Klingerbrücke	147	34	43800	
Marschnerstraße	96	0	23500	
Schleußiger Weg	917 (1140)	0	39600	2,3 (2,9)
Karl-Tauchnitz-Straße	101	4	15300	
<u>Mariannenpark</u>				
Rohrteichstraße	76	0	23200	
Lindenallee	381	160	16300	
Volbedingstraße	817 (1517)	83	21300	3,8 (7,1)
<u>Moritzbastei</u>				
Ring Mitte	649	3	44500	1,4
Ring West	555	0	43300	
Ring Nord	603	6	38800	

Es zeigt sich, daß die Kfz-Ströme des Einkaufsverkehrs die ausgewählten Grün- und Freiflächen weniger beeinflussen als erwartet.

Einen nicht vernachlässigbaren Anteil macht der Einkaufsverkehr in der Prager Straße aus (12,1 % im Szenario 1 (Realfall), 15,6 % im Szenario 12 (Max)). Im Szenario 7 (A+B+C-Zentren) würde der Einkaufsverkehr auf diesem Streckenabschnitt auf nahezu Null zurückgehen. Am Schleußiger Weg am Clara-Zetkin-Park und in der Volbedingstraße am Mariannenpark beträgt der Einkaufsverkehr immerhin zwischen 800 und 1500 Kfz/Tag, der Anteil liegt aber wegen des starken Gesamtverkehrs deutlich unter 10 %.
Auf den Streckenabschnitten des innerstädtischen Rings beträgt der Einkaufsverkehr etwa 600 Kfz/Tag, das sind nur etwa 1,4 % des Gesamtverkehrs.

Es kann also festgestellt werden, daß die Randgebiete der Grünflächen durch Abgasemissionen beträchtlich belastet werden (2.3.3), daß der Einkaufsverkehr aber nicht der maßgebliche Verursacher ist.

3. Zusammenfassung

In den 90iger Jahren hat sich durch Errichtung großflächiger Einkaufszentren auf der „grünen Wiese" im suburbanen Raum ostdeutscher Großstädte - hier am Beispiel Leipzigs - ein Strukturwandel im Einzelhandel vollzogen: sogenannte „Großmengeneinkäufe" werden vorwiegend mit dem Pkw in diesen Einkaufszentren (EKZ) erledigt. Der dadurch entstandene zusätzliche Verkehr sowie die gesamte Wirkungskette „Verkehr - Emissionen - Immissionen" am Beispiel der Beeinflussung der Immissionssituation an innerstädtischen Grün- und Freiflächen wurden im Projekt komplex untersucht.

Im suburbanen Raum bzw. am Stadtrand Leipzigs entstanden sechs dieser großflächigen Einkaufszentren mit Verkaufsflächen zwischen 30 000 und 125 000 m^2. Drei davon (Globus-Markt Wachau, Löwen-Center Burghausen, Paunsdorf-Center) waren Gegenstand detaillierter Untersuchungen.

Als Testflächen für die Immissionsbelastung dienten ein Teil des Clara-Zetkin-Parks, der Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube), der Mariannenpark und der kleinflächige Park an der Moritzbastei.

Die zur Projektbearbeitung erforderlichen Daten wurden aus Verkehrszählungen, Kundenbefragungen (Herkunftsort, -straße, Einkaufsfrequenz, Verkehrsmittel) und Immissionsmessungen (durch die Sektion Analytik des UFZ) gewonnen, als Instrumentarien wurden Modelle zur Emissionsberechnung und Immissionsabschätzung, zur Fahrtroutenoptimierung, zur Bestimmung optimaler Einzugsgebiete und optimaler Kundenverteilungen in hypothetischen dezentralen Einrichtungen entwickelt.

Die Darstellung der Ergebnisse (Einzugsgebiete, Kundenverteilungen im Netz) erfolgte mit dem Geographischen Informationssystem ArcInfo in einem Kartenausschnitt von 324 km^2, der Leipzig und die nähere Umgebung enthielt.

Am Globus-Markt Wachau konnten im Zeitraum 1994 - 1998 insgesamt 4344 Personen befragt werden. Die Kunden kamen neben Leipzig aus weiteren 129 Orten des näheren und weiteren Umlandes.

Nach statistischer Auswertung der Verkehrszählungen und Kundenbefragungen am Globus-Markt benutzten 95,5 % der Kunden den Pkw zur Anfahrt. Das sind nach Hochrechnung 8250 Kunden/Tag. Davon kamen 5140 aus Leipzig und 3110 aus Orten des Umlandes.

Die mittlere Entfernung der Kunden aus Leipzig beträgt 5,1 km, die mittlere Entfernung der Kunden aus dem Umland 9,3 km.
Im Gebiet um den Globus-Markt herum verursacht das Einkaufszentrum einen Verkehrszuwachs um 44 %.
Der tägliche Pkw-Kundenstrom (8250 Kunden/Tag) hat gegenüber früheren Untersuchungen (1994-1996) um 13 % zugenommen (1994-1996: 7300 Kunden/Tag).
Die Errichtung des Stadtteilzentrums „Moritzhof" in Lößnig (1997) hatte zur Folge, daß unter Berücksichtigung einer allgemeinen Kundenzunahme um 13 % aus den südlichen Ortsteilen Lößnig 58 % und Connewitz 33 % weniger Pkw-Kunden zum Globus-Markt fahren.

Am Löwen-Center Burghausen konnten im Zeitraum 1998/1999 insgesamt 3111 Personen befragt werden. Die Kunden kamen neben Leipzig aus weiteren 103 Orten des Umlandes.
94,7 % der Kunden benutzten zur Anfahrt einen Pkw. Das entspricht nach Hochrechnung 5000 Kunden/Tag, von denen 2350 aus Leipzig und 2650 aus dem Umland kamen.
Die mittlere Entfernung der Kunden aus Leipzig beträgt 5,6 km, die mittlere Entfernung der Kunden aus dem Umland 6,1 km.
Das Löwen-Center verursacht im umgebenden Gebiet des EKZ einen Verkehrszuwachs um 23 %.

Am Paunsdorf-Center konnten in zwei Befragungsaktionen 1998 insgesamt 3740 Personen befragt werden. Die Kunden kamen aus Leipzig und weiteren 206 Orten des Umlandes.
Von den befragten Kunden benutzten 86,5 % einen Pkw zur Anfahrt. Täglich fahren 12300 Fahrzeuge ins Paunsdorf-Center ein, davon kommen 8510 aus Leipzig und 3790 aus Orten des näheren und weiteren Umlandes.
Die mittlere Entfernung der Kunden aus Leipzig beträgt 4,8 km, die mittlere Entfernung der Kunden aus dem Umland 10,9 km.
Das Paunsdorf-Center verursacht im umgebenden Gebiet eine Verkehrszunahme um 41 %.

In allen drei untersuchten Einkaufszentren beträgt die mittlere Einkaufsfrequenz etwa 1 Einkauf/Woche (ca. 50 % aller Kunden nannten genau diese Einkaufsfrequenz). Das deutet darauf hin, daß der „Großmengeneinkauf" die vorwiegende Einkaufsart an den suburbanen Einkaufszentren ist.

Die Verkehrsanalyse (Herkunft der Kunden, Fahrtstrecke, Einkaufsfrequenz) an den drei Einkaufszentren ergab, daß von den ermittelten 25550 Kunden der 3 EKZ innerhalb des Kartenausschnittes (Leipzig und nähere Umgebung) pro Tag

262 563 Pkw-km

an Fahrleistung erbracht werden. Dazu kommen noch 88 631 Pkw-km/Tag für Kunden aus entfernteren Orten für Fahrten bis zum Kartenrand.

Insgesamt beträgt die Fahrleistung folglich ca. 2,1 Mio Pkw-km pro Woche.

Auf den Zufahrtsstrecken innerhalb des Kartenausschnittes betragen die durch den Einkaufsverkehr an den drei EKZ verursachten Emissionen pro Woche

3637 kg CO,
1462 kg NO_x,
928 kg HC
350820 kg CO_2 und
49 kg Benzol.

Durch einmalige Zählung sind an drei weiteren großflächigen Einkaufszentren die Kundenzahlen (Pkw-Kunden) abgeschätzt worden.

Sie betragen für den Saalepark 7000/Tag (davon 1800/Tag aus Leipzig), für den Sachsenpark 6000/Tag (davon 2000/Tag aus Leipzig) und für den Pösnapark 4500/Tag (davon 800/Tag aus Leipzig).

Die vier als Testflächen ausgewählten innerstädtischen Parkanlagen werden in den Außenbereichen durch Immissionen kraftfahrzeugspezifischer Schadstoffe stark belastet. Das ergaben BTEX-Messungen durch die Sektion Analytik des UFZ (11 Meßstellen im Clara-Zetkin-Park, 5 im Freizeitpark Südost, 7 im Mariannenpark, 5 an der Moritzbastei).

Im Inneren der Parkanlagen betrug die Grundbelastung im Mittel 1,5 μg Benzol/m^3. In den Randgebieten (in der Nähe verkehrsreicher Straßen) kommen nicht selten Konzentrationen > 10 μg Benzol/m^3 vor, in einem 30 – 50 m breiten Streifen sind Konzentrationen > 5 μg Benzol/m^3 noch häufig vertreten.

Durch die Filterfunktion von Gebüschen und Bäumen gehen die Konzentrationen aber in ca. 60 – 80 m Abstand von der Fahrbahn auf die Grundbelastung zurück.

Dieser Zusammenhang wurde in einem Modell abgebildet, das das Abklingverhalten der Benzolkonzentration in Abhängigkeit von den spezifischen Emissionen auf den Streckenabschnit-

ten und von der Entfernung prognostiziert. Das Modell zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Meßwerten.

Die Analyse der Verkehrsströme an den ausgewählten Grün- und Freiflächen ergab, daß der Anteil des Einkaufsverkehrs auf den Straßen in der Nähe des Clara-Zetkin-Parks, des Mariannenparks und in der Nähe der Moritzbastei – nicht wie erwartet – klein bis vernachlässigbar ist. Nur im Falle des Freizeitparks Südost (Prager Straße) macht der Einkaufsverkehr zum Globus-Markt (und damit auch die Emissions- und Immissionsbelastung) mit ca. 15 % einen erheblichen Anteil aus.

Durch Errichtung größerer dezentraler Einzelhandelseinrichtungen (Stadtteilzentren), die an Attraktivität und Erreichbarkeit den bisher betrachteten EKZ auf der „grünen Wiese" vergleichbar sind, sollte ein Potential zur Verkehrsverminderung vorhanden sein. Um dieses Potential nachzuweisen, wurden Szenarien in zwei Richtungen berechnet:

- Optimale Umverteilung des erfaßten (realen) Einkaufsverkehrs auf dezentrale Einrichtungen (optimale hypothetische Kundenverteilung „Pkw-Kunden/EKZ/Tag" und optimale Netzbelegungen „Pkw/Strecke/Tag"),
- Berechnung potentieller Kundenzahlen (aus Ortsteilen entsprechender Entfernung und Einwohnerzahl) für Planungen neu zu errichtender EKZ.

Als dezentrale Einrichtungen wurden die in Leipzig bereits vorhandenen oder geplanten Stadtteilzentren in 8 Szenarien eingesetzt. Vergleichskriterium zwischen diesen 8 Szenarien war jeweils die Fahrleistung (Pkw-km/Tag).

In einem optimistischen Szenario der Kundenumverteilung (Einbeziehung aller A+B+C-Zentren und fußläufiger Bereiche) könnte die Fahrleistung im betrachteten Kartenausschnitt auf 128117 Pkw-km/Tag zurückgehen. Das bedeutet eine Verminderung um 51,2 % gegenüber dem Realfall (die Emissionen würden sich proportional ebenfalls reduzieren).

Mit einem Modell zur Berechnung der Kundenzahlen pro Ortsteil konnten einmal potentielle Kundenzahlen für ein geplantes Stadtteilzentrum Reudnitz berechnet werden, zum anderen aber auch die Kundenanteile aus den Leipziger Ortsteilen für die Einkaufszentren Saalepark, Sachsenpark und Pösnapark aus den ermittelten Gesamtkundenzahlen.

Unter Einbeziehung der Pkw-Kunden dieser drei Einkaufszentren erhöht sich die Fahrleistung vom bisher als Bezugsbasis dienenden Realfall auf 334229 Pkw-km/Tag.

Wesentliche Erkenntnisse

- Die Errichtung suburbaner Einkaufszentren hat zu einer erheblichen Verkehrszunahme geführt. Im Gebiet des Globus-Marktes beträgt die Zunahme 44 %, im Gebiet des Löwen-Centers 23 % und im Gebiet des Paunsdorf-Centers 41 %.
- An den großflächigen suburbanen Einkaufszentren beträgt die mittlere Einkaufsfrequenz 1 Einkauf/Woche. Die 16000 Leipziger Pkw-Kunden/Tag der 3 EKZ bzw. die 20600 Leipziger Pkw-Kunden/Tag aller 6 EKZ realisieren damit ca. 58 % (75 %) der wöchentlichen „Großmengeneinkäufe" aller Pkw-besitzenden Haushalte Leipzigs.
- Die von diesen Einkaufsfahrten pro Woche verursachten Emissionen der kraftfahrzeugspezifischen Schadstoffe CO, NO_x, HC und Benzol sind insgesamt beträchtlich, tragen aber nur im Falle des Freizeitparks Südost wesentlich zur Immissionsbelastung bei. Es zeigt sich, daß die Kfz-Ströme des Einkaufsverkehrs die ausgewählten Grün- und Freiflächen weniger beeinflussen als erwartet.

