



MASTERARBEIT
Master's Thesis

**EINFLUSS DES AUTOVERKEHRS
AUF DIE QUERBEZIEHUNGEN
IN SIEDLUNGSSTRASSEN**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Em. O. Univ. Prof. DI Dr. techn. Hermann Knoflacher

E 230

Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen
von

Amélie Courdoisy

0727128
Le pré du chemin vert
72190 Sargé lès le Mans
Frankreich

Wien, im Mai 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	9
2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	11
3	Literaturrecherchen	14
4	Methodische Vorgehensweise	20
4.1	Genauere Darstellung des Themas	20
4.2	Literaturrecherchen	21
4.3	Einflussgrößen	22
4.4	Auswahl der untersuchten Straßen	24
4.5	Videoaufnahmen	26
4.6	Auswertung der Videos	27
4.7	Vermessen der Abschnitte	29
4.8	Analyse der Zahlen	29
5	Ergebnisse	31
5.1	Gefilmte Abschnitte und Gestaltung	31
5.2	Fußgänger- und Kfz-Aufkommen	36
5.3	Anzahl der Überquerungen	38
5.3.1	Überquerungen im ganzen Abschnitt	39
5.3.2	Überquerungen am Fußgängerstreifen	40
5.3.3	Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen	41
6	Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen	43
6.1	Einfache lineare Regressionsanalyse ohne Wagramer Straße und Neubaugasse	43
6.2	Einfache lineare Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse	45
6.3	Einfluss des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen	48
6.4	Multiple lineare Regressionsanalyse	51
6.5	Multiple lineare Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“	54
6.6	Logarithmische Regressionsanalysen	57
6.7	Zusammenfassung der Analyse der Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe ..	60
7	Schlussfolgerungen	62
8	Anhang	65
8.1	Liste der besichtigten Straßen	65
8.2	Orte der Videoaufnahmen	66
8.3	Grundrisse der Abschnitte	67
8.4	Zählungen	76
8.5	Regressionsanalysen	94
8.5.1	Lineare Regressionsanalysen	94
8.5.2	Logarithmische Regressionsanalysen mit $y = \exp(-\dot{U}QHO)$	96
8.5.3	Logarithmische Regressionsanalysen mit $y = \exp(+\dot{U}QHO)$	98
8.5.4	Logarithmische Regressionsanalysen mit $x_1 = \ln(Vk)$ und $x_2 = \ln(L)$	100
8.6	Daten der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“	102
8.7	Fahrzeugaufkommen und Abstand zwischen Fußgängerstreifen	103
9	Literaturverzeichnis	104

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wege von Fußgängern in einer Fußgängerzone	11
Abbildung 2: Wege von Fußgängern in einer Straße mit Kraftfahrzeugverkehr	12
Abbildung 3: Trennwirkung verschiedener Verkehrsbelastungen, dargestellt anhand der Bewegungslinien von Fußgängern	15
Abbildung 4: Belastungspunkte für die Trennwirkung.....	19
Abbildung 5: Schilder, die die Sicht versperren	26
Abbildung 6: Kreuzung Brünner Straße/Angerer Straße	28
Abbildung 7: Karte der gefilmten Straßen	31
Abbildung 8: Fotos der gefilmten Abschnitte	32
Abbildung 9: Verkehrsaufkommen als Funktion der Fahrbahnbreite.....	34
Abbildung 10: Fußgänger- und Kfz-Aufkommen.....	36
Abbildung 11: Überquerungshäufigkeit in den Abschnitten.....	39
Abbildung 12: Überquerungen pro Fußgänger und Zebrastreifen	40
Abbildung 13: Überquerungshäufigkeiten außerhalb von Fußgängerstreifen	41
Abbildung 14: Deutung von F und R^2	44
Abbildung 15: Regressionsgeraden.....	46
Abbildung 16: Erweiterung der Regression	47
Abbildung 17: Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen und Abstand zwischen diesen.....	49
Abbildung 18: Quotient Überquerungen zw. Fußgängerstreifen durch Überquerungen im ganzen Abschnitt in Abhängigkeit des Abstands zw. den Fußgängerstreifen	49
Abbildung 19: Überquerungen, Fahrzeugaufkommen und Abstand zwischen Fußgängerstreifen.....	51
Abbildung 20: Fläche der multiple Regressionsanalyse	53
Abbildung 21: Multiple Regressionsanalyse mit Daten der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“	56
Abbildung 22: Logarithmische Regression mit Fahrzeugaufkommen als Parameter.....	58
Abbildung 23: Logarithmische Regression mit Abstand zw. Fußgängerstreifen als Parameter	59
Abbildung 24: Modelle für den Einfluss des Fahrzeugaufkommen auf die Querbeziehungen	60

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Einflussgrößen auf die Querbeziehungen	22
Tabelle 2: Untersuchte Straßen	25
Tabelle 3: Orte und Zeiten der Videoaufnahmen.....	31
Tabelle 4: Gestaltung des Straßenraums	34
Tabelle 5: Abmessungen der Abschnitte.....	35
Tabelle 6: Fußgänger- und Kfz-Aufkommen.....	36
Tabelle 7: Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger.....	38

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

FG: Fußgänger

FG/h: Fußgänger pro Stunde

FGStreifen = FGS: Fußgängerstreifen

Fz: Fahrzeug(e)

Kfz: Kraftfahrzeug(e)

Kfz/h: Kraftfahrzeuge pro Stunde

km/h: Kilometer pro Stunde

L: Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgende Fußgängerüberwege

L -> R: Überquerung vom linken Gehsteig zum rechten Gehsteig

L <- R: Überquerung vom rechten Gehsteig zum linken Gehsteig

MA: Magistratabteilung

Pkw: Personenkraftwagen

Pkw-E/h: Personenkraftwagen-Einheit pro Stunde

ÜQ: Überquerung(en)

ÜQA: Überquerung(en) im Abschnitt

ÜQO: Überquerung(en) außerhalb von Fußgängerstreifen / ohne Querungshilfe

ÜQS: Überquerung(en) an Fußgängerstreifen

ÜQHO: Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe

R²: Bestimmtheitsmaß

R_k²: korrigiertes Bestimmtheitsmaße

Vk: Verkehr

DANKSAGUNG

Zuerst danke ich Prof. Knoflacher für die Betreuung dieser Masterarbeit sowie alle Mitarbeiter des Institutes für Verkehrswissenschaft – Forschungsbereich Verkehrsplanung – für ihre Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft.

Danken möchte ich weiters alle jenen, die mir erlaubten, von ihrem Fenster oder ihrer Balkon zu filmen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Zu Danken ist auch Herr Rosenmayr der Magistratabteilung 46 Verkehrsorganisation, der mir die Verkehrszählungen der Stadt Wien zur Verfügung stellte.

Ein besonderer Dank gebührt Robert Felkel für seine Hilfe bei der Korrektur dieser Arbeit und seine zahlreichen Vorschläge für die Verbesserung von Sätzen.

Dank gebührt auch mein Freund Damien Quazuguel für seine Unterstützung in schwierigen Zeiten und seine hilfsreichen Tipps für den Umgang mit der Software Autocad.

Für die Unterstützung möchte ich mich auch herzlich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken.

DANKE, MERCI

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss des Autoverkehrs auf die Querbeziehungen in Siedlungsstraßen

Es ist eine allgemein anerkannte Tatsache, dass Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen die beiden Straßenseiten voneinander trennen und damit auf die Fußgänger eine starke Trennwirkung ausüben. Unter der Voraussetzung, dass Geschäfte auf beiden Seiten Fußgänger anziehen, ist in Einkaufsstraßen ein relativ hoher Bedarf an Überquerungen zu erwarten. Anders als in Fußgängerzonen, wo sich die Fußgänger unbehindert über den gesamten Querschnitt bewegen können, schränkt der Verkehrsfluss in Straßen mit Autos die Überquerungsmöglichkeiten allerdings ein.

Gegenstand der Untersuchungen dieser Arbeit war die Quantifizierung dieses Einflusses des Verkehrsaufkommens auf die Anzahl der Überquerungen in Einkaufsstraßen.

Nach einer theoretischen Annäherung an das Thema und die maßgebenden Wechselwirkungen wurden neun Abschnitte in Wiener Einkaufsstraßen mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen für die Untersuchung ausgewählt. Videos wurden aufgenommen, anhand derer die Fußgänger, ihre Überquerungen sowie die Fahrzeuge gezählt wurden.

Bei der Auswertung der erhobenen Zahlen wurde festgestellt, dass die Anzahl der Überquerungen an Fußgängerstreifen bei Kreuzungen aufgrund des Einflusses der Fußgänger, die entlang der kreuzenden Straßen gehen und die untersuchten Straßen lediglich überqueren, zwischen den verschiedenen Abschnitten nicht vergleichbar war.

Regressionsanalysen wurden durchgeführt, um einen quantitativen Zusammenhang zwischen dem Fahrzeugaufkommen und der Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerstreifen zu ermitteln. Der Abstand zwischen zwei Fußgängerstreifen wurde als zusätzlicher Parameter betrachtet. Aufgrund der großen Streuung der Überquerungshäufigkeiten und der kleinen Anzahl an Beobachtungen war es nicht möglich, zu einer mathematischen Formel zu gelangen. Der Einfluss des Fahrzeugaufkommens wurde allerdings anhand von Grafiken bestätigt.

ABSTRACT

Influence of traffic on pedestrian crossings in shopping streets

It is a broadly admitted fact that streets with high traffic volume have a separating effect on pedestrians, by isolating the two sides of the street. Supposing that the shops attracting the pedestrians are located on both side of a shopping street, a relative high need for crossing is expected in such a street. However, unlike pedestrian streets where pedestrians can walk from one side to the other without any barrier, the traffic flow hinders their crossing in streets with cars.

The purpose of this master's thesis was to quantify the influence of traffic on the number of pedestrian crossings.

After a theoretical approach of the subject and the most important interactions, nine sections on Viennese shopping streets, with different traffic volumes, were chosen for the study. Videos were taken in order to count the pedestrians, their crossings as well as the vehicles.

The analysis of the collected data showed that it was impossible to compare the number of crossings on pedestrian crossings located at crossroads. Pedestrians going on the perpendicular street and only crossing the studied sections indeed influence significantly the total number of crossings.

Regression analyses were made in order to determine a quantitative relationship between traffic volume and frequency of crossing between two pedestrian crossings. The distance between these two pedestrian crossings was introduced as additional parameter. Because of the considerable dispersion of the frequencies of crossings and of the small number of observation, it turned out that it was impossible to obtain a formula. The influence of traffic volume was nevertheless confirmed using graphics.

RESUME

Influence du trafic automobile sur les traversées de piétons dans les rues commerçantes

Il est reconnu que les routes à densité de trafic élevées exercent un fort effet de séparation sur les piétons, en isolant leurs deux côtés. En supposant que les magasins attirants les piétons sont répartis des deux côtés d'une rue commerçante, on s'attend, dans une telle rue, à un besoin de traverser relativement élevé. Cependant, contrairement aux rues piétonnes, dans lesquelles les piétons peuvent se déplacer d'un bord à l'autre sans obstacle, le flux automobile entrave les traversées dans les rues ouvertes aux voitures.

L'objet de ce mémoire fût de quantifier l'influence du trafic sur le nombre de traversées de piétons.

Après une approche théorique du sujet et des interactions les plus importantes, neuf tronçons de rues commerçantes viennoises, présentant des densités de trafic différentes, furent retenus pour l'étude. Des vidéos y furent tournées afin de pouvoir compter les piétons, leurs traversées ainsi que les véhicules.

Lors de l'analyse des données recueillies, il s'avéra impossible de comparer, entre les différents tronçons, le nombre des traversées sur les passages piétons situés à des carrefours. En effet certains piétons, circulant dans les rues perpendiculaires, ne font que traverser le tronçon étudié et influencent de manière non négligeable le nombre total de traversées.

Différentes régressions furent réalisées afin de déterminer une relation quantitative entre la densité de trafic et la fréquence des traversées entre deux passages piétons. La distance séparant ces deux passages fut introduite comme paramètre supplémentaire. En raison de l'importante dispersion des fréquences de traversées et du faible nombre d'observation, il ne fut pas possible d'obtenir une formule mathématique. L'influence de la densité de trafic fût tout de même confirmée par les graphiques réalisés.

1 Einleitung

Obwohl Zufußgehen die häufigste Form der Verkehrsteilnahme ist, sind unsere Städte und Straßen meist vor allem für Autos und Autofahrer gebaut. Diese Bevorzugung bewirkt, dass die Fußgänger an den Rand des Straßenraums auf die beiden Gehsteige zurückgedrängt und ihre Bedürfnisse den Wünschen der Autofahrer untergeordnet werden. Das Überqueren ist aufgrund des Autoverkehrs nicht mehr so sicher, einfach und schnell möglich und die Fußgänger müssen ihr Querungsverhalten dem aktuellen Fluss des motorisierten Verkehrs anpassen. Ein Fußgänger in einer Einkaufstraße, der ein Geschäft aufsuchen möchte, wird möglicherweise wegen einer dafür notwendigen Fahrbahnüberquerung darauf verzichten.

Wie der Autoverkehr die Querbeziehungen in Siedlungsstraßen beeinflusst, soll in dieser Arbeit anhand von Beobachtungen und Videoaufnahmen in Einkaufsstraßen beantwortet werden.

Zunächst werden in Kapitel 2, Aufgabenstellung und Zielsetzung, die Aufgabenstellung und das Ziel dieser Arbeit genauer erläutert.

Für ein genaueres Verständnis der Fragestellung dieser Masterarbeit und einen Einblick in den Stand der Wissenschaft war zunächst eine Literaturrecherche notwendig. Arbeiten, die dieses Thema oder ähnliche Themen anschnitten, sowie die wichtigsten Erkenntnisse aus diesen Arbeiten werden in Kapitel 3, Literaturrecherchen, beschrieben.

Entscheidend für die Relevanz jeder wissenschaftlichen Arbeit ist die verwendete Methode, die zu den Ergebnissen dieser Arbeit führt. In Kapitel 4 wird daher die methodische Vorgehensweise erläutert – unter anderem wie die untersuchten Straßen ausgewählt und wie die Zählungen durchgeführt und analysiert wurden.

Die Beschreibungen der untersuchten Abschnitte, die Orte und Zeiten der Videoaufnahmen sowie die Ergebnisse der Fußgänger-, Überquerungs- und Verkehrszählungen sind Kapitel 5, Ergebnisse, zu entnehmen. Um den Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen und der Anzahl der Überquerungen näher bestimmen zu können, wird in diesem Kapitel ein erster Vergleich zwischen den Straßen durchgeführt.

In Kapitel 6, Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen, werden die Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen genauer untersucht. Verschiedene Regressionsanalysen werden für die Ermittlung einer mathematischen Formel zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Verkehrsaufkommen und Anzahl der Überquerungen durchgeführt. Dabei wird der Parameter „Abstand zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen“ in die Betrachtungen miteinbezogen.

Abschließend präsentiert Kapitel 7, Schlussfolgerungen, eine Zusammenfassung der Erkenntnisse dieser Masterarbeit.

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

In Fußgängerzonen können sich die Fußgänger frei über den gesamten Querschnitt bewegen. Sie können fast unbehindert von Geschäften auf der einen Straßenseite zu Geschäften auf der anderen Seite gehen. Der ganze Querschnitt wird von den Fußgängern in Anspruch genommen: rechte Seite, Mitte, linke Seite. Wege von Fußgängern können wie in Abbildung 1 dargestellt aussehen.

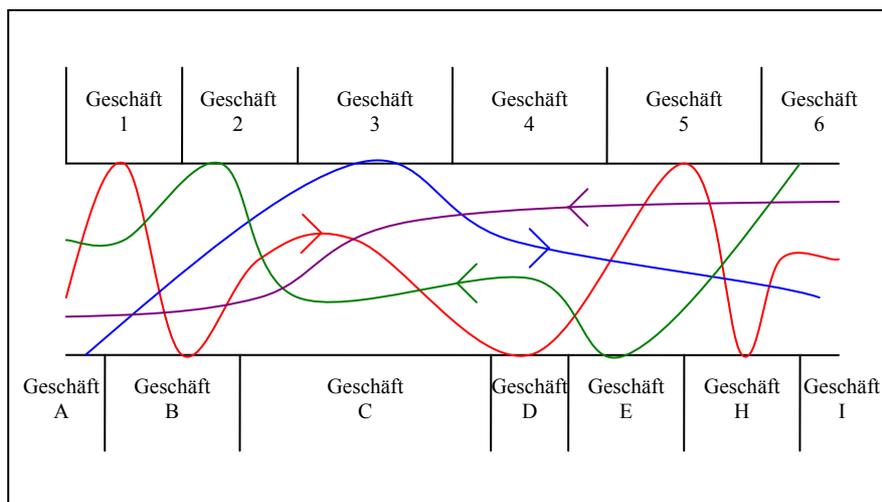


Abbildung 1: Wege von Fußgängern in einer Fußgängerzone

Die meisten Geschäftsstraßen sind jedoch keine Fußgängerzonen. Der Straßenraum ist oft nach dem Trennprinzip gebaut. Zwei Flächen sind den Fußgängern zugeordnet: der Gehsteig links und der Gehsteig rechts. Diese sind durch die Fahrbahn und den Verkehrsfluss getrennt und der Fußgänger muss beim Überqueren der Straße auf die Kraftfahrzeuge achten. Der Verkehr wirkt als Barriere, die man überwinden muss, um von einer Seite zur anderen zu gelangen. Der Fußgänger muss sein Verhalten an das Vorbeifahren der Autos anpassen.

Bei schwacher Verkehrsbelastung wird die Straße noch ohne oder mit nur kurzer Wartezeit sicher überquert.

Bei höherer Verkehrsbelastung muss der Fußgänger warten, bevor er die Straße überqueren kann. Der Fußgänger wird bewusst oder unbewusst den Nutzen der Überquerung der Wartezeit und dem Risiko gegenüberstellen und danach entscheiden, ob er die Straße überquert.

Wege von Fußgängern können wie in Abbildung 2 dargestellt aussehen. Diese Abbildung ist lediglich eine qualitative Darstellung, die illustrieren soll, dass die Fußgänger nicht den gleichen Raum in Anspruch nehmen bzw. in Anspruch nehmen können wie in Fußgängerzonen.

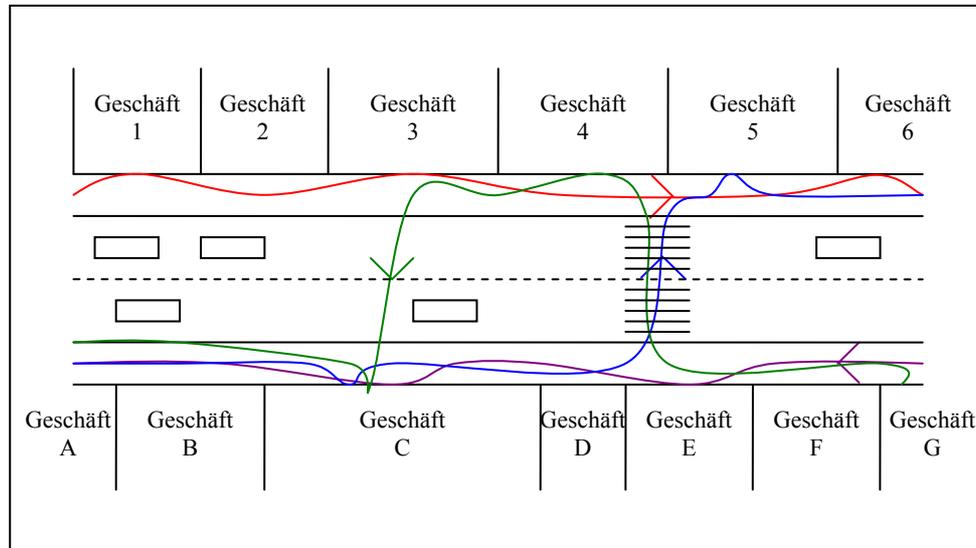


Abbildung 2: Wege von Fußgängern in einer Straße mit Kraftfahrzeugverkehr

Das Verhalten der Fußgänger in Fußgängerzonen unterscheidet sich also von jenem in Straßen mit Kfz-Verkehr. Wie die Fußgänger genau mit dem Verkehr und den Überquerungen umgehen, ist aber noch nicht geklärt. Es ist daher sinnvoll, den Einfluss des Autoverkehrs auf die Querbeziehungen genauer zu studieren:

- Wie verändert sich das Verhalten der Fußgänger mit der Verkehrsbelastung?
- Neigen die Fußgänger stärker dazu, auf einem der Gehsteige zu bleiben, wenn es mehr Autos gibt?
- Wie beeinflusst die Verkehrsmenge die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger?

Einige Arbeiten nähern sich diesem Thema oder allgemeiner jenem der Trennwirkung, allerdings sind diese Beiträge oft nur qualitativ und auf die Wahrnehmung gerichtet oder behandeln nicht Geschäftstraßen, sondern Wohngebiete oder Hauptverkehrsachsen. Die Literatur liefert also keine befriedigenden Antworten auf die obigen Fragen.

2. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Aufgabe dieser Masterarbeit war es, repräsentative Abschnitte in Wiener Geschäftsstraßen zu finden und zu filmen, um die Fußgänger, die Überquerungen und die Autos zu zählen und anhand dieser Beobachtungen die Frage des Einflusses des Autoverkehrs auf die Querbeziehungen quantitativ zu beantworten. Gegenstand der Arbeit ist die Beobachtung der sichtbaren Verhaltensweisen der Fußgänger und nicht eine psychologische Untersuchung anhand von Befragungen.

Ziel war es, ein Diagramm der Anzahl der Überquerungen als Funktion des Verkehrsaufkommens zu erstellen und dieses Diagramm wenn möglich durch eine mathematische Formel „Überquerungen = $f(\text{Verkehrsaufkommen})$ “ zu beschreiben.

3 Literaturrecherchen

Der Ausdruck „Einfluss des Autoverkehrs auf die Querbeziehungen“ ist sinngemäß dem Begriff der Trennwirkung ähnlich.

In vielen Studien und Analysen, z. B. in Berichten über die Bedingungen für die Fußgänger oder über die Verhältnisse auf einer Straße, sind „Trennwirkung“ oder ähnliche Begriffe zu finden. Oft werden sie jedoch ohne genaue Definitionen und Untersuchungen verwendet. Bezeichnungen wie „schwache“ oder „starke“ Trennwirkung spiegeln lediglich die subjektive Wahrnehmung der Straße wieder. Einige Arbeiten, die die Überquerbarkeit oder die Trennwirkung einer Straße genauer untersucht haben, sind nachfolgend beschrieben.

1969-1970 schnitten Donald Appleyard und Mark Lintell in ihrer Studie „Street Livability“ die Trennwirkung von Straßen an. Sie untersuchten die Lebensqualität in Wohngebieten und den Einfluss des Verkehrs darauf. Ihre Arbeit ist eine soziale und psychologische Analyse der Auswirkungen des Verkehrs auf das Leben in drei Wohnstrassen in San Francisco. Diese drei Straßen sehen ähnlich aus, haben aber unterschiedliche Verkehrsbelastungen. (Ursprünglich war das Verkehrsaufkommen in den drei Straßen ähnlich, aber der Verkehr hat in zwei Straßen mäßig bzw. stark zugenommen.)

Für diese Studie wurden Befragungen zu verschiedenen Themen durchgeführt:

- Gefährdung durch den Verkehr
- Belastungen einschließlich Lärm und Luftverschmutzung
- Nachbarschaft und Besuch
- Privatsphäre und Gebietswahrnehmung
- Umweltbewusstsein

Zum Thema Nachbarschaft und Besuch wurden Fragen über die Freundlichkeit der Straße, über die Anzahl an Freunden und Bekannten in der Straße und über Orte, an denen Menschen sich treffen, gestellt.

Appleyard und Lintell konnten feststellen, dass der Verkehr negative Wirkungen auf die sozialen Interaktionen zwischen den Anrainern hat. Je höher das Verkehrsaufkommen ist, desto mehr wirkt die Straße als Barriere zwischen den beiden Seiten. Die Bewohner haben weniger Freunde und Bekannte in dieser Straße und die Bekanntschaften entstehen vermehrt auf der gleichen Straßenseite.

Abbildung 3 illustriert diese Ergebnisse. Die Linien stellen Freundschaften zwischen den Anrainern dar, die Punkte Orte, an denen die Bewohner sich regelmäßig treffen. In Anführungszeichen sind Aussagen der Anwohner, die während der Befragungen gesammelt wurden, angeführt.

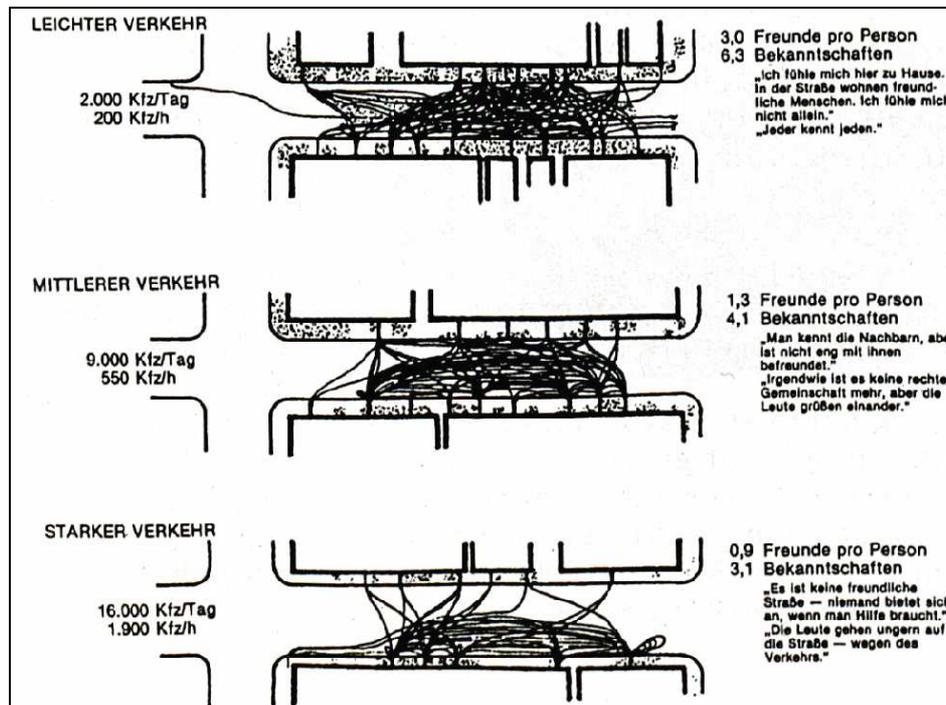


Abbildung 3: Trennwirkung verschiedener Verkehrsbelastungen, dargestellt anhand der Bewegungslinien von Fußgängern

Nach Appleyard ist das Verkehrsaufkommen die bestimmende Größe für die Auswirkungen des Verkehrs. Daneben spielen auch die Geschwindigkeit, die Vorsicht der Fahrer, die Mischung der verschiedenen Fahrzeugkategorien und die Richtung eine Rolle.

Interessant an dieser Studie ist, dass sie den Einfluss des Verkehrsaufkommens auf die Querbeziehungen zeigt und diesen anhand der Anzahl an Freunden und Bekannten auch zu quantifizieren versucht. Der Ansatz der Studie unterscheidet sich aber deutlich von jenem dieser Masterarbeit, da die Studie mittels Befragungen durchgeführt wurde und sich mit Wohnstraßen und nicht mit Geschäftsstraßen beschäftigt. Außerdem wurden nur drei Straßen untersucht, was keine zuverlässige Grundlage für Verallgemeinerungen darstellt.

Eine weitere Studie in Wohnstraßen („Integration und Ausgrenzung im öffentlichen Raum. Eine empirische Untersuchung am Beispiel junger Familien im Wohnumfeld“) wurde zwischen 2003 und 2006 von Daniel Sauter und Marco Hüttenmoser durchgeführt.

In die Analyse wurden drei Straßentypen in sozial durchmischten Quartieren der Stadt Basel einbezogen:

- eine Strasse mit Tempo 50 mit relativ viel Verkehr
- eine Strasse in einer Tempo-30-Zone
- drei Begegnungszonen, in denen mit maximal 20 km/h gefahren werden darf, Vortritt für die FußgängerInnen gilt und das Kinderspiel grundsätzlich erlaubt ist.

Sauter und Hüttenmoser zeigten, dass Bewohner verkehrsberuhigter Strassen deutlich häufigere und intensivere soziale Beziehungen zu ihren Nachbarn, insbesondere auch zu jenen auf der anderen Straßenseite, haben, als Bewohner anderer Straße.

An der Universität Bern führten vier Studenten im Rahmen einer Projektarbeit an der Interfakultären Koordinationsstelle für allgemeine Ökologie (IKAÖ) im Jahr 1996 eine Studie zur Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen durch.

Ihr Ziel war, anhand von drei Hauptverkehrsstraßen in Vorortgemeinden der Stadt Bern zu untersuchen, in welchem Ausmaß das Verkehrsaufkommen das Überquerungsverhalten der Fußgänger beeinflusst. Sie versuchten zu einem quantitativen Maß für die Trennwirkung einer Straße zu gelangen und verwendeten dafür Indikatoren wie die Wartezeit vor den Überquerungen, die Anzahl der indirekten und durch den Verkehr gehetzten Querungen sowie das empfundene Sicherheitsgefühl.