  (Die in den Randbereichen der Grün- und Freiflächen auftretenden Benzolkonzentrationen von z.T. > 10 $\mu g/m^3$ werden durch den starken Gesamtverkehr verursacht).
- Die drei untersuchten Einkaufszentren binden Kunden sowohl aus Leipzig als auch aus einem weiten Gebiet des Umlandes. Diese Anzahl geht dem Stadtzentrum (als Belebung und als Wirtschaftsfaktor (Kaufkraftabzug)) verloren. Eine modellhafte Kundenumverteilung hat aber für die Kunden aus dem Umland einen ambivalenten Charakter: Würden sie alle ins Stadtzentrum fahren, fände zwar eine Belebung der Innenstadt statt, für diesen Fall ergäbe sich jedoch eine um 96388 Pkw-km/Tag höhere Fahrleistung. Sinnvolle Verkehrskonzepte (z.B. attraktives Park&Ride) sind begleitend erforderlich.
- Die Berechnung von Szenarien der Kundenumverteilung (besonders der Leipziger Kunden) zeigt, daß ein bedeutendes Potential der Verkehrsverminderung vorhanden ist (bis 50 %). Das Stadtteilzentrenkonzept ist schon allein unter diesem Aspekt sinnvoll.

  Die Verlagerung (und damit verbunden die Verminderung) des Verkehrs könnte einen Beitrag zum Umweltqualitätsziel „Verbesserung der lufthygienischen Situation" leisten.
- Die erarbeiteten Modelle sind für eine grobe Standortplanung von Einkaufszentren (Stadtteilzentren) bzw. zur Überprüfung bereits getroffener Entscheidungen einsetzbar.

4. Literatur

ABEL, M., JUNKER, R., HATZFELD, U. (1996): Handel und Verkehrsberuhigung – Auswirkungen einer verkehrsberuhigenden Umgestaltung von Hauptverkehrsstraßen. In BfLR (Hrsg.): Materialien zur Raumentwicklung 75: 1 - 87

ACHENBACH, CH. (1989): Die Nutzung von Kundenverkehrsuntersuchungen für die standortbezogene Unternehmenspolitik der Warenhäuser. Schriften zur Handelsforschung, Universität Köln (Hrsg.)

AHRENS, G.-A. (1991): Minderung von Schadstoffemissionen im Straßenverkehr durch verkehrsbeeinflussende Maßnahmen. In Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung (Hrsg.): "Informationen zur Raumentwicklung" 1/2: 31 - 38

AHRENS, G.-A., BECKER, E.CH., GARBER, W.-D., GORIßEN, N., GOTTLOB, D., HAßE, A., HÜLSMANN, W., JÄCKER, M., NIEDERLE, W., KÜRER, R., NOLLE, A., ORTSCHEID, J., PANKRATH, J., POLLEHN, W., RICHTER, M., ROß-REGINEK, E., RUDOLF, W., SARTORIUS, R., WIEMANN, A. (1991): Verkehrsbedingte Luft- und Lärmbelastungen. In UBA (Hrsg.): Texte 40/91: 1 - 194

BAIER, R. (1997): Erfahrungen bei der Gestaltung der städtischen Einkaufs- und Freizeitmobilität. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 25 - 40

BAIER, R., SCHÄFER, K.H. (1997): Innenstadtverkehr und Einzelhandel. der städtetag, Zeitschrift für kommunale Praxis und Wissenschaft 8 (1997): 559 - 568

BAUMBACH, G. (1993): Verkehrsbedingte Schadstoffimmissionsbelastung in Städten und an Autobahnen. Staub – Reinhaltung der Luft 53: 267 - 274

BAUMÜLLER, J. (1987): Untersuchungen zur Luftbelastung in Stuttgart. In Hohenheimer Umwelttagung "Ökologische Probleme in Verdichtungsgebieten", Hohenheim : 47 - 66

BAUMÜLLER, J., REUTER, U. (1995): Die Entwicklung der Schadstoffbelastung in stark befahrenen Straßen in Stuttgart seit 1985. VDI Berichte 1228: 13 - 21

BEZ, D. (1997): Eckpunkte zum UBA-Forschungsprojekt Einkaufsverkehr. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 89 - 95

BORCHERDT, CH., KRUPPA, S. (1993): Standorte von Ladengeschäften und Dienstleistungsbetrieben sowie Versorgungsbeziehungen der Bevölkerung. Materialien des Geographischen Institutes, Universität Stuttgart, Selbstverlag: 1 - 47

BRACHER, T. (1997): Praktische Erfahrungen mit Angeboten zur Freizeitmobilität. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 159 - 171

BREITZMANN, K.H. (Hrsg.) (1994): Suburbanisierung und Verkehr - Entwicklungen und Probleme in ausgewählten Stadtregionen der Neuen Bundesländer. Rostocker Beiträge zur Verkehrswissenschaft und Logistik, 4: 1 - 104

BREUSTE, J. (1997): Der suburbane Raum als neue Kulturlandschaft. In Breuste (Hrsg.): 2. Leipziger Symposium „Ökologische Aspekte der Suburbanisierung", 13.-14.6.1996 in Leipzig, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Tagungsband, UFZ-Bericht 7/1997: 3 - 16

BUND/MISEREOR (Hrsg.) (1996): Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Basel

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (Hrsg.) (1993): Lärmschutz im Verkehr. Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn 1993

BUSMANN, F. (1997): Revitalisierung von Innenstädten und Urbanisierung des Umlandes – Ein richtiger Weg zur Entwicklung von Stadtregionen? In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 49 - 58

CEVERO, R. (1989): Jobs-housing balancing and regional mobility. Journal of the American Planning Association, 55, 2:136 - 150

DEECKE, H. (1997): Einkaufsmobilität logistisch gesehen – Schlußfolgerungen aus Halle und Bremen. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale, Anhang 5: 1 - 2

DRÖSEMEIER, E.A. (1992): Schadstoffmessungen an Verkehrsschwerpunkten. VDI-Berichte 952: 189 - 196

EDELMANN, A. (1997): Erfahrungen mit der „autofreien" Innenstadt. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 149 - 152

ENQUETE-KOMMISSION "Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1994): Mobilität und Klima. Economica Verlag Bonn

ESSER, J. (1978): Stickoxid-, Kohlenmonoxid- und Bleiimmissionsmessungen neben Autobahnen in Abhängigkeit von trassen- und verkehrsspezifischen Parametern sowie den

meteorologischen Bedingungen. In BMFT & TÜV Rheinland (Hrsg.) Kolloquiumsbericht "Abgasimmissionsbelastungen durch den Kfz-Verkehr": 265 - 279

FRANK, W., DRÖSCHER, F., KOST, W.J., PFEIFER, T. (1995): Das Screeningverfahren STREET zur Beurteilung der Immissionssituation an innerstädtischen Straßen und Kreuzungen. VDI Berichte 1228: 427 - 439

FRANZ, P. (1996): Suburbanisierung von Handel und Dienstleistungen – Ostdeutsche Innenstädte zwischen erfolgreicher Revitalisierung und drohendem Verfall. Analytica, Berlin: 1 - 153

FRANZ, P. (1997): Maßnahmenkonzept mit dem Ziel der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse im Bereich der Verwaltungsgemeinschaft „Westlicher Saalkreis" und des Nordwestens der Stadt Halle/Saale. Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH), pers. Mitteilung:1 - 9

FREHN, M. (1995): Verkehrsvermeidung durch wohnungsnahe Infrastruktur. Raumforschung und Raumordnung 53, Nr.2: 102 - 111

FREYER, K., POPP, P., TREUTLER, H.C., WAGLER, D., SCHUHMANN, G. (1996): Untersuchungen zu Wechselbeziehungen zwischen Immissionen und Flächennutzung auf strukturtypischen Testflächen in Leipzig. UFZ-Bericht 10/1996, Leipzig: 1 - 54

GARBEN, M., GIEHLER, R., LIWICKI, M., WIEGAND, G., DONNER, U. (1992): Kfz-Belastbarkeitsstudie der Berliner Innenstadt - Luft- und Lärmbelastung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (Hrsg.), Berlin: 1 - 57

GEISLER, E. (1997): Aspekte der Sozialverträglichkeit der Mobilitätsentwicklung in Leipzig. UFZ-Bericht 16/1997: 1 - 87

GÖTZ, K. (1997): Zielgruppenspezifische Handlungsansätze zur Freizeitmobilität in West- und Ostdeutschland. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale, Anhang 1: 1 - 10

GORIßEN, N. (1991): Möglichkeiten und Grenzen der Schadstoffminderung im Straßenverkehr durch fahrzeugtechnische Maßnahmen. In Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung (Hrsg.): "Informationen zur Raumentwicklung" 1/2: 19 - 30

GORIßEN, N. (1992): Entwicklungen der Kfz-Schadstoffemissionen - Erfordernisse und Möglichkeiten zur Minderung. VDI Berichte 952: 197 - 222

GORIßEN, N. (1997): Einführung in das Modellvorhaben aus Sicht des Umweltbundesamtes. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 85 - 88

HASSEL, D., JOST, P., WEBER, F.-J. DURSBECK, F., SONNBORN, K.-S., PLETTAU, D.(1994): Abgasemissionsfaktoren von Pkw in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte 8/94 des Umweltbundesamtes, Erich Schmidt Verlag Berlin 1994

HASSEL, D., JOST, P., WEBER, F.-J. DURSBECK, F., SONNBORN, K.-S., PLETTAU, D.(1995): Abgasemissionsfaktoren von Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland für das Bezugsjahr 1990. Berichte 5/95 des Umweltbundesamtes, Erich Schmidt Verlag Berlin 1995

HAUSTEIN V. HAUSTENAU, C. (1993): Messungen verkehrsbedingter Luftschadstoffe im Raum München. Universität München, Wiss. Mitteilung Nr. 65 : 1 - 155

HAUTZINGER, H., PFEIFFER, M. (1996): Gesetzmäßigkeiten des Mobilitätsverhaltens – Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90iger Jahre. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 57

HEINZE, G.W., KILL, H.H. (1997): Freizeit und Mobilität – Neue Lösungen im Freizeitverkehr. ARL Hannover

HENTSCHEL, W. (1983): Verkehrsbedingte Schadstoffgehalte in Böden und Kulturpflanzen straßennah gelegener Gartenstandorte in Frankfurt a.M.. Forum Städte-Hygiene 34 (11/12): 301 - 311

HÜSLER, W. (1997): Die kompakte Stadt und ihre verkehrlich-ökonomische Bewertung. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale, Anhang 6: 1 - 6

IML (1998): Einkaufen in der Leipziger City - Ergebnisse einer telefonischen Befragung von Leipziger Bürgern ab 18 Jahren. Institut für Marktforschung Leipzig, Juli 1998

INFRAS (1995): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. CD-ROM mit Erläuterungen. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. INFRAS AG, Bern/Schweiz

IVU (Hrsg.)(1997): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs. Dokumentation der Tagung am 21.-22.10. 1997 in Halle/Saale: 1 - 264

JOCHIMS, CH. (1997): Attraktivitätssteigerung der Innenstadt und Möglichkeiten des Erlebniseinkaufs. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 137 - 138

JOCKEL, W. (1992): Entstehung, Ausbreitung und Minderung von Emissionen aus kalten und niedrigen Quellen. UBA Forschungsbericht 92-10403146: 1 - 92

JOST, D. (1978): Überwachung kraftfahrzeugbedingter Immissionen in Meßnetzen. In BMFT & TÜV Rheinland (Hrsg.): Kolloquiumsbericht "Abgasimmissionsbelastungen durch den Kfz-Verkehr": 107 - 113

KICKNER, S. (1999): Fahrzeiten im ÖPNV und IV-Einschätzung durch den Nutzer und Rückwirkung auf den Modal Split. In Zagel (Hrsg.): GIS in Transport und Verkehr, Beiträge des 11. Symposiums „Angewandte Geographische Informationsverarbeitung", 7.-9.7.1999 Salzburg, Hüthig Heidelberg (in Vorb.)

KLOAS, J., KUHFELD, H. (1995): Personenverkehr in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2010. Verkehr und Technik 48, Nr.2: 46 - 52

KOCH, E., THIEL, W.R. (1988): Überblick über die Wirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tier, Pflanze und Materialien. In KRdL (Hrsg.): Stadtklima und Luftreinhaltung, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1988

KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (1995) : Statistische Mitteilungen, Reihe 2 : Kraftfahrzeuge, Sonderheft 2, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart 1995

KREIBICH, R. (1994): Innerstädtische Mobilität und Lebensqualität. In Behrendt, S. und Kreibich, R. (Hrsg.): Die Mobilität von Morgen – Umwelt- und Verkehrsentlastung in den Städten, Beltz, Weinheim, Basel: 13 - 40

KUTTER, E. (1994): Verkehrsvermeidung und Siedlungsentwicklung. In Behrendt, S. und Kreibich, R. (Hrsg.): Die Mobilität von Morgen – Umwelt- und Verkehrsentlastung in den Städten, Beltz, Weinheim, Basel: 253 - 282

KUTZNER, K., DIEKMANN, H., REICHENBÄCHER, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Meßergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI Berichte 1228: 23 - 34

LAESSER, CH. (1996): Verkehrs- und Umweltproblematik in städtischen Gebieten. In: St. Galler Beiträge zum Tourismus und zur Verkehrswirtschaft, 16. Haupt, Bern, Stuttgart, Wien

LEHMBROCK, M. (1997): Funktionsmischung, belebte Straße, Haus mit Garten. Geht das zusammen? In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 199 - 206

LEISEN, P. (1992): Abschätzung verkehrsbedingter Luftbelastungen durch Modelluntersuchungen und anhand praktischer Beispiele. VDI Berichte 952: 253 - 275

LOCHNER, B., HÜLSMANN, W., SCHABLITZKI, G., DICKOW-HAHN, R. PLAßMEIER, U., KULICKE, H. (1997): Kurzberichte der raumbezogenen Umweltplanung. In UBA (Hrsg.): Texte 2/94: 1 - 166

LUDLEY, K. (1997): Die kompakte Stadt Halle - Flächennutzungsplan und Konversionsgelände Heide Süd. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 219 - 227

MIKLASZEWSKI, A. (1997): Probleme der ÖPNV-Modernisierung in Wroclaw. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 237 - 246

MITSCHANG, S. (1993): Die Belange von Natur und Landschaft in der kommunalen Bauleitplanung. Erich Schmidt Verlag Berlin

MLuS-82 (1982): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen. Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. Herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

MLuS-92 (1992): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen. Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. Herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

MÜLLER, U. (1997): Klimadaten der Stationen Universität und Probstheida. Universität Leipzig, Institut für Meteorologie, pers. Mitteilung

MÜLLER, U. (1998): Klimadaten der Station Universität. Universität Leipzig, Institut für Meteorologie, pers. Mitteilung

MÜLLER, U. (1999): Klimadaten der Stationen Universität und Probstheida. Universität Leipzig, Institut für Meteorologie, pers. Mitteilung

PENN-BRESSEL, G. (1997): Integrierte Planung zur Verkehrsentwicklung, Lärmminderung und Luftreinhaltung. In: Reader zur Tagung „Neue Ansätze zur Darstellung der Belastung von Wohngebieten durch verkehrsbedingte Lärm- und Schadstoffimmissionen und Maßnahmen zur Lärmminderung und Luftreinhaltung", 28. Feb. 1997, BUND-Dokument Nr. 9: 46 - 65

PETERSEN, R. (1992): Ansätze für den stadtgerechten Verkehr : Vermeiden - Verlagern - Beruhigen. VDI Berichte 952: 329 - 348

PEZOTTA, J. (1997): Die Region in der Sicht von außen – Die Umgestaltung der Wirtschaftsgeographie der Region Halle-Leipzig: Fragen und Möglichkeiten. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 63 - 82

POPP, P.(1999): BTEX-Messungen in Leipziger Grün- und Freiflächen. Persönliche Mitteilung

POPP, P., FREYER, K., OPPERMANN, G., TREUTLER, H.C. (1995): Messung von BTX-Immissionskonzentrationen im Stadtgebiet und im Umland von Leipzig. VDI Berichte 1228: 35 - 45

SAILER, W. (1992): Untersuchungen der Schadstoffsituation an einem Lärmschutzwall an der Aotobahn A 81 bei Pleidelsheim. Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Studienarbeit Nr. 2429: 1 - 58

SATTLER, TH., JAESCHKE, W. (1988): Immissionsprofile anorganischer Spurengase in Straßenschluchten. Staub - Reinhalt. Luft 48: 297 - 306

SCHMITZ, S. (1990): Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. In Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung (Hrsg.): "Forschungen zur Raumentwicklung", Band 19: 1 - 269

SCHMITZ, S. (1991): Minderung von Schadstoff- und CO_2-Emissionen im Straßenverkehr - eine Herausforderung für Raumordnung und Städtebau. In Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung (Hrsg.): "Informationen zur Raumentwicklung" 1/2: 1 - 18

SCHNERMANN, J. (1989): Aktuelle Standortanforderungen aus der Sicht eines Projektentwicklers. Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumplanung e.V. (Hrsg.), Bonn, Selbstverlag

SOCIALDATA (1996): Mobilitätsanalyse in Leipzig und im Umland (im Auftrag der LVB). (zitiert in BEZ 1997)

STADT LEIPZIG (1993): Stadtteilzentrenkonzept. Stadtplanungsamt, Leipzig 1993

STADT LEIPZIG (1995): Bürgerumfrage Frühjahr 1995. Amt für Statistik und Wahlen, Leipzig

STADT LEIPZIG (1996): Pflege- und Entwicklungsplan LSG „Etzoldsche Sandgrube", Amt für Umweltschutz, Leipzig

STADT LEIPZIG (1998 a): Statistisches Jahrbuch 1998. Amt für Statistik und Wahlen, Leipzig

STADT LEIPZIG (1998 b): Stadtplanungsamt: Erhebung der Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung 12/98

STADT LEIPZIG (1999): Stadtentwicklungsplan Zentren – Zentren in der Zielperspektive. Stadtplanungsamt, Entwurf 3/99

STAUCH, C., SCHEUERER, W., ENGLMANN, F.C., KROSTIZ, B., MARTE, A., DOBESCHINSKY, H., HECHT, CH. (1998): Ökonomische Bewertung der verkehrlichen Schadstoffbelastung der Menschen durch eine flächenbezogene Auswertung. Abstracts des 3. Leipziger Symposiums Stadtökologie, 9.-10.7.1998 im UFZ (Veranst.) Leipzig: 39

THEILING, CH. (1997): Dichte und qualifiziertes Grün in einer „alterungsfähigen" Stadt. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 187 - 196

TLU (1997): Ausgewählte Suburbanisierungstendenzen an der Thüringer Städtereihe – Der Raum Erfurt-Weimar-Jena. Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Abteilung Raumanalyse/GIS/DV, Thesen Mai 1997: 1 - 7

TREPL, L. (1992): Die Stadt als Lebensraum - urbane Ökosysteme und Stadt-Landschaft, VDI Berichte 952: 9 - 21

UBA (Umweltbundesamt) (1988): Fachgespräch "Abgasimmissionsbelastungen durch den Kfz-Verkehr", 24. Februar 1987 in Berlin, Texte 9/88

UBA (Umweltbundesamt) (1997): Nachhaltiges Deutschland – Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Erich Schmidt, Berlin, 1997

UFZ (Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig GmbH) (1998): Stadtnatur – quo vadis? Abstracts des 3. Leipziger Symposiums Stadtökologie, 9.-10.7.1998 im UFZ (Veranst.) Leipzig

UFZ (Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig GmbH) (1999): Ostdeutsche Stadt-Umland-Regionen unter Suburbanisierungsdruck - Positionspapier. Arbeitskreis Suburbanisierung, UFZ-Diskussionspapiere, 4/1999

VDI 3782 Blatt 8 (Entwurf) (März 1998) Umweltmeteorologie – Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen

VDI - GESELLSCHAFT FAHRZEUG- UND VERKEHRSTECHNIK (Hrsg.) (1995): Emissionen des Straßenverkehrs - Immissionen in Ballungsgebieten. Tagungsbericht 7./8.September 1995 Berlin, VDI Berichte 1228

VDI - KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (KRdL) (Hrsg.) (1992): Umweltschutz in Städten. Kolloquiumsbericht 20.-22. Mai Dresden, VDI Berichte 952

VDI - KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (KRdL) (Hrsg.) (1994): Ausbreitung von Kfz-Emissionen. Schriftenreihe Band 21, Düsseldorf

VDI - KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (KRdL) (Hrsg.) (1995): Ausbreitung von Kfz-Emissionen. Schriftenreihe Band 22, Düsseldorf

VDI - KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (KRdL) (Hrsg.) (1996): Ausbreitung von Kfz-Emissionen- Emissionsmodellierung. Schriftenreihe Band 24, Düsseldorf

WAGLER, D. (1996 a): Zusätzliche Verkehrsbindung und Verschlechterung der Luftqualität durch Errichtung eines Gewerbeparks am Stadtrand von Leipzig. Gesundheit regional, 2, Heft 4/96: 28 - 29

WAGLER, D. (1996 b): Modellierung der Ausbreitung Kfz-bedingter Schadstoffe in der Stadt Leipzig.UFZ-Bericht 18/1996, Leipzig: 1 - 127

WAGLER, D., POPP, P., FREYER, K., TREUTLER, H.C. (1998): Auswirkungen eines neu errichteten suburbanen Gewerbegebietes auf Verkehrsbelastung und Immissionssituation. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 58, 9: 367 - 373

WALDEYER, H., HASSEL, D., JOST, P., WEBER, F.J. (1995): Ermittlung des realen Emissionsverhaltens von Pkw und Nfz in der Bundesrepublik Deutschland. VDI Berichte 1228: 263 - 278

WALZER, P. (1995): Spezifische Emissionen des Pkw- und Nutzfahrzeugverkehrs - Entwicklungstendenzen. In KRdL (Hrsg.): Schriftenreihe 22: 90 - 105

WHITELEGG, J. (1997): Designing a solution or feeding a problem: civilising the city through the management of space and time. In IVU (Hrsg.): Neue Ansätze zur Gestaltung des Einkaufs- und Freizeitverkehrs, Dokumentation der Tagung am 21.-22.10.1997 in Halle/Saale: 229 - 236

Anhang

Tabelle A1: Einzugsgebiet des Globus-Marktes (ohne Leipzig)
(Zahlenangaben in Prozent der Kunden aus dem Umland)

Albersdorf	0,03	Geithain	0,06	Oelzschen	0,06
Albrechtshain	0,08	Glesien	0,13	Oschatz	0,03
Altenburg	0,02	Greifenhain	0,01	Otterwisch	0,50
Altenhain	0,07	Grethen	0,20	Panitzsch	0,24
Althen	0,03	Groitzsch	0,18	Pegau	1,32
Ammelshain	0,14	Großbardau	0,03	Plauen	0,01
Annaburg	0,01	Großbothen	0,12	Pomßen	0,13
Auenhain	0,93	Großdeuben	0,55	Pötzschau	0,15
Auligk	0,01	Großstädteln	0,08	Profen	0,01
Baalsdorf	0,71	Großsteinberg	0,24	Querfurt	0,01
Bad Düben	0,06	Großzössen	0,06	Quesitz	0,32
Bad Lausick	0,46	Hainichen	0,06	Rackwitz	0,13
Bautzen	0,01	Halle	0,01	Regis-Breitingen	0,01
Beiersdorf	0,08	Hirschfeld	0,21	Rehbach	0,03
Belgershain	0,74	Kitzen	0,10	Rochlitz	0,03
Berlin	0,03	Kitzscher	0,88	Rohrbach	0,06
Beucha	0,24	Kleindalzig	0,06	Rückmarsdorf	0,02
Böhlitz-Ehrenberg	0,24	Kleinpösna	1,41	Schkeuditz	0,10
Borsdorf	0,33	Klinga	0,22	Seegeritz	0,05
Brandis	0,65	Köhra	0,26	Seifertshain	0,66
Burghausen	0,06	Kötschlitz	0,02	Selben	0,06
Burkartshain	0,16	Kötzschau	0,06	Steinbach	0,32
Chemnitz	0,01	Landsberg	0,02	Störmthal	1,03
Colditz	0,02	Lindenthal	0,16	Taucha	0,19
Delitzsch	0,01	Lindhardt	0,02	Thammenhain	0,01
Dölzig	0,02	Lobstädt	0,04	Thierbach	0,03
Dommitzsch	0,06	Lucka	0,02	Threna	1,18
Dreiskau-Muckern	0,14	Lübbenau	0,01	Torgau	0,03
Dresden	0,03	Lunzenau	0,04	Trebsen	0,01
Eicha	0,03	Machern	0,15	Weißenfels	0,01
Engelsdorf	1,02	Markranstädt	0,03	Wiederitzsch	0,02
Ermlitz	0,06	Merseburg	0,03	Wolfen	0,01
Espenhain	0,57	Miltitz	0,06	Wurzen	0,13
Eula	0,06	Mölbis	0,60	Wyhra	0,01
Flößberg	0,13	Mutzschen	0,02	Zittau	0,03
Freiberg	0,01	Nerchau	0,08	Zschaitz	0,06
Frohburg	0,02	Neukieritzsch	0,45	Zschoppach	0,03
Fuchshain	1,53	Oberholz	0,08	Zwochau	0,01
Gaschwitz	0,17	Oelzschau	0,87		

Tabelle A2 : Einzugsgebiet des Globus-Marktes nach Postleitzahlbereichen in Leipzig

PLZ	Bezirk	Einkäufe/Woche	∅ %	Phase1 %	Phase2 %	Phase3 %
04103	Zentrum(Ost + Südost)	133,02	4,84	4,54	5,09	5,00
04105	Zentrum(Nord)	31,18	1,14	0,97	1,94	0,76
04107	Zentrum(Süd + Südwest)	45,28	1,65	1,61	1,31	1,92
04109	Zentrum(Mitte + West)	48,51	1,77	1,96	2,38	1,13
04129	Eutritzsch	8,28	0,30	0,49	0,26	0,13
04155	Gohlis	13,57	0,49	0,99	0,16	0,19
04157	Gohlis(Nord)	4,95	0,18	0,15	0,42	0,05
04159	Wahren + Möckern	9,86	0,36	0,56	0,18	0,26
04177	Lindenau	15,07	0,55	0,90	0,18	0,40
04179	Leutzsch	16,67	0,61	0,94	0,50	0,33
04205	Grünau(Nord)	26,9	0,98	1,45	0,94	0,50
04207	Grünau(West)	35,6	1,30	1,16	2,03	0,94
04209	Grünau(Ost)	21,11	0,77	1,01	0,45	0,72
04229	Schleußig + Plagwitz	55,93	2,04	2,16	3,22	1,09
04249	Großzschocher-Knautkleeberg	36,21	1,32	1,23	1,92	0,99
04275	Südvorstadt	151,37	5,51	5,77	5,05	5,55
04277	Connewitz	400,7	14,59	15,43	15,46	13,08
04279	Lößnig + Dölitz	507,97	18,50	19,61	17,19	18,18
04289	Probstheida + Meusdorf	639,13	23,28	19,44	21,83	28,47
04299	Stötteritz	301,83	10,99	9,89	11,13	12,07
04315	Volkmarsdorf	20,98	0,76	0,85	0,77	0,67
04317	Reudnitz	119,39	4,35	4,75	3,85	4,26
04318	Sellerhausen + Anger-Crottendorf	41,81	1,52	1,39	1,99	1,35
04328	Paunsdorf(Süd)	9,45	0,34	0,49	0,00	0,43
04329	Paunsdorf(Nord)	14,29	0,52	0,87	0,18	0,38
04347	Schönefeld	20,85	0,76	0,72	1,21	0,49
04349	Thekla + Portitz	5,8	0,21	0,33	0,00	0,23
04357	Mockau	8,26	0,30	0,33	0,36	0,23
04420	Lausen	2	0,07	0,00	0,00	0,20

Tabelle A3: Einzugsgebiet des Löwen-Centers (ohne Leipzig)
(Zahlenangaben in Prozent der Kunden aus dem Umland)