Den Autoren zufolge „drückt die Trennwirkung aus, in welchem Ausmaß verschiedene Faktoren einer Straße deren Überquerbarkeit für die FußgängerInnen (in einem objektiven und einem subjektiven Sinn) beeinflussen.“

Nach einer notwendigen Unterscheidung nach der Querungshilfe konnten sie zeigen, dass an Fußgängerstreifen ohne Insel oder Abschnitten ohne Querungshilfe die Trennwirkung – beschrieben durch die obigen Indikatoren – mit steigendem Verkehrsaufkommen zunimmt. Letztendlich konnten sie jedoch kein quantitatives Maß angeben, weil die drei Hauptfaktoren Verkehrsaufkommen, Querungshilfen, die den Fußgängern zur Verfügung stehen, und Geschwindigkeit nicht unabhängig voneinander sind und weil auch zusätzliche Einflüsse eine Rolle spielen.

Das Thema der Studie ist jenem dieser Masterarbeit ähnlich, allerdings behandelt die Studie Hauptverkehrsachsen in Ortschaften – und nicht Geschäftsstraßen in einer großen Stadt. Außerdem erhoben die Autoren der Studie bei den Beobachtungen die Anzahl der Fußgänger und Querungen und die genutzte Querungshilfe, aber auch die Art der Querung (diagonal/senkrecht, direkt/indirekt, normal/gehetzt) und die Wartezeit. Daneben führten sie Befragungen durch und konzentrierten sich in ihrer Arbeit auf die Wahrnehmungen der Fußgänger. Absicht der vorliegenden Masterarbeit war hingegen, sich mittels Videoaufnahmen auf das sichtbare Verhalten der Fußgänger und auf die Anzahl der Überquerungen zu konzentrieren.

Auch wenn die Bedingungen in den Straßen unterschiedlich sind, könnte es interessant sein, ihre Daten (Verkehrs- und Fußgängeraufkommen und Anzahl der Überquerungen) mit meinen zu vergleichen (siehe Kapitel 6, Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen).

Andere Werke, die ebenfalls das Thema Trennwirkung anschneiden, führen Zahlenwerte an, die einen ersten Überblick über das Problem ermöglichen.

Es ist zu bemerken, dass die drei folgenden Arbeiten Werte nennen, die gut miteinander übereinstimmen.

Der Verkehrsclub Österreich (VCÖ) beschreibt in „Vorrang für Fußgänger“ (1993), dass Aktivitäten und Bewegungslinien der Fußgänger im Straßenraum erheblich durch die Stärke des Kfz-Verkehrs geprägt werden. „Der Kfz-Verkehr schränkt die freie Überquerbarkeit von Fahrbahnen ein und übt eine starke Trennwirkung aus.“ Dabei spielen vor allem die Breite der Fahrbahn, die Geschwindigkeit und die Kfz-Verkehrsmenge eine Rolle. „Je dichter und schneller der Kfz-Verkehr ist, umso stärker ist seine Trennwirkung, aber nicht nur auf die Bewegungslinien der Fußgänger, sondern indirekt auch auf soziale Kontakte quer zur Gehrichtung.“

Der VCÖ nennt folgende Zahlen:

- Fahrbahnbreiten von 10 m weisen hohe Trennwirkung auf.
- Ab etwa 45 km/h steigt die Trennwirkung stark an.
- Für eine 7 m breite Fahrbahn wird als Grenzbelastung für den Kfz-Verkehr, bei der keine Trennwirkung anzunehmen ist, 200-250 Kfz/h angegeben (nach Buchanan, Traffic in towns, 1963).

In „Straßen für alle“ (1990) untersuchte Heiner Monheim die Verträglichkeitsgrenzen für die Autoverkehrsmenge. Dabei analysierte er die Lärm- und Abgasbelastung, die Trennwirkung, die Behinderungen für den nicht motorisierten Verkehr und die Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit.

Er führt folgende Zahlen an:

- Bei Tempo 30 ist die Trennwirkung ab 800 Kfz/h als hoch anzusetzen, bei Tempo 70 ist sie bereits ab 500 Kfz/h sehr hoch.
- Bis 100 Kfz/Spitzenstunde bzw. 1000 Autos/Tag ist der Verkehr noch gut verträglich.
- Schon bei 250 Kfz/Spitzenstunde bzw. 2000 bis 2500 Autos/Tag steigen die Unverträglichkeiten.
- Bei 600 Kfz/Spitzenstunde bzw. 6000 Autos/Tag ist der Verkehr nicht mehr verträglich und für Straßen mit ausgeprägter Wohn- und Geschäftsfunktion und hohem Fußgängeraufkommen unzumutbar.

Im Artikel „Straßenraum und Verkehrsverträglichkeit“ in der Zeitschrift „Straße und Verkehr“ vom Mai 1991 berichten Peter Müller, Georg Skoupil und Hartmut H. Topp über ihre Arbeit zur Bewertung von Stadtstraßensituationen. Dafür entwickelten sie ein Beurteilungsverfahren mit drei Belastungsfaktoren (Gefährdung, Lärm, Trennwirkung) und drei Entlastungsfaktoren (Straßenraumqualität, Bewegungsraum, Abschirmung). Jedem Faktor sind Belastungs- bzw. Entlastungspunkte zugeteilt.

Dem Belastungsfaktor Trennwirkung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Entsprechend dem Gefährdungspotenzial steigt die Trennwirkung ab einer Fahrgeschwindigkeit von 45 km/h stark an.
- Bei stärkeren Verkehrsbelastungen (oberhalb von 300 bis 500 Autos/h) wirkt sich eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit nicht so stark aus, da auch bei niedriger Fahrgeschwindigkeit (unter 30 km/h) und stärkerer Verkehrsbelastung von etwa 800 bis 1000 Autos/h bereits eine relativ starke Trennwirkung besteht.
- Ab einer Fahrbahnbreite von 7,5 bis 10 m tritt bereits bei relativ schwachen Verkehrsbelastungen und relativ niedrigen Fahrgeschwindigkeiten eine hohe Trennwirkung für Fußgänger mit eingeschränkter „Verkehrstüchtigkeit“ auf.

Anhand dieser Annahmen wurde das in Abbildung 4 dargestellte Diagramm abgeleitet, das die Belastungspunkte für die Trennwirkung in Abhängigkeit von der Verkehrsmenge und der Geschwindigkeit zeigt.

Der Grafik ist zu entnehmen, dass ab einer Verkehrsbelastung von 700 Kfz/h die Geschwindigkeit nur einen geringen Einfluss auf die Trennwirkung hat.

Darüber hinaus wird in diesem Artikel berichtet, dass die Trennwirkung auch von den Hindernissen, die das Queren der Fahrbahn erschweren (z. B. Reihen parkender Autos) und von psychologischen Kriterien abhängig ist.

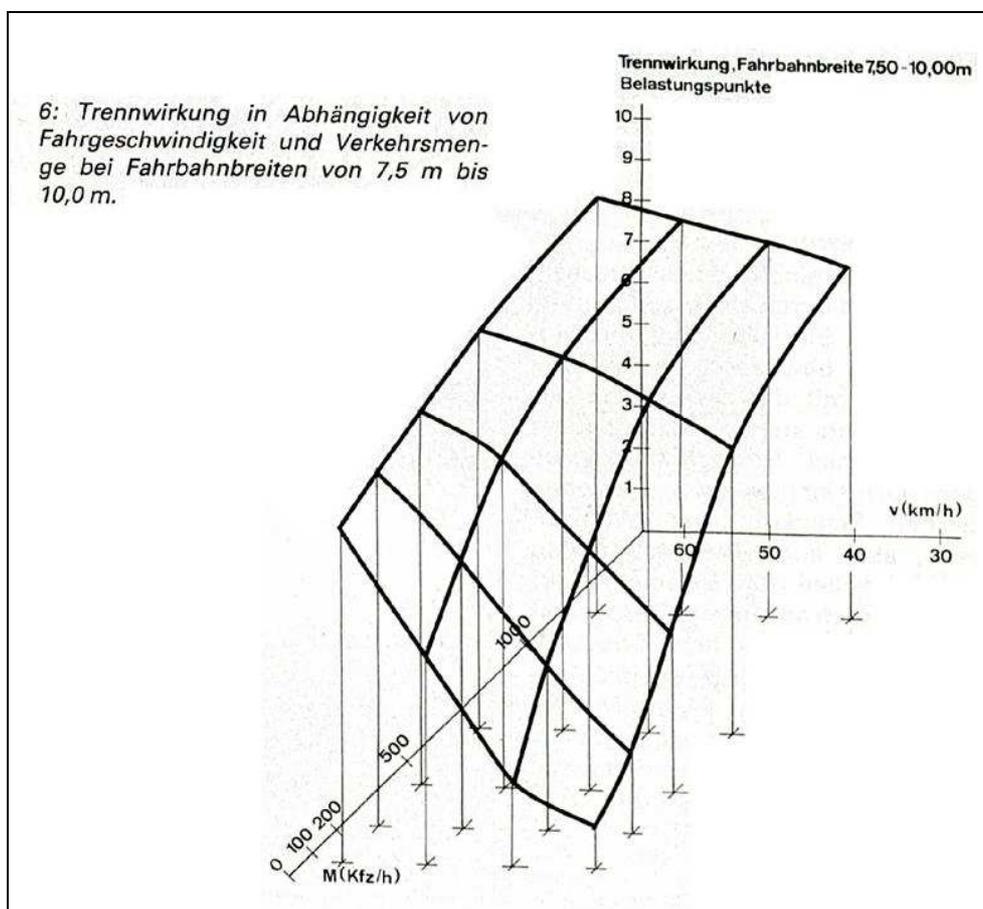


Abbildung 4: Belastungspunkte für die Trennwirkung

4 Methodische Vorgehensweise

4.1 Genauere Darstellung des Themas

Autoverkehr:

Die Fußgänger werden nicht nur durch den Autoverkehr in ihrer Bewegung eingeschränkt, sondern durch alle Kraftfahrzeuge, die auf einer Straße fahren. Neben den Pkws werden deshalb auch Lkw, Motorräder, Busse und Straßenbahnen erhoben.

Obwohl das Fahrrad ein wichtiges Verkehrsmittel ist, werden Radfahrer nicht berücksichtigt, weil ihre Geschwindigkeit geringer als die der Kraftfahrzeuge ist und sie die Fußgänger in einem viel geringeren Ausmaß behindern als der motorisierte Verkehr.

Querbeziehungen:

Aufgabe dieser Masterarbeit ist es, sich auf das sichtbare Verhalten der Fußgänger zu beschränken und nicht eine soziale oder psychologische Studie durchzuführen. Daher wird Querbeziehungen als Überquerbarkeit der Straße bzw. als Anzahl und Art (benutzte Querungshilfe) der Überquerungen und nicht als Beziehungen zwischen Personen auf beiden Seiten verstanden.

Siedlungsstraßen:

Um die Überquerbarkeit einer Straße studieren zu können, muss für die Fußgänger ein potenzielles Bedürfnis, die Straße zu überqueren, bestehen. In einer beliebigen Siedlungsstraße ist dies nicht unbedingt der Fall. Deshalb ist diese Studie auf Geschäftsstraßen gerichtet, die Läden auf beiden Straßenseiten aufweisen. Außerdem wirken Geschäfte als Attraktivitätsfaktor, sodass es in einer Geschäftsstraße mehr Fußgänger als in einer beliebigen Siedlungsstraße gibt.

Eine Geschäftsstraße ist eine Straße, in der fast alle Erdgeschosse von Läden besetzt werden.

Eine alternative Formulierung des Titels dieser Arbeit könnte deshalb „Einfluss des motorisierten Verkehrs auf die Anzahl und Art der Überquerungen in Geschäftsstraßen“ lauten.

4.2 Literaturrecherchen

Für ein genaueres Verständnis der Fragestellung dieser Masterarbeit und einen Einblick in den Stand der Wissenschaft wurden zuerst Literaturrecherchen durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesen Recherchen sind dem Kapitel 2 Literaturrecherchen zu entnehmen.

Wichtigste Erkenntnis aus den untersuchten Arbeiten war, dass es nicht einfach ist, zu quantitativen Ergebnissen zu gelangen, weil eine Vielzahl an Parametern, die manchmal nicht unabhängig voneinander oder nicht messbar sind, die Anzahl der Überquerungen beeinflusst.

Damit es klar wird, welche Parameter einen Einfluss haben können, wird im Folgenden eine Liste der Einflussgrößen erstellt.

4.3 Einflussgrößen

Die Parameter, autoverkehrsbedingt oder nicht, die die Querbeziehungen beeinflussen können, sind, wie zuvor beschrieben, vielfältig. Es ist fast unmöglich, eine vollständige Liste zu erstellen. Tabelle 1 zeigt, in Kategorien zusammengefasst, die wichtigsten Einflussgrößen.

Motorisierter Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsmenge (insgesamt und für jede Richtung) - Geschwindigkeit - Mischung der verschiedenen Fahrzeugkategorien (Autos, Motorräder, Lieferwagen, Lkw, Busse, Straßenbahnen,...) - Stetigkeit des Verkehrsflusses
Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> - Fußgängeraufkommen (insgesamt und für jede Richtung, jeden Gehsteig) - Anzahl der Überquerungen (pro Richtung, pro Querungshilfe) - Individuelle objektive Parameter (Alter, Geschlecht, Kondition, Gehgeschwindigkeit, Grund und Häufigkeit der Anwesenheit an der Straße,...) - Individuelle subjektive Parameter (momentane Stimmung, zeitlicher Druck oder nicht, Umgang mit dem Risiko, Sicherheitsgefühl, Empfinden und Wahrnehmung, ...)
Zeit	<ul style="list-style-type: none"> - Uhrzeit - Tag (Wochentag, Wochenende, Feiertag, Urlaubstag) - Wetter (Temperatur, Regen, Schnee, Sonne, Wind, ...)
Straßenraum	<ul style="list-style-type: none"> - Länge des untersuchten Abschnitts - Querschnitt: Straßenbreite, Fahrbahnbreite, Gehsteigbreite - Anzahl und Richtungen der Fahrspuren - Fußgängerstreifen (Abstand, lichtsignalgeregelt oder nicht) - Querungshilfe (Mittellinsel, Aufpflasterung, Gehsteigvorziehung/-durchziehung) - Gestaltung des Straßenraumes (Aufenthaltsqualität, Parkplätze, Bäume,...) - Seltene oder regelmäßige Kreuzungen mit anderen Straßen (Abstand zwischen den Kreuzungen, lichtsignalgeregelt oder nicht) - Vorhandensein einer Straßenbahnlinie, getrennt vom Autoverkehr oder nicht
Geschäfte	<ul style="list-style-type: none"> - Attraktivität - Zusammensetzung (Lebensmittel, Bekleidung, Dienstleistungen, ...) - Größe (Fläche, Umsatz) - Anzahl, Dichte (für jede Seite) - Länge der Abschnitte mit „hoher“ Geschäftsdichte

Tabelle 1: Einflussgrößen auf die Querbeziehungen

Um den Einfluss des Autoverkehrs untersuchen zu können, müssen wir die Anzahl der zu berücksichtigenden Parameter reduzieren. Wir müssen uns auf einige Größen beschränken und die anderen entweder vernachlässigen oder, wenn sie nicht vernachlässigt werden dürfen, möglichst konstant halten. Ansonsten wird die Komplexität des Systems zu groß, um einen Vergleich zwischen den untersuchten Straßen durchführen und daraus Schlüsse ziehen zu können.

Die wichtigsten Größen für diese Arbeit sind die Kfz- und Fußgängeraufkommen, die Anzahl der Überquerungen und die Abmessungen (Länge, Breite, Abstand zwischen Fußgängerstreifen).

Weitere Parameter werden für den Fall erhoben, dass sie sich für diese Arbeit als notwendig herausstellen: die Anzahl und die Richtungen der Fahrstreifen, die vorhandenen Querungshilfen, die Uhrzeiten, Tage und Wetterbedingungen der Videoaufnahmen, die Gestaltung des Straßenraums, das Vorhandensein von Kreuzungen.

Die Geschwindigkeit, die Zusammensetzung des motorisierten Verkehrs, die fußgängerbezogenen Parameter und die Parameter der Kategorie „Geschäfte“ werden nicht berücksichtigt.

Es mag auf den ersten Blick verwundern, dass die Geschwindigkeit nicht berücksichtigt wurde. Dies begründet sich daraus, dass sich nach P. Müller, G. Skoupil und H. Topp (siehe Grafik im Kapitel Literaturrecherchen) die Geschwindigkeit ab einer Verkehrsbelastung von 700 Kfz/h nur begrenzt auf die Trennwirkung auswirkt, da diese bei solchen Verkehrsbelastungen schon bei niedrigen Geschwindigkeiten hoch ist. Abgesehen von der Neubaugasse (durchschnittliche stündliche Verkehrsbelastung im studierten Zeitraum von 184 Kfz/h) sind die Verkehrsbelastungen in allen studierten Straßen größer als 700 Kfz/h. Deshalb kann man davon ausgehen, dass, außer in der Neubaugasse, die Geschwindigkeit keinen größeren Einfluss auf die Trennwirkung hat als die anderen nicht erhobenen Größen. Die Neubaugasse stellt eine Ausnahme dar. Wir kommen später darauf zurück.

4.4 Auswahl der untersuchten Straßen

Zunächst wurde anhand meiner Kenntnisse von Wien sowie anhand von Gesprächen mit Professoren des Institutes für Verkehrswissenschaften (Forschungsbereich Verkehrsplanung) der Technischen Universität Wien, von Internetrecherchen und von Büchern eine Liste von Wiener Straßen erstellt, die als Geschäftstraßen angesehen werden könnten.

Mit Hinblick auf das Ziel dieser Arbeit waren die beiden wichtigsten Kriterien für die Auswahl der untersuchten Straßen, dass es Geschäfte auf beiden Seiten gibt und dass die gewählten Straßen ein Spektrum an verschiedenen Verkehrsmengen abdecken.

Für eine bessere Einschätzung der Verhältnisse wurden 22 mögliche Straßen besichtigt.

Bei der Besichtigung wurde darauf geachtet, dass es Geschäfte in fast allen Erdgeschossen und auf beiden Straßenseiten gab, aber auch darauf

- dass die Geschäfte tatsächlich besucht wurden bzw. dass ein Mindest-Fußgängeraufkommen feststellbar war,
- dass es keine großen Besonderheiten gab, die die Ergebnisse verfälschen könnten,
- dass keine Hindernisse die Sicht auf den Querschnitt verhindern könnten. (Z. B. musste in Straßen mit Bäumen gefilmt werden, bevor diese Blätter hatten.)

Während der Besichtigung wurden verschiedene Besonderheiten gefunden, die zu einem Ausschluss der Straße oder zumindest des Abschnitts führten. In der Nußdorfer Straße zwischen Währinger Straße und Alserbachstraße war z.B. ein langes Gerüst, das die Anzahl der Überquerungen sicher beeinflusste. In der Simmeringer Hauptstraße gab es zwei Spuren für Autos auf einer Seite der Straße und zwei Spuren für Straßenbahnen auf der anderen Seite, beide getrennt durch Parkplätze, Bäume und manchmal einen Raum für Fußgänger. Diese Querschnittsgestaltung unterschied sich zu stark von der der anderen Straßen, um die Simmeringer Hauptstraße in die Untersuchung einbeziehen zu können. Abschnitte mit Straßenbahnhaltestellen in der Mitte der Fahrbahn waren ebenfalls Besonderheiten, da hier manche Personen nur die Hälfte der Fahrbahn überqueren, um in die Straßenbahn einzusteigen bzw. nachdem sie aus der Straßenbahn ausgestiegen sind. Ein Beispiel dafür ist die Alser Straße zwischen Spitalgasse und Pelikangasse.

Fotos und Notizen wurden gemacht und einige mögliche Abschnitte und Drehorte aufgefunden.

Gleichzeitig wurden die Verkehrszählungen, die ich von der Magistratabteilung 46 Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten für die eventuell interessanten Straßen bekommen habe, studiert. Ziel war es, bereits vor einer eigenen Zählung Anhaltspunkte über die Verkehrsbelastungen der Straßen zu erlangen, um die Straßen so auswählen zu können, dass sie ein gewisses Spektrum an Verkehrsmengen abdecken.

Dann musste ein Kompromiss zwischen möglichst vielen Straßen (um allgemeine Schlüsse ziehen zu können) und doch nicht zu vielen Straßen (weil mein Zeitbudget nicht unbegrenzt war) gefunden werden.

Schließlich habe ich mich auf die 8 in Tabelle 2 genannten Straßenabschnitte beschränkt. Im Kapitel Ergebnisse werden neun Abschnitte genannt, weil der Abschnitt in der Brünner Straße danach in zwei Unterabschnitte unterteilt wurde.

Die genannten Straßenabschnitte waren zunächst nur eine erste Abgrenzung der Abschnitte. Die genauen Abschnitte konnten erst später festgelegt werden, weil sie von den zu Verfügung stehenden Drehorten abhängen.

Straße	Erste Abgrenzung des untersuchten Abschnitts	Verkehrsbelastung zw. 15:00 und 16:00 (Jahr der Verkehrszählung)
7. Neubaugasse	zwischen Mariahilfer Straße und Westbahn Straße	300 Pkw-E/h (1995)
6. Mariahilfer Straße	kein genauer Abschnitt	800 Pkw-E/h (2005)
14. Hütteldorfer Straße	zwischen Hägelinggasse und Johnstraße	900 Pkw-E/h (2007)
3. Landstraßer Hptstrasse	zwischen Beatrixgasse und Rochusmarkt	1000 Pkw-E/h (2002)
16. Thaliastraße	zwischen Gürtel und Kirchstetterngasse	1100 Pkw-E/h (1992)
21. Brünner Straße	zwischen Am Spitz und Weisselgasse	1300 Pkw-E/h (2007/2006)
5. Reinprechtsdorferstraße	um den Siebenbrunnenplatz	1600 Pkw-E/h (2000)
22. Wagramer Straße	zwischen Kagraner Platz und Steigenteschgasse	2400 Pkw-E/h (2006)

Tabelle 2: Untersuchte Straßen

Zunächst hatte ich vor, auch Fußgängerzonen zu filmen und zu untersuchen. Ich habe später darauf verzichtet, weil die Fußgänger in Fußgängerzonen die Möglichkeit haben, sich im ganzen Querschnitt zu bewegen, und es nicht nur „echte Überquerungen“ gibt, sondern auch Personen, die von der Mitte zu einem Rand gehen und umgekehrt. Eine Auszählung der Überquerungen in den Fußgängerzonen ist deshalb schwierig. Im Gegensatz dazu bleiben die Fußgänger in Straßen mit Autoverkehr auch bei wenig Verkehr überwiegend auf dem Gehsteig.

Fußgängerzonen und Straßen mit Autoverkehr erfordern daher unterschiedliche Ansätze. Ein Vergleich wäre nur qualitativ möglich. Da wir quantitative Ergebnisse anstreben, würde ein solcher Vergleich diese Aufgabe nicht erfüllen. Deshalb wurde entschieden, sich auf Straßen mit Autoverkehr zu konzentrieren.

4.5 Videoaufnahmen

Für eine einzelne Person ist es unmöglich, gleichzeitig die Fußgänger- und Kfz-Aufkommen und die Überquerungen in einem Abschnitt von 100 bis 200m Länge zu erheben. Deshalb wurden Videos in den untersuchten Straßen aufgenommen, anhand derer Zählungen später in mehreren Stufen vorgenommen wurden.

Die Kamera musste hoch angebracht sein, um eine gute Sicht auf den ganzen Abschnitt zu gewährleisten. Daher musste ich von Fenstern oder Balkonen filmen. Drehorte waren nicht einfach zu finden, weil in Geschäftsstraßen Firmenschilder, Sonnendächer, usw. (siehe Abbildung 5) die Sicht versperren. Außerdem musste ich vom jeweiligen Bewohner bzw. Firmenleiter die Erlaubnis, die Kamera aufzustellen, bekommen.



Abbildung 5: Schilder, die die Sicht versperren

Um ausreichende Daten für jede Straße zu bekommen, wurde entschieden, jeweils 3 Stunden lang zwischen 11:00 und 18:00 zu filmen. Es wurde kein genaues Zeitfenster, weil der Zeitpunkt der Videoaufnahmen von der Verfügbarkeit der Drehorte abhing. Da es sich bei dieser Arbeit nicht um einen Vergleich des Fußgänger- oder Verkehrsaufkommens in verschiedenen Straßen handelt, sondern um eine Analyse der Überquerungshäufigkeit in Abhängigkeit vom Fußgänger- und Verkehrsaufkommen, sollten diese unterschiedlichen Zeitfenster die Ergebnisse nicht verfälschen. Die Größe „Uhrzeit“ spielt keine größere Rolle als die anderen nicht berücksichtigten Einflussgrößen – z. B. die fußgängerbezogenen Parameter. Der Aufwand für das Auffinden von Orten, von denen in einem bestimmten Zeitfenster gefilmt werden konnte, lohnte sich deshalb nicht. Ein Versuch, immer am gleichen Werktag zu filmen, war ebenfalls nicht nötig. Es genügte, einen Tag zwischen Montag und Donnerstag zu wählen.

Damit die Wetterbedingungen, die das Verhalten der Fußgänger beeinflussen, die Ergebnisse nicht in unzulässiger Weise beeinflussen, wurde immer an Tagen, an denen es nicht regnete, gefilmt. Eine Ausnahme bildet die Landstraße Hauptstraße, wo es unerwartet zehn Minuten lang schneite!

4.6 Auswertung der Videos

In den Videos wurden die Fußgänger, Autos und Überquerungen pro Richtung und Viertelstunde gezählt.

Bei den Fußgängerüberquerungen wurde unterschieden, ob sie bei einem Fußgängerüberweg oder auf der Strecke zwischen zwei Fußgängerüberwegen erfolgten. Der genaue Ort der Überquerung der Strecke wurde nicht erhoben.

Fußgänger- und Kfz-Aufkommen wurden in einem Querschnitt am Anfang jedes Abschnitts erhoben und es wurde angenommen, dass die Fußgänger- und Kfz-Anzahl trotz Kreuzungen über den ganzen Abschnitt annähernd gleich bleiben. Nur für die Brünner Straße (zweites Video) wurde eine zusätzliche Berechnung durchgeführt, da in der Mitte des Abschnitts die Kreuzung mit der Angerer Straße liegt, die nicht vernachlässigt werden durfte. Laut Verkehrszählungen der MA 46 Verkehrsorganisation vom September 2007 war Q3 (siehe Abbildung 6) 1,2-mal größer als Q1 (Durchschnitt zwischen 15:00 und 16:30). Es gab also weniger Verkehr im nördlichen Teil des Abschnitts als im südlichen. Da die Verkehrszählungen der MA 46 sehr gut mit meinen Zählungen übereinstimmten, wurde der

Abschnitt in zwei kleinere Abschnitte unterteilt und dieser Wert von 1,2 für die Berechnungen des Verkehrsaufkommens im nördlichen Abschnitt verwendet.

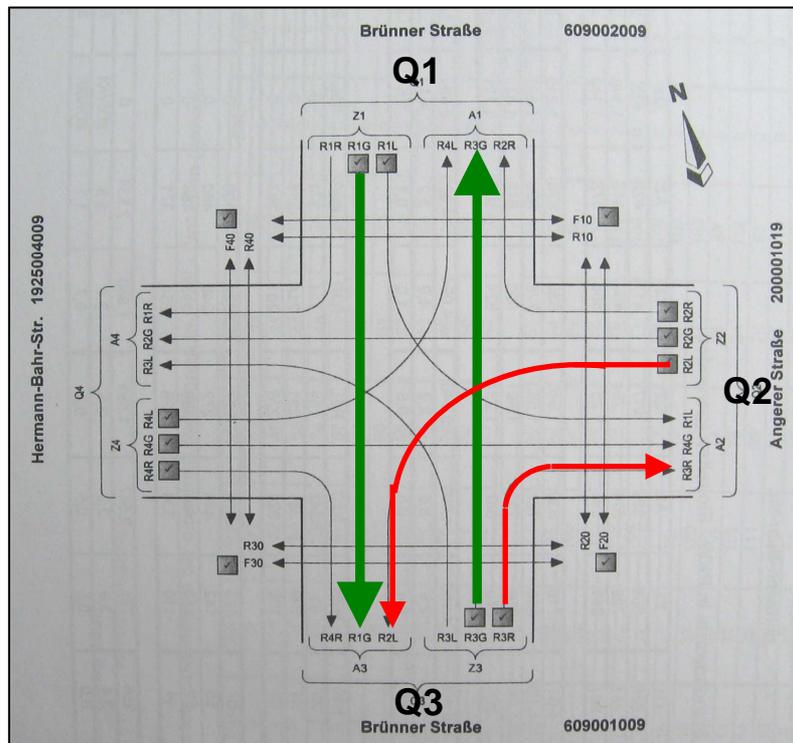


Abbildung 6: Kreuzung Brüner Straße/Angerer Straße

Kinderwagen wurden nicht gezählt.

Straßenbahnen wurden getrennt von den übrigen Kraftfahrzeugen erhoben und nicht in die Verkehrsmenge in Kfz/h einbezogen, wenn sie vom Autoverkehr getrennt waren.

Gegenstand der Untersuchungen waren grundsätzlich nur jene Fußgänger, die sich nicht nur für deren Überquerung in der untersuchten Straße aufhielten. An Fußgängerstreifen bei Kreuzungen wurden jedoch sämtliche querenden Fußgänger gezählt, d. h. auch diejenigen, die eigentlich nur die kreuzende Straße entlanggingen und die untersuchte Straße lediglich überquerten. Dies erfolgte deshalb, weil es nicht immer möglich war, die beiden Fußgängergruppen voneinander zu unterscheiden. Das bedeutet, dass Personen, die die Straße nur überquerten, zwar in der Anzahl der Überquerungen, nicht aber im Fußgängeraufkommen gezählt wurden. Die kreuzenden Straßen können deshalb die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger am Zebrastreifen verfälschen. Dies ist vor allem bei den Kreuzungen Thaliastraße/Brunnengasse (Brunnenmarkt) und Brüner Straße/Schloßhofer Straße der Fall.

4.7 Vermessen der Abschnitte

Letzter Schritt für die Auswertung der Zählungen war das Vermessen der Abschnitte.

Erhoben wurden:

- die Längen der untersuchten Abschnitte (gesamte Länge, Länge zwischen Kreuzungen, Länge der Fußgängerstreifen, ...)
- die Abmessungen der Querschnitte (Breite der Straße, der Gehsteige, der verschiedenen Fahrstreifen und der Parkplätze) am Anfang und Ende der Abschnitte und auch dazwischen, wenn sich die Gestaltung eines Querschnitts im Abschnitt änderte (z. B. mehr Fahrspuren oder breiterer Gehsteig statt Parkplätzen)
- der Abstand zwischen den beiden Fußgängerstreifen, die die Abschnitte begrenzen – wobei sich der zweite Fußgängerstreifen manchmal nicht unmittelbar am Rand des Abschnittes befindet, sondern weiter außerhalb.

4.8 Analyse der Zahlen

Gemäß der Aufgabenstellung war der Einfluss des Verkehrsaufkommens auf die Anzahl der Fußgängerüberquerungen zu untersuchen. Diese Anzahl allein ist jedoch nicht aussagekräftig, da sie auch stark vom Fußgängeraufkommen abhängt. Es wurde angenommen, dass der Zusammenhang zwischen dem Fußgängeraufkommen und der Anzahl ihrer Überquerungen linear ist, daher wurde die Größe Überquerungen pro Fußgänger $\ddot{U}Q/FG$ betrachtet.

Diese Größe ist geeignet für die Charakterisierung der Überquerungen an Fußgängerstreifen. Beim Vergleich der Überquerungen in einem Abschnitt bzw. in einem Bereich zwischen zwei Fußgängerstreifen war auch die Länge dieses Abschnittes bzw. Bereiches zu berücksichtigen. In diesen Fällen wurde der Einfluss des Verkehrsaufkommens auf die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer $\ddot{U}Q/FG/L$ untersucht. $\ddot{U}Q/FG/L$ kann als Überquerungshäufigkeit interpretiert werden.

Für die Analyse der erhobenen Daten wurden zunächst verschiedene statistische Parameter wie Durchschnitte und Standardabweichungen für die einzelnen Abschnitte berechnet. Danach wurden die Straßen mittels Tabellen und Grafiken nach unterschiedlichen Kriterien verglichen. Zu diesen Kriterien zählen das Fußgänger- und Fahrzeugaufkommen, die Überquerungen an und außerhalb von Fußgängerstreifen, die Breiten der Straßen, Fahrbahnen

und Gehsteige, der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen, die Zeit usw.

Als Variablen für eine quantitative Untersuchung wurden die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger bzw. die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer, das gesamte Fahrzeugaufkommen, unabhängig von der Richtung, und der Abstand zwischen zwei Fußgängerstreifen ausgewählt.

Da das Querungsverhalten stark von den angebotenen Querungshilfen abhängt und die Abschnitte unterschiedliche Bedingungen aufweisen, lieferte eine allgemeine Untersuchung pro Abschnitt kein interessantes Ergebnis. Sinnvoll war eine Unterscheidung nach Querungshilfen:

- an Fußgängerstreifen (lichtsignal geregelt in den untersuchten Abschnitten)
- außerhalb von Fußgängerstreifen (ohne Querungshilfe, auch wenn in zwei Straßen vom Autoverkehr getrennte Straßenbahnstreifen bestehen, die als Querungshilfe benutzt werden können)

Um zu einem quantitativen Zusammenhang zwischen diesen Variablen zu gelangen, wurden verschiedene Regressionsanalysen durchgeführt:

- einfache (eine erklärende und eine abhängige Variable) und multiple (zwei erklärende und eine abhängige Variable) Regressionsanalyse
- lineare ($y = a + b \cdot x$) und logarithmische ($y = a + b \cdot \ln(x)$ bzw. $\exp(\pm y) = a + b \cdot x$) Regressionsanalyse

Die Wahrscheinlichkeitstheorie wurde eingesetzt, um die Relevanz der einzelnen Modelle zu überprüfen und die Modelle miteinander zu vergleichen. Ein Modell ist relevant, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit – die Wahrscheinlichkeit, dass die Daten der Stichprobe, die zum Modell führten, die Grundgesamtheit falsch darstellen – gering ist. „Gering“ wird dabei oft als „kleiner als 0,1 bzw. 0,01“ verstanden.

Diese Regressionen wurden sowohl für die Durchschnitte pro Abschnitt über drei Stunden als auch für die einzelnen Werte pro Viertelstunde durchgeführt.

Andere Formen von Regressionen, die nicht mit dem linearen Ansatz gelöst werden können, wurden entweder nicht berücksichtigt oder nur anhand der Excel-Funktion „Trendlinie“ in zweidimensionalen Grafiken.

5 Ergebnisse

5.1 Gefilmte Abschnitte und Gestaltung

Die untersuchten Abschnitte sind in Abbildung 7 gekennzeichnet. Tabelle 3 beinhaltet die Orte und Zeiten der Videoaufnahmen und die genaueren Drehorte sind in Anhang 8.2 angegeben.

In der Brünner Straße musste zweimal gefilmt werden, weil die erste Videoaufnahme nach 1:30 abgebrochen werden musste.

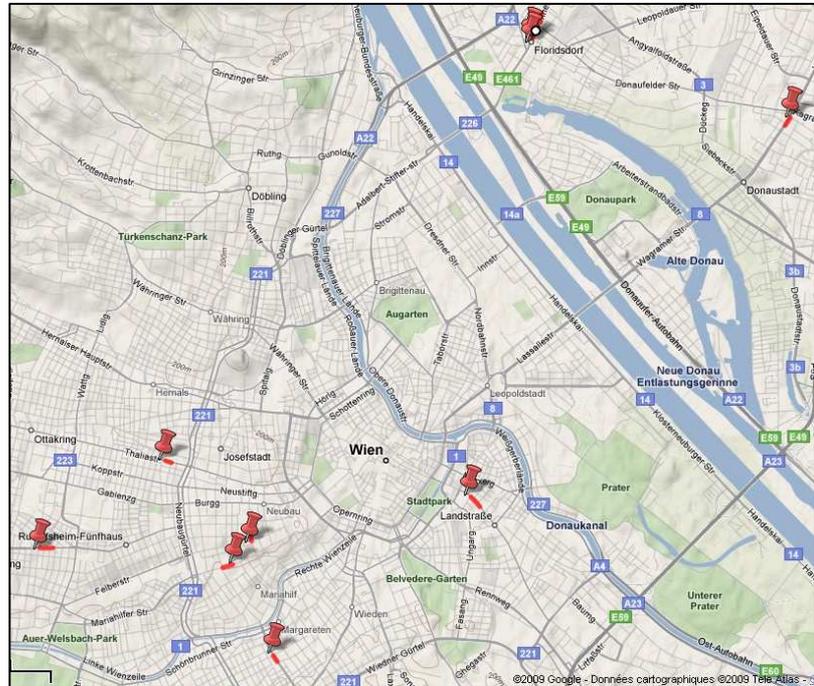


Abbildung 7: Karte der gefilmten Straßen

Straße	Gefilmter Abschnitt	Zeit
Neubaugasse	Lindengasse bis Westbahn Straße	Mi. 4. März, 10:45-13:45
Mariahilfer Straße	Mariahilfer Straße 88 bis Zieglergasse	Mi. 18. März, 14:45-17:45
Hütteldorfer Straße	Hütteldorfer Straße 113 bis Flachgasse	Mo. 6. April, 14:30-17:30
Landstraßer Hauptstraße	Beatrixgasse bis Landstraße Hauptstrasse 30	Do. 19. März, 14:00-17:00
Thaliastraße	Thaliastraße 30 bis Brunnengasse	Do. 2. April, 14:00-17:00
Brünner Straße 1	Am Spitz bis Angerer Strasse	Mi. 8. April, 13:15-14:45
Brünner Straße 2 (2 Abschnitte)	Am Spitz bis Brünner Straße 29	Mi. 15. April, 13:30-16:30
Reinprechtsdorfer Straße	Arbeitergasse bis Siebenbrunnengasse	Di. 14. April, 14:00-17:00
Wagramer Straße	Am Freihof bis Wagramer Straße 132	Di. 9. März, 11:30-14:30

Tabelle 3: Orte und Zeiten der Videoaufnahmen

Anhang 8.3 – Grundrisse der Abschnitte – enthält Skizzen aller Abschnitte.

Abbildung 8 zeigt Fotos der zehn Abschnitte.

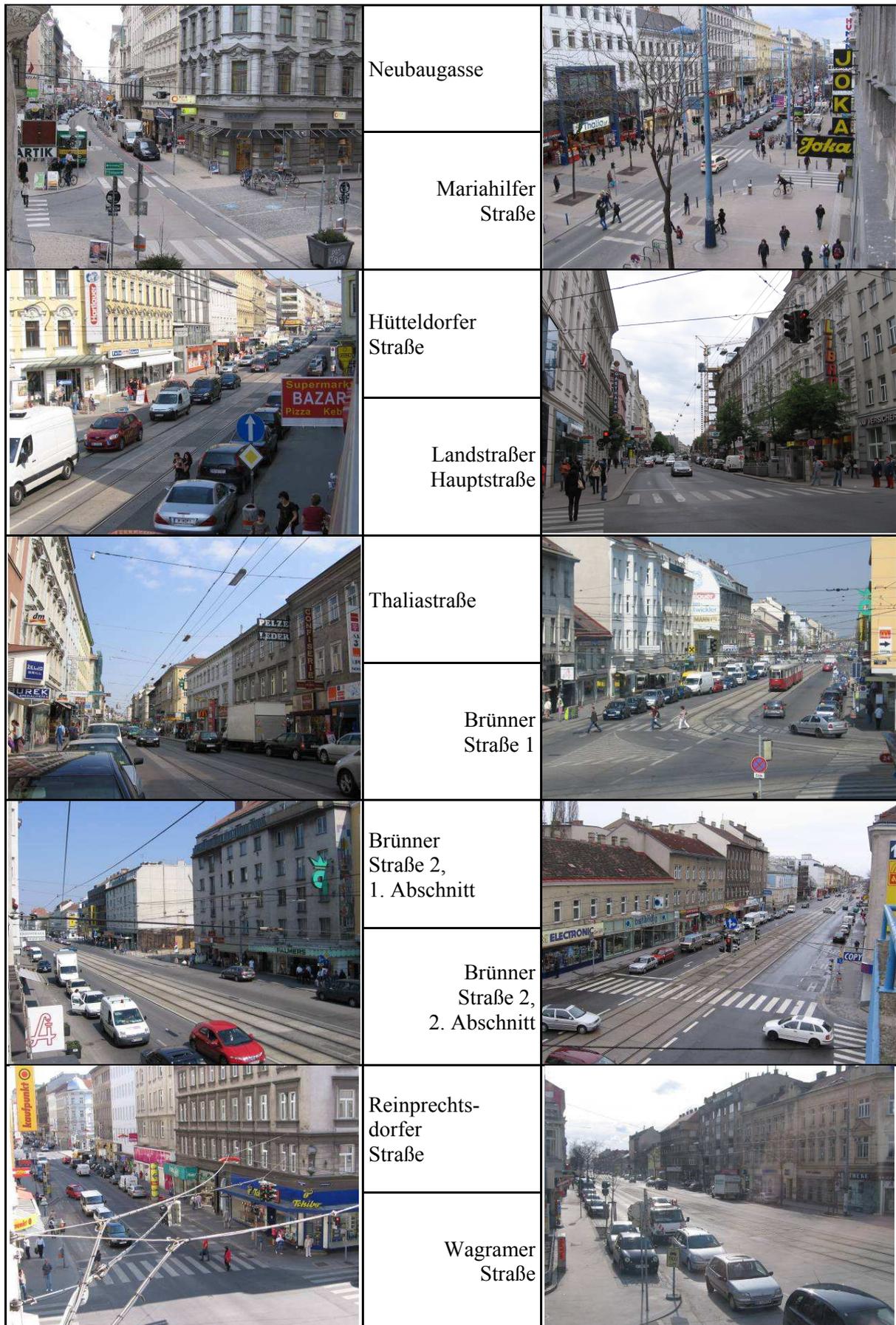


Abbildung 8: Fotos der gefilmten Abschnitte

Bis auf jene von der Thaliastraße, Hütteldorfer Straße und Wagramer Straße weisen alle Videos einen Fußgängerstreifen im Vordergrund auf. Der Abschnitt in der Thaliastraße hat einen Fußgängerstreifen, jedoch im Hintergrund. Außer in der Neubaugasse sind alle Fußgängerstreifen geregelt.

Die Gestaltung und die Abmessungen der Abschnitte sind in Tabelle 4 bzw. in Tabelle 5 zu finden.

Die untersuchten Abschnitte sind zwischen 86 und 195 m lang und weisen immer zumindest auf einer Seite Parkplätze auf. In drei Fällen gibt es Bäume entlang der Straße.

Die meisten Fahrbahnen sind zwischen 7 und 10 m breit (zweispurig). Die Neubaugasse ist schmaler, mit einer durchschnittlichen Breite von 5,5 m (einspurig), die Brünner Straße und die Wagramer Straße sind mit einer durchschnittlichen Breite von 20 m (fünf- bzw. sechsspurig) viel breiter. Fahrbahnbreiten und Verkehrsmengen sind nicht voneinander unabhängig: je mehr Spuren und breitere Fahrbahnen, desto mehr Verkehr (siehe Grafik in Abbildung 9). Eine Ausnahme bildet die Reinprechtsdorfer Straße, die bei nur zwei Fahrstreifen ein hohes Verkehrsaufkommen aufweist.

Die Mariahilfer Straße und die Landstraßer Hauptstraße haben breite Gehsteige.

Da sich alle untersuchten Abschnitte in der Stadt befinden und der Verkehr von Lichtsignalanlagen in der Umgebung abhängig ist, war der Verkehrsfluss in keiner Straße stetig.

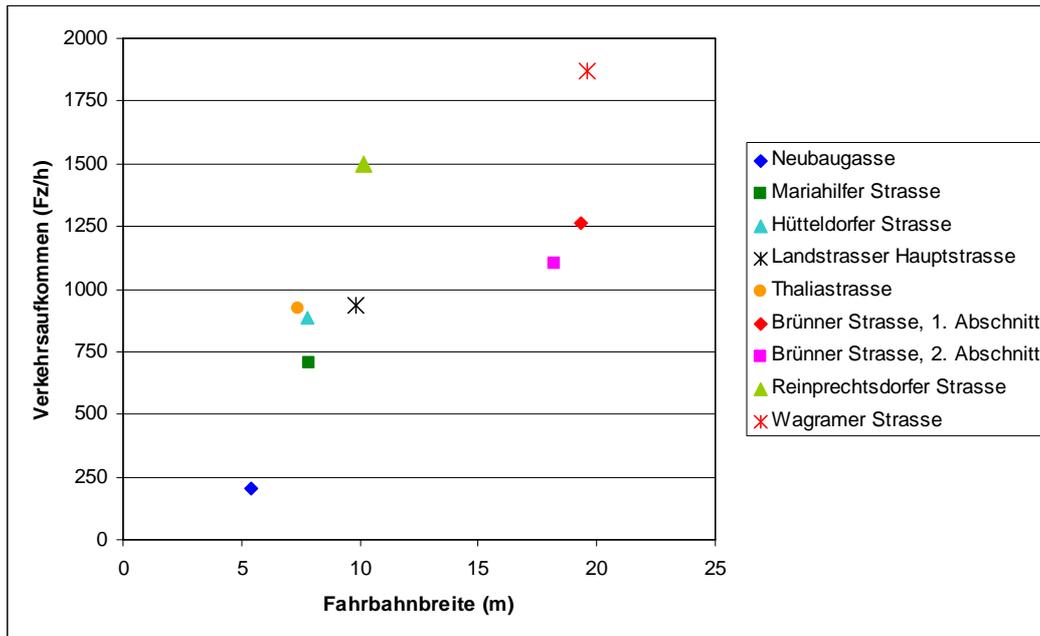


Abbildung 9: Verkehrsaufkommen als Funktion der Fahrbahnbreite

Straße	Fahrstreifen	Parkplätze	Bäume
Neubaugasse	Einbahn, einspurig Fahrradstreife in Gegenrichtung	2-seitig	Nein
Mariahilfer Straße	2-spurig	2-seitig	Ja
Hütteldorfer Straße	2-spurig (Autos und Straßenbahnen gemischt)	2-seitig (nicht voll ausgelastet)	Nein
Landstraßer Hauptstraße	2-spurig (3-spurig bei Kreuzungen)	2-seitig (nicht über ganzen Abschnitt)	Ja
Thaliastraße	2-spurig (Autos und Straßenbahnen gemischt)	2-seitig außer bei Straßenbahn- Haltestelle (Gehsteig-Vorziehung statt Parkplätze)	Nein
Brünner Straße 1	5-spurig: 3 Fahrstreifen (1+2 und dann 2+1) + 2 Straßenbahnstreifen	einseitig (Seite mit nur eine Spur)	Nein
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	5-spurig: 3 Fahrstreifen (1+2 und dann 2+1) + 2 Straßenbahnstreifen	einseitig (Seite mit nur eine Spur)	Nein
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	5-spurig: 3 Fahrstreifen (1+2 und dann 2+1) + 2 Straßenbahnstreifen	einseitig (Seite mit nur eine Spur)	Nein
Reinprechtsdorfer Straße	2-spurig	2-seitig außer bei Bushaltestellen (Busbucht statt Parkplätze)	Nein
Wagramer Straße	6-Spurig: 2 Fahrstreifen pro Richtung + 2 Straßenbahnstreifen	2-seitig	Ja

Tabelle 4: Gestaltung des Straßenraums

Straße	Länge des Abschnitts (m)	Abstand Fußgänger-Streifen (m)	Breite (m)			
			Straße	Fahrbahn	Fahrbahn + Parkplätze	Gehsteig
Neubaugasse	195	190 (nicht geregelt)	15,4 bis 16,1	5,1 bis 5,7	10,1 bis 10,7	2 bis 3,1
Mariahilfer Straße	135	107	31,7 bis 35	6,7 bis 9	9 bis 11,7	10 bis 13
Hütteldorfer Straße	176	390	16,6 bis 19,1	7,6 bis 8	10,6 bis 12,3	3 bis 5,2
Landstraßer Hauptstraße	131	127 (nicht geregelt)	22 bis 30,8	9,1 bis 10,5	10,3 bis 13,5	3,9 bis 11
Thaliastraße	84	164	18,5 bis 18,8	7 bis 7,8	9,3 bis 12,8	2,7 bis 6,4
Brünner Straße 1	173	167	26 bis 27,8	18 bis 20,5	20,3 bis 20,5	2,8 bis 3,9
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	173	167	26 bis 27,8	18 bis 20,5	20,3 bis 20,5	2,8 bis 3,9
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	173	200 (nicht geregelt)	26 bis 27,1	16,1 bis 20,3	20,3	2,8 bis 3,9
Reinprechtsdorfer Straße	86	81	18,3 bis 18,7	7,9 bis 12,4	10,7 bis 12,4	2,5 bis 5,5
Wagramer Straße	135	275	28,6 bis 30,4	18,3 bis 20,9	23,4 bis 26,1	2,4 bis 2,8

Tabelle 5: Abmessungen der Abschnitte

5.2 Fußgänger- und Kfz-Aufkommen

Die Videos lieferten Informationen über das Verkehrsaufkommen in den verschiedenen Straßen. Die durchschnittlichen Werte pro Stunde sind in Tabelle 6 angeführt und in Abbildung 10 dargestellt. Die detaillierten Werte pro Richtung und Viertelstunde sind in Anhang 8.4 „Zählungen“ wiedergegeben.

	Durchschnittliches Fußgänger-Aufkommen pro Stunde FG/h	Durchschnittliches Kfz-Aufkommen pro Stunde Kfz/h
Neubaugasse	1316	201
Mariahilfer Straße	4073	705
Hütteldorfer Straße	934	887
Landstraßer Hauptstraße	1220	933
Thaliastraße	1440	920
Brünner Straße 1	949	1230
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	919	1297
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	926	1101
Reinprechtsdorfer Straße	1261	1499
Wagramer Straße	308	1871

Tabelle 6: Fußgänger- und Kfz-Aufkommen

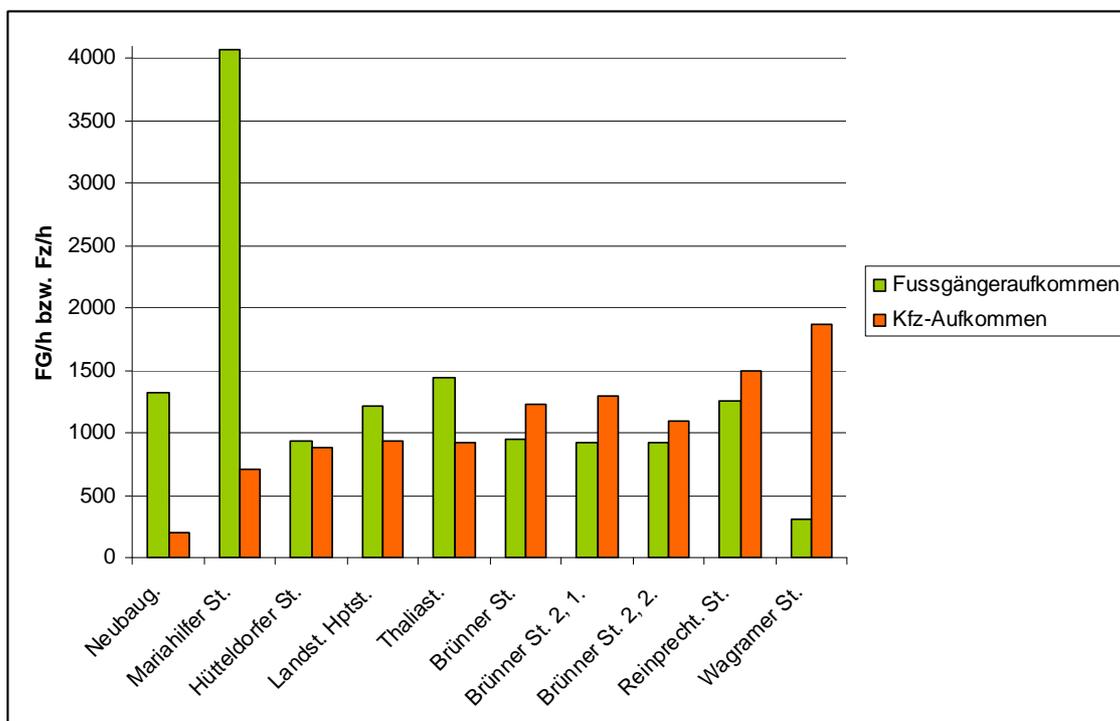


Abbildung 10: Fußgänger- und Kfz-Aufkommen

Es ist zu beachten, dass die verschiedenen Zahlen nur begrenzt vergleichbar sind, da die Videoaufnahmen zu verschiedenen Uhrzeiten erfolgten. Dennoch sind folgende Bemerkungen möglich.

Die durchschnittlichen Fußgängeraufkommen liegen zwischen 308 und 4073 FG/h und die Kfz-Aufkommen zwischen 201 und 1871 Kfz/h.

Obwohl die Fahrzeugaufkommen in unserer Studie niedriger sind, stimmen sie in der Größenordnung mit jenen der Verkehrszählungen der Stadt Wien überein. Ein Grund für diese Abweichungen ist, dass die Werte der Stadt in Pkw-E/h angegeben sind und die Werte dieser Arbeit in Kfz/h. Weiters wurden die Werte der Stadt zwischen 15:00 und 16:00 erhoben, während unsere Erhebungen über ein Zeitfenster erfolgten, das auch frühere Stunden – mit in der Regel weniger Autoverkehr - beinhaltet.

Wie erwartet weist die Mariahilfer Straße ein viel höheres Fußgängeraufkommen auf als die anderen Straßen. Zugleich hat die Wagramer Straße das höchste Kfz-Aufkommen und das geringste Fußgängeraufkommen.

5.3 Anzahl der Überquerungen

Die Anzahl der Überquerungen allein ist keine nützliche Information. Deshalb wurden stattdessen die Überquerungen pro Fußgänger und Fußgängerstreifen an Fußgängerüberwegen bzw. die Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer zwischen zwei Fußgängerstreifen berücksichtigt. In der Mariahilfer Straße, der Thaliastraße und im zweiten Abschnitt der Brünner Straße wurden jeweils die Überquerungen an den beiden Zebrastreifen der Kreuzung gezählt und dann durch zwei dividiert, um so die Anzahl der Überquerungen pro Fußgängerstreifen zu ermitteln.

Die genauen Zahlen der Überquerungen pro Überquerungsart (an Fußgängerstreifen oder außerhalb), Richtung und Viertelstunde sind in Anhang 8.4 „Zählungen“ wiedergegeben.

	Durchschnittliche Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger ...		
	... und Kilometer im Abschnitt ÜQA/FG/km	... und FGStreifen am Fußgängerstreifen (mit Ampel) ÜQS/FG	... und Kilometer außerhalb von FG-Streifen ÜQO/FG/km
Neubaugasse	2,475	0,143	1,791
Mariahilfer Straße	1,966	0,029	1,960
Hütteldorfer Straße	2,226	-	2,226
Landstraßer Hauptst.	3,039	0,155	2,190
Thaliastraße	10,725	0,398	1,483
Brünner Straße 1	3,930	0,564	0,659
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	3,354	0,465	0,691
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	2,175	0,340	1,100
Reinprechtsdorfer St.	3,758	0,258	0,806
Wagramer Straße	1,968	-	1,968

Tabelle 7: Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger

5.3.1 Überquerungen im ganzen Abschnitt

In Abbildung 11 sind die Zahlen der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer in den verschiedenen Abschnitten unabhängig von der Art der Querung als Funktion des Fahrzeugaufkommens dargestellt.

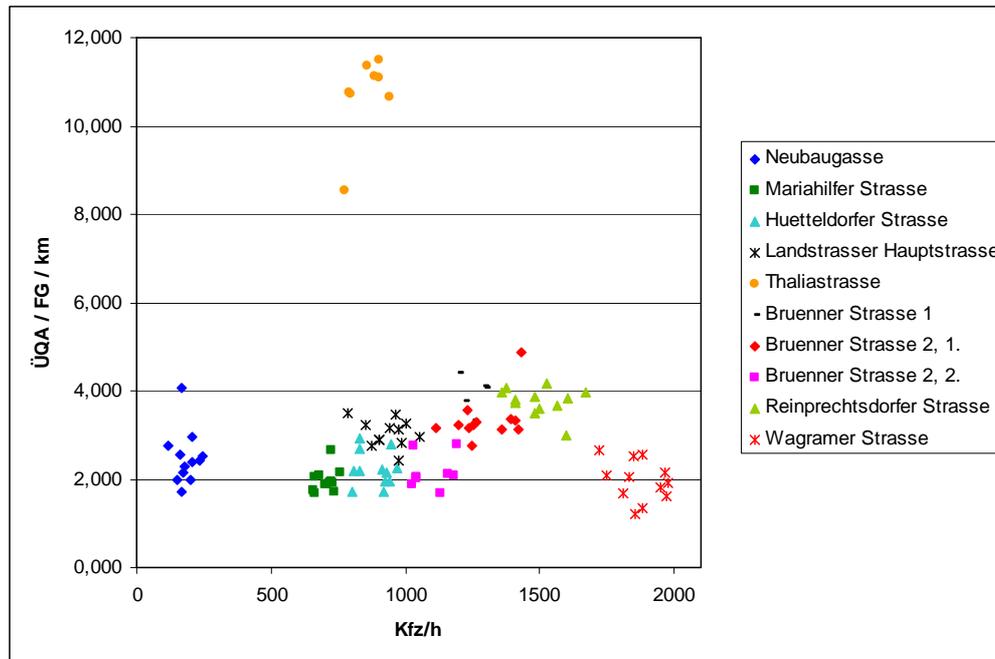


Abbildung 11: Überquerungshäufigkeit in den Abschnitten

Ziel dieser Masterarbeit ist es, den Einfluss des Autoverkehrs auf die Überquerungen in ganzen Abschnitten zu untersuchen. Dennoch lassen sich die Zahlen der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer zwischen den verschiedenen Abschnitten nicht vergleichen, weil das Querungsverhalten von den angebotenen Querungshilfen abhängig ist. Daher müssen für einen sinnvollen Vergleich die Überquerungen nach ihrer Art unterschieden werden. Der Abschnitt in der Mariahilfer Straße, der an einem Fußgängerstreifen anfängt und kurz vor dem nächsten Fußgängerstreifen endet, kann nicht mit dem Abschnitt in der Hütteldorfer Straße, der 20 m nach einem Fußgängerstreifen anfängt und 200 m vor dem nächsten aufhört, verglichen werden.