Albersdorf	0,07	Großkorbetha	0,07	Pomnitz	0,03
Alsfeld	0,01	Großkugel	0,03	Priesteblich	0,14
Alsleben	0,01	Großlehna	1,47	Quellendorf	0,01
Altenburg	0,04	Günthersdorf	1,20	Quesitz	0,20
Altranstädt	1,04	Halle	0,07	Rackwitz	0,08
Baalsdorf	0,01	Hohenmölsen	0,02	Radefeld	0,02
Bad Bibra	0,01	Kitzen	0,14	Regis-Breitingen	0,02
Bad Düben	0,02	Kleinliebenau	0,14	Rehbach	0,35
Bad Dürrenberg	0,30	Knautnaundorf	0,05	Rippach	0,01
Bad Lauchstädt	0,01	Kötschlitz	0,24	Rodden	0,14
Benndorf	0,01	Kötzschau	0,22	Schkopau	0,02
Berlin	0,02	Krostitz	0,02	Schleiz	0,01
Bitterfeld	0,01	Kulkwitz	0,89	Schnaditz	0,01
Böhlen	0,19	Leuna	0,44	Stahmeln	0,90
Borna	0,10	Liebertwolkwitz	0,01	Starsiedel	0,02
Borsdorf	0,09	Lindennaundorf	0,78	Strehla	0,01
Cannewitz	0,01	Lindenthal	1,43	Taucha	0,14
Colditz	0,01	Lobstädt	0,14	Torgau	0,01
Delitzsch	0,23	Lucka	0,03	Tronitz	0,01
Dresden	0,02	Lützen	0,42	Weißenfels	0,11
Eilenburg	0,03	Magdeburg	0,01	Wermsdorf	0,01
Eisenberg	0,01	Markkleeberg	0,20	Wiedemar	0,16
Elstertrebnitz	0,01	Maßlau	0,03	Wiederitzsch	0,21
Engelsdorf	0,17	Merseburg	0,44	Wittenberg	0,01
Ermlitz	0,45	Miltitz	1,30	Wolfen	0,07
Friedrichroda	0,01	Mölkau	0,06	Wurzen	0,09
Gerbisdorf	0,07	Mücheln	0,06	Zeitz	0,01
Glesien	0,03	Naumburg	0,10	Zöschen	0,34
Göschwitz	0,10	Nebra	0,02	Zwenkau	0,07
Gröbers	0,09	Panitzsch	0,01	Zwochau	0,07
Groitzsch	0,04	Pegau	0,01		
Großdeuben	0,03	Pissen	0,07		

Tabelle A4 : Einzugsgebiet des Löwen-Centers nach Postleitzahlbereichen in Leipzig

PLZ	Bezirk	Einkäufe/Woche	∅ %	Phase1 %	Phase2 %
04103	Zentrum(Ost + Südost)	31,19	2,33	3,26	1,25
04105	Zentrum(Nord)	40,55	3,03	4,45	1,38
04107	Zentrum(Süd + Südwest)	10,33	0,77	0,78	0,76
04109	Zentrum(Mitte + West)	31,77	2,37	2,10	2,70
04129	Eutritzsch	7,05	0,53	0,81	0,20
04155	Gohlis	31,10	2,32	3,22	1,28
04157	Gohlis(Nord)	28,27	2,11	2,56	1,59
04159	Wahren + Möckern	102,78	7,68	8,40	6,85
04177	Lindenau	162,78	12,17	11,66	12,76
04179	Leutzsch	232,50	17,38	16,97	17,86
04205	Grünau(Nord)	160,39	11,99	12,50	11,39
04207	Grünau(West)	152,42	11,39	10,94	11,92
04209	Grünau(Ost)	167,28	12,50	11,22	14,01
04229	Schleußig + Plagwitz	71,63	5,35	4,00	6,93
04249	Großzschocher-Knautkleeberg	25,01	1,87	1,90	1,84
04275	Südvorstadt	18,12	1,35	1,10	1,65
04277	Connewitz	12,79	0,96	1,26	0,61
04279	Lößnig + Dölitz	2,13	0,16	0,19	0,12
04289	Probstheida + Meusdorf	0,50	0,04	0,07	0,00
04299	Stötteritz	1,83	0,14	0,00	0,29
04315	Volkmarsdorf	4,39	0,33	0,30	0,36
04317	Reudnitz	13,54	1,01	0,15	2,02
04318	Sellerhausen + Anger-Crottendorf	2,51	0,19	0,29	0,07
04328	Paunsdorf(Süd)	1,25	0,09	0,18	0,00
04329	Paunsdorf(Nord)	1,68	0,13	0,18	0,06
04347	Schönefeld	4,70	0,35	0,47	0,21
04349	Thekla + Portitz	1,52	0,11	0,21	0,00
04357	Mockau	5,75	0,43	0,76	0,04
04420	Lausen	11,96	0,89	0,07	1,85

Tabelle A5: Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers (ohne Leipzig)
(Zahlenangaben in Prozent der Kunden aus dem Umland)

Alsleben	0,03	Ermlitz	0,03	Laußig	0,18
Altenbach	0,27	Espenhain	0,01	Leisnig	0,19
Altenburg	0,25	Falkenberg/Elster	0,02	Liebertwolkwitz	1,39
Ammelshain	0,01	Frankenheim	0,38	Limbach	0,01
Artern	0,03	Freiberg	0,06	Lindenhayn	0,18
Arzberg	0,01	Frohburg	0,10	Lindenthal	0,77
Aschersleben	0,01	Fuchshain	0,06	Lübbenau	0,12
Audenhain	0,03	Gallen	0,18	Lübschütz	0,12
Auenhain	0,03	Gaschwitz	0,01	Lucka	0,01
Bad Düben	0,13	Geithain	0,04	Luppa	0,01
Bad Dürrenberg	0,02	Gera	0,01	Lützen	0,05
Bad Kösen	0,01	Gerbstedt	0,01	Lützschena	0,13
Bad Lausick	0,07	Gerichshain	1,06	Marienberg	0,02
Bad Schmiedeberg	0,09	Göbschelwitz	0,12	Markkleeberg	1,07
Ballendorf	0,03	Gräfenhainichen	0,18	Markranstädt	0,09
Bautzen	0,01	Gröbers	0,01	Meißen	0,01
Beilrode	0,02	Gröbzig	0,02	Merseburg	0,19
Belgershain	0,01	Groitzsch (b.Mach.)	0,04	Meuselwitz	0,03
Benndorf	0,01	Groitzsch (b. Pegau)	0,07	Miltitz	0,06
Bennewitz	0,12	Großbothen	0,01	Mittweida	0,01
Bernburg	0,03	Großfurra	0,03	Mockrehna	0,12
Bischofswerda	0,01	Großheringen	0,01	Mölbis	0,01
Bitterfeld	0,17	Großkugel	0,01	Mörtitz	0,02
Bobbau	0,01	Großlehna	0,03	Mügeln	0,05
Böhlen	0,27	Großpösna	0,06	Muldenstein	0,01
Böhlitz-Ehrenberg	0,71	Großsteinberg	0,09	Naumburg	0,03
Borna	0,10	Großtreben	0,01	Naundorf	0,12
Bornitz (b. Zeitz)	0,01	Halle	0,42	Naunhof	0,45
Burkartshain	0,01	Hartha	0,03	Nebitzschen	0,05
Camburg	0,01	Helbra	0,01	Nepperwitz	0,01
Carlsfeld	0,01	Heringsdorf	0,01	Nerchau	0,39
Chemnitz	0,01	Herzberg	0,02	Neukieritzsch	0,05
Colditz	0,03	Hoburg	0,03	Nischwitz	0,03
Dahlen	0,05	Hof (b. Oschatz)	0,03	Nordhausen	0,01
Delitzsch	0,40	Ilfeld	0,01	Oschatz	0,47
Dessau	0,13	Jena	0,03	Pegau	0,03
Deuben	0,01	Jesewitz	0,76	Pirna	0,01
Deutzen	0,04	Kassel	0,01	Podelwitz	0,08
Döbeln	0,80	Kleinpösna	0,51	Pomßen	0,28
Doberschütz	0,01	Klinga	0,12	Ponitz	0,01
Dölzig	0,24	Köhra	0,04	Pönitz	0,12
Dornbock	0,01	Könnern	0,01	Prausitz (b. Riesa)	0,01
Dreiskau-Muckern	0,01	Köthen	0,03	Prettin	0,01
Dresden	0,16	Krostitz	0,03	Pulsnitz	0,01
Eberswalde	0,01	Kühren	0,01	Quellendorf	0,01
Eicha	0,03	Kulkwitz	0,01	Querfurt	0,01
Eilenburg	1,24	Langeneichstädt	0,01	Rabutz	0,01

Tabelle A5: Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers (Fortsetzung)
(Zahlenangaben in Prozent der Kunden aus dem Umland)

Rackwitz	0,48	Schwanditz	0,12	Weißenfels	0,04
Radefeld	0,05	Schwemsal	0,01	Wermsdorf	0,12
Raguhn	0,19	Seidewitz	0,12	Wiederitzsch	0,24
Rathendorf	0,01	Sermuth	0,13	Wilkau-Haßlau	0,01
Rehbach	0,01	Söllichau	0,01	Wittenberg	0,06
Riesa	0,18	Sondershausen	0,01	Wolfen	0,09
Rochlitz	0,12	Sprotta	0,01	Wölkau	0,09
Rödgen (b. Eilenb.)	0,06	Tanndorf	0,35	Wurzen	1,20
Rodishain	0,01	Thallwitz	0,36	Zeitz	0,02
Rostock	0,01	Threna	0,15	Zörbig	0,02
Rötha	0,03	Torgau	0,38	Zschadraß	0,02
Rückmarsdorf	0,06	Trebsen	0,08	Zscherndorf	0,01
Sachsendorf	0,13	Vogelgesang	0,01	Zschortau	0,03
Sandersdorf	0,02	Wachau	0,04	Zweenfurth	0,03
Schildau	0,09	Waldheim	0,02	Zwenkau	0,18
Schkeuditz	0,47	Wartenburg	0,01	Zwickau	0,06
Schmölln	0,01	Weidenhain	0,01		
Schraplau	0,01	Weißandt-Gölzau	0,03		

Tabelle A6 : Einzugsgebiet des Paunsdorf-Centers nach Postleitzahlbereichen in Leipzig

PLZ	Bezirk	Einkäufe/Woche	∅ %	Phase1 %	Phase2 %
04103	Zentrum(Ost + Südost)	36,40	1,53	1,18	1,83
04105	Zentrum(Nord)	26,75	1,13	1,42	0,87
04107	Zentrum(Süd + Südwest)	16,98	0,71	0,98	0,48
04109	Zentrum(Mitte + West)	31,55	1,33	1,12	1,50
04129	Eutritzsch	31,99	1,35	1,57	1,15
04155	Gohlis	26,89	1,13	1,20	1,07
04157	Gohlis(Nord)	51,02	2,15	2,38	1,94
04159	Wahren + Möckern	27,09	1,14	1,17	1,11
04177	Lindenau	13,52	0,57	0,38	0,73
04179	Leutzsch	10,49	0,44	0,81	0,12
04205	Grünau(Nord)	10,00	0,42	0,88	0,02
04207	Grünau(West)	8,71	0,37	0,39	0,35
04209	Grünau(Ost)	12,54	0,53	0,74	0,34
04229	Schleußig + Plagwitz	20,33	0,86	1,04	0,70
04249	Großzschocher + Knautkleeberg	3,00	0,13	0,15	0,11
04275	Südvorstadt	18,84	0,79	0,55	1,01
04277	Connewitz	21,12	0,89	0,73	1,03
04279	Lößnig + Dölitz	12,40	0,52	0,49	0,55
04289	Probstheida + Meusdorf	10,30	0,45	0,43	0,47
04299	Stötteritz	46,89	1,97	1,75	2,16
04315	Volkmarsdorf	145,78	6,13	6,80	5,56
04317	Reudnitz	81,09	3,41	3,45	3,38
04318	Sellerhausen + Anger-Crottendorf	250,82	10,55	10,20	10,85
04328	Paunsdorf(Süd)	211,16	8,88	10,11	7,80
04329	Paunsdorf(Nord)	878,35	36,95	34,00	39,49
04347	Schönefeld	234,67	9,87	9,77	9,96
04349	Thekla + Portitz	58,73	2,47	2,12	2,78
04357	Mockau	72,50	3,05	3,61	2,56
04420	Lausen	1,75	0,07	0,16	0,00
04425	Plaußig	1,00	0,04	0,00	0,08
04448	Seehausen	4,75	0,20	0,41	0,02

Tabelle A7: Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Clara-Zetkin-Park

Straßenabschnitt	Länge [m]	DTV [Kfz/d]	Kfz/h vorm.	Kfz/h mittags	Kfz/h nachm.	CO [g/km/h]	NOx [g/km/h]	HC [g/km/h]	Benzol [g/km/h]	CO_2 [kg/km/h]
Beethovenstr.	401	6800	390	350	520	829,8	334,2	200,7	10,6	81,2
Ferdinand-Lassalle-Str.	666	13800	790	710	1050	2089,0	803,9	557,2	28,9	197,1
Käthe-Kollwitz-Str.	428	31100	1770	1600	2370	4707,9	1811,9	1255,8	65,3	444,1
Karl-Heine-Str.	685	34200	1950	1770	2610	5177,2	1992,5	1380,9	71,8	488,4
Karl-Tauchnitz-Str./Nord	522	12500	710	650	950	1525,5	614,2	369,0	19,5	149,2
Karl-Tauchnitz-Str./Süd	849	15300	870	790	1170	1867,2	751,8	451,6	23,8	182,7
Klingerbrücke	147	43800	2500	2260	3340	6630,4	2551,8	1768,6	91,9	625,4
Klingerweg	591	10500	600	540	800	1281,4	515,9	309,9	16,3	125,4
Könneritzstr./Mitte	876	13800	790	710	1052	1684,2	678,1	407,3	21,5	164,7
Könneritzstr./Süd	386	6600	380	340	500	805,4	324,3	194,8	10,3	78,8
Kreisverkehr	33	11300	640	580	860	1217,0	532,9	285,4	14,9	123,7
Kreisverkehr	32	14000	800	720	1070	1507,8	660,2	353,6	18,5	153,2
Kreisverkehr	30	12900	740	670	980	1389,3	608,4	325,8	17,0	141,2
Kreisverkehr	90	14700	840	760	1120	1583,2	693,3	371,3	19,4	160,9
Kurt-Eisner-Str.	398	28000	1600	1450	2130	3417,1	1375,9	826,5	43,6	334,3
Marschnerstr./Park	270	23500	1340	1230	1790	2867,9	1154,8	693,7	36,7	280,5
Marschnerstr./Wohnblöcke	231	10500	600	540	800	1589,5	611,7	423,9	22,1	149,9
Rödelstr.	309	33700	1920	1740	2570	4112,7	1656,0	994,8	52,5	402,3
Schleußiger Weg	1246	39600	2260	2040	3020	4264,9	1867,5	1000,3	52,3	433,3
Schnorrstr.	347	7500	430	390	570	915,3	368,5	221,4	11,7	89,5
Wundtstr./Mitte	582	34800	1980	1800	2650	3747,9	1641,1	879,0	45,9	380,8
Wundtstr./Nord	122	23700	1350	1220	1810	2892,3	1164,6	699,6	36,9	282,9
Wundtstr./Süd	372	44000	2510	2270	3350	4738,8	2075,0	1111,4	58,1	481,5
Σ der Emissionen im Gebiet [kg/h]						27161,0	11125,0	6706,0	351,2	2664065,0