Man könnte versuchen, die angebotene Querungshilfe im Vergleich zu berücksichtigen, allerdings würde dabei das Problem der Überquerungen am Fußgängerstreifen (siehe Kapitel 5.3.2) auftreten. Es erweist sich daher als nicht sinnvoll, die Überquerungshäufigkeiten in ganzen Abschnitten zu untersuchen. Wir werden deshalb die Überquerungen an Zebrastreifen und die Überquerungen außerhalb der Fußgängerstreifen gesondert untersuchen.

5.3.2 Überquerungen am Fußgängerstreifen

Die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Fußgängerstreifen in den verschiedenen Abschnitten mit Fußgängerstreifen ist in Abbildung 12 als Funktion der Fahrzeugmenge dargestellt. Außer in der Neubaugasse, sind alle Fußgängerstreifen lichtsignalgeregelt.

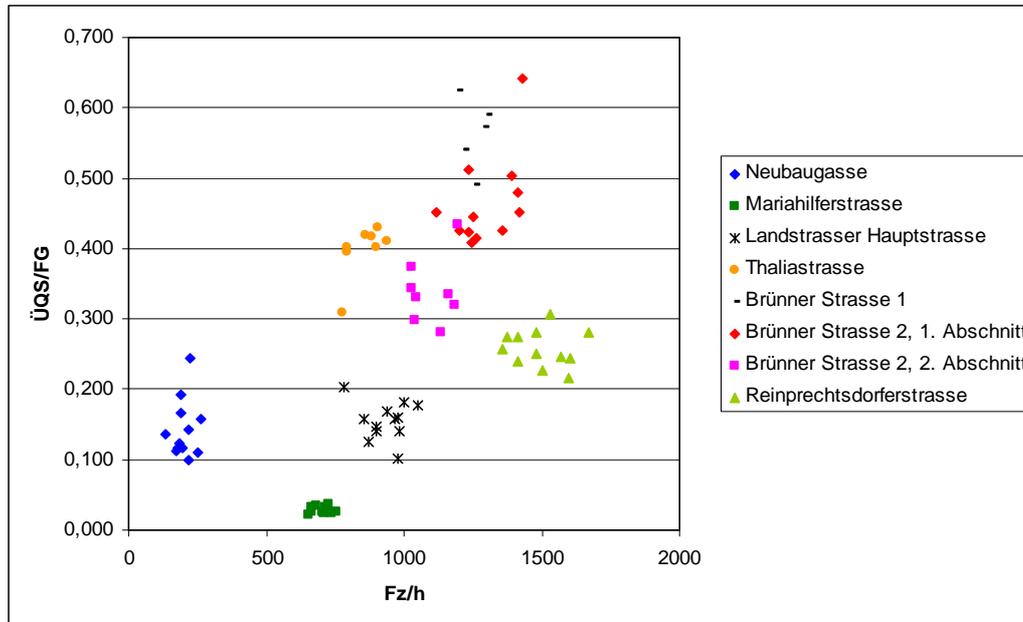


Abbildung 12: Überquerungen pro Fußgänger und Zebrastreifen

In den sieben untersuchten Abschnitten mit lichtsignalgeregelten Fußgängerstreifen steigt die Anzahl der Überquerungen am Fußgängerstreifen mit steigendem Fahrzeugaufkommen stark an. Dies könnte daran liegen, dass die Fußgänger die Fahrbahn eher am geregelten Fußgängerstreifen überqueren als zwischen den Fußgängerstreifen, wenn das Fahrzeugaufkommen höher ist.

Da jedoch nur sieben Kreuzungen untersucht wurden und die Bedingungen zwischen diesen unterschiedlich sind, wäre es nicht sinnvoll, aus den vorliegenden Zahlen allgemeine Schlüsse zu ziehen. Die Anzahl der Fußgängerüberquerungen an einer Kreuzung hängt von den Fußgänger- und Kfz-Aufkommen der untersuchten Straße, aber auch stark von der Bedeutung der Kreuzung und der querenden Straßen ab. Die Überquerungen sind im ersten Abschnitt der Brünner Straße und in der Thaliastraße unter anderem deshalb zahlreicher, weil die querenden Straßen viel Fußgängerverkehr aufweisen. Im Gegensatz dazu ist die Zieglergasse, die die Mariahilfer Straße kreuzt, eine Straße mit geringerem Fußgängerverkehr. Außerdem ist diese Kreuzung nur einseitig, weshalb es keine Fußgänger gibt, die eigentlich nur die kreuzende Straße entlanggehen und die Mariahilfer Straße dabei lediglich überqueren.

Für eine Analyse der Auswirkungen des Autoverkehrs auf die Überquerungen am Zebrastreifen ist es notwendig, die Fußgänger, die auf der untersuchten Straße gehen und diese am Fußgängerstreifen überqueren, von jenen Fußgängern zu unterscheiden, die nur diesen Fußgängerüberweg benützen, nicht aber auf der untersuchten Straße gehen. Eine solche Unterscheidung fällt jedoch nicht leicht, weil dafür eine einfache Querschnittszählung nicht genügt, sondern zusätzlich berücksichtigt werden muss, woher jeder Fußgänger kommt und wohin er geht. Bei geringen Fußgängeraufkommen ist dies noch machbar, bei höheren jedoch praktisch nicht mehr.

Dieses Problem würde sich umgehen lassen, indem die Strecken so gewählt werden, dass die kreuzenden Straßen eine vernachlässigbare Rolle spielen.

5.3.3 Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Die Anzahl der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen pro Fußgänger und Kilometer in den verschiedenen Abschnitten ist für jede Viertelstunde in Abbildung 13 als Funktion der Fahrzeugmenge dargestellt. Diese Grafik bestätigt, dass die Anzahl der Überquerungen ohne Querungshilfe mit zunehmender Fahrzeugmenge abnimmt.

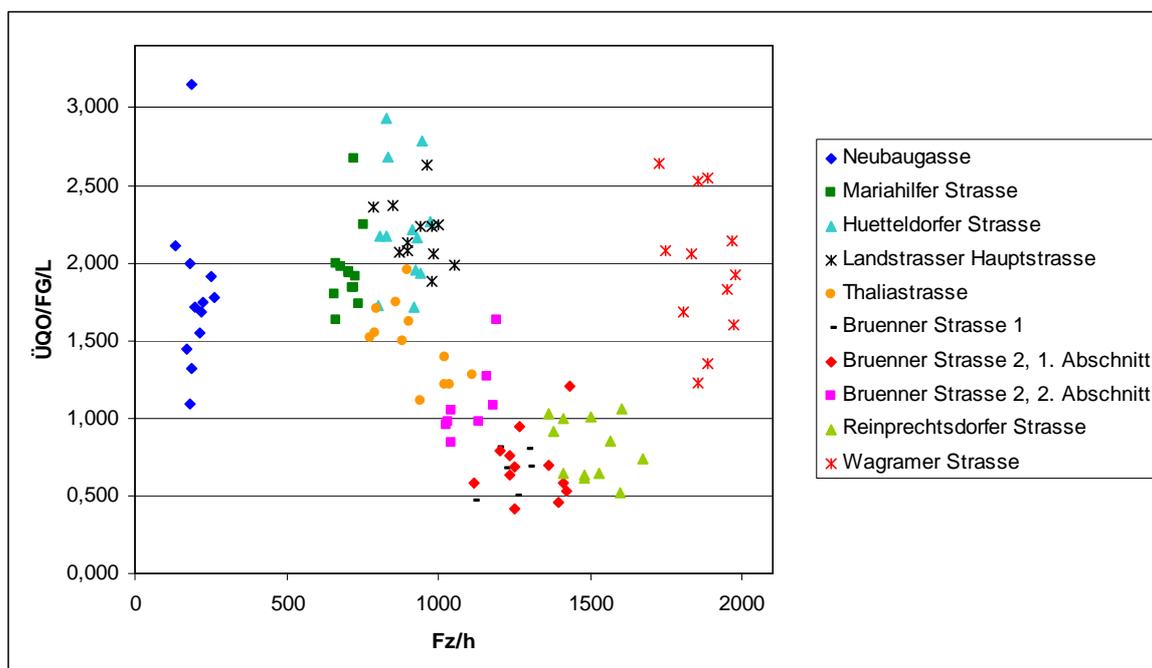


Abbildung 13: Überquerungshäufigkeiten außerhalb von Fußgängerstreifen

Die Ergebnisse in der Neubaugasse und in der Wagramer Straße passen nicht zu jenem Trend, den die anderen Straßen erkennen lassen, und weisen eine größere Standardabweichung auf. Warum dies so ist, bleibt vorerst offen. Möglicherweise können jedoch die folgenden Überlegungen zur Erklärung der hohen Anzahl an Überquerungen in der Wagramer Straße und der geringen Anzahl in der Neubaugasse beitragen:

Die Wagramer Straße weist ein viel geringeres Fußgängeraufkommen (300 FG/h) und ein höheres Kfz-Aufkommen (1900 Kfz/h) als die anderen Straßen (Fußgängeraufkommen zwischen 900 und 4100 FG/h, Kfz-Aufkommen zwischen 200 und 1500 Kfz/h) auf. Dies kann die Vergleichbarkeit dieser Straße mit den anderen verringern.

Außerdem weist der Abschnitt der Wagramer Straße den zweitgrößten Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen auf. Dieser Abstand ist mit 275 m viel größer als bei den sieben anderen Abschnitten mit Abständen zwischen 81 und 190 m. Eine Untersuchung, die die Abstände zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen berücksichtigt, könnte dazu beitragen, die Beobachtungen in der Wagramer Straße zu erklären. Eine solche wird im Kapitel 6 durchgeführt.

Weiters gibt es in der Mitte der Wagramer Straße zwei Straßenbahnstreifen, die als Querungshilfe benutzt werden.

Die Neubaugasse weist ein viel geringeres Verkehrsaufkommen (200 Kfz/h) als die anderen Straßen auf.

Außerdem ist sie nicht nur als Geschäftstraße zu betrachten, sondern auch als Zubringer zur Mariahilfer Straße. In dieser Gasse ist vielleicht das Bedürfnis, die Fahrbahn zu überqueren, geringer als in den anderen Straßen – z. B. weil es möglicherweise weniger oder weniger attraktive Geschäfte auf einer Straßenseite gibt oder weil sich in dieser Straße vielleicht mehr Personen aufhalten, die dort nicht einkaufen, usw.

Möglicherweise ist aber auch das Überqueren ab einer gewissen Anzahl an Überquerungen nicht mehr durch den Fahrzeugverkehr beschränkt, sodass dieser Wert nicht mehr ansteigt, auch wenn der Verkehr abnimmt.

6 Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Eine Analyse der Überquerungen, ohne zwischen den Querungshilfen zu unterscheiden, ist nicht sinnvoll, weil die verschiedenen Abschnitte unterschiedliche Querungsbedingungen aufweisen, die neben dem Fahrzeugaufkommen die Beobachtungen auch beeinflussen.

Ebenso ist ein Vergleich der Überquerungen an Zebrastreifen für die in dieser Studie untersuchten Abschnitte wegen der unterschiedlichen Randbedingungen nicht möglich.

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit einer genaueren Untersuchung der Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerstreifen.

Schließt man die Neubaugasse und die Wagramer Straße aus der Betrachtung aus, lässt sich zwischen der Überquerungshäufigkeit und dem Fahrzeugaufkommen ein ungefähr linearer Zusammenhang vermuten. Wir werden einfache lineare Regressionsanalysen (eine ohne und eine mit den beiden Ausreißern) durchführen, um diese Vermutung zu bestätigen.

Da die Ergebnisse der einfachen linearen Regressionsanalyse sich nur als begrenzt zufriedenstellend erwiesen werden und einige Fragen unbeantwortet bleiben werden, werden weitere Parameter untersucht und anschließend auch logarithmische Regressionsanalysen durchgeführt.

Für sämtliche Regressionsanalysen sind die verwendeten Daten und die Ergebnisse in Anhang 8.5 „Regressionsanalysen“ angegeben.

6.1 Einfache lineare Regressionsanalyse ohne Wagramer Straße und Neubaugasse

Für alle Regressionsanalyse wird angenommen, dass die abhängige Variable Y – die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer ohne Querungshilfe ÜQHO – von der unabhängigen Variablen x – dem Fahrzeugaufkommen V_k – abhängt und dass die Beobachtungen $(x_i, y_i)_i$ mit einem zufälligen Fehler $(\varepsilon_i)_i$ behaftet sind: $Y = \alpha + \beta * x + \varepsilon$.

Durch die Methode der kleinsten Quadrate werden wir die Regressionskoeffizienten a und b , so berechnen, dass $y_i = a + b * x_i + e_i$ und dass die Quadratsumme der Residuen $(e_i)_i$ minimiert wird.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Danach werden wir mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie überprüfen, ob das Modell signifikant ist, d. h., ob der in der Stichprobe ermittelte Zusammenhang auch in der Grundgesamtheit gilt und ob die Wahrscheinlichkeit, dass die Werte durch Zufall so zustande kamen, gering ist.

Für diese Regressionsanalyse wird mit den Durchschnitts der verschiedenen Abschnitte gearbeitet. Die Ergebnisse der ersten Videoaufnahme in der Brünner Straße werden nicht berücksichtigt, weil sie die gleiche Information wie der erste Abschnitt der zweiten Videoaufnahme enthalten. Durch ihre Berücksichtigung würde dieser Abschnitt ungerechtfertigterweise doppeltes Gewicht bekommen.

Regressionskoeffizienten	a = 3,6	b = -0,002
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,71$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,65$	
F-Statistik	F = 12,28 mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,02	

$$\ddot{U}QHO = 3,6 - 0,002 * V_k$$

Das Bestimmtheitsmaß R^2 wird oft als Maß für die Güte der Regression verwendet: je näher der Wert des Bestimmtheitsmaßes bei 1 liegt, desto größer ist die Güte der Regression. In unserer Regression liegt das Bestimmtheitsmaß bei 0,71, d. h. nicht sehr nahe bei 1, jedoch nicht nah bei 0. Der R^2 -Wert besagt nicht, ob das Modell signifikant ist. Ein Modell kann trotz eines schlechten R^2 signifikant sein (siehe Abbildung 14).

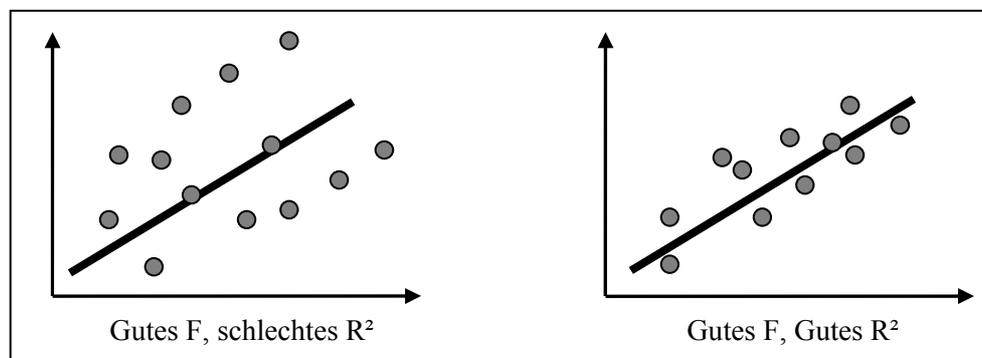


Abbildung 14: Deutung von F und R^2

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Deshalb werden wir die Signifikanz des Modells durch die Hypothese „ $H_0: R^2 = 0$ “ (kein linearer Zusammenhang) mit der Prüfgröße $F = R^2/p * (n-p-1)/(1-R^2)$, die mit $n-1$ und $n-p$ Freiheitsgraden F-verteilt ist, testen. n ist die Anzahl der Beobachtungen (7 hier) und p die Anzahl der erklärenden Variablen (1 hier).

Die Statistik F liegt bei 12,28 und der p -Wert, die Irrtumswahrscheinlichkeit, bei 0,02.

Da die Irrtumswahrscheinlichkeit gering ist, können wir annehmen, dass die Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe mit dem linearen Modell durch die Verkehrsmenge gut erklärt wird.

Die Regressionsgerade ist in Kapitel 6.2 in Abbildung 15 dargestellt.

Die guten Ergebnisse dieser Regressionsanalyse sind wenig überraschend, weil die Ausreißer Neubaugasse und Wagramer Straße nicht berücksichtigt wurden. Wie sich die Ergebnisse unter Berücksichtigung dieser beiden Straßen darstellen, wird im folgenden Abschnitt untersucht.

6.2 Einfache lineare Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse

Bei Berücksichtigung aller neun Abschnitte ändern sich die Ergebnisse relativ stark, und zwar wie folgt:

Regressionskoeffizienten	$a = 2,0$	$b = -0,0004$
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,11$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = -0,02$	
F-Statistik	$F = 0,87$ mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,38	

$$\ddot{U}QHO = 2,0 - 0,0004 * V_k$$

Die Regressionsgerade ist in Abbildung 15 dargestellt. Die Grafik lässt erkennen, dass sie nicht gut zu den Beobachtungen passt.

Das Bestimmtheitsmaß beträgt nur 0,11 und die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt mit 0,38 hoch.

Dieses Modell kann nicht als richtig angenommen werden.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

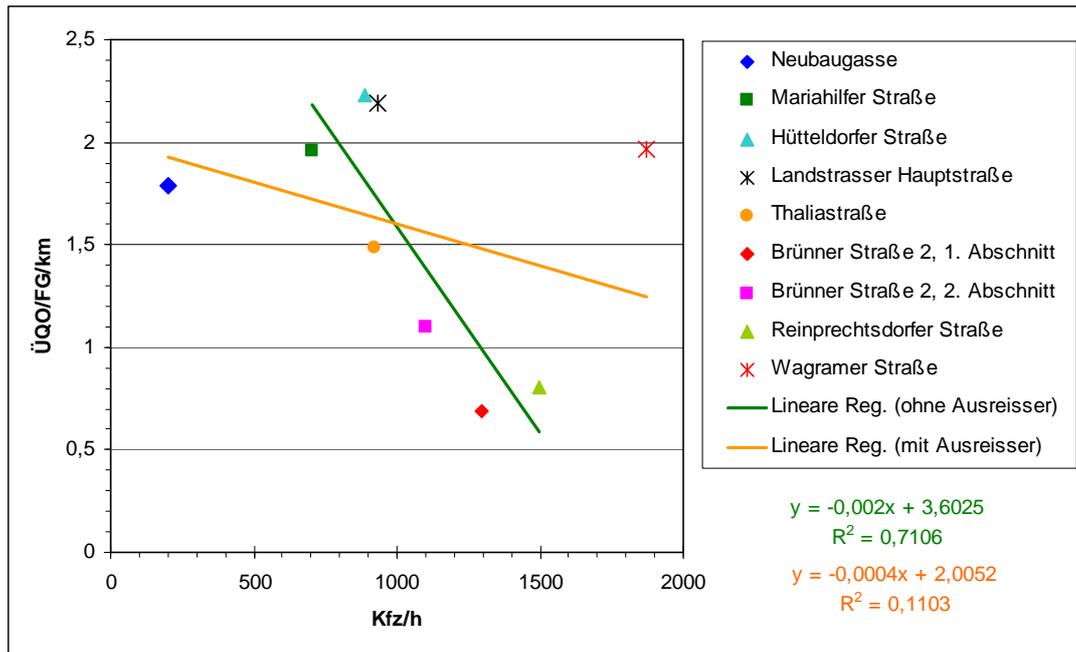


Abbildung 15: Regressionsgeraden

Wenn wir die beiden Ausreißer, die ein viel höheres bzw. ein viel geringeres Verkehrsaufkommen aufweisen, außer Acht lassen, ermitteln wir eine Regressionsgerade, die gut zur Stichprobe passt und nach der Wahrscheinlichkeitstheorie auch für die Grundgesamtheit gilt (jedoch nur innerhalb der Verkehrswerte der Stichprobe, d. h. zwischen 700 und 1500 Kfz/h).

Die Berücksichtigung der Neubaugasse und der Wagramer Straße führt zur Ablehnung der Hypothese des linearen Zusammenhangs, weil diese beiden Straßen nicht die gleiche Typologie wie die anderen Straßen aufweisen und damit mit den anderen nicht vergleichbar sind.

Abbildung 16 beschreibt den momentanen Stand unsere Untersuchung:

- Der Zusammenhang zwischen der Fahrzeugmenge und der Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerüberwegen kann für Verkehrsaufkommen zwischen 700 und 1500 Kfz/h ungefähr durch die Gerade „ $\text{ÜQHO} = 3,6 - 0,002 * \text{V}_k$ “ angenähert werden.
- Außerhalb dieses Bereiches ist der Zusammenhang nicht mehr linear und nicht näher bekannt.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Weitere Beobachtungen in Straßen mit wenig bzw. viel Verkehr wären erforderlich, um das Verhalten genauer zu erfassen. Anhand umfangreicherer Daten in solchen Straßen könnte man erwägen, eine nicht lineare Regressionsanalyse durchzuführen.

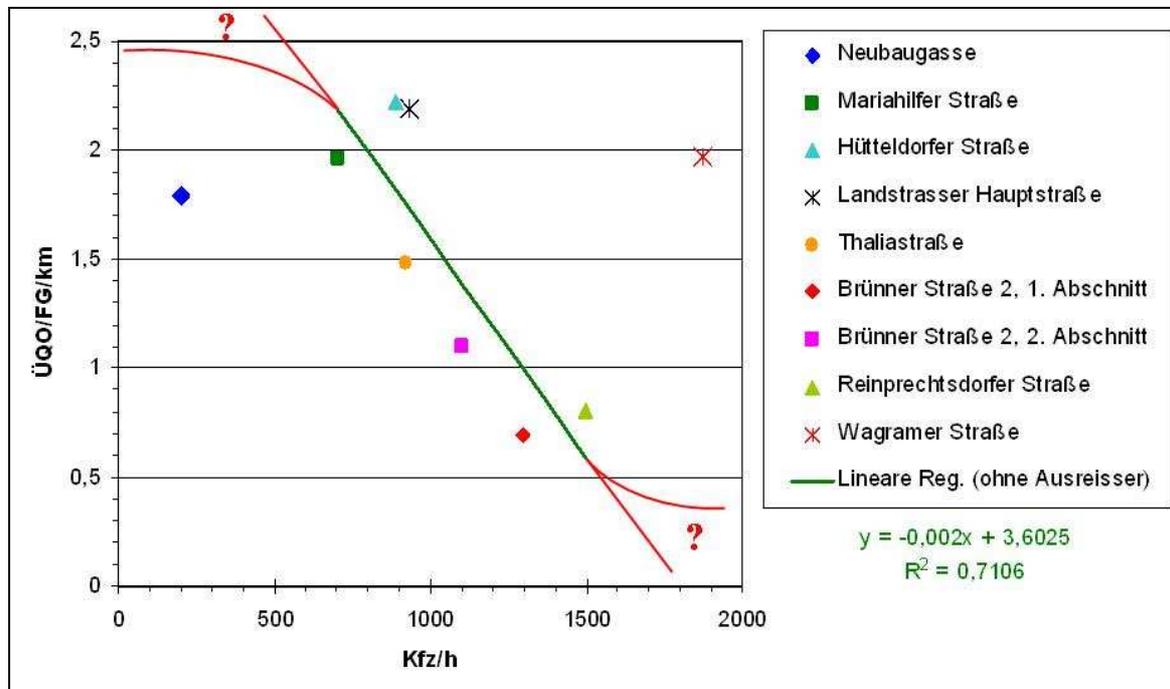


Abbildung 16: Erweiterung der Regression

Möglicherweise ist die Durchführung einer befriedigenden Regression deshalb schwierig, weil nicht genügend Parameter berücksichtigt wurden. Möglicherweise wurden Variablen vernachlässigt, die neben dem Verkehrsaufkommen ebenfalls einen bedeutenden Einfluss haben und zu einer besseren Erklärung der Ergebnisse beitragen könnten.

In der Literatur wird oft die Breite der Straße als wichtiger Faktor erwähnt. Wir haben jedoch in Kapitel 5.1 (Abbildung 9 „Verkehrsaufkommen als Funktion der Fahrbahnbreite“) gezeigt, dass das Verkehrsaufkommen und die Fahrbahnbreite nicht unabhängig voneinander sind: je breiter die Straße, desto höher das Verkehrsaufkommen. Wir können deshalb die Variable „Breite der Straße“ für eine Regressionsanalyse nicht verwenden.

Da wir in diesem Kapitel die Überquerungen zwischen zwei Zebrastreifen untersuchen, kann der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerüberwegen eine wichtige Rolle spielen. Die Vermutung liegt nahe, dass unter sonst gleichen Bedingungen die Anzahl der Überquerungen zwischen zwei Fußgängerstreifen mit dem Abstand zwischen diesen beiden Querungshilfen zunimmt.

6.3 Einfluss des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen

In diesem Abschnitt gehen wir nun der Frage nach, ob der Abstand zwischen zwei Fußgängerstreifen die Überquerungen wesentlich beeinflusst und ob er dazu beitragen kann, die Beobachtungen zu erklären. Unser Ziel ist es, eine Regressionsanalyse mit zwei erklärenden Variablen – d. h. eine multiple Regressionsanalyse – durchzuführen. Zunächst ist eine eindimensionale Analyse ohne Berücksichtigung der Verkehrsmenge erforderlich.

Der Abstand zwischen dem Fußgängerüberweg, der sich an einem Rand des untersuchten Abschnitts befindet, und dem nächsten schwankt in den untersuchten Straßen zwischen 81 und 390 m, aber dieser Abstand ist in 7 der 9 untersuchten Abschnitte kleiner als 200 m. Die durchschnittliche Länge liegt bei 189 m. Die Wagramer Straße ist eine der Straßen mit einem großen Abstand zwischen den Fußgängerstreifen.

Die Grafik in Abbildung 17 stellt die Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerstreifen pro Fußgänger und Kilometer als Funktion des Abstands zwischen diesen Querungshilfen dar. Es scheint, dass die Anzahl der Überquerungen außerhalb der Querungshilfen mit dem Abstand zwischen diesen steigt, aber ein deutlicher Zusammenhang kann anhand unserer Daten nicht belegt werden. Um die Verknüpfung zwischen den beiden Größen untersuchen zu können, sollte der Einfluss der Verkehrsmenge begrenzt sein, was in unserer Stichprobe nicht der Fall ist.

Durch einen Ausschluss der zwei in der Grafik durch einen Kreis markierten Straßen (Mariahilfer Straße und Landstraßer Hauptstraße) lässt sich allerdings für die sieben restlichen Straßen ein logarithmischer Zusammenhang erkennen. Der Ausschluss begründet sich daraus, dass es sich bei diesen zwei Straßen, um eine andere Typologie handelt; nämlich um Straßen, die durch Autos befahren werden, während sie die Typologie der Fußgängerzonen entsprechen (hohes Fußgängersaufkommen, breite Gehsteige, hohe Geschäftsdichte). Eine logarithmische Regressionsanalyse wird in Kapitel 6.6 Regressionsanalysen durchgeführt.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

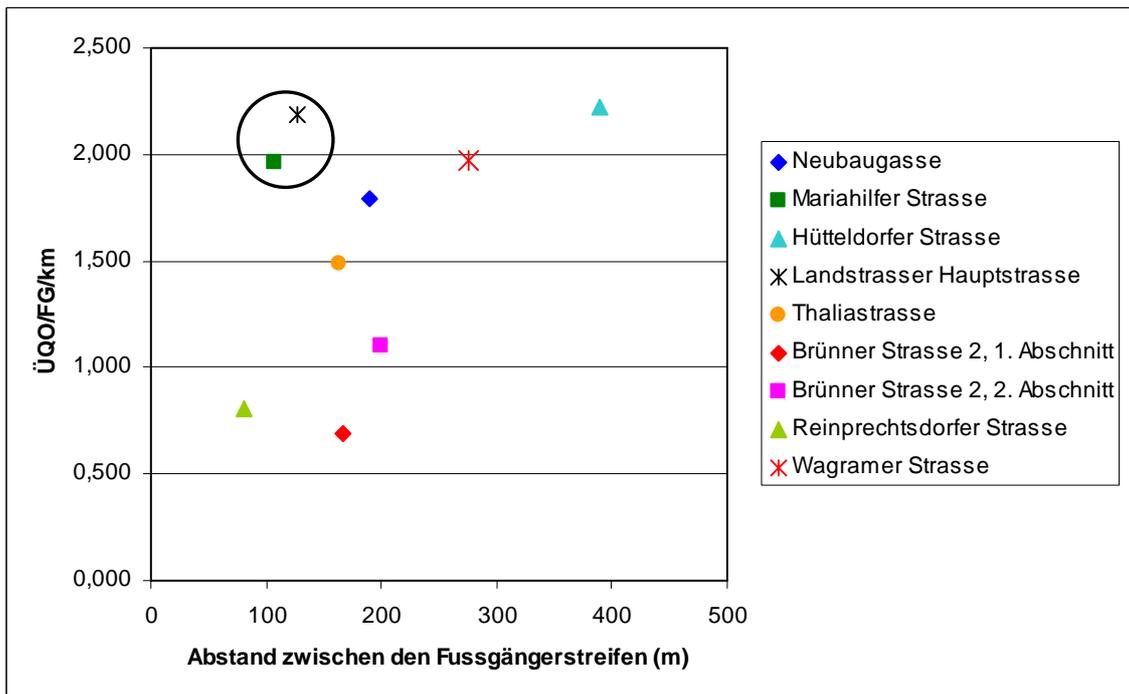


Abbildung 17: Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen und Abstand zwischen diesen

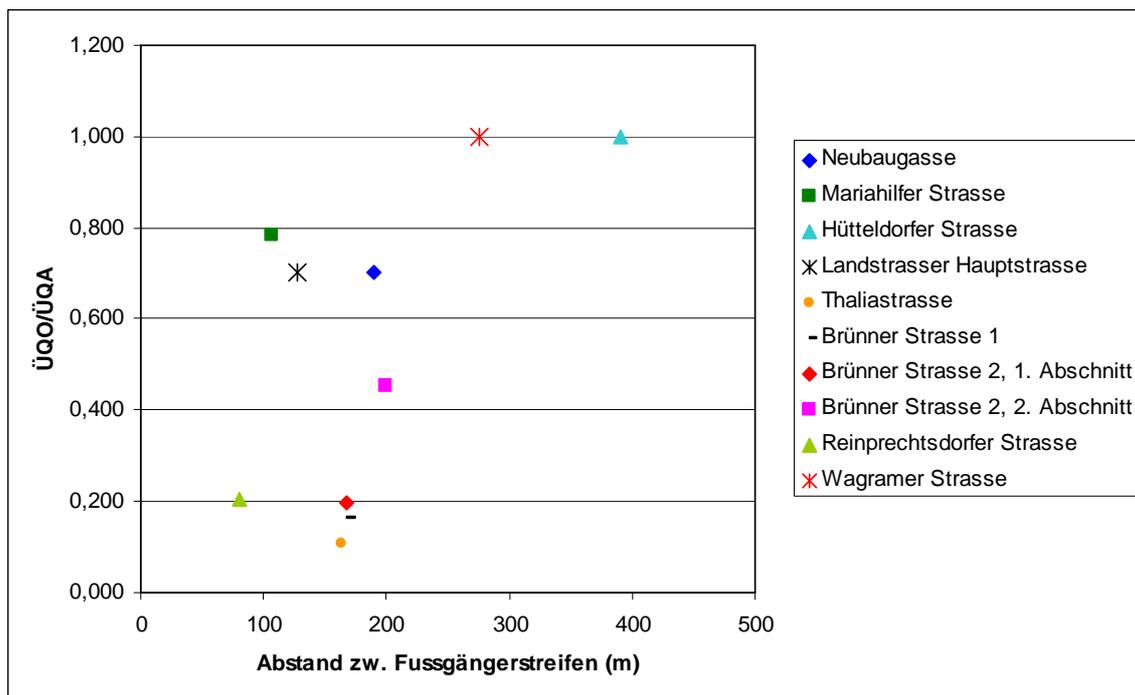


Abbildung 18: Quotient Überquerungen zw. Fußgängerstreifen durch Überquerungen im ganzen Abschnitt in Abhängigkeit des Abstands zw. den Fußgängerstreifen

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Der Einfluss des Abstandes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen kann anhand des Quotienten Anzahl der Überquerungen zwischen zwei Fußgängerstreifen durch gesamte Anzahl der Überquerungen im Abschnitt $\frac{\ddot{U}QO}{\ddot{U}QA}$ auf andere Weise untersucht werden. Abbildung 18 stellt diesen Quotienten in Abhängigkeit vom Abstand dar.