Tabelle A8: Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Freizeitpark Südost

Straßenabschnitt	Länge [m]	DTV [Kfz/d]	Kfz/h vorm.	Kfz/h mittags	Kfz/h nachm.	CO [g/km/h]	NOx [g/km/h]	HC [g/km/h]	Benzol [g/km/h]	CO_2 [kg/km/h]
Augustinerstr.	484	2600	160	140	190	353,8	143,5	91,4	4,8	34,1
Bockstr.	32	3900	240	210	280	530,7	215,3	137,1	7,3	51,2
Güldengossaer Str.	442	260	16	14	19	36,3	14,7	9,4	0,5	3,5
Kommandant-Prendel-Allee	438	8400	510	450	610	1143,1	463,6	295,3	15,6	110,3
Kommandant-Prendel-Allee/NO	72	8400	510	450	610	1143,1	463,6	295,3	15,6	110,3
Naunhofer Str./Mitte	358	3500	210	190	250	476,3	193,2	123,1	6,5	45,9
Naunhofer Str./NO	112	3500	210	190	250	476,3	193,2	123,1	6,5	45,9
Naunhofer Str./Ost	160	970	60	50	70	131,5	53,3	33,9	1,8	12,7
Prager Str./Mitte	521	27800	1700	1500	2000	3392,7	1366,1	820,6	43,4	331,9
Prager Str./NW	21	27800	1700	1500	2000	3392,7	1366,1	820,6	43,4	331,9
Prager Str./NW	104	27800	1700	1500	2000	3392,7	1366,1	820,6	43,4	331,9
Prager Str./Süd	47	27800	1700	1500	2000	3392,7	1366,1	820,6	43,4	331,9
Russenstr./Mitte	68	5000	310	270	360	680,4	276,0	175,8	9,3	65,6
Russenstr./Ost	70	3700	230	200	270	503,5	204,2	130,1	6,9	48,6
Russenstr./West	295	2700	170	150	190	367,4	149,0	94,9	5,0	35,4
Σ der Emissionen im Gebiet [kg/h]						3572,0	1442,0	884,0	46,7	347721,0

Tabelle A9: Verkehrsströme und spezifische Emissionen am Mariannenpark

Straßenabschnitt	Länge [m]	DTV [Kfz/d]	Kfz/h vorm.	Kfz/h mittags	Kfz/h nachm.	CO [g/km/h]	NOx [g/km/h]	HC [g/km/h]	Benzol [g/km/h]	CO_2 [kg/km/h]
Friedrichshafner Str.	316	12200	670	610	940	1488,9	599,5	360,1	19,0	145,6
Hermann-Liebmann-Str.	23	8600	470	430	670	1435,5	525,8	392,6	20,1	132,8
Lindenallee	1011	16300	890	810	1260	1989,2	800,9	481,1	25,4	194,6
Mockauer Str.	51	9700	530	480	750	1183,8	476,6	286,3	15,1	115,8
Ossietzkystr.	52	11400	620	570	880	1902,9	696,9	520,5	26,7	176,1
Rackwitzer Str.	1180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rohrteichstr.	852	23200	1270	1160	1800	2831,3	1140,0	684,8	36,2	277
Stannebeinplatz	122	11200	610	560	870	1869,5	684,7	511,4	26,2	173
Volbedingstr./Endstelle	243	21300	1160	1060	1650	2599,4	1046,6	628,7	33,2	254,3
Volbedingstr./Nord	465	9700	530	480	750	1183,8	476,6	286,3	15,1	115,8
Σ der Emissionen im Gebiet [kg/h]						6495,0	2602,0	1583,0	83,5	633482,0

Tabelle A10: Verkehrsströme und spezifische Emissionen im Untersuchungsgebiet Moritzbastei

Straßenabschnitt	Länge [m]	DTV [Kfz/d]	Kfz/h vorm.	Kfz/h mittags	Kfz/h nachm.	CO [g/km/h]	NOx [g/km/h]	HC [g/km/h]	Benzol [g/km/h]	CO_2 [kg/km/h]
Goldschmidtstr.	140	6500	350	320	410	884,5	358,8	228,5	12,1	85,3
Grünewaldstr.	111	30900	1670	1520	1950	4677,6	1800,2	1247,7	64,9	441,2
Roßplatz/Mitte	192	44500	2400	2190	2800	5430,8	2186,7	1313,6	69,4	531,2
Roßplatz/Nord	100	38800	2100	1910	2440	5873,5	2260,4	1566,7	81,4	554
Roßplatz/West	265	43300	2340	2130	2730	6554,7	2522,6	1748,4	90,9	618,3
Schillerstr.	375	6300	340	310	400	1141,2	396,9	316,0	16,2	103,8
Σ der Emissionen im Gebiet [kg/h]						4436,0	1713,0	1161,0	60,5	420945,0

Tabelle A11 : Tagesgänge der Benzolemmissionen an ausgewählten Streckenabschnitten
(Untersuchungsgebiete Freizeitpark Südost und Mariannenpark)

Uhrzeit	Prager Str	Augustinerstr	Volbedingstr	Lindenallee	Rohrteichstr	Kreuzung
6:45	43,56	4,96	0	0	0	0
7:00	43,47	4,10	0	0	0	0
7:15	44,10	4,59	0	0	0	0
7:30	43,68	5,21	0	0	0	0
7:45	44,41	4,34	0	0	0	0
8:00	37,75	5,08	34,74	24,23	30,37	59,28
8:15	36,92	3,35	34,74	24,02	35,05	65,36
8:30	37,65	6,20	32,66	21,42	36,92	65,83
8:45	39,21	4,10	35,36	24,34	30,58	59,90
9:00	40,87	5,08	34,008	23,09	33,80	59,75
9:15	40,66	3,97	32,552	22,26	30,68	62,09
9:30	42,22	5,08	36,608	23,82	35,05	67,08
9:45	39,73	5,08	37,128	23,30	33,18	62,40
10:00	38,69	5,21	36,192	22,46	32,03	60,99
10:15	40,77	5,83	35,568	22,05	31,51	62,24
10:30	41,60	5,08	35,36	22,15	32,24	61,62
10:45	42,64	6,20	33,696	22,67	32,03	61,93
11:00	43,16	5,21	34,112	22,15	33,07	59,59
11:15	40,14	4,34	36,4	23,50	31,82	62,09
11:30	40,35	4,84	32,864	21,32	31,51	61,15
11:45	38,48	5,08	31,408	21,84	30,37	58,81
12:00	40,14	4,46	32,032	22,98	29,54	58,03
12:15	37,75	2,98	31,616	19,86	29,74	55,69
12:30	37,75	4,09	29,536	20,28	29,22	56,00
12:45	36,61	3,97	32,032	21,53	29,95	60,99
13:00	39,42	4,34	30,16	20,59	29,64	58,66
13:15	40,77	2,73	33,8	20,90	32,24	60,84
13:30	40,46	4,96	33,384	23,92	35,67	68,95
13:45	40,98	4,59	34,32	22,36	34,84	63,34
14:00	42,22	4,34	36,088	22,57	32,45	58,66
14:15	44,82	5,46	37,336	24,02	36,50	63,18
14:30	45,55	4,46	39,52	26,83	34,94	65,99
14:45	45,14	5,46	41,392	27,66	39,52	76,13
15:00	46,49	6,57	41,392	30,06	41,70	79,09
15:15	47,53	4,34	40,04	29,33	44,10	84,71
15:30	47,32	5,58	45,032	32,86	46,49	85,49
15:45	53,35	5,58	46,176	36,82	49,50	95,00
16:00	55,22	5,83	45,552	33,49	49,61	93,60
16:15	55,95	5,83	45,032	32,76	43,68	85,80
16:30	52,21	6,20	44,616	34,11	51,58	94,38
16:45	51,58	4,84	42,64	36,09	48,26	93,60
17:00	50,96	5,21	38,584	31,82	42,64	81,90
17:15	47,84	4,09	40,768	28,81	39,31	78,16
17:30	46,80	3,97	39,624	28,60	40,98	79,40
17:45	44,62	4,46	0	0	0	0

Tabelle A12 : Tagesgänge der Benzolemmissionen an ausgewählten Streckenabschnitten
(Untersuchungsgebiete Moritzbastei und Clara-Zetkin-Park)

Uhrzeit	Roßpl. Mitte	Schillerstr	Bowling-C.	Klingerbr.	Kreisel	Schleuß. Weg	Lassallestr
7:00	58,24	0	0	0	0	0	0
7:15	58,03	0	0	0	0	0	0
7:30	55,54	0	0	83,86	53,14	49,46	28,28
7:45	54,29	0	0	85,26	51,27	47,96	29,12
8:00	59,59	15,48	87,36	83,86	52,42	48,40	29,96
8:15	63,65	14,79	96,32	87,36	48,46	50,34	28,56
8:30	66,56	18,92	94,36	80,22	47,53	47,34	32,76
8:45	69,16	19,26	101,64	82,04	52,21	50,51	33,04
9:00	64,06	20,30	97,58	75,32	47,94	46,99	33,88
9:15	63,34	18,06	97,44	80,36	48,67	45,32	31,92
9:30	64,69	20,30	97,16	81,34	49,09	48,58	30,94
9:45	64,89	23,74	101,08	84,70	49,82	49,63	33,88
10:00	64,17	18,92	95,76	80,78	45,97	45,14	29,82
10:15	58,97	19,26	89,88	83,02	47,01	45,23	34,44
10:30	62,09	19,26	97,16	83,30	48,15	52,54	30,80
10:45	63,44	19,61	95,90	80,64	43,26	47,96	31,08
11:00	61,78	18,58	96,60	79,24	44,51	45,23	30,80
11:15	63,13	18,75	99,68	81,48	46,70	45,94	31,08
11:30	59,07	17,54	93,52	80,78	45,66	45,06	18,20
11:45	60,84	20,29	94,08	83,86	45,66	43,47	29,96
12:00	57,82	18,58	87,36	89,74	45,97	46,02	24,92
12:15	55,74	17,89	86,52	91,70	46,59	45,58	24,36
12:30	58,66	17,20	92,40	88,20	43,37	40,66	22,54
12:45	59,69	17,20	87,64	89,04	46,91	45,41	23,24
13:00	58,45	19,78	95,76	87,36	42,22	48,05	24,08
13:15	58,34	18,92	88,76	93,24	44,62	46,82	26,60
13:30	58,14	18,75	94,22	100,52	44,51	44,79	27,86
13:45	58,76	18,92	92,40	93,24	45,86	48,58	24,64
14:00	57,82	18,23	89,60	91,70	47,01	46,82	27,72
14:15	60,11	18,58	93,24	90,30	49,82	47,61	27,72
14:30	62,61	15,48	96,32	97,72	52,73	51,04	28,84
14:45	67,08	20,29	107,80	97,16	53,14	49,63	29,26
15:00	67,29	17,03	106,82	105,00	59,49	55,18	28,70
15:15	72,69	18,23	115,22	110,60	61,88	60,90	31,92
15:30	72,28	18,40	121,66	110,32	67,91	66,88	34,16
15:45	71,86	17,72	125,16	113,96	65,11	72,25	34,44
16:00	75,71	16,68	127,68	112,56	68,43	74,27	32,48
16:15	72,18	16,17	122,92	109,06	66,25	74,10	33,60
16:30	71,55	14,96	123,76	98,00	65,73	68,82	21,56
16:45	70,30	15,48	118,86	105,56	62,19	66,35	27,72
17:00	66,56	15,82	105,70	105,28	58,55	63,71	28,56
17:15	68,33	16,17	100,10	102,48	49,50	57,38	26,88
17:30	63,65	16,86	100,52	101,36	46,38	57,11	29,82
17:45	61,15	15,31	100,38	99,40	43,47	56,67	26,32

Tabelle A12 : Tagesgänge der Benzolemmissionen an ausgewählten Streckenabschnitten (Fortsetzung)

Uhrzeit	Roßpl. Mitte	Schillerstr	Bowling-C.	Klingerbr.	Kreisel	Schleuß. Weg	Lassallestr
18:00	75,09	0	0	95,62	42,95	56,94	26,32
18:15	69,06	0	0	0	0	0	0
18:30	66,56	0	0	0	0	0	0
18:45	63,23	0	0	0	0	0	0

Tabelle A13: Benzolmeßwerte an der Moritzbastei (Konzentration in $\mu g/m^3$)

Meßdatum	05.06.97		18.05.98		07.07.98		27.08.98	
Meßstelle	Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert	
1	7:00	4,5	7:00	8,6	7:00	3,7	7:00	5,2
1	10:30	2,4	9:30	5,4	9:30	4,5	9:30	5,7
1	14:00	1,5	13:00	2,6	12:00	2,9	12:00	3,9
1	16:30	2,5	16:00	3,2	15:00	5,8	15:00	8,7
2	7:30	4,0	7:30	4,7	7:30	1,1	7:30	1,7
2	11:00	1,5	10:00	1,8	10:00	1,1	10:00	2,1
2	14:30	1,3	13:30	1,4	12:30	1,2	12:30	1,4
2	17:00	1,7	16:30	1,8	15:30	2,4	15:30	2,7
3	8:00	3,0	8:00	3,4	8:30	0,8	8:00	2,1
3	9:30	1,8	12:00	1,1	10:30	1,4	10:30	1,9
3	13:00	1,3	14:00	1,2	13:00	1,3	14:30	1,4
3	15:30	1,3	15:00	1,2	16:00	1,0	16:00	1,9
4	8:30	3,0	8:30	3,1	8:00	1,0	8:30	1,6
4	10:00	1,8	10:30	1,7	11:00	1,6	11:00	0,9
4	12:00	1,2	14:00	1,0	13:30	1,0	13:00	1,8
4	15:00	1,2	15:30	1,1	16:30	1,2	16:30	1,9
5	9:00	6,9	9:00	3,0	9:00	9,1	9:00	9,4
5	11:30	4,7	11:30	5,1	11:30	7,2	11:30	8,8
5	13:30	3,4	14:30	3,5	15:00	8,1	15:00	5,8
5	16:00	6,2	17:00	5,6	17:00	9,4	17:00	11,1