Die beiden Abschnitte mit dem größten Abstand enthielten keine Fußgängerstreifen. Daher ist der Quotient gleich 1 und ohne Aussagekraft.

Die Mariahilfer Straße und die Landstraßer Hauptstraße sind, wie zuvor bereits erwähnt, besondere Fälle.

Die Thalia Straße und der erste Abschnitt der Brünner Straße weisen – wegen der großen Bedeutung der im Abschnitt enthaltenen Kreuzungen und daher der großen Anzahl an Überquerungen am Fußgängerstreifen – einen geringen Quotienten auf.

Nur die Reinprechtsdorfer Straße und der zweiten Abschnitt der Brünner Straße sind vergleichbar. Daher führt die Untersuchung des Quotienten aus der Anzahl der Überquerungen zwischen zwei Fußgängerstreifen und der gesamten Anzahl der Überquerungen im Abschnitt, obwohl diese Größe grundsätzlich von Interesse ist, im Rahmen dieser Arbeit zu keinem interessanten Ergebnis.

6.4 Multiple lineare Regressionsanalyse

Wir werden jetzt die beiden erwähnten Einflussgrößen zusammen betrachten. Die dreidimensionale Grafik in Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Beobachtungen. Auf dieser Abbildung wird deutlich, dass sich eine dreidimensionale Grafik nicht so intuitiv interpretieren lässt wie eine zweidimensionale Darstellung und dass daher für eine Interpretation mathematische Werkzeuge hilfreich sein werden.

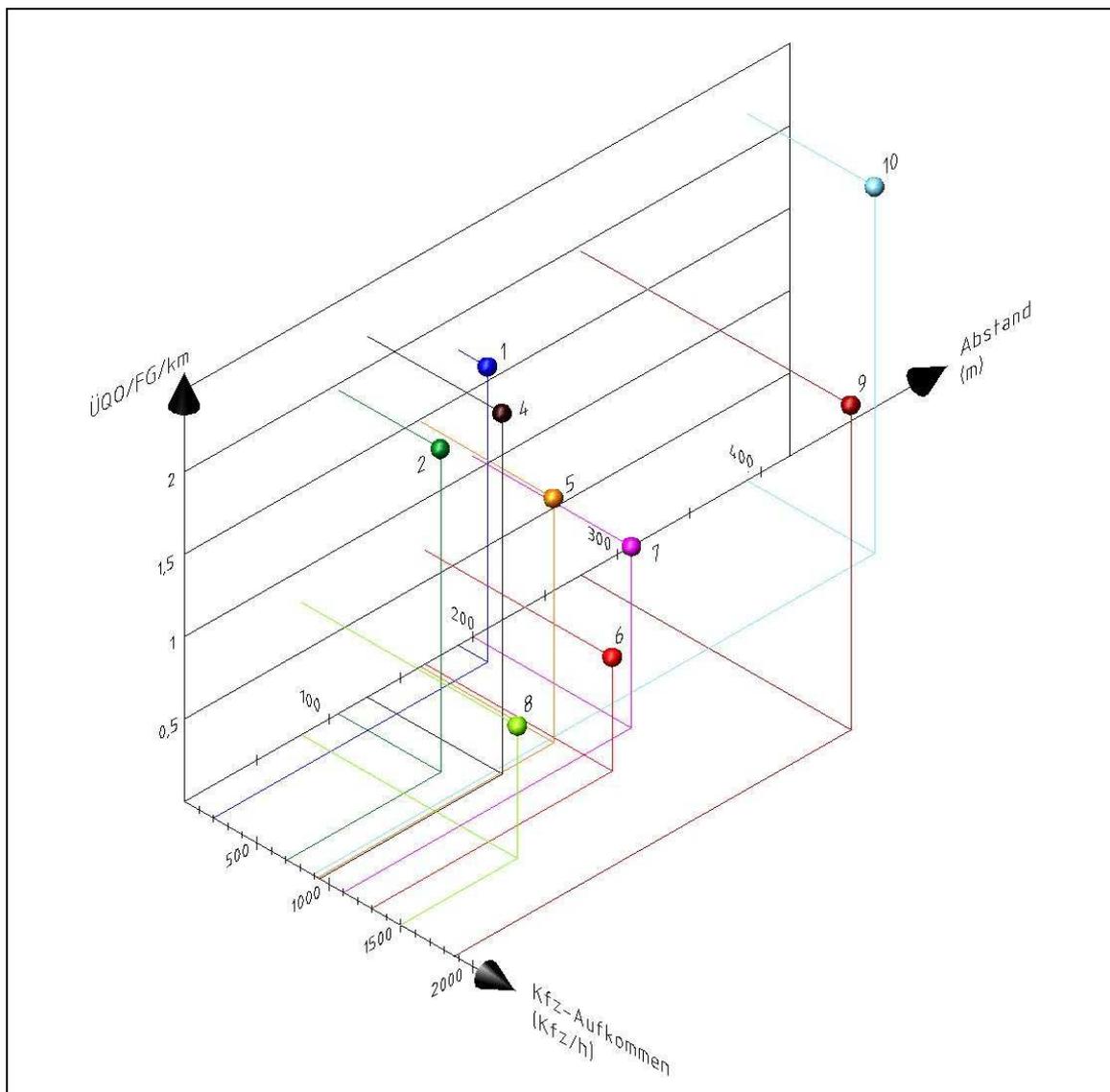


Abbildung 19: Überquerungen, Fahrzeugaufkommen und Abstand zwischen Fußgängerstreifen

- 1: Neubaugasse; 2: Mariahilfer Straße; 3: Hütteldorfer Straße;
- 4: Landstraßer Hauptstraße; 5: Thaliastraße; 6: Brünner Straße 2, 1. Abschnitt;
- 7: Brünner Straße 2, 2. Abschnitt; 8: Reinprechtsdorfer Straße; 9: Wagramer Straße

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Eine Vorbedingung, um eine multiple lineare Regressionsanalyse durchführen zu können, ist die Unabhängigkeit der zwei erklärenden Variablen: Fahrzeugaufkommen (x_1) und Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen (x_2).

Gefühlsmäßig scheint eine Korrelation eher unwahrscheinlich. Dies muss jedoch rational begründet werden. Dafür wird das Bestimmtheitsmaß für die Werte dieser beiden Größen herangezogen. Es liegt bei 0,004, also fast bei 0, was einen linearen Zusammenhang ausschließt.

Eine grafische Bestätigung der Unabhängigkeit bringt die Grafik in Anhang 8.7, die keinen Zusammenhang zwischen den zwei Variablen erkennen lässt.

Da also Unabhängigkeit der erklärenden Variablen vorliegt, kann die multiple lineare Regression durchgeführt werden. Es wird eine Fläche $y = a + b_1 * x_1 + b_2 * x_2$ gesucht, die im Sinne der kleinsten Quadrate die Punkte (Beobachtungen) am besten darstellt.

Die Ergebnisse der Regression sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt und die errechnete Fläche in Abbildung 20 dargestellt.

Regressionskoeffizienten	$a = 1,5$	$b_1 = -0,00044$	$b_2 = 0,003$
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,32$		
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,10$		
F-Statistik	$F = 1,43$ mit 2 und 6 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,31		

$$\mathbf{\ddot{U}QHO = 1,5 - 0,0004 * V_k + 0,003 * L}$$

Die Fahrzeugaufkommen liegen bei 1000Kfz/h, die Abstände bei 100m.

$-0,0004 * 1000 = -0,4 \ddot{U}QO/FG/km$ $0,003 * 100 = 0,3 \ddot{U}QO/FG/km$
--

Das Fahrzeugaufkommen und der Abstand zwischen den Fußgängerstreifen tragen also laut dieser Regressionsanalyse gleichermaßen zur Erklärung der Anzahl der Überquerungen bei. Dieser gleichmäßige Einfluss wird durch einen T-Test bestätigt, da die T-Werte für beide Variablen in Absolutwerten gleich sind.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

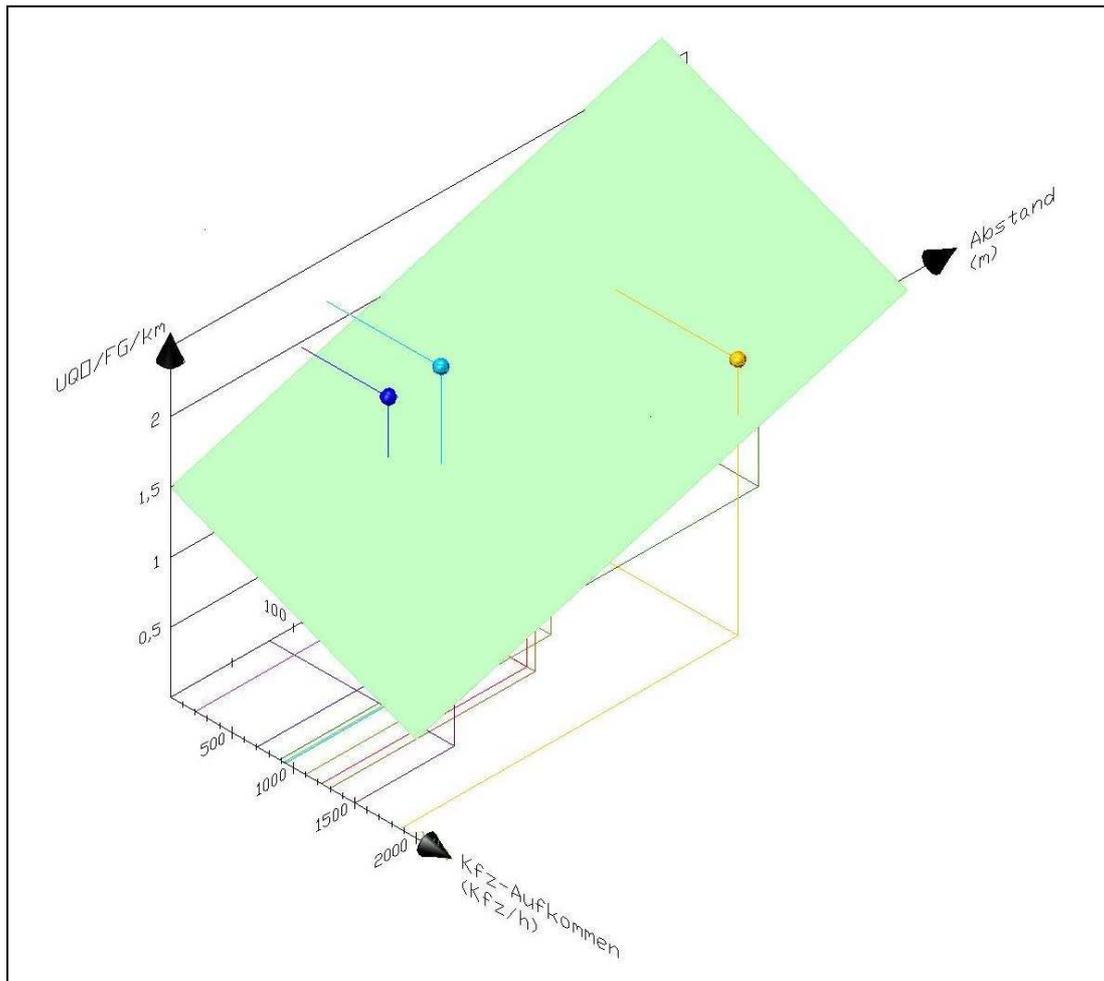


Abbildung 20: Fläche der multiple Regressionsanalyse

Das Bestimmtheitsmaß ist größer geworden. Daraus kann jedoch noch kein Schluss über die bessere oder schlechtere Güte des Modells gezogen werden, weil das Bestimmtheitsmaß mit steigender Anzahl der unabhängigen Variablen tendenziell zunimmt. Um einen sinnvollen Vergleich anstellen zu können, müssen wir die korrigierten Bestimmtheitsmaße R_k^2 einsetzen. $R_k^2 = 1 - (n-1) / (n-p-1) * (1 - R^2)$, wobei n die Anzahl der Beobachtungen (9) und p die Anzahl der erklärenden Variablen (1 für die einfache Regressionsanalyse, 2 für die multiple) ist. Im einfachen Fall ist $R_{ke}^2 = -0,02$ und im multiplen Fall ist $R_{km}^2 = 0,10$. Die Beobachtungen werden also mit dem zweiten Ansatz besser erklärt als mit dem ersten. Die Abweichungen zwischen den gemessenen und den mit dem Modell ermittelten Größen bleiben allerdings groß.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist nur mäßig geringer geworden und noch relativ groß, sie liegt bei 0,31.

Das lineare Modell „ $\text{ÜQHO} = 1,5 - 0,0004 * V_k + 0,003 * L$ “ zeigt die Tendenz. Es kann aber nicht als richtig angenommen werden und nicht für Prognosen eingesetzt werden.

6.5 Multiple lineare Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“

Im Kapitel 3 Literaturrecherchen wurde bereits die Möglichkeit erwähnt, die Daten der Studentearbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“ zu verwenden. Dies soll nachfolgend versucht werden.

Die Autoren der Studie untersuchten drei Straßen in Vorortgemeinden der Stadt Bern (Belp, Liebefeld und Münsingen) und erhoben jeweils von 10:00 bis 11:00, 13:30 bis 14:30 und 17:00 bis 18:00 die Fußgänger und die Anzahl und Art ihrer Überquerungen. In der nachstehenden Tabelle sind die Durchschnitte über diese drei Stunden der Zahlen, die für uns von Interesse sind, wiedergegeben.

Mehr Daten sind in Anhang 8.6 „Daten der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen““ zu finden.

	Belp	Liebefeld	Münsingen
Fahrzeugaufkommen (Kfz/h)	1022	1112	1125
Abstand zw. FGStreifen (m)	56	47	53
Überquerungen ohne Querungshilfe (ÜQO/h)	4	12	26
Fußgängeraufkommen (FG/h)	190	505	845
Länge des Abschnitts (m)	225	190	215
Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe (ÜQHO/FG/km)	0,096	0,123	0,146

Die Variablen, die wir für die Regression verwenden, sind in den drei Straßen ähnlich: Fahrzeugaufkommen um 1100Kfz/h, Abstand zwischen den Fußgängerstreifen um 50m und Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe um 0,1 Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer. Die Straßen weisen aber unterschiedliche Fußgängeraufkommen und Gesamtanzahlen an Überquerungen auf und sind interessant, weil der Abstand zwischen den Fußgängerstreifen viel geringer als in den in Wien untersuchten Straßen ist.

Dieser geringere Abstand kann die niedrige Anzahl an Überquerungen ohne Querungshilfe erklären (die Leute gehen lieber bis zum nächsten Fußgängerstreifen). Diese niedrige Überquerungshäufigkeit kann auch eine Folge der geringeren Anzahl an Geschäften in den Schweizer Straßen sein. Wahrscheinlicher ist es eine Kombination dieser beiden und anderer Faktoren (Querungsverhalten anders in den beiden Ländern, unterschiedliche Geschwindigkeiten,...).

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Die Vergleichbarkeit zwischen den Straßen ist also unter Umständen nicht völlig gegeben, daher sind die Ergebnisse der Regression vorsichtig auszulegen.

Da die drei Straßen ähnliche Werte aufweisen und um die Ergebnisse nicht künstlich zu verbessern, werden wir den Durchschnitt der drei Werte in der Regressionsanalyse verwenden: Überquerungshäufigkeit von 0,122 ÜQO/FG/km; Fahrzeugaufkommen von 1086 Kfz/h und Abstand zwischen den Fußgängerstreifen von 52 m.

Die Ergebnisse dieser multiplen linearen Regressionsanalyse mit den neun Abschnitten unserer Arbeit und den Durchschnitten der Schweizer Straßen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Regressionskoeffizienten	a = 1,2	b = -0,00048	c = 0,004
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,43		
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,27		
F-Statistik	F = 2,64 mit 2 und 7 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,14		

$$\ddot{U}QHO = 1,2 - 0,0005 * V_k + 0,004 * L$$

Der Koeffizient der Verkehrsmenge hat sich geringfügig von 0,00044 zu 0,00048 vergrößert (in Absolutwerten). Mit einem Koeffizient von -0,0005 wird die Überquerungshäufigkeit um 0,1 ÜQO/FG/km geringer bei einer Steigerung des Fahrzeugaufkommens von 200 Kfz/h (11 Überquerungen pro 100 Fußgänger und 100 m bei Fahrzeugaufkommen von 1000 Kfz/h. 10 Überquerungen pro 100 Fußgänger und 100 m bei Fahrzeugaufkommen von 1200 Kfz/h). Die Hinzunahme der Schweizer Werte hat den Z-Achsenabschnitt um 0,3 verringert und den Koeffizient des Abstands um 0,001 vergrößert. Bei einem Fahrzeugaufkommen von 1000 Kfz/h beträgt die Überquerungshäufigkeit, wenn der Abstand 50 m ist, 9 Überquerungen pro 100 Fußgänger und 100 m und, wenn der Abstand 150 m ist, 1,3 Überquerungen pro 100 Fußgänger und 100 m.

Das Bestimmtheitsmaß sowie das korrigierte Bestimmtheitsmaß sind größer als in der Regression ohne den Schweizer Werten: die Qualität der Approximation ist besser geworden und die Abweichungen zwischen den beobachteten und den gerechneten Punkten sind kleiner geworden.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Die Irrtumswahrscheinlichkeit hat sich von 0,31 zu 0,14 verkleinert, d. h. dass das Modell statistisch signifikanter geworden ist.

Die Relevanz des Ansatzes ist jedoch nicht unanfechtbar, da die Vergleichbarkeit zwischen den österreichischen und den Schweizer Straßen nicht überprüft worden ist.

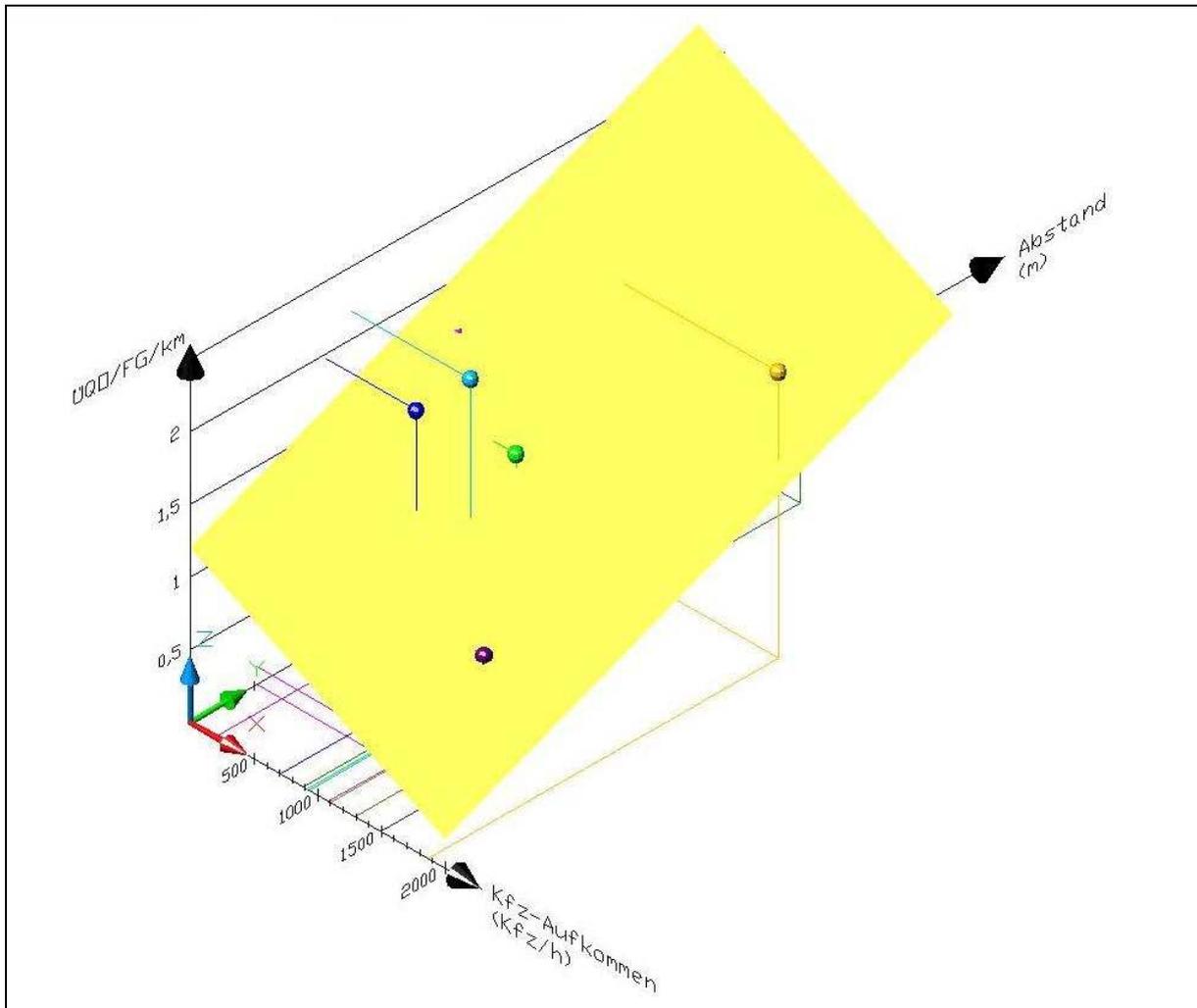


Abbildung 21: Multiple Regressionsanalyse mit Daten der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“

6.6 Logarithmische Regressionsanalysen

Bis jetzt wurde kein wirklich befriedigendes Modell gefunden. Die Beobachtungen weichen stark von der Regressionsgerade oder -fläche ab.

Es kann sein, dass wir kein geeignetes Modell finden konnten, weil der Ansatz der linearen Regression falsch ist.

Ein anderer Ansatz wäre, die Überquerungshäufigkeit als Konsequenz von Empfindungen, die durch Reizungen ausgelöst werden, zu interpretieren. Die Reizungen sind die verschiedenen Einflussgrößen, unter anderem die Fahrzeugmenge und der Abstand zwischen zwei Fußgängerstreifen.

Nach Weber/Fechner besteht zwischen den Empfindungen E und der Intensität I der Reizungen ein Zusammenhang der Form „ $E = \ln(I)$ “ (Weber/Fechner'sches Empfindungsgesetz).

In unserem Fall:

„Empfindung des Fahrzeugaufkommens“ = $\ln(\text{Intensität des Fahrzeugaufkommens})$

„Empfindung des Abstands zw. FGstreifen“ = $\ln(\text{Intensität des Abstand zw. FGstreifen})$

„Überquerungshäufigkeit = $f(\text{Empfindung d. Intensität d. Kfz-Aufkommens u. d. Abstands})$

Es geht also darum, den Logarithmus durch Transformation der Variablen in den linearen Regressionsanalysen einzusetzen. Es gibt drei Möglichkeiten:

1. $y = \exp(-\ddot{U}QHO)$ statt $y = \ddot{U}QHO$ (Empfindung negativ bewertet)
2. $y = \exp(+\ddot{U}QHO)$ statt $y = \ddot{U}QHO$ (Empfindung positiv bewertet)
3. $x_1 = \ln(V_k)$ statt $x_1 = V_k$ und $x_2 = \ln(L)$ statt $x_2 = L$

Berücksichtigt man nur den Parameter Fahrzeugaufkommen und lässt man die Neubaugasse und die Wagramer Strasse weg, ergibt der erste Ansatz die besten Ergebnisse: $R^2 = 0,79$ und $p\text{-Wert} = 0,008$.

Die Gleichung lautet:

$$\ddot{U}QHO = - \ln(-0,3 + 0,0005 * V_k)$$

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

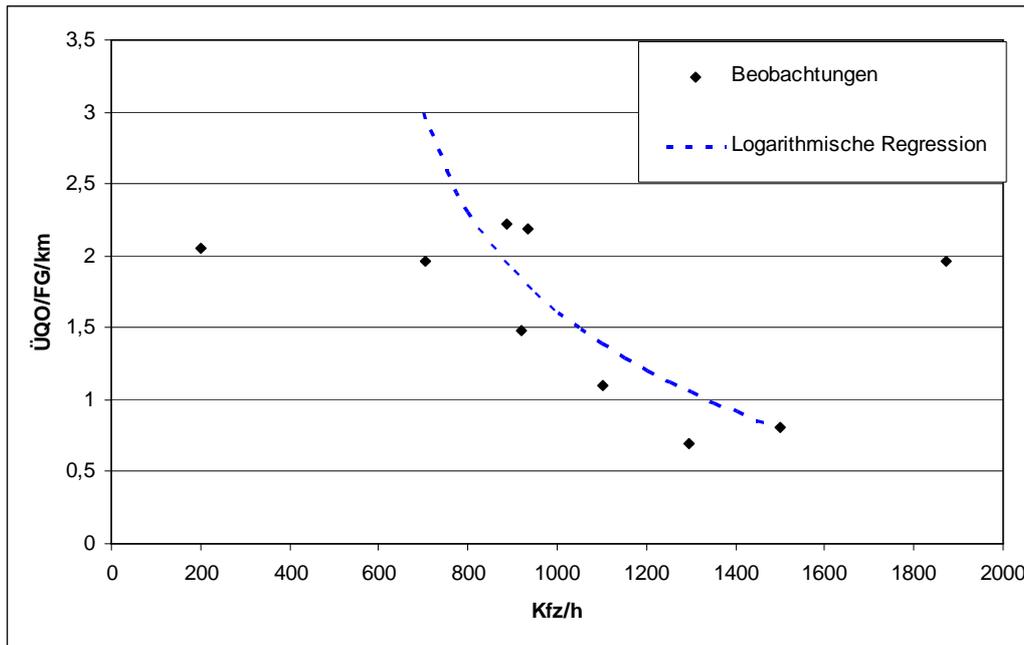


Abbildung 22: Logarithmische Regression mit Fahrzeugaufkommen als Parameter

Bei der Untersuchung des Parameters Abstand hatte eine lineare Regressionsanalyse zum Schluss geführt, dass kein linearer Zusammenhang zwischen Abstand und Überquerungshäufigkeit in der Probe bewiesen werden konnte. Der Ansatz $y = \exp(+\ddot{U}QHO)$ ergibt eher gute Ergebnisse:

Bei der Berücksichtigung aller Werte bekommen wir $R^2 = 0,22$ und p-Wert = 0,20.

Die Gleichung lautet:

$$\ddot{U}QHO = \ln(3,0 + 0,014 * L)$$

Mit dem Ausschluss der Mariahilfer Straße und der Landstraßer Hauptstraße (siehe Kapitel 6.3 für die Begründung) lautet die Gleichung:

$$\ddot{U}QHO = \ln(-0,3 + 0,025 * L)$$

Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt 0,78 und der p-Wert liegt bei 0,01.

Die Hypothese eines logarithmischen Zusammenhangs zwischen der Überquerungshäufigkeit und dem Abstand zwischen zwei Fußgängerstreifen ist damit für Straßen mit einer gleichen Typologie als die sieben Straßen bestätigt.

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

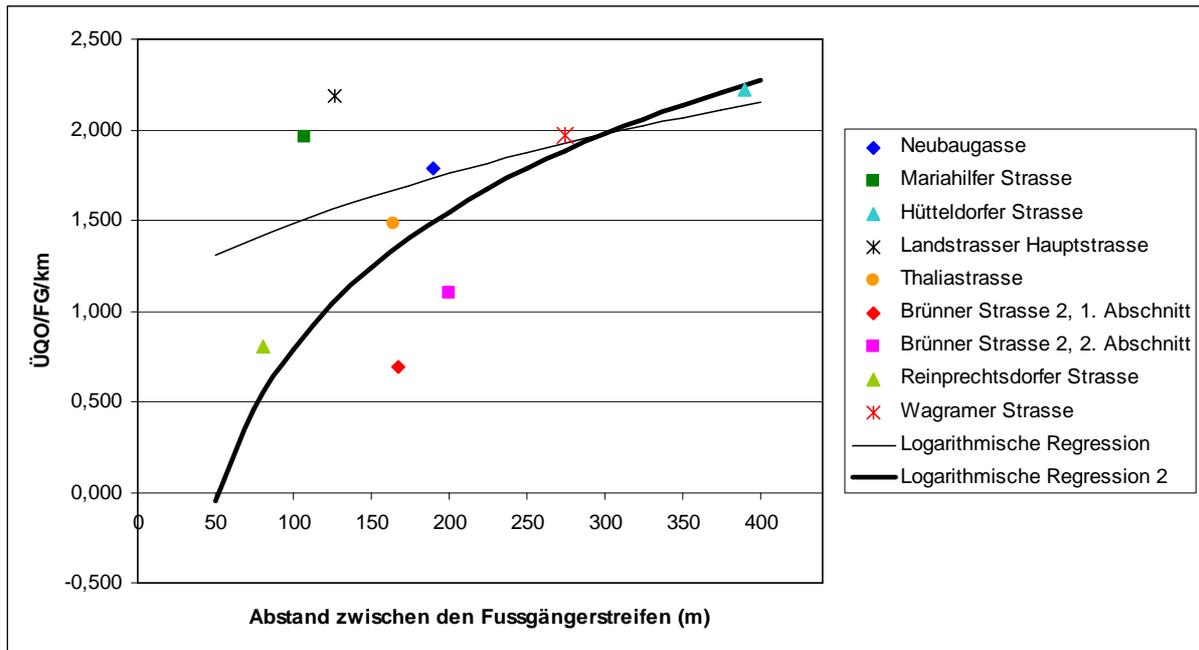


Abbildung 23: Logarithmische Regression mit Abstand zw. Fußgängerstreifen als Parameter

Bei der simultanen Berücksichtigung beider Variablen (ohne die Daten der Arbeit über die Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen) werden mit den Ansätzen $y = \exp(+L)$ und $y = \exp(-L)$ Formeln berechnet, deren Bestimmtheitsmaße und p-Werte gleich den Werten der linearen Ansatz sind. In den drei Fällen liegen die Bestimmtheitsmaße bei 0,32 und die Irrtumswahrscheinlichkeiten bei 0,32. Keiner dieser Ansätze kann als geeignet angenommen werden.

Wieder bringt die Hinzunahme der Durchschnitte der Schweizer Werte eine Verbesserung des Bestimmtheitsmaßes und des p-Wertes. Nach der Wahrscheinlichkeitstheorie ist der Einsatz der Logarithmen von beiden Variablen der beste Ansatz. Die Ergebnisse sind:

$$\begin{aligned}\ddot{U}QHO &= 0,5 - 0,3 * \ln(V_k) + 0,8 * \ln(L) \\ R^2 &= 0,48 \text{ und } p\text{-Wert} = 0,10\end{aligned}$$

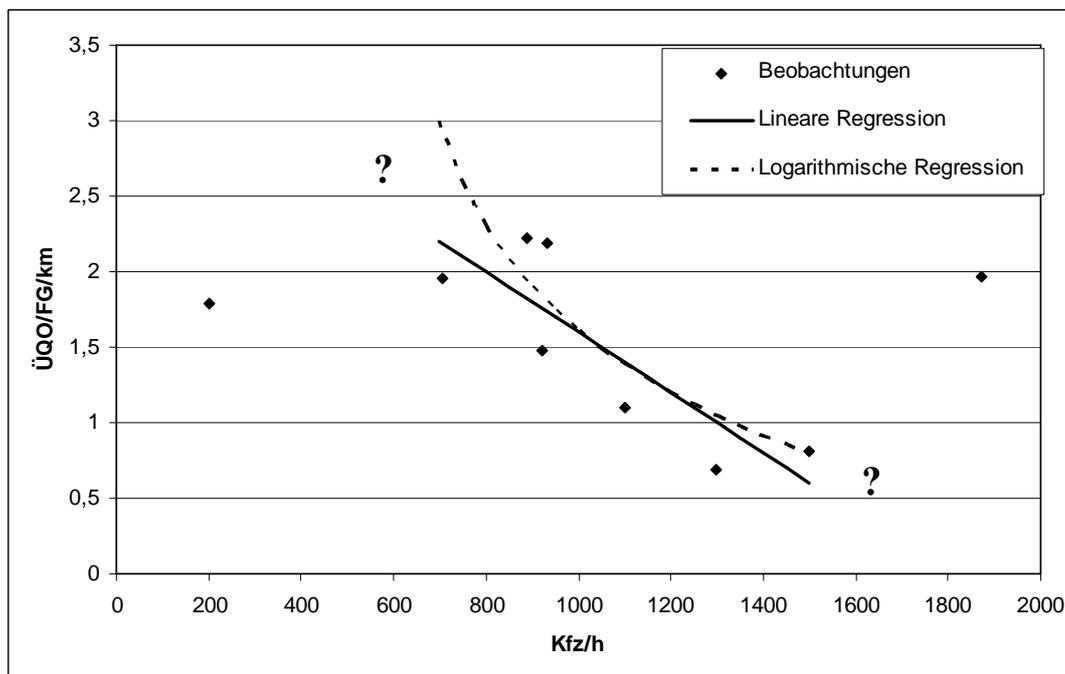
Ein richtigerer Ansatz wäre vielleicht eine Kombination der vorigen Ansätze in der Form „ $\ddot{U}QHO = a + b * \ln(k_1 + k_2 * V_k + k_3 * L)$ “, wo a, b, k₁, k₂ und k₃ die zu bestimmenden Parameter sind. Dieses Problem ist allerdings nicht linear und nicht linearisierbar und seine Lösung würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, zumal die Wahrscheinlichkeit, damit ein Modell zu finden, das unsere Beobachtungen gut erklärt, gering ist.

6.7 Zusammenfassung der Analyse der Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe

Die Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerstreifen wurde anhand verschiedener Ansätze untersucht.

Die Abnahme der Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer mit dem Verkehrsaufkommen ist die einzige wirklich zuverlässige Aussage, die daraus abgeleitet werden kann.

Untersucht man nur diesen Parameter, kann man annehmen, dass für Fahrzeugaufkommen zwischen 700 und 1500 Kfz/h der Zusammenhang zwischen der Überquerungshäufigkeit und dem Fahrzeugaufkommen entweder linear oder logarithmisch ist und dass die Neigung um 0,002 ÜQO/FG/km/Kfz/h liegt. In diesem Verkehrsbereich liegt die Überquerungshäufigkeit zwischen 0,5 und 2,5 ÜQO/FG/km und es gibt eine Überquerung weniger pro Fußgänger und Kilometer, wenn das Verkehrsaufkommen um 500 Kfz/h steigt. Im Vergleich zu einem Fahrzeugaufkommen von 800 Kfz/h reduziert sich bei 1300 Kfz/h die Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Kilometer auf die Hälfte.



$$\text{Lineare Regression : } \dot{U}QHO = 3,6 - 0,002 * \text{Kfz/h}$$

$$\text{Logarithmische Regression : } \dot{U}QHO = -\ln(-0,3 + 0,0005 * \text{Kfz-Aufkommen})$$

Abbildung 24: Modelle für den Einfluss des Fahrzeugaufkommen auf die Querbeziehungen

6. Analyse der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen

Gefühlsmäßig nimmt die Überquerungshäufigkeit ab einem gewissen Fahrzeugaufkommen langsamer ab, und selbstverständlich kann sie keinesfalls unter 0 fallen. Der logarithmische Ansatz wäre also für hohe Fahrzeugaufkommen zufriedenstellender. Für geringere Verkehrsaufkommen wäre hingegen der lineare Zusammenhang oder ein Zusammenhang mit einer entgegengesetzten Krümmung zufriedenstellender, weil die Überquerungshäufigkeit nicht in der Weise steigen kann, wie es der logarithmische Ansatz beschreibt.

Um die Hypothesen zu bestärken oder zu entkräften und um das Verhalten genauer zu bestimmen, wären umfangreichere Beobachtungen, vor allem in Straßen mit geringen und hohen Fahrzeugaufkommen, erforderlich. Der Zeitaufwand für die Beobachtungen, die erforderlich wären, um im Zuge dieser Arbeit mehr Straßen untersuchen zu können, wäre allerdings zu groß. Außerdem gibt es in Wien nur wenige Straßen, die am Nachmittag ein Fahrzeugaufkommen über 1600 Kfz/h und trotzdem ein Minimum an Fußgänger aufkommen und Geschäften aufweisen.

Eine Möglichkeit, um das Modell mit den vorhandenen Daten zu verbessern, ist die Hinzunahme von erklärenden Variablen. Intuitiv hat der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen, der in den verschiedenen Abschnitten unterschiedlich ist, auch einen Einfluss auf die Anzahl der Überquerungen außerhalb von Fußgängerstreifen.

Der Ansatz mit zwei erklärenden Variablen verbessert die Ergebnisse der Regressionen. Jedoch haben diese multiplen Regressionsanalysen – linear und logarithmisch – nicht zu befriedigenden Modellen geführt.

Die Hinzunahme der Daten aus der Schweizer Studentearbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“ hat zu Modellen geführt, die nach der Wahrscheinlichkeitstheorie zufriedenstellend sind. Allerdings ist der Ansatz fragwürdig, weil die Vergleichbarkeit der Straßen nicht überprüft wurde.

7 Schlussfolgerungen

Aufgabe dieser Arbeit war eine quantitative Untersuchung des Einflusses des motorisierten Verkehrs auf die Querbeziehungen und die Anzahl der Überquerungen in Wiener Geschäftsstraßen anhand von Beobachtungen und Videoaufnahmen.

Ziel war die Ermittlung einer mathematischen Formel, die die Anzahl der Überquerungen in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen beschreiben würde.

Wissenschaftliche Arbeiten, die sich ebenfalls mit dem Thema Trennwirkung beschäftigt haben, zeigten, dass das Verkehrsaufkommen die sozialen Beziehungen zwischen den Bewohnern einer Straße relativ stark beeinflusst. Sie zeigten auch, dass das Verkehrsaufkommen, die Kfz-Geschwindigkeiten und die Fahrbahnbreiten zu den drei wichtigsten Faktoren zählen, die das Ausmaß der Trennwirkung einer Straße bestimmen. Bei der Quantifizierung stoßen die Wissenschaftler jedoch oft auf das Problem der zahlreichen anderen Einflussgrößen.

Für die Durchführung quantitativer Untersuchungen ist eine Beschränkung auf einige Parameter erforderlich. Teil der Aufgabe war jedenfalls die Ermittlung des Kfz-Aufkommens. Die Bedingungen in den untersuchten Straßen und die Ergebnisse anderer wissenschaftlicher Arbeiten ergaben, dass in den Untersuchungen die Geschwindigkeit vernachlässigt werden konnte. Die Fahrbahnbreite wurde erhoben, und die Analyse der Daten zeigte, dass das Kfz-Aufkommen mit der Fahrbahnbreite zunimmt. Da diese beiden Variablen nicht voneinander unabhängig sind, können sie nicht als zwei unterschiedliche Parameter behandelt werden.

Die übrigen Abmessungen der Abschnitte wurden für den Fall erhoben, dass sie sich für diese Arbeit als notwendig herausstellen sollten.

Bei der Auswahl der Straßen wurde darauf geachtet, dass diese möglichst vergleichbar sind und dass die Erdgeschosse aller Gebäude Geschäfte aufweisen. Neun Abschnitte mit unterschiedlichen Fahrzeugaufkommen wurden untersucht, und von jedem dieser Abschnitte wurde an jeweils einem Nachmittag ein dreistündiges Video aufgenommen. Die Fußgänger, ihre Überquerungen an und außerhalb von Fußgängerstreifen sowie die Fahrzeuge wurden danach anhand der Videos gezählt. Die Überquerungen wurden anhand des Parameters Überquerungen pro Fußgänger und gegebenenfalls pro Kilometer (ÜQ/FG/km) untersucht.

Die Analyse der Daten zeigte, dass zwischen den verschiedenen Abschnitten ein Vergleich der Anzahl der Überquerungen an Fußgängerstreifen, die an Kreuzungen liegen, nicht möglich war. Da eine Unterscheidung der Überquerungen nach Quelle und Ziel der Fußgänger schwierig oder gar nicht möglich war, waren in dieser Anzahl der Überquerungen an Fußgängerstreifen auch jene Fußgänger enthalten, die die querenden Straßen entlanggingen und die untersuchten Straßen lediglich überquerten. Es stellte sich jedoch heraus, dass diese Fußgänger die Anzahl der Überquerungen in einigen Fällen geringfügig und in anderen Fällen stark erhöhten, was einen Vergleich zwischen den Straßen verhinderte. Die Fußgänger der querenden Straßen schienen dann auch in der gesamten Anzahl der Überquerungen im ganzen Abschnitt auf, was einen Vergleich dieser Überquerungen zwischen den Abschnitten ebenfalls verhinderte.

Deshalb konnten nur die Überquerungen über eine zwischen zwei Fußgängerstreifen liegende Strecke verglichen und quantitativ untersucht werden.

Die Untersuchungen bestätigten, dass die Anzahl der Überquerungen ohne Querungshilfe mit dem Verkehrsaufkommen abnimmt und mit dem Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fußgängerstreifen zunimmt.

Die verschiedenen Regressionen (linear und logarithmisch, einfach und multipel), die durchgeführt wurden, um den Zusammenhang letztendlich mit einer mathematischen Formel beschreiben zu können, führten wegen der großen Streuung der Beobachtungen zu keinen wirklich zufriedenstellenden und zuverlässigen Ergebnissen.

Die zuverlässigere quantitative Aussage, die getroffen werden konnte, war, dass für Verkehrsaufkommen zwischen 700 und 1500 Kfz/h die Neigung der Funktion „Überquerungshäufigkeit = f(Verkehrsaufkommen)“ um $-0,002 \text{ ÜQO/FG/km/Kfz/h}$ liegt. Zum Beispiel geht die Überquerungshäufigkeit zwischen 800 Kfz/h und 1300 Kfz/h von 2 auf 1 Überquerung pro Fußgänger und Kilometer zurück.

Wie die Überquerungshäufigkeit für geringere und höhere Verkehrsaufkommen aussieht, wurde nicht quantitativ geklärt.

Ebenso ungeklärt bleibt der quantitative Einfluss der Abstände zwischen den Fußgängerstreifen auf die Überquerungshäufigkeiten, weil die Werte der – gegebenenfalls partiellen – Ableitungen sich zwischen den verschiedenen untersuchten Fälle relativ stark ändern. Allerdings wurde gezeigt, dass das Fahrzeugaufkommen und der Abstand zwischen

den Fußgängerstreifen größenordnungsmäßig gleichermaßen zur Erklärung der Anzahl der Überquerungen beitragen.

Für zuverlässigere Aussagen wäre die Untersuchung von zusätzlichen Abschnitten notwendig, unter anderem in Straßen mit geringen bzw. hohen Verkehrsaufkommen. Mit doppelt so vielen Beobachtungen könnten vermutlich zuverlässige Aussage getroffen werden. Bei der Wahl der zusätzlichen Abschnitte wäre darauf zu achten,

- dass, wenn der Abstand zwischen Fußgängerstreifen berücksichtigt werden soll, die Abschnitte neben einem gewissen Spektrum an Verkehrsmengen auch ein gewisses Spektrum an Abständen abdecken müssen,
- oder dass die Abstände zwischen den Straßen möglichst wenig variieren, damit dieser Parameter vernachlässigt werden kann.

Die Erkenntnis, dass es in Geschäftsstraßen mit zunehmendem Verkehrsaufkommen zu einer Abnahme der Überquerungshäufigkeit zwischen zwei Fußgängerstreifen kommt, beantwortet die Fragestellung nur zum Teil. Sie besagt nichts über die gesamte Anzahl an Überquerungen in einer Geschäftsstraße (alle Querungshilfen zusammen betrachtet) und über das Querungsverhalten der Fußgänger in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen.

In dieser Masterarbeit wurde nicht geklärt, ob Überquerungen in Geschäftsstraßen mit zunehmendem Kfz-Aufkommen überall seltener auftreten, oder ob sie insgesamt gleich oft auftreten, jedoch seltener ohne und häufiger mit Querungshilfe.

Für die Beantwortung dieser Frage ist unter anderem eine Beseitigung des Einflusses der querenden Straßen notwendig, was sich im Zuge dieser Arbeit als nicht machbar herausstellte. Weitere Untersuchungen, die auf einer Methode aufgebaut sind, die eine Unterscheidung der bei Kreuzungen querenden Fußgänger nach Quelle und Ziel und eine Zählung dieser sowie der außerhalb von Fußgängerstreifen querenden Fußgänger ermöglicht, könnten diese Frage beantworten.

8 Anhang

8.1 Liste der besichtigten Straßen

- Kärntner Straße / Graben / Kohlmarkt (1.),	Donnerstag, 05.03.09
- Taborstraße (2.),	Mittwoch, 08.04.09
- Landstraßer Hauptstrasse (3.),	Freitag, 30.01.09
- Fasangasse (3.),	Freitag, 30.01.09
- Wiedner Hauptstraße (4.),	Dienstag 27.01.09
- Margaretenstraße (5.),	Dienstag 27.01.09
- Reinprechtsdorferstraße (5.),	Dienstag 27.01.09
- Mariahilfer Straße (6.),	Mittwoch, 25.02.09
- Neubaugasse (7.),	Mittwoch, 25.02.09
- Josefstädter Straße (8.),	Mittwoch, 25.02.09
- Alserstraße (9.),	Mittwoch, 25.02.09
- Nußdorfer Straße (9.),	Mittwoch, 25.02.09
- Favoriten Straße (10.),	Dienstag, 03.02.09
- Laxenburger Straße,	Mittwoch, 08.04.09
- Simmeringer Hauptstraße (11.),	Montag 26.01.09
- Meidlinger Hauptstraße (12.),	Dienstag, 03.02.09
- Linzer Straße (14.),	Dienstag, 24.02.09
- Hütteldorfer Straße (14.),	Dienstag, 24.02.09
- Äussere Mariahilfer Straße (15.),	Montag, 06.04.09
- Thaliastraße (16.),	Dienstag, 24.02.09
- Währingerstraße (18.),	Mittwoch, 25.02.09
- Wallenstein Straße (20.),	Mittwoch, 25.02.09
- Floridsdorfer Hauptstraße, Brünner Straße (21.),	Montag, 02.02.09
- Wagramer Straße (22.),	Montag, 02.02.09
- Stadlauer Straße (22.),	Mittwoch, 25.02.09

8.2 Orte der Videoaufnahmen

Neubaugasse: Lindengasse 43 (Fenster zur Neubaugasse), 1. Stock

Mariahilfer Straße: Mariahilfer Straße 88a/1, 3. Stock

Hütteldorfer Straße: Ecke Reingasse / Hütteldorfer Straße, 1. Stock

Landstraßer Hauptstraße: Landstraßer Hauptstraße 13, 2. Stock

Thalia Straße: Thaliastraße 32, 1. Stock

Brünner Straße 1: Brünner Straße 1, 1. Stock

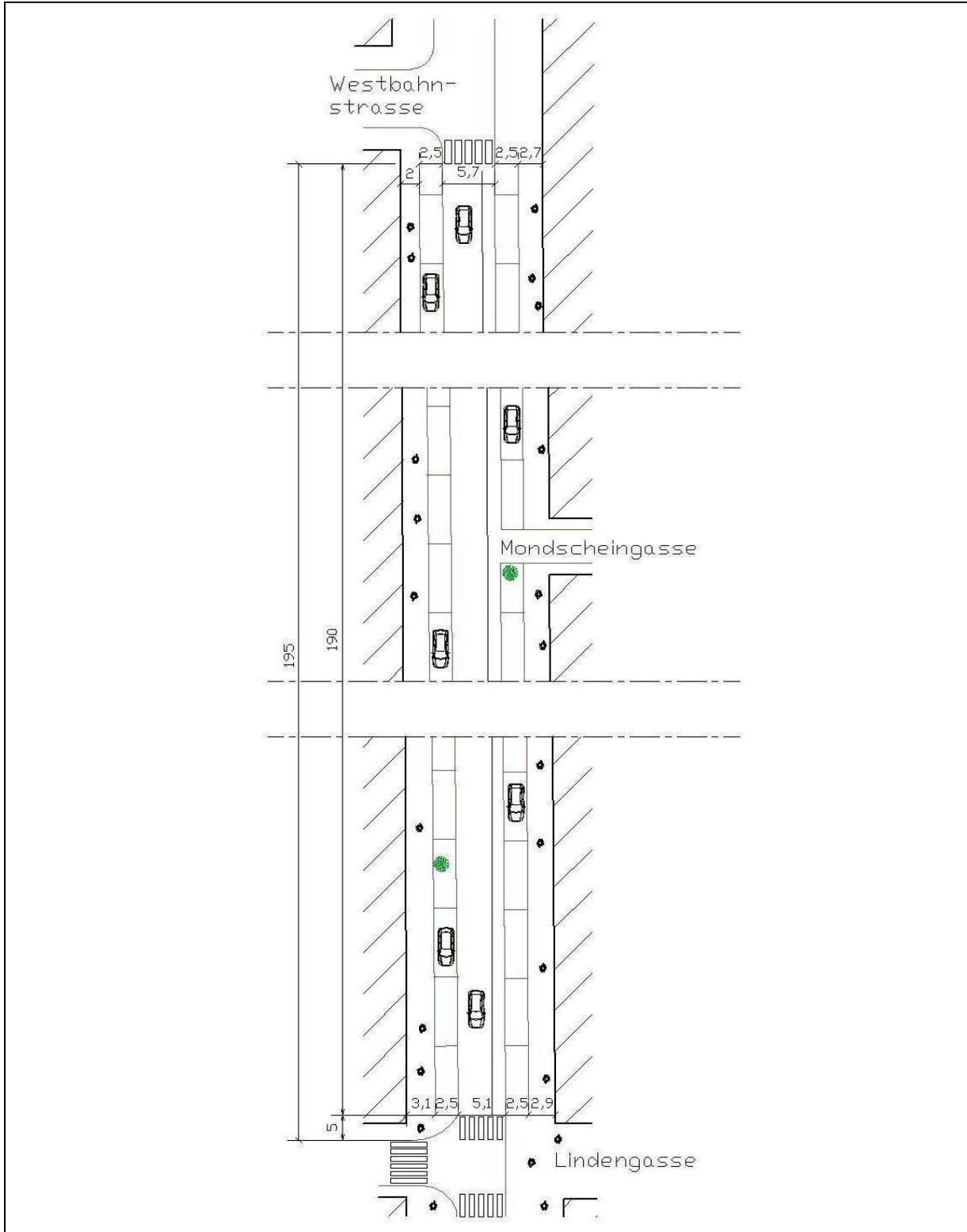
Brünner Straße 2: Schlosshoferstraße 6 (Fenster zur Brünner Straße), 1. Stock

Reinprechtsdorfer Straße: Arbeitergasse 11 (Fenster zur Reinprechtsdorfer Straße), 2. Stock

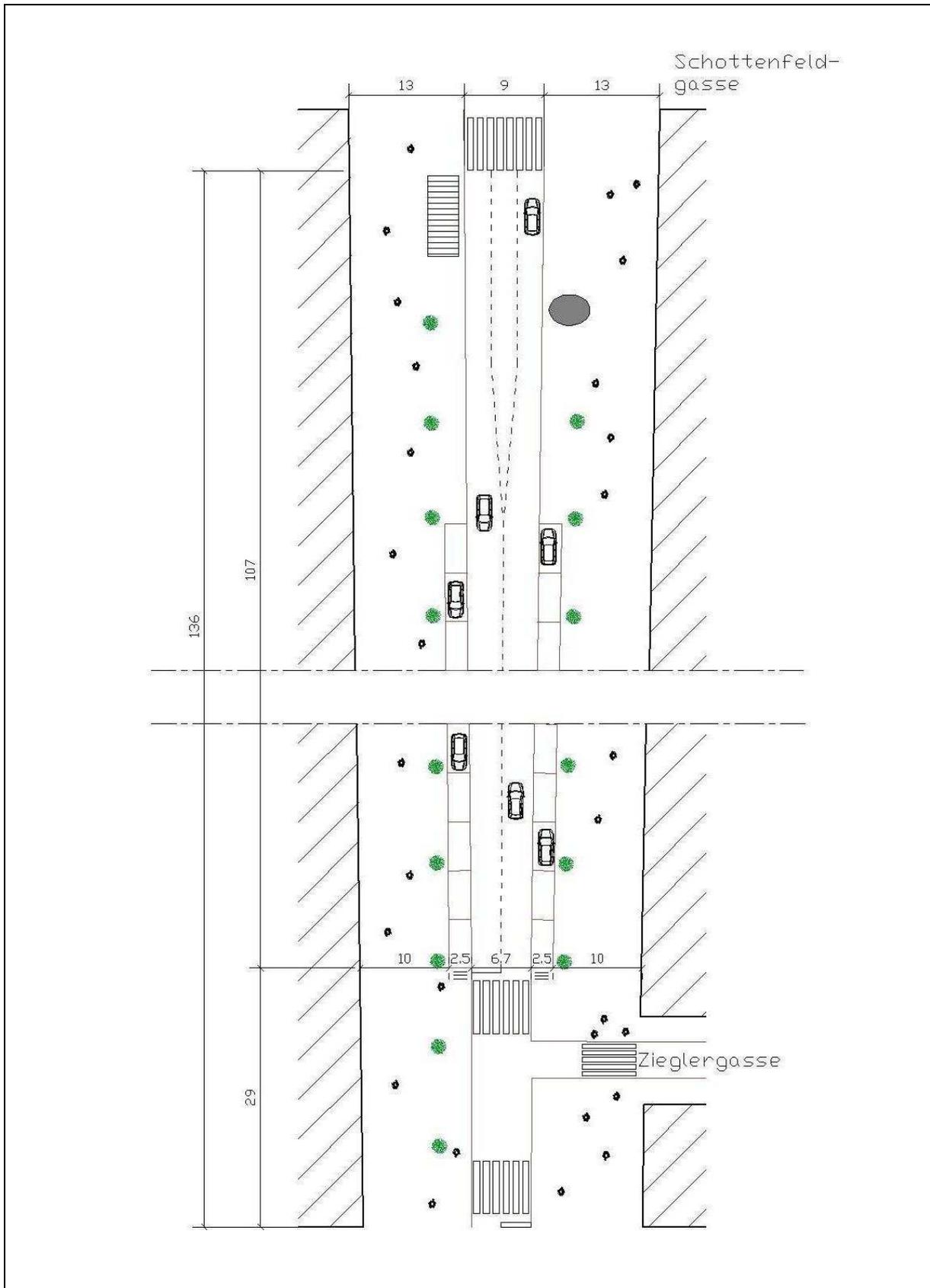
Wagrainer Straße: Wagrainer Straße 146, 1. Stock