Tabelle A14: Benzolmeßwerte am Mariannenpark (Konzentration in µg/m³)

Meßdatum	03.06.97		20.05.98		06.07.98		25.08.98		10.05.99	
Meßstelle	Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert	
1	7:00	4,0	7:00	1,6			7:00	0,7		
1	10:00	1,0	10:00	1,0	10:00	0,9	10:00	0,8		
1	14:00	0,7	14:00	1,0	14:00	0,7	14:00	1,0		
2	7:30	6,0	7:30	1,3	7:30	2,7	7:30	0,9		
2	10:30	1,4	10:30	1,0	10:30	1,0	10:30	0,7		
2	14:30	1,1	14:30	0,9	14:30	0,6	14:30	0,9		
3	8:00	2,2	8:00	1,5	8:00	2,2	8:00	0,9		
3	11:00	2,5	11:00	0,7	11:00	1,0	11:00	0,6		
3	15:00	1,4	15:00	0,7	15:00	1,0	15:00	0,8		
4									7:00	7,5
									8:00	5,6
4	8:30	4,1	8:30	11,5	8:30	5,5	8:30	3,7		
4									9:30	5,6
4	11:30	2,5	11:30	4,7	11:30	3,7	11:30	3,3		
4							13:00	3,1		
4	15:30	5,9	15:30	9,7	15:30	6,3	15:30	7,1	15:30	5,8
4	17:00	1,6	17:00	6,4	17:00	5,8	17:00	6,0	17:00	5,3
4									18:00	6,1
5									7:00	2,0
5	9:00	1,6	9:00	0,7	9:00	1,1	9:00	0,8	9:00	3,7
5	12:00	0,7	12:00	0,7	12.00	0,6	12:00	0,9		
5	16:00	0,7	16:00	0,8	16:00	0,7	16:00	1,0	16:00	1,9
5	17:30	0,7	17:30	0,8	17:30	0,5	17:30	1,0	17:30	3,6

Tabelle A14: Benzolmeßwerte am Mariannenpark (Fortsetzung)

Meßdatum	03.06.97		20.05.98		06.07.98		25.08.98		19.05.99	
Meßstelle	Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert	
6	9:30	1,3	9:30	1,8	9:30	2,4	9:30	1,9		
6	12:30	0,7	12.30	1,5	12:30	2,0	12:30	1,4		
6	16:30	2,1	16:30	1,2	16:30	1,0	16:30	1,2		
7									7:30	2,9
7									9:00	1,6
7									15:30	3,3
7									17:00	3,9

Tabelle A15: Benzolmeßwerte am Clara-Zetkin-Park (Konzentration in $\mu g/m^3$)

Meßdatum	04.06.97		02.09.97		19.05.98		09.07.98		24.08.98		20.05.99	
Meßstelle	Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert	
1	7:00	6,1	7:00	7,5	7:00	14,1						
1							10:30	2,5				
1	11:00	3,1	11:00	5,8	11:00	2,9						
1							14:30	3,6				
1	15:00	1,7	15:00	2,5	15:00	1,0					15:00	7,4
1	17:00	2,7	17:00	3,2	17:00	3,6					17:00	6,7
2	7:30	2,7	7:30	3,4	7:30	4,4			7:30	1,1		
2	12:00	1,3	12:00	1,8	12:00	1,0			12:00	0,9		
2	17:30	1,4	17:30	1,9	17:30	3,1			17:30	1,0		
3	8:00	4,1	8:00	3,0	8:00	2,3			8:00	3,1		
3							11:30	1,6				
3	13:00	1,4	13:00	1,8	13:00	0,9			13:00	1,4		
4	8:30	2,4	8:30	2,0	8:30	1,6			8:30	1,4		
4							12:00	1,6				
4	13:30	1,0	13:30	1,6	13:30	1,0			13:30	1,5		
5	9:00	2,0	9:00	2,2	9:00	1,4			9:00	1,5		
5							12:30	0,9				
5	14:00	0,9	14:00	1,0	14:00	0,8			14:00	0,8		
6	9:30	2,0	9:30	2,6	9:30	1,4			9:30	0,9		
6							13:00	0,8				
6	14:30	0,8	14:30	1,1	14:30	0,7			14:30	0,9		

Tabelle A15: Benzolmeßwerte am Clara-Zetkin-Park (Fortsetzung)

Meßdatum	04.06.97		02.09.97		19.05.98		09.07.98		24.08.98		20.05.99	
Meßstelle	Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert		Zeit / Meßwert	
7	10:00	7,1	10:00	10,6	10:00	2,4			10.00	4,7		
7							13:30	5,2				
7	15:30	7,5	15:30	1,9	15:30	2,1			15:30	5,2		
8	10:30	2,5	10:30	2,9	10:30	1,2			10:30	1,2		
8							14:00	1,1				
8	16:00	1,0	16:00	1,8	16:00	1,0			16:00	1,5		
9											15:00	1,4
9											17:00	1,9
10											15:30	3,6
10											17:30	1,7
11											16:00	1,5
11											18:00	1,6

Tabelle A16: Benzolmeßwerte am Freizeitpark Südost (Etzoldsche Sandgrube) (Konzentration in $\mu g/m^3$)

Meßdatum	02.06.97		01.09.97		26.05.98		14.07.98	
Meßstelle	Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert		Uhrzeit / Meßwert	
1	7:30	1,4	7:15	4,1	7:00	4,6	7:00	1,4
1	9:30	1,2	9:30	2,2	9:15	2,6	9:30	1,3
1	12:30	0,8	12:30	1,6	12:45	2,1	12:30	1,2
1	15:30	0,6	15:00	1,1	15:15	1,9	15:15	2,0
2	7:45	1,4	7:45	2,6	7:15	2,6	7:30	1,1
2	10:00	1,0	10:00	2,0	10.00	2,7	10:00	0,7
2	13:00	0,8	13:00	1,0	13:15	1,4	13:15	0,6
2	15:30	0,7	15:30	1,0	15:30	1,5	15:45	1,0
3	8:30	1,3	8:15	2,3	7:45	2,1	8:00	0,8
3	10:30	0,9	10:30	1,7	10:30	1,1	10:15	0,5
3	13:30	0,7	13:30	0,9	13:30	1,2	13:45	0,6
3	16:30	0,6	16:00	1,0	16:00	1,2	16:15	0,6
4	9:00	1,3	8:45	2,2	8:15	1,7	8:30	0,7
4	11:00	1,0	11:00	1,5	11:00	1,2	10:45	0,5
4	14:00	0,7	14:00	1,1	14:00	1,3	14:15	0,5
4	17:00	0,9	16:30	1,0	16:30	1,1	16:45	0,8
5	9:30	1,2	9:15	1,8	8:45	2,8	9:00	0,8
5	11:30	1,0	11:30	1,4	11:30	1,5	11:15	0,8
5	14:30	0,9	14:30	1,4	14:30	1,7	14:45	1,3
5	17:30	1,2	17:00	1,9	17:00	2,0	17:15	1,3

Tabelle A17: Meteorologische Daten am 02.06.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,15	1,55	109	69
6:30	2,3	1,65	113	76
6:50	1,75	1,95	106	63
7:10	2,15	1,7	79	81
7:30	2,25	1,45	55	65
7:50	2,4	1,7	68	48
8:10	2,45	1,85	69	55
8:30	2,3	2,05	76	49
8:50	2,6	2,4	40	16
9:10	2,85	2,25	26	51
9:30	2,9	2,35	25	33
9:50	3,35	2,75	36	51
10:10	3,5	2,75	15	37
10:30	3,2	2,9	64	33
10:50	4,2	2,75	33	46
11:10	3,7	3,15	39	50
11:30	3,15	3,1	51	46
11:50	3,6	2,6	52	56
12:10	3,3	3,25	65	43
12:30	3,6	2,85	75	40
12:50	3,65	3,5	38	31
13:10	3,5	2,8	46	26
13:30	2,9	2,9	62	35
13:50	3,8	3	66	39
14:10	3,8	2,55	27	47
14:30	3,7	2,5	41	50
14:50	3,5	2,5	47	50
15:10	4	2,65	18	46
15:30	2,95	2,5	53	77
15:50	2,4	2,4	26	36
16:10	3,05	2,1	36	41
16:30	3,3	2,55	24	24
16:50	2	2,35	56	35
17:10	2,95	2,2	49	29
17:30	2	1,55	80	34
17:50	2,4	2,1	71	29
18:10	3	1,75	40	10
18:30	3,5	1,9	25	32
18:50	3,3	1,7	24	31
19:10	3,1	1,5	30	35
19:30	2,8	1,35	33	29
19:50	2,45	1,3	24	10

Tabelle A18: Meteorologische Daten am 03.06.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	1,75	1,55	350	343
6:30	1,9	1,75	11	352
6:50	1,8	1,8	349	180
7:10	1,6	1,45	334	171
7:30	1,1	1,05	317	154
7:50	1,3	1,1	215	271
8:10	2,35	1,4	185	301
8:30	2,15	1,8	23	327
8:50	2,55	1,85	340	322
9:10	2,5	2,15	348	320
9:30	2,7	2,45	341	329
9:50	2,55	2,05	180	318
10:10	2,8	2,5	344	175
10:30	2,8	2,45	187	342
10:50	2,8	2,15	330	25
11:10	3,15	2,35	185	169
11:30	3,05	2,3	20	345
11:50	2,65	2,25	188	36
12:10	2,35	2,2	168	334
12:30	2,65	2,3	58	331
12:50	2,9	1,7	319	200
13:10	2,55	2,25	219	185
13:30	2,7	2,25	167	334
13:50	2,7	2,25	335	46
14:10	3,15	1,9	187	184
14:30	3,1	2,1	32	339
14:50	3,05	2	34	315
15:10	3,05	2,15	194	337
15:30	3,05	2,15	324	177
15:50	2,7	1,8	317	320
16:10	3,25	2,1	322	27
16:30	2,5	2,15	331	346
16:50	2,45	1,9	310	318
17:10	3,15	2,75	340	13
17:30	2,9	2,15	342	182
17:50	2,85	1,9	14	30
18:10	3	2,2	33	16
18:30	2	1,85	35	184
18:50	2,45	1,8	30	182
19:10	2,25	1,7	30	350
19:30	1,95	1,45	26	350
19:50	1,9	0,75	27	161

Tabelle A19: Meteorologische Daten am 04.06.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	1,8	1,4	225	218
6:30	1,3	1,8	219	230
6:50	1,5	1,5	233	219
7:10	1,75	1,55	227	208
7:30	1,8	1,6	215	206
7:50	1,95	1,85	215	208
8:10	2,1	1,7	211	203
8:30	1,9	1,85	213	204
8:50	1,85	1,8	226	228
9:10	1,95	1,7	218	230
9:30	1,9	1,65	238	235
9:50	1,75	1,6	222	221
10:10	1,85	1,8	233	237
10:30	1,95	1,85	254	238
10:50	2,1	1,8	263	252
11:10	2,15	2	273	221
11:30	2,05	1,55	323	229
11:50	2,25	2	163	280
12:10	1,8	1,85	221	224
12:30	1,9	1,6	287	247
12:50	1,95	1,55	169	39
13:10	1,65	1,65	212	295
13:30	2,05	2,45	111	182
13:50	1,65	1,95	126	157
14:10	3,25	1,75	168	206
14:30	2,95	1,9	186	201
14:50	3,05	2	199	248
15:10	2,5	2,7	193	227
15:30	2,45	1,95	281	227
15:50	2,95	2,15	179	236
16:10	2,85	1,65	189	277
16:30	1,8	1,75	153	225
16:50	2,8	2,1	204	235
17:10	2,75	1,95	218	258
17:30	2,35	1,35	236	282
17:50	2,2	1,85	215	251
18:10	2,3	1,2	205	229
18:30	1,95	1,5	186	233
18:50	1,55	1,15	198	242
19:10	1,55	0,8	236	170
19:30	2,45	0,9	205	104
19:50	1,9	1,45	83	88

Tabelle A20: Meteorologische Daten am 05.06.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	1,8	1,05	115	85
6:30	1,8	1,2	113	85
6:50	1,7	1,25	122	89
7:10	1,7	1,35	115	87
7:30	1,85	1,65	117	91
7:50	2,05	1,8	120	86
8:10	2,15	1,75	97	70
8:30	2,25	1,9	97	78
8:50	2	1,7	109	70
9:10	1,85	1,55	109	86
9:30	2,25	1,95	116	65
9:50	2,95	2,05	117	78
10:10	2,7	2,3	105	93
10:30	3,55	2,2	100	65
10:50	3,55	2,55	87	71
11:10	4,25	2,8	95	73
11:30	4,65	3,3	118	81
11:50	4,45	3,45	103	84
12:10	4,65	3,15	108	89
12:30	5,05	3,25	107	90
12:50	5,1	3,65	110	91
13:10	5,75	3,6	119	87
13:30	5,55	4,05	109	93
13:50	5,55	4	108	99
14:10	6,4	3,55	109	87
14:30	6,4	3,6	110	94
14:50	6,95	3,8	112	97
15:10	6,2	3,7	118	82
15:30	6,55	3,25	109	86
15:50	5,35	3,4	109	88
16:10	5,75	3,6	108	91
16:30	5,15	3,15	117	92
16:50	5,45	2,9	110	84
17:10	5,95	3,25	109	90
17:30	5,45	3,3	108	90
17:50	6,1	3,35	106	90
18:10	6,65	2,75	107	81
18:30	6,15	2,95	105	85
18:50	4,75	2,4	108	88
19:10	4,2	2,3	107	80
19:30	4,65	2,1	106	80
19:50	4,95	2	108	73