8.3 Grundrisse der Abschnitte

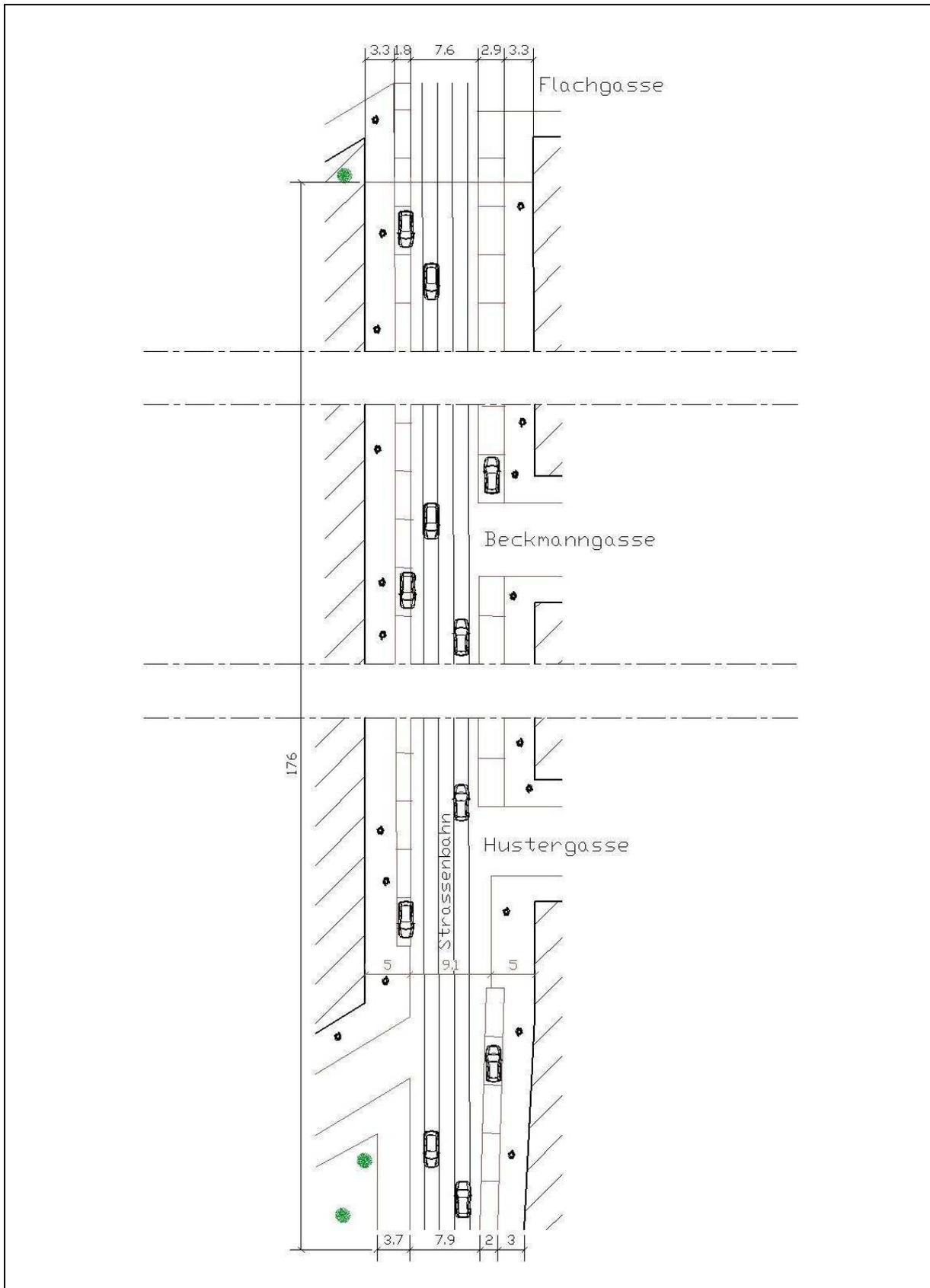
8.3.1 Neubaugasse



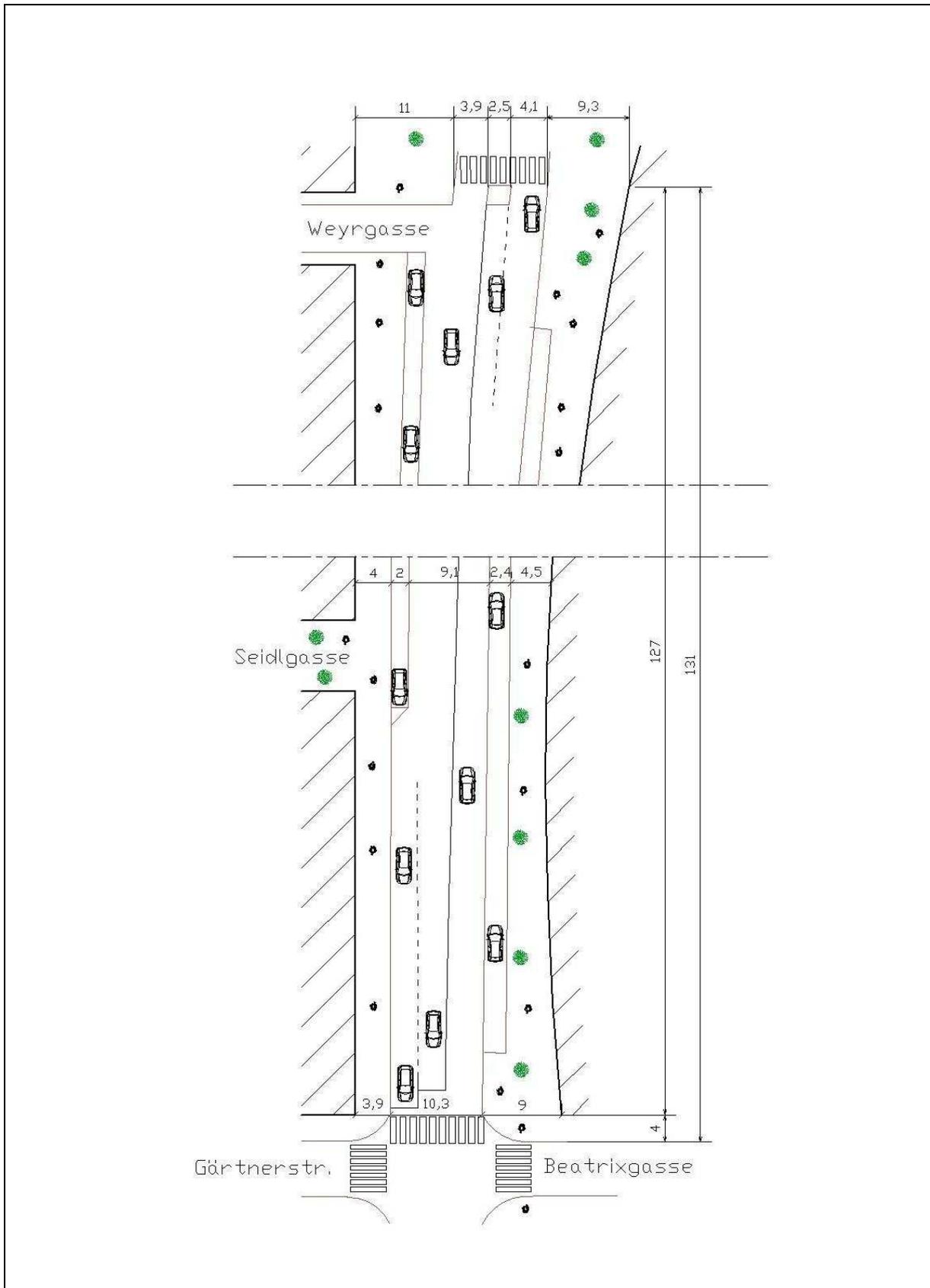
8.3.2 Mariahilfer Straße



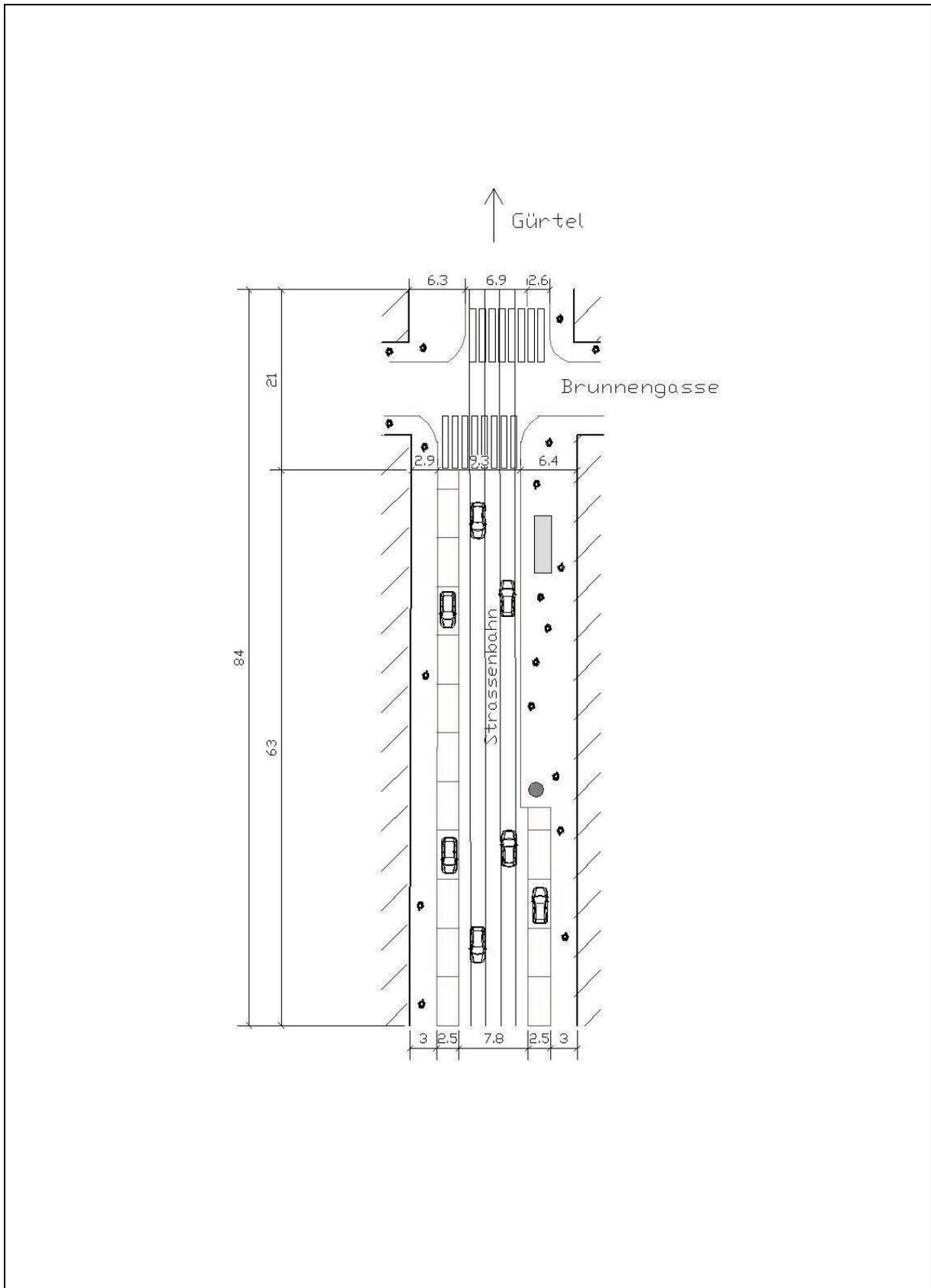
8.3.3 Hütteldorfer Straße



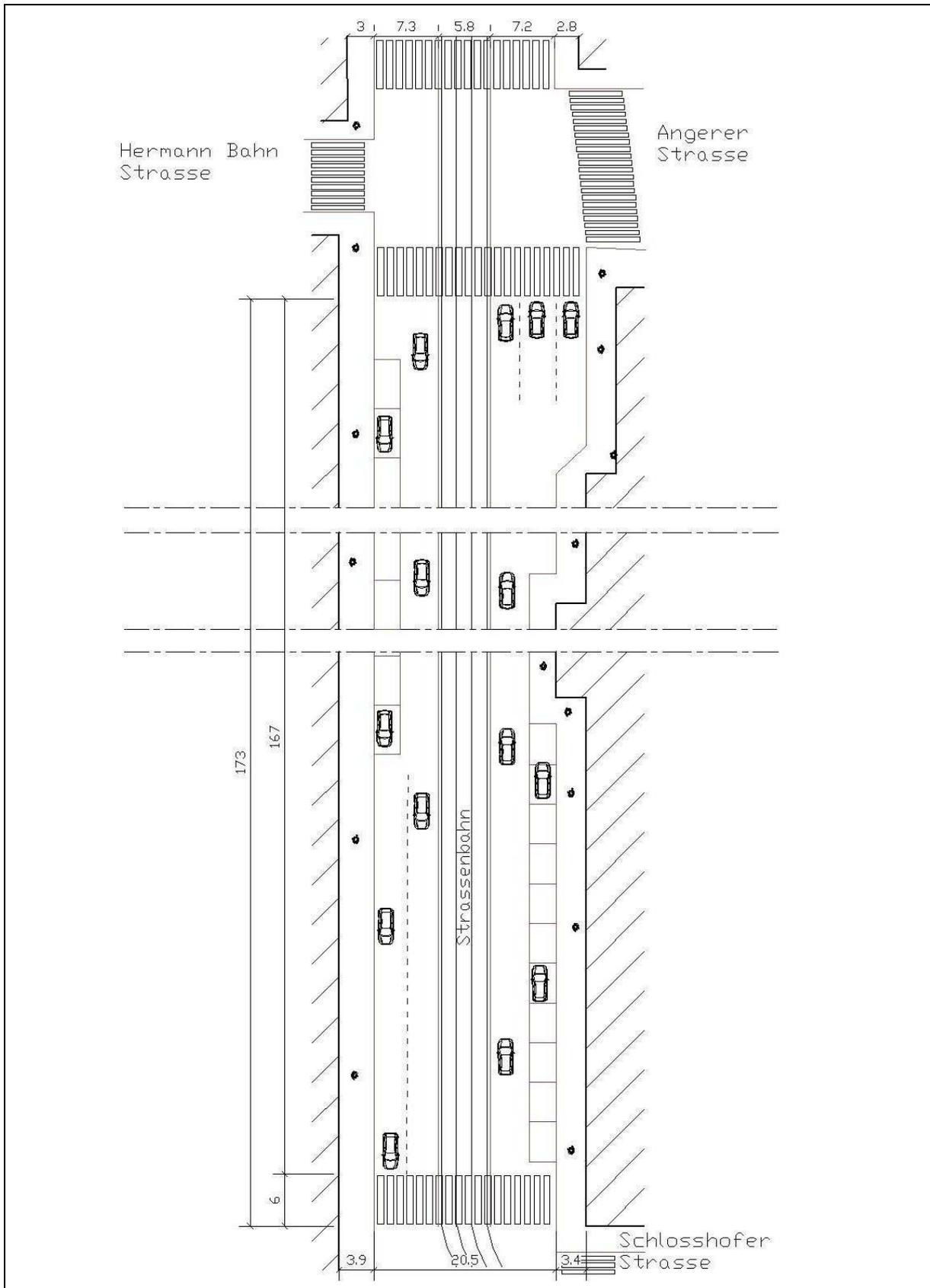
8.3.4 Landstraßer Hauptstraße



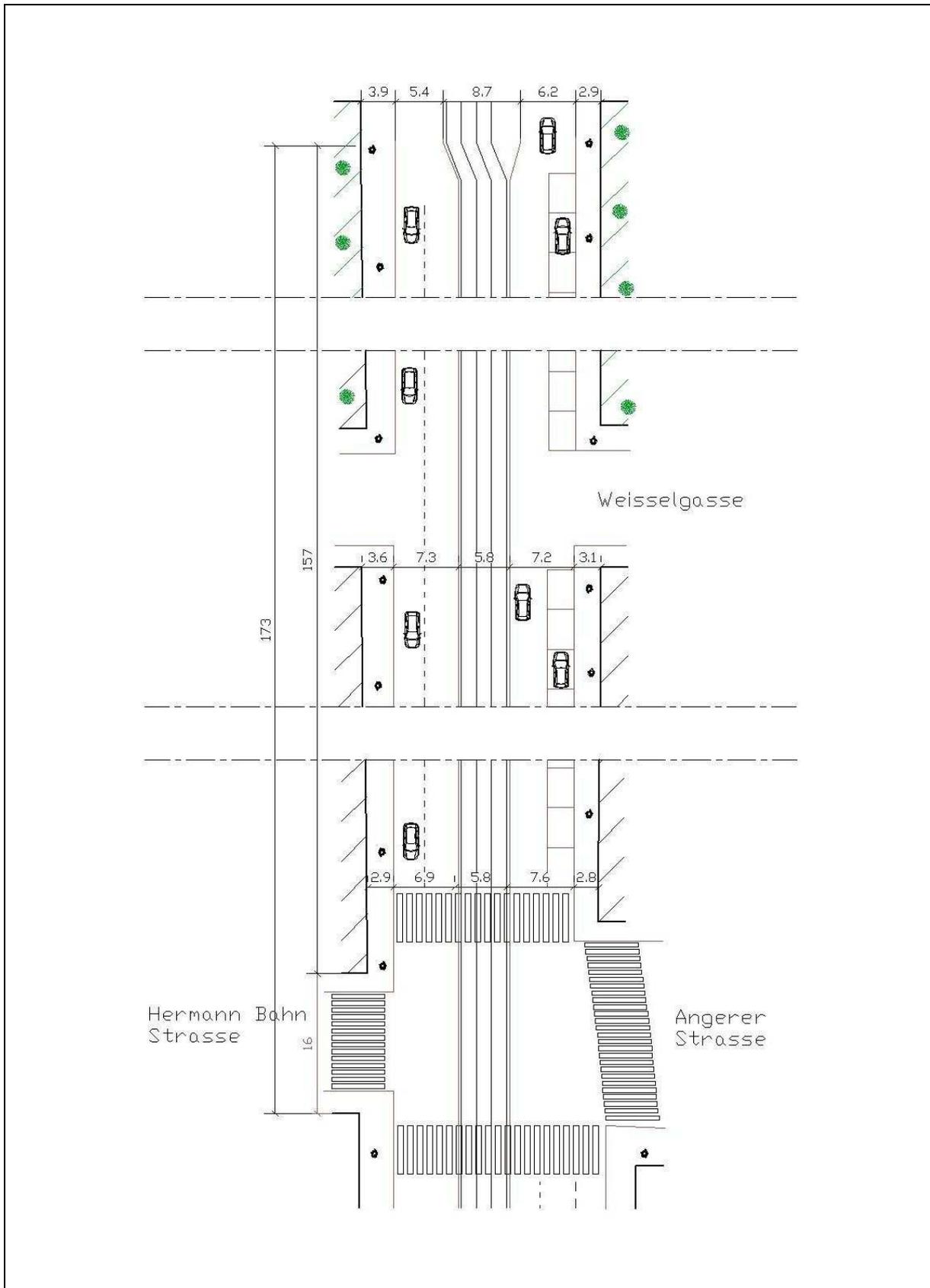
8.3.5 Thaliastraße



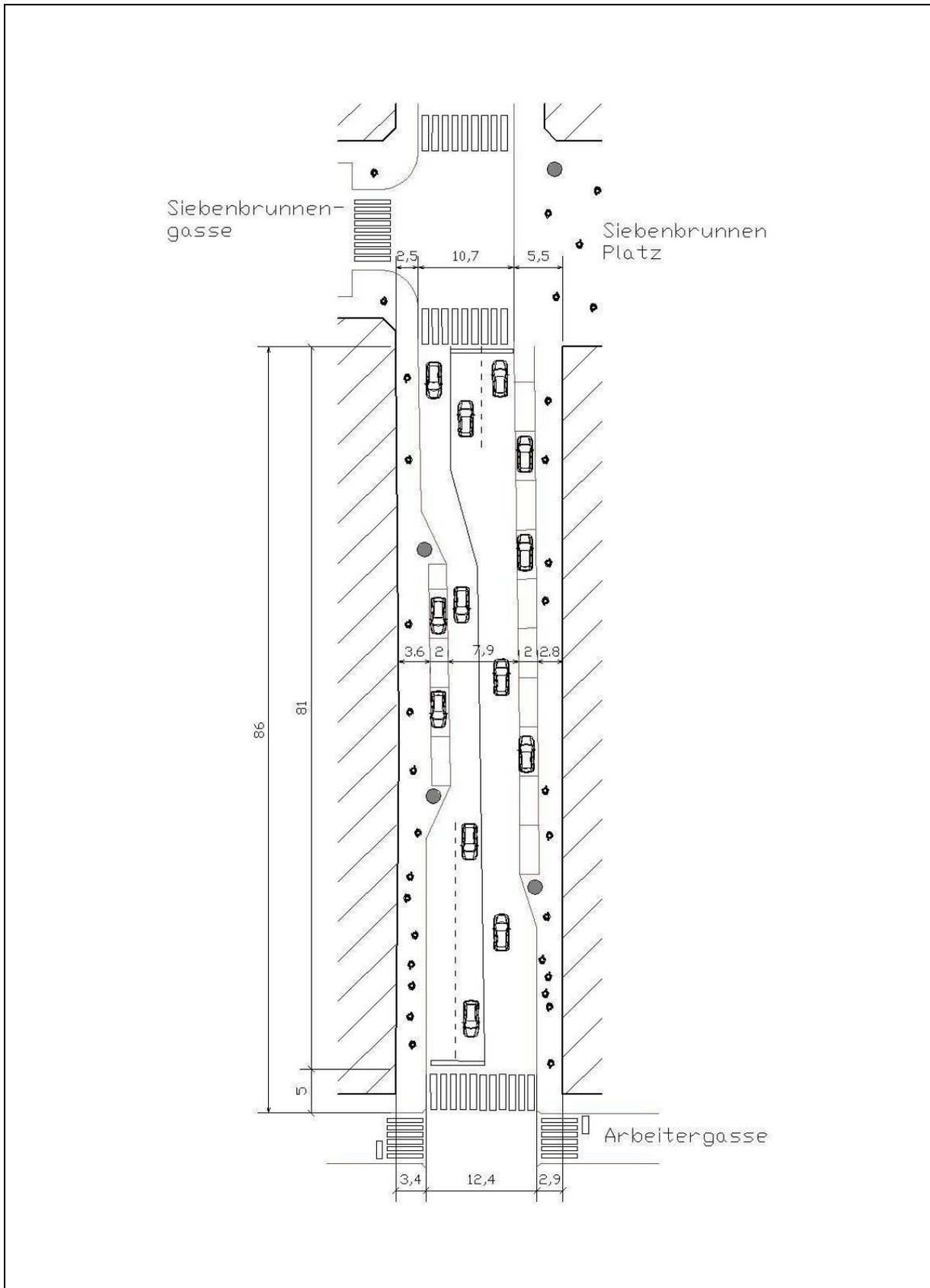
8.3.6 Brüner Straße 1. Abschnitt



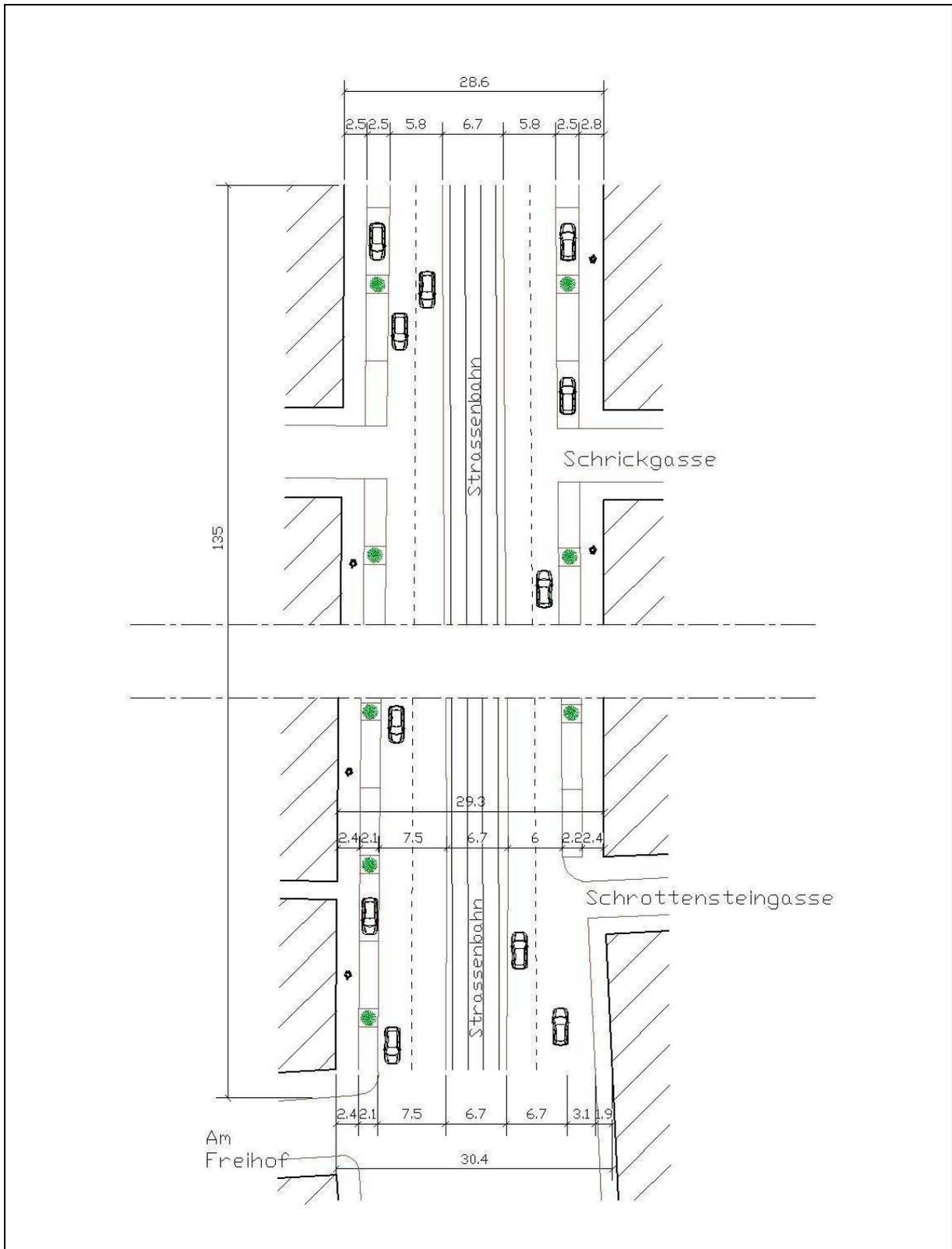
8.3.7 Brüner Straße 2. Abschnitt



8.3.8 Reinprechtsdorfer Straße



8.3.9 Wagramer Straße



8.4 Zählungen

8.4.1 Neubaugasse

	FUSSGÄNGER									Kfz	BUS	
	Links		Überquerungen						Rechts			Zur Linden- gasse
	Zur MHS	Von MHS	L -> R			L <- R			Zur MHS	Von MHS		
			am FG- Streifen	Außerhalb von FGS	Gesamt -Zahl	am FG- Streifen	Außerhalb von FGS	Gesamt -Zahl				
14:45-15:00	102	64	13	51	64	16	33	49	50	77	50	4
15:00-15:15	99	69	15	30	45	19	27	46	45	61	42	4
15:15-15:30	107	56	24	40	64	26	35	61	67	69	43	4
15:30-15:45	89	71	15	37	52	15	37	52	47	62	38	5
15:45-16:00	93	87	13	53	66	20	56	76	59	61	58	5
16:00-16:15	172	111	27	76	103	43	74	117	86	76	61	4
16:15-16:30	131	103	29	61	90	11	51	62	54	55	45	4
16:30-16:45	117	104	30	54	84	56	63	119	74	58	52	4
16:45-17:00	92	77	17	62	79	19	55	74	78	62	40	5
17:00-17:15	118	111	23	54	77	31	66	97	77	70	51	4
17:15-17:30	128	97	23	57	80	26	88	114	60	77	29	5
17:30-17:45	132	92	31	74	105	31	120	151	33	67	42	5

MHS = Mariahilfer Straße

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:45-15:00	54	293	113	84	54	1,978	1,550	0,099
15:00-15:15	46	274	91	57	46	1,703	1,095	0,124
15:15-15:30	47	299	125	75	47	2,144	1,320	0,167
15:30-15:45	43	269	104	74	43	1,983	1,448	0,112
15:45-16:00	63	300	142	109	63	2,427	1,912	0,110
16:00-16:15	65	445	220	150	65	2,535	1,774	0,157
16:15-16:30	49	343	152	112	49	2,273	1,719	0,117
16:30-16:45	56	353	203	117	56	2,949	1,744	0,244
16:45-17:00	45	309	153	117	45	2,539	1,993	0,117
17:00-17:15	55	376	174	120	55	2,373	1,680	0,144
17:15-17:30	34	362	194	145	34	2,748	2,108	0,135
17:30-17:45	47	324	256	194	47	4,052	3,151	0,191
Durchschnitt						2,475	1,791	0,143
Durchschnitt pro Viertelstunde	50	329	161	113	50			
Standard-Abweichung	9	50	50	38	9	0,606	0,514	0,042
Relative Standard-abweichung	0,17	0,15	0,31	0,34	0,17	0,245	0,287	0,291
Durchschnitt pro Stunde	201	1316	642	451	201			

8.4.2 Mariahilfer Straße

	FUSSGÄNGER									Kfz		
	Links		Überquerungen						Rechts		Zum Zentrum	Vom Zentrum
	Zum Zentrum	Vom Zentrum	L -> R			L <- R			Zum Zentrum	Vom Zentrum		
			am FG-Streifen	Außerhalb von FGS	Gesamt-Zahl	am FG-Streifen	Außerhalb von FGS	Gesamt-Zahl				
14:45-15:00	180	180	38	99	137	21	125	146	236	195	84	97
15:00-15:15	218	265	20	85	105	25	95	120	268	227	90	94
15:15-15:30	239	212	25	100	125	39	93	132	256	213	85	85
15:30-15:45	265	250	30	104	134	20	121	141	256	176	102	87
15:45-16:00	266	277	24	89	113	21	105	126	248	227	81	83
16:00-16:15	252	267	40	105	145	28	111	139	267	234	71	95
16:15-16:30	239	274	42	109	151	25	98	123	264	284	86	93
16:30-16:45	275	314	39	119	158	38	97	135	234	287	81	100
16:45-17:00	296	319	29	106	135	26	124	150	232	274	78	99
17:00-17:15	280	308	34	121	155	23	112	135	250	295	89	87
17:15-17:30	270	304	26	97	123	31	87	118	230	262	77	89
17:30-17:45	272	319	38	93	131	18	121	139	243	219	85	97