Tabelle A21: Meteorologische Daten am 01.09.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,05	1,65	135	128
6:30	2	1,65	146	129
6:50	2,35	1,5	160	154
7:10	1,85	1,6	157	150
7:30	1,9	1,95	161	156
7:50	2,3	2,1	173	170
8:10	2,25	2,15	168	181
8:30	2,3	2,3	185	177
8:50	2,25	2,2	179	157
9:10	2,2	2,2	169	167
9:30	2,35	1,9	176	167
9:50	2,15	2	159	138
10:10	2,35	1,7	145	150
10:30	2,5	1,7	170	156
10:50	2,5	1,95	164	154
11:10	2,5	2,05	153	154
11:30	2,5	2,15	149	151
11:50	2,6	1,8	167	144
12:10	2,55	2	183	156
12:30	2,45	2,15	136	122
12:50	2,9	2,1	122	147
13:10	3,05	1,9	124	117
13:30	3,1	2,3	118	132
13:50	2,95	2,05	134	121
14:10	2,9	2,2	121	94
14:30	2,75	2,15	130	112
14:50	2,5	1,8	136	92
15:10	3,1	2,2	128	85
15:30	2,65	1,95	138	103
15:50	3,25	2,5	116	99
16:10	2,65	2,35	109	115
16:30	4	2,5	104	99
16:50	3,45	2,45	117	98
17:10	3,7	2,25	115	97
17:30	3,8	2,35	112	92
17:50	3,85	1,85	110	87
18:10	3,1	1,55	112	93
18:30	3,6	1,5	108	89
18:50	3,25	1,25	106	77
19:10	3	1,45	104	75
19:30	2,7	1,1	104	68
19:50	2,85	1,1	102	63

Tabelle A22: Meteorologische Daten am 02.09.97
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2	2,35	117	88
6:30	2,55	1,65	131	102
6:50	2,7	1,6	125	95
7:10	2,45	0,75	131	140
7:30	2	1,15	135	133
7:50	1,85	1,45	138	151
8:10	1,5	1,15	138	151
8:30	1,7	1,2	126	124
8:50	1,3	1,15	121	122
9:10	1,35	1,2	171	173
9:30	1,85	1,5	172	163
9:50	2	1,8	171	153
10:10	2,2	2	147	145
10:30	2,75	2	159	190
10:50	2,7	2,4	181	163
11:10	2,6	2,35	159	161
11:30	3,25	2,4	176	166
11:50	3,1	2,45	159	158
12:10	2,55	2,35	184	150
12:30	3,4	2,45	163	153
12:50	3	2,2	190	184
13:10	2,5	2	157	179
13:30	2,25	1,55	174	146
13:50	1,7	1,7	170	138
14:10	2,35	1,8	219	149
14:30	2	1,5	190	198
14:50	2,3	1,4	246	245
15:10	3,05	1,5	288	271
15:30	2,2	1,55	296	275
15:50	2,35	1,5	289	284
16:10	2,7	1,4	323	302
16:30	4,3	1,95	324	299
16:50	4,65	2,7	320	308
17:10	3,95	2,9	329	323
17:30	5,1	3,1	320	315
17:50	4,05	2,95	326	318
18:10	4,7	3	323	315
18:30	3,85	3,3	330	320
18:50	3,7	3,05	327	317
19:10	4,45	3,3	322	323
19:30	4,5	3,2	324	317
19:50	4,85	3,25	325	318

Tabelle A23: Meteorologische Daten vom 18.05.98 – 21.05.98
(Universität)

Uhrzeit	Wg	Wr	Wg	Wr	Wg	Wr	Wg	Wr
	18.05.		19.05.		20.05.		21.05.	
6:10	1,45	17	1,35	308	1,85	5	2,5	194
6:30	1,2	194	1,7	320	2,45	177	2,65	194
6:50	1,15	62	1,6	327	2,1	179	2,35	207
7:10	1,15	29	1,8	339	1,85	180	2,3	208
7:30	1,3	208	1,75	326	2,05	184	2,4	210
7:50	1,2	217	1,7	294	2,55	356	2,3	207
8:10	1,4	13	1,8	332	2,1	179	2,35	220
8:30	1,95	11	1,95	146	2,25	343	2,2	221
8:50	2,4	353	1,95	6	2,15	316	2,45	211
9:10	2,5	25	2,3	353	2,65	316	3	215
9:30	2,7	49	2,6	176	2,65	294	2,85	223
9:50	2,3	33	3,05	175	2,75	322	2,95	239
10:10	3,3	30	2,85	340	2,55	313	2,5	215
10:30	3,1	55	3,15	356	2,65	321	2,45	217
10:50	3,2	13	3,3	341	3,6	294	3,6	230
11:10	2,95	28	3,45	348	2,7	296	3,85	208
11:30	2,6	60	2,95	351	2,75	295	2,5	217
11:50	3,4	104	3,05	332	3,55	322	2,35	215
12:10	3,1	30	3,7	330	3,5	322	3,25	232
12:30	2,8	196	3,25	334	3,2	319	2,85	225
12:50	3,2	17	3,15	327	4,25	322	3,8	240
13:10	2,7	39	3,15	326	4,4	323	3,9	213
13:30	3,25	24	3,1	175	4,2	314	3,9	197
13:50	3,45	26	3,55	316	3,7	308	3,15	199
14:10	3,35	26	3	339	3,65	304	2,7	203
14:30	2,2	325	3,05	293	3,5	314	2,9	228
14:50	2,5	52	3,9	324	4,15	317	3,35	222
15:10	2,9	25	3,65	325	3,8	320	3	243
15:30	2,95	36	3,85	337	4,4	329	2,75	234
15:50	2,55	47	3,6	318	3,65	331	2,65	212
16:10	3,1	14	3	320	3,75	342	3,15	210
16:30	3,1	326	4,15	317	3,35	336	3	220
16:50	3,4	342	3,7	330	3,65	343	3	218
17:10	3,1	348	3,2	330	3,8	327	3,1	232
17:30	3,25	340	3,75	331	3,25	341	3,45	203
17:50	3,8	15	3,85	314	3,4	327	3,2	189
18:10	2,8	348	3,35	326	3,95	324	3,4	200
18:30	2,8	326	3,55	326	3,45	338	2,75	180
18:50	2,4	323	3	329	3,35	326	3	181
19:10	2,35	320	3,2	324	3,25	324	2,8	190
19:30	1,9	330	3,2	318	2,85	317	2,55	181
19:50	2,4	324	3,15	321	3,1	324	2,5	174

Tabelle A24: Meteorologische Daten vom 06.07.98 – 08.07.98
(Universität)

Uhrzeit	Wg	Wr	Wg	Wr	Wg	Wr
	06.07.		07.07.		08.07.	
6:10	2,75	234	2,8	314	2,65	247
6:30	3,2	243	3,3	312	2,6	245
6:50	3,1	253	3,4	314	3,2	254
7:10	3,05	246	2,65	288	3,7	254
7:30	3	246	3,15	281	3,35	259
7:50	3,35	257	2,9	298	4,4	265
8:10	3,5	252	2,85	278	3,6	255
8:30	3,85	260	2,45	279	3,95	269
8:50	3,6	261	2,7	278	4,2	270
9:10	3,75	258	3,2	279	4,35	265
9:30	4,15	262	2,85	269	3,8	264
9:50	4,25	259	2,9	276	3,55	261
10:10	4,25	268	3,05	276	2,9	237
10:30	4,85	290	2,75	257	3,05	245
10:50	4,1	308	2,9	229	2,8	247
11:10	3,25	303	2,95	236	3,95	277
11:30	3,3	298	2,9	231	3,9	282
11:50	3,25	297	3,35	231	4,65	276
12:10	3,15	314	3,55	228	4,4	278
12:30	3,4	302	3,25	232	3,25	276
12:50	3,5	329	2,85	264	3,25	279
13:10	4,55	327	2,85	324	3,2	285
13:30	5,5	313	2,25	314	4,1	299
13:50	4,6	308	2,75	285	5,2	295
14:10	5	317	2,6	277	5,15	285
14:30	5	302	2,8	272	4,3	285
14:50	5,65	296	3,05	278	4,05	284
15:10	4	295	3,4	304	4,4	277
15:30	4,95	304	3,6	305	5,15	288
15:50	5,05	293	3,3	306	3,05	301
16:10	3,6	316	3,7	289	5,05	281
16:30	4,95	310	3,35	280	4,9	285
16:50	4,65	304	3,3	288	4,4	289
17:10	5,3	311	3,7	295	4,35	321
17:30	4,3	299	4,45	293	3,7	314
17:50	4	293	3,2	280	3,4	297
18:10	4	294	3,8	311	2,95	292
18:30	3,7	287	3,75	319	3,35	294
18:50	3,4	286	3,2	296	2,45	287
19:10	2,75	284	3,55	289	2,75	273
19:30	2,7	285	3,25	302	2,25	261
19:50	2,7	286	3,05	313	1,75	235

Tabelle A25: Meteorologische Daten am 09.07.98 und am 14.07.98
(Universität)

Uhrzeit	Wg(09.07.)	Wr(09.07.)	Wg(14.07.)	Wr(14.07.)
6:10	2,45	248	3,85	244
6:30	2,7	246	3,2	251
6:50	2,65	254	3,45	240
7:10	2,75	249	4,85	258
7:30	2,6	235	4,45	262
7:50	3,3	236	4,15	266
8:10	2,95	238	5,1	257
8:30	3,3	230	5,1	253
8:50	3,2	230	5,4	236
9:10	3,15	220	4,45	237
9:30	3,25	240	5,5	235
9:50	4,05	244	4,8	252
10:10	3,9	243	4,4	260
10:30	4,1	253	5,55	251
10:50	3,45	257	5,2	253
11:10	3,4	252	5,35	240
11:30	4	270	4,95	247
11:50	4,25	261	5,45	254
12:10	3,8	242	5,9	263
12:30	4,15	264	6,45	255
12:50	3,4	254	5,9	253
13:10	3,6	240	6,35	263
13:30	3,75	230	6,05	260
13:50	3,5	223	6,2	248
14:10	3,45	235	6,35	243
14:30	3,25	228	5,85	264
14:50	3,35	230	6,35	265
15:10	2,45	219	5,2	268
15:30	2,95	225	5,6	275
15:50	3,6	233	5,7	260
16:10	2,9	231	4,75	253
16:30	3,2	233	5,3	263
16:50	3	237	5,25	257
17:10	2,85	234	5,05	250
17:30	3,3	236	5,7	246
17:50	3,4	233	5,3	248
18:10	2,9	237	6,3	278
18:30	3,5	237	4,45	270
18:50	3,65	236	3,6	262
19:10	2,8	222	3	257
19:30	2,7	220	4,9	264
19:50	2,85	221	4,05	254

Tabelle A26: Meteorologische Daten vom 24.08.98 – 26.08.98
(Universität)

Uhrzeit	Wg	Wr	Wg	Wr	Wg	Wr
	24.08.		25.08.		26.08.	
6:10	6,1	196	3,9	261	2,5	263
6:30	5,75	197	4,15	267	2,75	267
6:50	5,55	198	4,05	269	2,7	267
7:10	5,55	202	3,9	271	2,5	237
7:30	5,55	208	4,4	266	2,4	234
7:50	6,15	215	3,95	265	2,05	231
8:10	5,95	227	4,45	264	1,45	272
8:30	7,35	232	5,05	274	2,05	271
8:50	7,6	249	4,6	281	2,15	255
9:10	6,55	253	4,7	278	2,15	232
9:30	5,1	253	4,75	276	2,65	241
9:50	5,9	247	5,3	278	2,45	251
10:10	5,85	258	4,8	273	2,7	255
10:30	5,8	247	4,95	260	2,5	236
10:50	7,05	252	4,35	269	2,9	239
11:10	7,4	251	4,55	273	3,2	235
11:30	6,95	262	3,85	267	2,6	232
11:50	6,45	255	3,8	270	2,95	227
12:10	7	259	4,6	269	2,4	227
12:30	6,6	264	4,9	268	2,3	227
12:50	7,15	264	4,9	270	1,9	225
13:10	8,15	263	4,95	268	1,95	209
13:30	7,5	267	5,05	260	1,95	220
13:50	5,45	318	4,95	272	2,05	224
14:10	5,2	308	4,25	272	2,15	226
14:30	3,85	288	4,05	272	1,35	185
14:50	3,55	276	5,25	270	1,9	204
15:10	3,8	277	4,55	266	1,4	211
15:30	3,45	273	4,15	286	1	216
15:50	3,6	276	4,6	277	0,8	152
16:10	4,55	287	4,85	274	1,15	57
16:30	4,6	286	4,85	265	1,65	27
16:50	4	282	4,4	268	1,5	38
17:10	4,2	290	4,4	256	1,4	33
17:30	4,35	293	4,7	266	1,3	136
17:50	4,2	295	3,65	254	1,8	111
18:10	3,8	288	3,1	248	1,8	99
18:30	3,45	294	4,05	260	2	106
18:50	2,5	278	3,05	248	1,85	75
19:10	3,6	273	3,1	252	2	65
19:30	4,25	296	2,95	261	2,2	122
19:50	3,35	295	3	268	1,75	77

Tabelle A27: Meteorologische Daten am 27.08.98 und am 28.08.98
(Universität)

Uhrzeit	Wg(27.08)	Wr(27.08.)	Wg(28.08.)	Wr(28.08.)
6:10	3,15	267	3,55	239
6:30	3,3	271	3,25	247
6:50	3,2	271	3,35	264
7:10	3,3	270	3,9	260
7:30	3,3	271	4,1	266
7:50	3,45	275	4,2	268
8:10	3,8	271	4,15	267
8:30	3,4	270	4,05	266
8:50	3,15	270	4,65	261
9:10	3	277	4,25	267
9:30	3,65	273	4,05	270
9:50	4,15	270	4,65	265
10:10	4,05	290	3,65	269
10:30	4	296	3,5	261
10:50	3,7	291	3,95	262
11:10	3,45	281	3,85	269
11:30	3	321	4,25	262
11:50	4,5	316	4	273
12:10	2,5	271	4,15	271
12:30	1,2	238	4,45	259
12:50	2,1	276	4,15	275
13:10	2,3	258	4	274
13:30	3,45	262	4,2	271
13:50	4,05	317	3,25	276
14:10	2,45	283	3,4	275
14:30	4	296	2,95	260
14:50	2,75	307	2,35	248
15:10	2	284	2,9	254
15:30	2,45	289	2,95	254
15:50	2,35	307	3,1	255
16:10	3,2	296	4,1	263
16:30	2,8	289	4,85	270
16:50	3,25	258	4,7	279
17:10	3,7	303	4,15	268
17:30	3	314	3,85	263
17:50	3,25	322	3,85	272
18:10	2,3	317	3,6	262
18:30	2,9	292	3,4	270
18:50	2,75	291	3,55	262
19:10	2,75	294	2,8	252
19:30	2,8	286	2,6	231
19:50	2,6	282	3,1	232

Tabelle A28: Meteorologische Daten am 17.05.99
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,05	2,65	45	32
6:30	2,4	2,55	42	34
6:50	2,25	2,15	42	48
7:10	2,9	2,35	100	38
7:30	2,8	2,4	58	37
7:50	2,6	2,25	36	37
8:10	2,35	2,15	53	32
8:30	3,1	2,25	38	25
8:50	3,15	2,65	40	24
9:10	3,5	2,65	35	40
9:30	3,45	3	77	24
9:50	3,85	3,15	52	16
10:10	3,4	3,15	66	29
10:30	3,8	3,25	74	41
10:50	4,45	3,05	50	61
11:10	3,55	2,85	62	51
11:30	3,7	3,05	66	49
11:50	4,05	3,25	92	42
12:10	4,5	3,1	87	73
12:30	5,25	3,1	97	68
12:50	4,75	3,2	100	68
13:10	5,25	3	105	73
13:30	5,6	3,4	109	85
13:50	5	2,95	96	50
14:10	4,8	2,65	95	61
14:30	4,4	2,9	95	84
14:50	3,85	3,05	65	67
15:10	5,65	3,15	103	77
15:30	5	3,3	104	56
15:50	5,75	3	103	67
16:10	4,45	2,9	90	58
16:30	4,95	3,1	104	74
16:50	5,1	3,15	102	62
17:10	4,15	3,05	89	62
17:30	4,45	2,95	93	69
17:50	4,6	2,8	99	55
18:10	3,7	2,65	59	62
18:30	3,9	2,7	83	55
18:50	3,45	2,35	64	54
19:10	3,65	2,35	53	35
19:30	3,3	2,45	60	27
19:50	3	2,25	52	33

Tabelle A29: Meteorologische Daten am 18.05.99
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,95	2	101	59
6:30	3,2	1,9	107	72
6:50	4,25	2,15	108	70
7:10	5,2	2,65	108	79
7:30	5,3	2,8	106	72
7:50	6,2	2,95	104	78
8:10	7	3,1	108	72
8:30	6,1	3,4	106	75
8:50	7,25	3,15	107	68
9:10	7,3	3,65	110	81
9:30	6,65	3,35	105	72
9:50	7,2	3,75	106	79
10:10	7,3	3,8	108	92
10:30	7,55	4,45	103	82
10:50	6,65	4,95	108	93
11:10	7,25	4,35	101	85
11:30	7,35	4,1	107	79
11:50	6,75	4,6	105	82
12:10	6,65	4,25	108	80
12:30	6,25	4,7	105	86
12:50	5,9	4,5	104	87
13:10	6,2	4,2	107	82
13:30	6,9	4,45	108	81
13:50	5,7	4,1	106	70
14:10	5,35	3,55	97	71
14:30	6,55	3,4	106	75
14:50	6,65	3,55	107	65
15:10	6,6	3,45	111	71
15:30	6,55	3,6	105	74
15:50	6,45	3,4	101	61
16:10	5,35	3,6	96	62
16:30	5,8	3,25	108	67
16:50	5,85	3,35	111	65
17:10	5,7	3,3	111	72
17:30	5,9	3,15	102	66
17:50	7,3	3,05	107	69
18:10	6,7	3,25	108	78
18:30	5,85	3,1	106	74
18:50	5,95	3,05	109	74
19:10	5,75	2,8	107	71
19:30	5,8	3,2	110	62
19:50	5,55	2,6	109	74

Tabelle A30: Meteorologische Daten am 19.05.99
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	6,2	3,05	105	80
6:30	6,55	2,95	105	79
6:50	5,9	3,5	102	81
7:10	5,95	3,25	106	85
7:30	5,8	3,65	105	90
7:50	5,1	3,6	111	83
8:10	5,5	3,25	111	94
8:30	6,05	4,4	116	105
8:50	6,55	4,1	124	97
9:10	7	4,55	126	101
9:30	6,5	4,1	122	102
9:50	6,2	3,95	132	109
10:10	6,45	4,55	127	99
10:30	6,7	4,2	126	105
10:50	6,85	4,6	126	103
11:10	6,55	4,45	120	104
11:30	6,65	4,7	120	107
11:50	6,75	4,65	123	98
12:10	6,55	4,3	126	106
12:30	6,8	4,2	127	99
12:50	6,6	4,1	121	96
13:10	6,95	3,8	114	103
13:30	6,1	4,3	115	94
13:50	6,55	4,25	118	105
14:10	6,65	4	109	94
14:30	6,75	3,65	107	99
14:50	6,15	3,95	118	95
15:10	7	4,4	114	86
15:30	5,8	3,9	112	87
15:50	6,75	3,65	109	89
16:10	5,95	3,1	111	95
16:30	6	3,8	110	90
16:50	6,15	3,25	109	95
17:10	6	3,3	109	90
17:30	5,6	3	106	91
17:50	5,05	2,8	109	90
18:10	3,95	2,85	115	93
18:30	3,8	2,6	114	91
18:50	3,15	2,35	114	99
19:10	3,5	2,2	105	90
19:30	4,05	1,85	108	84
19:50	4,6	2,4	105	90

Tabelle A31: Meteorologische Daten am 20.05.99
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,8	2,05	185	176
6:30	3,3	2,05	197	174
6:50	3,15	2,2	201	184
7:10	3,7	2,65	201	189
7:30	4,4	2,65	203	196
7:50	3,35	2,9	202	191
8:10	3,35	2,8	199	219
8:30	3,5	2,75	230	217
8:50	3,35	2,55	227	220
9:10	3,05	2,5	251	241
9:30	3,45	2,45	228	250
9:50	3,05	2,8	245	234
10:10	3,35	2,6	242	234
10:30	2,65	2,9	242	237
10:50	3,15	2,15	230	217
11:10	2,9	2,6	228	236
11:30	2,85	2,6	228	219
11:50	2,9	2,3	219	226
12:10	2,7	2,35	260	229
12:30	2,8	1,8	293	234
12:50	2,7	2,25	274	242
13:10	2,15	2	210	212
13:30	1,95	1,9	234	258
13:50	2,35	1,85	321	262
14:10	2,3	1,95	327	198
14:30	2,5	1,75	268	234
14:50	2,15	1,6	213	301
15:10	2,65	2,05	225	227
15:30	1,85	1,5	214	244
15:50	2,4	1,4	292	283
16:10	2,25	1,2	328	231
16:30	1,75	1,35	184	307
16:50	2,25	1,8	304	42
17:10	3,05	1,9	180	191
17:30	3,2	2,35	175	334
17:50	2,65	2,65	188	18
18:10	2,85	2,55	194	10
18:30	3,2	2,35	27	13
18:50	2,35	2,05	350	339
19:10	2,35	1,85	5	347
19:30	2,35	1,6	180	349
19:50	2,45	1,6	180	346

Tabelle A32: Meteorologische Daten am 21.05.99
(U = Universität, P = Probstheida)

Uhrzeit	Windgeschw.(U)	Windgeschw.(P)	Windr.(U)	Windr.(P)
6:10	2,75	2,2	349	336
6:30	2,5	2,35	348	335
6:50	2,25	2,2	346	327
7:10	2,45	2,25	343	330
7:30	2,25	2,1	342	333
7:50	2,7	2,15	353	329
8:10	1,8	2	341	330
8:30	2,35	2,05	344	336
8:50	1,55	1,75	338	329
9:10	2,1	1,9	341	322
9:30	1,85	1,8	338	320
9:50	2,95	2,15	348	329
10:10	2,4	2,2	345	327
10:30	2,6	2,4	343	323
10:50	3,6	2,3	344	323
11:10	3,2	2,8	339	327
11:30	2,6	2,6	338	327
11:50	2,55	2,4	344	325
12:10	2,45	2	344	321
12:30	2,35	1,8	333	317
12:50	2,35	2	330	323
13:10	2,15	1,9	170	325
13:30	2,2	1,8	342	321
13:50	2,55	1,6	340	312
14:10	2,25	1,8	329	321
14:30	2,35	2,05	332	320
14:50	2,45	2	324	315
15:10	2,9	2	317	309
15:30	2,6	2,05	325	320
15:50	3	2,65	328	322
16:10	2,7	2,25	330	321
16:30	2,7	2,25	333	324
16:50	2,25	2,35	330	330
17:10	2,45	1,75	323	311
17:30	1,95	1,55	312	309
17:50	2,9	1,55	306	301
18:10	3,25	1,55	302	288
18:30	2,85	1,7	308	306
18:50	3,05	1,65	307	309
19:10	2,75	1,65	305	306
19:30	2,95	1,45	301	301
19:50	2,5	1,4	301	299

Tabelle A33 : Ergebnisse der Umverteilung der Pkw-Kunden durch Optimierung (Pkw/EKZ/Tag)

Ziel-Einkaufszentrum	Realfall	3 EKZ	18 EKZ	17 EKZ	9 EKZ	AB-Centren	ABC-Centr.	ABC(m.Fußg.)	Umland-EKZ	Umland-Hbf
P.C.	12300	11400	4670	4670	6430	6430	6145	5938	3637	0
Löwen-Center	5000	5940	2095	2095	2570	2755	2095	843	2763	0
Globus-Markt	8250	8210	2880	3351	3351	5910	3351	2883	3150	0
Sachsenpark	0	0	202	202	475	767	475	464	0	0
Gohlis-Mitte	0	0	922	922	0	0	922	572	0	0
Eutritzsch-Zentrum	0	0	256	256	1395	0	581	379	0	0
Hauptbahnhof	0	0	847	847	4570	8035	847	382	0	9550
STZ Reudnitz	0	0	1510	2248	0	0	4366	3086	0	0
Allee-Center	0	0	369	369	1249	1653	369	212	0	0
STZ Plagwitz	0	0	305	305	1260	0	305	57	0	0
Lindenauer Markt	0	0	1140	1140	0	0	1140	790	0	0
STZ Jupiterstr.	0	0	833	833	0	0	833	508	0	0
Moritzhof	0	0	1203	1968	4250	0	1968	1010	0	0
STZ Stötteritz	0	0	1974	0	0	0	0	0	0	0
SWZ Großzschocher	0	0	186	186	0	0	186	107	0	0
Connewitzer Kreuz	0	0	1967	1967	0	0	1967	1246	0	0
Mockau-Center	0	0	909	909	0	0	0	0	0	0
Permoser-Eck Schönef.	0	0	3282	3282	0	0	0	0	0	0

Tabelle A34 : Kundenzahlen nach Ortsteilen (Modellergebnisse)

OT-Nr.	Ortsteil	Reudnitz	Sachsenpark	Saalepark	Pösnapark
0	Zentrum	39	8	6	3
1	Zentrum-Ost	100	13	6	5
2	Zentrum-Südost	277	20	16	34
3	Zentrum-Süd	151	19	20	17
4	Zentrum-West	106	20	28	9
5	Zentrum-Nordwest	66	22	19	4
6	Zentrum-Nord	90	56	13	6
10	Schönefeld-Abtnaundorf	237	97	7	12
11	Schönefeld-Ost	186	72	5	9
12	Mockau-Süd	58	63	2	3
13	Mockau-Nord	99	190	3	5
14	Thekla	44	158	1	2
15	Plaußig-Portitz	7	36	0	0
20	Neustadt-Neuschönefeld	342	36	11	14
21	Volkmarsdorf	377	46	9	18
22	Anger-Crottendorf	332	29	6	21
23	Sellerhausen-Stünz	204	38	5	10
24	Paunsdorf	164	16	4	16
25	Heiterblick	17	3	0	4
30	Reudnitz-Thonberg	542	42	12	58
31	Stötteritz	210	16	5	75
32	Probstheida	46	2	1	80
33	Meusdorf	19	1	1	100
40	Südvorstadt	188	21	26	37
41	Connewitz	101	11	13	32
42	Marienbrunn	84	4	4	44
43	Lößnig	111	6	5	76
44	Dölitz-Dösen	14	1	1	36
50	Schleußig	60	7	29	9
51	Plagwitz	47	8	50	5
52	Kleinzschocher	36	6	37	5
53	Großzschocher	18	3	32	3
54	Knauthain-Hartmannsdorf	3	0	4	0
60	Schönau	9	2	125	1
61	Grünau-Ost	24	5	113	4
62	Grünau-Mitte	23	4	212	4
63	Grünau-Siedlung	4	1	46	1
64	Lausen-Grünau	13	2	176	2
65	Grünau-Nord	11	3	304	1
70	Lindenau	26	6	37	2
71	Altlindenau	54	12	121	4
72	Neulindenau	19	4	80	2
73	Leutzsch	26	13	92	2
80	Möckern	55	109	33	4
81	Wahren	13	21	22	1

Tabelle A34 : Kundenzahlen nach Ortsteilen (Fortsetzung)

OT-Nr.	Ortsteil	Reudnitz	Sachsenpark	Saalepark	Pösnapark
90	Gohlis-Süd	81	92	21	5
91	Gohlis-Mitte	92	197	17	6
92	Gohlis-Nord	39	117	10	3
93	Eutritzsch	133	210	10	6
94	Seehausen	3	132	0	0

Herausgeber: Professor Dr. Jürgen Breuste
Redaktion: Dr. Raimund Krumm

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Projektbereich Urbane Landschaften
Postfach 2, 04301 Leipzig
Tel. 0341/235-2843; Fax 0341/235-2534