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:45-15:00	181	791	283	224	59	2,650	2,672	0,075
15:00-15:15	184	978	225	180	45	1,704	1,736	0,046
15:15-15:30	170	920	257	193	64	2,069	1,979	0,070
15:30-15:45	189	947	275	225	50	2,151	2,241	0,053
15:45-16:00	164	1018	239	194	45	1,739	1,798	0,044
16:00-16:15	166	1020	284	216	68	2,062	1,998	0,067
16:15-16:30	179	1061	274	207	67	1,913	1,841	0,063
16:30-16:45	181	1110	293	216	77	1,955	1,836	0,069
16:45-17:00	177	1121	285	230	55	1,883	1,936	0,049
17:00-17:15	176	1133	290	233	57	1,896	1,940	0,050
17:15-17:30	166	1066	241	184	57	1,675	1,628	0,053
17:30-17:45	182	1053	270	214	56	1,899	1,917	0,053
Durchschnitt						1,966	1,960	0,058
Durchschnitt pro Viertelstunde	176	1018	268	210	58			
Standard-Abweichung	8	98	22	18	10	0,260	0,271	0,010
Relative Standard-abweichung	21,97	10,40	11,98	11,64	6,13	7,549	7,241	5,565
Durchschnitt pro Stunde	705	4073	1072	839	233			

8.4.3 Hütteldorfer Straße

	FUSSGÄNGER						Kfz		STRASSEN-BAHN		Kfz	FG	ÜQA = ÜQO	ÜQO / FG / km
	Links		Überquerungen		Rechts		Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum				
	Vom Zentrum	Zum Zentrum	L -> R	L <- R	Vom Zentrum	Zum Zentrum								
14:30-14:45	47	60	44	24	58	59	82	112	3	3	200	224	68	1,725
14:45-15:00	63	46	35	48	43	61	113	109	3	4	229	213	83	2,214
15:00-15:15	63	60	45	50	59	66	83	120	2	2	207	248	95	2,177
15:15-15:30	74	68	52	48	63	46	111	124	4	4	243	251	100	2,264
15:30-15:45	63	45	47	54	36	52	92	110	3	2	207	196	101	2,928
15:45-16:00	68	59	43	46	60	74	126	103	3	3	235	261	89	1,937
16:00-16:15	55	55	35	45	68	55	111	113	3	4	231	233	80	1,951
16:15-16:30	64	70	36	40	45	73	112	112	3	3	230	252	76	1,714
16:30-16:45	52	54	53	34	56	67	107	118	4	3	232	229	87	2,159
16:45-17:00	54	72	71	48	57	60	112	120	2	3	237	243	119	2,782
17:00-17:15	33	72	64	36	65	42	89	113	3	3	208	212	100	2,680
17:15-17:30	54	53	50	42	65	68	83	113	3	3	202	240	92	2,178
							Durchschnitt							2,226
							Durchschnitt pro Viertelstunde				222	234	91	
							Standardabweichung				16	19	14	0,392
							Relative Standardabweichung				14,26	12,03	6,70	5,675
							Durchschnitt pro Stunde				887	934	363	

8.4.4 Landstraßer Hauptstraße

	FUSSGÄNGER									Kfz		
	Links		Überquerungen						Rechts		Zum Zentrum	Vom Zentrum
	Zum Zentrum	Vom Zentrum	L -> R			L <- R			Zum Zentrum	Vom Zentrum		
			FG-Streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl	FG-Streifen	Außerhalb von FGS	Gesamt-Zahl				
14:00-14:15	91	89	29	57	86	20	65	85	59	73	100	113
14:15-14:30	87	87	21	54	75	30	58	88	56	73	115	120
14:30-14:45	73	72	34	61	95	23	49	72	50	87	92	104
14:45-15:00	98	89	34	68	102	20	56	76	65	84	123	121
15:00-15:15	88	69	24	51	75	23	36	59	46	62	100	163
15:15-15:30	80	75	30	52	82	9	55	64	39	53	111	130
15:30-15:45	90	66	20	43	63	20	57	77	49	80	117	108
15:45-16:00	95	73	26	54	80	18	48	66	57	73	116	109
16:00-16:15	92	88	31	65	96	25	49	74	50	77	108	142
16:15-16:30	98	77	21	44	65	13	59	72	65	92	123	121
16:30-16:45	97	83	22	61	83	26	55	81	71	91	130	116
16:45-17:00	98	78	24	53	77	20	67	87	70	105	108	110

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:00-14:15	213	312	171	122	49	3,224	2,370	0,157
14:15-14:30	235	303	163	112	51	3,164	2,240	0,168
14:30-14:45	196	282	167	110	57	3,484	2,364	0,202
14:45-15:00	244	336	178	124	54	3,116	2,237	0,161
15:00-15:15	263	265	134	87	47	2,974	1,990	0,177
15:15-15:30	241	247	146	107	39	3,477	2,625	0,158
15:30-15:45	225	285	140	100	40	2,890	2,127	0,140
15:45-16:00	225	298	146	102	44	2,882	2,074	0,148
16:00-16:15	250	307	170	114	56	3,257	2,251	0,182
16:15-16:30	244	332	137	103	34	2,427	1,880	0,102
16:30-16:45	246	342	164	116	48	2,821	2,056	0,140
16:45-17:00	218	351	164	120	44	2,748	2,072	0,125
Durchschnitt						3,039	2,190	0,155
Durchschnitt pro Viertelstunde	233	305	157	110	47			
Standard- Abweichung	19	32	15	11	7	0,309	0,201	0,027
Relative Standard- abweichung	0,08	0,10	0,10	0,10	0,15	0,102	0,092	0,172
Durchschnitt pro Stunde	933	1220	627	439	188			

8.4.5 Thalia Straße

	FUSSGÄNGER									Kfz		STRASSEN-BAHN		
	Links		Überquerungen						Rechts		Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum
	Vom Zentrum	Zum Zentrum	L -> R			L <- R			Vom Zentrum	Zum Zentrum				
			FG-Streifen	Außer-halb FGS	Gesamt-Zahl	FG-Streifen	Außer-halb FGS	Gesamt-Zahl						
14:00-14:15	56	78	126	19	145	109	13	122	76	88	94	99	3	3
14:15-14:30	76	71	130	14	144	160	24	184	77	122	98	111	3	3
14:30-14:45	85	98	145	19	164	164	16	180	101	86	90	125	3	3
14:45-15:00	66	76	135	14	149	136	19	155	92	104	90	102	3	3
15:00-15:15	80	83	106	22	128	113	12	125	104	88	89	99	3	3
15:15-15:30	72	60	149	12	161	145	13	158	93	133	118	110	3	4
15:30-15:45	82	78	123	21	144	151	21	172	96	85	100	121	3	1
15:45-16:00	55	64	137	16	153	149	18	167	112	102	99	121	3	3
16:00-16:15	82	87		11			20		103	134	126	129	1	3
16:15-16:30	81	90		16			19		107	121	121	127	5	2
16:30-16:45	89	72		16			17		88	162	150	123	2	3
16:45-17:00	77	67		21			7		109	113	130	120	2	3

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:00-14:15	199	298	267	32	235	10,730	1,704	0,789
14:15-14:30	215	346	328	38	290	11,353	1,743	0,838
14:30-14:45	221	370	344	35	309	11,134	1,502	0,835
14:45-15:00	198	338	304	33	271	10,771	1,550	0,802
15:00-15:15	194	355	253	34	219	8,535	1,520	0,617
15:15-15:30	235	358	319	25	294	10,671	1,108	0,821
15:30-15:45	225	341	316	42	274	11,098	1,955	0,804
15:45-16:00	226	333	320	34	286	11,509	1,621	0,859
16:00-16:15	259	406		31			1,212	
16:15-16:30	255	399		35			1,392	
16:30-16:45	278	411		33			1,274	
16:45-17:00	255	366		28			1,214	
Durchschnitt						10,725	1,483	0,796
Durchschnitt pro Viertelstunde	230	360	306	33	272			
Standard- Abweichung	27	33	31	4	31	0,935	0,253	0,076
Relative Standard- abweichung	0,12	0,09	0,10	0,13	0,11	0,087	0,170	0,095
Durchschnitt pro Stunde	920	1440	1226	133	1089			

8.4.6 Brünner Straße 1

	FUSSGÄNGER								Kfz		STRASSEN-BAHN			
	Links		Überquerungen					Rechts		Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum	
	Vom Zentrum	Zum Zentrum	L -> R			L <- R			Vom Zentrum					Zum Zentrum
			FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl	FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl						
13:15-13:30	50	31		11			8		67	93	126	153	2	1
13:30-13:45	62	42	67	11	78	68	12	80	96	75	165	149	2	4
13:45-14:00	57	58	62	17	79	75	15	90	65	59	157	166	1	3
14:00-14:15	44	48	54	7	61	70	17	87	56	62	170	155	2	3
14:15-14:30	57	52	68	13	81	65	15	80	56	81	158	147	6	3
14:30-14:45	39	41	59	18	77	74	11	85	60	73	141	158	3	5

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
13:15-13:30	279	241		19			0,472	
13:30-13:45	314	275	158	23	135	3,319	0,500	0,491
13:45-14:00	323	239	169	32	137	4,085	0,801	0,573
14:00-14:15	325	210	148	24	124	4,071	0,684	0,590
14:15-14:30	305	246	161	28	133	3,781	0,681	0,541
14:30-14:45	299	213	162	29	133	4,394	0,814	0,624
Durchschnitt						3,930	0,659	0,564
Durchschnitt pro Viertelstunde	308	237	160	26	132			
Standardabweichung	17	24	8	5	5	0,405	0,145	0,051
Relative Standardabweichung	0,06	0,10	0,05	0,18	0,04	0,103	0,221	0,090
Durchschnitt pro Stunde	1230	949	638	103	530			

8.4.7 Brünner Straße 2, 1. Abschnitt

	FUSSGÄNGER								Kfz		STRASSEN-BAHN			
	Links		Überquerungen					Rechts		Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	
	Zum Zentrum	Vom Zentrum	L -> R			L <- R			Zum Zentrum					Vom Zentrum
			FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl	FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl						
13:30-13:45	54	49	48	8	56	53	14	67	55	66	134	145	4	5
13:45-14:00	48	51	52	17	69	48	21	69	55	87	158	158	6	4
14:00-14:15	50	33	49	14	63	47	16	63	60	83	160	140	4	7
14:15-14:30	28	50	57	17	74	61	20	81	59	47	189	169	6	5
14:30-14:45	56	61	43	11	54	56	6	62	56	70	168	144	6	6
14:45-15:00	62	50	56	10	66	50	11	61	58	65	174	181	6	4
15:00-15:15	51	53	48	20	68	46	8	54	52	66	136	173	4	5
15:15-15:30	55	65	59	12	71	44	16	60	56	66	183	157	6	5
15:30-15:45	54	51	41	11	52	85	15	100	67	74	156	152	6	5
15:45-16:00	55	54	48	9	57	76	10	86	53	84	165	183	5	5
16:00-16:15	58	38	46	12	58	58	15	73	62	76	160	153	4	6
16:15-16:30	45	51	48	7	55	55	14	69	58	61	169	184	5	5

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
13:30-13:45	279	224	123	22	101	3,172	0,587	0,451
13:45-14:00	316	241	138	38	100	3,308	0,943	0,415
14:00-14:15	300	226	126	30	96	3,221	0,794	0,425
14:15-14:30	358	184	155	37	118	4,867	1,203	0,641
14:30-14:45	312	243	116	17	99	2,758	0,418	0,407
14:45-15:00	355	235	127	21	106	3,122	0,534	0,451
15:00-15:15	309	222	122	28	94	3,175	0,754	0,423
15:15-15:30	340	242	131	28	103	3,127	0,692	0,426
15:30-15:45	308	246	152	26	126	3,570	0,632	0,512
15:45-16:00	348	246	143	19	124	3,358	0,462	0,504
16:00-16:15	313	234	131	27	104	3,234	0,690	0,444
16:15-16:30	353	215	124	21	103	3,332	0,584	0,479
Durchschnitt	324	230	132	26	106			
Durchschnitt pro Viertelstunde						3,354	0,691	0,465
Standard- Abweichung	26	18	12	7	11	0,513	0,217	0,065
Relative Standard- abweichung	0,08	0,08	0,09	0,25	0,10	0,153	0,314	0,140
Durchschnitt pro Stunde	1297	919	529	105	425			

8.4.8 Brünner Straße 2, 2. Abschnitt

	FUSSGÄNGER								MIV		STRASSEN-BAHN			
	Links		Überquerungen					Rechts		Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	
	Zum Zentrum	Vom Zentrum	L -> R			L <- R			Zum Zentrum					Vom Zentrum
			FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl	FG-streifen	Außerhalb FGS	Gesamt-Zahl						
14:15-14:30	28	50	35	31	66	7	16	23	59	47	158	141	6	5
14:30-14:45	56	61	39	28	67	7	12	19	56	70	140	120	6	6
14:45-15:00	62	50	35	32	67	9	8	17	58	65	145	151	6	4
15:00-15:15	51	53	57	23	80	15	11	26	52	66	113	144	4	5
15:15-15:30	55	65	28	20	48	5	17	22	56	66	153	131	6	5
15:30-15:45	54	51	31	31	62	12	6	18	67	74	130	127	6	5
15:45-16:00	55	54	25	35	60	16	14	30	53	84	138	153	5	5
16:00-16:15	58	38	40	25	65	11	6	17	62	76	133	128	4	6

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:15-14:30	298	184	89	47	42	2,802	1,630	0,228
14:30-14:45	260	243	86	40	46	2,050	1,050	0,189
14:45-15:00	296	235	84	40	44	2,071	1,086	0,187
15:00-15:15	258	222	106	34	72	2,766	0,977	0,324
15:15-15:30	283	242	70	37	33	1,676	0,976	0,136
15:30-15:45	257	246	80	37	43	1,884	0,960	0,175
15:45-16:00	290	246	90	49	41	2,120	1,271	0,167
16:00-16:15	261	234	82	31	51	2,030	0,845	0,218
Durchschnitt						2,175	1,100	0,203
Durchschnitt pro Viertelstunde	275	232	86	39	47			
Standard- Abweichung	18	21	10	6	11	0,401	0,247	0,057
Relative Standard- Abweichung	0,07	0,09	0,12	0,16	0,25	0,185	0,225	0,280
Durchschnitt pro Stunde	1101	926	344	158	186			

8.4.9 Reinprechtsdorfer Straße

	FUSSGÄNGER									Kfz		BUS		
	Links		Überquerungen						Rechts		Vom Gürtel	Zum Gürtel	Vom Gürtel	Zum Gürtel
	Vom Gürtel	Zum Gürtel	L -> R			L <- R			Vom Gürtel	Zum Gürtel				
			am FG-Streifen	Außer-halb FGS	Gesamt-Zahl	am FG-Streifen	Außer-halb FGS	Gesamt-Zahl						
14:00-14:15	79	73	57	15	72	23	11	34	70	89	137	198	3	2
14:15-14:30	66	61	24	10	34	41	12	53	68	77	153	198	0	2
14:30-14:45	114	69	57	13	70	39	13	52	91	75	160	178	4	2
14:45-15:00	66	84	37	9	46	52	8	60	87	88	157	191	2	3
15:00-15:15	66	70	33	10	43	38	4	42	76	71	163	202	3	2
15:15-15:30	87	64	44	10	54	34	12	46	93	74	168	217	4	3
15:30-15:45	70	80	38	7	45	46	11	57	64	85	184	227	3	4
15:45-16:00	105	58	56	7	63	44	10	54	73	90	169	207	3	3
16:00-16:15	77	70	40	6	46	48	10	58	79	88	159	207	1	3
16:15-16:30	85	73	41	11	52	35	4	39	82	113	174	218	5	3
16:30-16:45	73	62	35	10	45	40	17	57	105	90	178	191	3	3
16:45-17:00	63	51	42	11	53	32	15	47	94	96	160	235	3	3

	Kfz	FG	ÜQA	ÜQO	ÜQS	ÜQA / FG / km	ÜQO / FG / km	ÜQS / FG
14:00-14:15	340	311	106	26	80	3,963	1,032	0,257
14:15-14:30	353	272	87	22	65	3,719	0,999	0,239
14:30-14:45	344	349	122	26	96	4,065	0,920	0,275
14:45-15:00	353	325	106	17	89	3,792	0,646	0,274
15:00-15:15	370	283	85	14	71	3,492	0,611	0,251
15:15-15:30	392	318	100	22	78	3,657	0,854	0,245
15:30-15:45	418	299	102	18	84	3,967	0,743	0,281
15:45-16:00	382	326	117	17	100	4,173	0,644	0,307
16:00-16:15	370	314	104	16	88	3,851	0,629	0,280
16:15-16:30	400	353	91	15	76	2,998	0,525	0,215
16:30-16:45	375	330	102	27	75	3,594	1,010	0,227
16:45-17:00	401	304	100	26	74	3,825	1,056	0,243
Durchschnitt						3,758	0,806	0,258
Durchschnitt pro Viertelstunde	375	315	102	21	81			
Standard- Abweichung	25	24	11	5	10	0,310	0,194	0,026
Relative Standard- abweichung	0,07	0,08	0,11	0,24	0,13	0,082	0,240	0,101
Durchschnitt pro Stunde	1499	1261	407	82	325			

8.4.10 Wagramer Straße

	FUSSGÄNGER						MIV		STRASSENBAHN	
	Links		Überquerungen		Rechts		Vom Zentrum	Zum Zentrum	Vom Zentrum	Zum Zentrum
	Vom Zentrum	Zum Zentrum	L -> R	L <- R	Vom Zentrum	Zum Zentrum				
11:30-11:45	26	18	15	15	18	22	217	214	4	2
11:45-12:00	23	19	13	14	22	32	228	209	2	2
12:00-12:15	13	17	10	8	22	27	223	229	2	3
12:15-12:30	12	18	10	10	25	17	206	252	2	2
12:30-12:45	14	8	9	4	16	22	252	241	3	3
12:45-13:00	12	18	13	9	14	20	239	232	3	2
13:00-13:15	19	11	5	5	14	11	255	216	3	3
13:15-13:30	18	30	10	7	26	29	252	212	3	3
13:30-13:45	19	15	10	7	15	20	277	211	4	4
13:45-14:00	22	16	5	15	18	21	259	235	2	2
14:00-14:15	23	22	13	15	18	19	247	216	3	4
14:15-14:30	20	23	11	13	23	17	252	239	3	3

	Kfz	FG	ÜQA=ÜQO	ÜQO / FG / km
11:30-11:45	431	84	30	2,646
11:45-12:00	437	96	27	2,083
12:00-12:15	452	79	18	1,688
12:15-12:30	458	72	20	2,058
12:30-12:45	493	60	13	1,605
12:45-13:00	471	64	22	2,546
13:00-13:15	471	55	10	1,347
13:15-13:30	464	103	17	1,223
13:30-13:45	488	69	17	1,825
13:45-14:00	494	77	20	1,924
14:00-14:15	463	82	28	2,529
14:15-14:30	491	83	24	2,142
Durchschnitt				1,968
Durchschnitt pro Viertelstunde	468	77	21	
Standardabweichung	21	14	6	0,461
Relative Standardabweichung	0,05	0,18	0,29	0,234
Durchschnitt pro Stunde	1871	308	82	

8.5 Regressionsanalysen

In diesem Kapitel sind die Daten, die für die einzelnen Regressionen verwendet worden sind, sowie die Ergebnisse angegeben.

8.5.1 Lineare Regressionsanalysen

Verwendete Daten:

	Überquerungs- Häufigkeit $\ddot{U}QHO = y$ ($\ddot{U}QO/FG/km$)	Fahrzeug- Aufkommen $Vk = x_1$ (Kfz/h)	Abstand zwischen FGStreifen $L = x_2$ (m)
Neubaugasse	1,791	201	190
Mariahilfer Straße	1,960	705	107
Hütteldorfer Straße	2,226	887	390
Landstrasser Hauptstraße	2,190	933	127
Thaliastraße	1,483	920	164
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	0,691	1297	167
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	1,100	1101	200
Reinprechtsdorfer Straße	0,806	1499	81
Wagramer Straße	1,968	1871	275
Durchschnittliche Werte der 3 schweizerischen Straßen	0,122	1086	52

Einfache Regressionsanalyse ohne Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = Vk$):

Regressionskoeffizienten	$a = 3,6$	$b = -0,002$
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,71$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,65$	
F-Statistik	$F = 12,28$ mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,02	

$$\ddot{U}QHO = 3,6 - 0,002 * Vk$$

Einfache Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = V_k$):

Regressionskoeffizienten	a = 2,0	b = -0,0004
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,11$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = -0,02$	
F-Statistik	F = 0,87 mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,38	

$$\hat{U}QHO = 2,0 - 0,0004 * V_k$$

Multiple Regressionsanalyse:

Regressionskoeffizienten	a = 1,5	b = -0,0004	c = 0,003
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,32$		
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,10$		
F-Statistik	F = 1,43 mit 2 und 6 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,31		

$$\hat{U}QHO = 1,5 - 0,0004 * V_k + 0,003 * L$$

Multiple Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“:

Regressionskoeffizienten	a = 1,2	b = -0,0005	c = 0,004
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,43$		
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,27$		
F-Statistik	F = 2,64 mit 2 und 7 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,14		

$$\hat{U}QHO = 1,2 - 0,0005 * V_k + 0,004 * L$$

8.5.2 Logarithmische Regressionsanalysen mit $y = \exp(-\ddot{U}QHO)$ Verwendete Daten:

	$\exp(-\ddot{U}berquerungs-H\u00e4ufigkeit)$ $\exp(-\ddot{U}QHO) = y$	Fahrzeug-Aufkommen $V_k = x_1$ (Kfz/h)	Abstand zwischen FGStreifen $L = x_2$ (m)
Neubaugasse	0,167	201	190
Mariahilfer Stra\u00dfe	0,141	705	107
H\u00fctteldorfer Stra\u00dfe	0,108	887	390
Landstrasser Hauptstra\u00dfe	0,112	933	127
Thaliastra\u00dfe	0,227	920	164
Br\u00fcnner Stra\u00dfe 2, 1. Abschnitt	0,501	1297	167
Br\u00fcnner Stra\u00dfe 2, 2. Abschnitt	0,333	1101	200
Reinprechtsdorfer Stra\u00dfe	0,447	1499	81
Wagramer Stra\u00dfe	0,140	1871	275
Durchschnittliche Werte der 3 schweizerischen Stra\u00dfen	0,885	1086	52

Einfache Regressionsanalyse ohne Wagramer Stra\u00dfe und Neubaugasse ($x = V_k$):

Regressionskoeffizienten	a = - 0,29	b = 0,00053
Bestimmtheitsma\u00df R^2	$R^2 = 0,79$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,75$	
F-Statistik	F = 18,63 mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,008	

$$\exp(-\ddot{U}QHO) = -0,3 + 0,0005 * V_k$$

$$\ddot{U}QHO = - \ln(-0,3 + 0,005 * V_k)$$

Einfache Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse (x = Vk):

Regressionskoeffizienten	a = 0,12	b = 0,00012
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,14	
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,017	
F-Statistik	F = 1,14 mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,32	

$$\exp(-\ddot{U}QHO) = 0,1 + 0,0001 * Vk$$

$$\ddot{U}QHO = - \ln(0,1 + 0,001 * Vk)$$

Multiple Regressionsanalyse:

Regressionskoeffizienten	a = 0,24	b = 0,00013	c = -0,00068
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,33		
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,10		
F-Statistik	F = 1,45 mit 2 und 6 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,31		

$$\exp(-\ddot{U}QHO) = 0,2 + 0,0001 * Vk - 0,0007 * L$$

$$\ddot{U}QHO = - \ln(0,2 + 0,0001 * Vk - 0,0007 * L)$$

Multiple Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“:

Regressionskoeffizienten	a = 0,41	b = 0,00014	c = -0,0014
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,39		
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,22		
F-Statistik	F = 2,25 mit 2 und 7 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,18		

$$\exp(-\ddot{U}QHO) = 0,4 + 0,0001 * Vk - 0,001 * L$$

$$\ddot{U}QHO = - \ln(0,4 + 0,0001 * Vk - 0,001 * L)$$

8.5.3 Logarithmische Regressionsanalysen mit $y = \exp(+\ddot{U}QHO)$ Verwendete Daten:

	exp(Überquerungs- Häufigkeit) $\exp(+\ddot{U}QHO) = y$	Fahrzeug- Aufkommen $V_k = x_1$ (Kfz/h)	Abstand zwischen FGStreifen $L = x_2$ (m)
Neubaugasse	5,997	201	190
Mariahilfer Straße	7,099	705	107
Hütteldorfer Straße	9,263	887	390
Landstrasser Hauptstraße	8,935	933	127
Thaliastraße	4,406	920	164
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	1,996	1297	167
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	3,004	1101	200
Reinprechtsdorfer Straße	2,239	1499	81
Wagramer Straße	7,156	1871	275
Durchschnittliche Werte der 3 schweizerischen Straßen	1,130	1086	52

Einfache Regressionsanalyse ohne Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = V_k$):

Regressionskoeffizienten	a = 14,51	b = -0,0088
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,58$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,50$	
F-Statistik	F = 7,0 mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,05	

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = 14,5 - 0,01 * V_k$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(14,5 - 0,01 * V_k)$$

Einfache Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = V_k$):

Regressionskoeffizienten	a = 7,24	b = - 0,0016
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,08$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = - 0,06$	
F-Statistik	F = 0,58 mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,47	

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = 7,2 - 0,002 * V_k$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(7,2 - 0,002 * V_k)$$

Einfache Regressionsanalyse mit allen Straßen (x = L = Abstand):

Regressionskoeffizienten	a = 2,96	b = 0,014
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,22	
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,11	
F-Statistik	F = 1,97 mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,20	

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = 3,0 + 0,01 * L$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(3,0 + 0,01 * L)$$

Einfache Regressionsanalyse ohne Mariahilfer Straße und Landstraßer Hauptstraße (x = L = Abstand):

Regressionskoeffizienten	a = -0,29	b = 0,025
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,78	
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,74	
F-Statistik	F = 17,89 mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,008	

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = -0,3 + 0,025 * L$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(-0,3 + 0,025 * L)$$

Multiple Regressionsanalyse:

Regressionskoeffizienten	a = 4,71	b = - 0,0018	c = 0,0144
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,31		
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,08		
F-Statistik	F = 1,37 mit 2 und 6 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,32		

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = 4,7 - 0,002 * V_k + 0,01 * L$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(4,7 - 0,002 * V_k + 0,01 * L)$$

Multiple Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“:

Regressionskoeffizienten	a = 3,96	b = - 0,0019	c = 0,018
Bestimmtheitsmaß R ²	R ² = 0,41		
Korrigierte R ²	R _k ² = 0,25		
F-Statistik	F = 2,5 mit 2 und 7 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,15		

$$\exp(+\ddot{U}QHO) = 4,0 - 0,002 * V_k + 0,02 * L$$

$$\ddot{U}QHO = + \ln(4,0 - 0,002 * V_k + 0,02 * L)$$

8.5.4 Logarithmische Regressionsanalysen mit $x_1 = \ln(V_k)$ und $x_2 = \ln(L)$

Verwendete Daten:

	Überquerungs- Häufigkeit $\ddot{U}QHO = y$ ($\ddot{U}QO/FG/km$)	$\ln(\text{Fahrzeug-}$ $\text{Aufkommen})$ $\ln(V_k) = x_1$	$\ln(\text{Abstand zw.}$ $\text{FGStreifen})$ $\ln(L) = x_2$
Neubaugasse	1,791	5,303	5,247
Mariahilfer Straße	1,960	6,558	4,673
Hütteldorfer Straße	2,226	6,788	5,966
Landstrasser Hauptstraße	2,190	6,838	4,844
Thaliastraße	1,483	6,824	5,100
Brünner Straße 2, 1. Abschnitt	0,691	7,168	5,118
Brünner Straße 2, 2. Abschnitt	1,100	7,004	5,298
Reinprechtsdorfer Straße	0,806	7,313	4,394
Wagramer Straße	1,968	7,534	5,617
Durchschnittliche Werte der 3 schweizerischen Straßen	0,122	6,990	3,951

Einfache Regressionsanalyse ohne Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = \ln(V_k)$):

Regressionskoeffizienten	a = 16,24	b = -2,13
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,70$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,64$	
F-Statistik	F = 11,59 mit 1 und 5 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,02	

$$\ddot{U}QHO = 16,2 - 2,1 * \ln(V_k)$$

Einfache Regressionsanalyse mit Wagramer Straße und Neubaugasse ($x = \ln(V_k)$):

Regressionskoeffizienten	a = 3,52	b = -0,28
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,10$	
Korrigierte R^2	$R_k^2 = -0,03$	
F-Statistik	F = 0,74 mit 1 und 7 Freiheitsgraden	
p-Wert	0,42	

$$\ddot{U}QHO = 3,5 - 0,3 * \ln(V_k)$$

Multiple Regressionsanalyse:

Regressionskoeffizienten	a = 0,92	b = - 0,27	c = 0,49
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,25$		
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,005$		
F-Statistik	F = 1,02 mit 2 und 6 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,42		

$$\ddot{U}QHO = 1,0 - 0,3 * \ln(V_k) + 0,5 * \ln(L)$$

Multiple Regressionsanalyse mit den Daten aus der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“:

Regressionskoeffizienten	a = - 0,48	b = -0,29	c = 0,78
Bestimmtheitsmaß R^2	$R^2 = 0,48$		
Korrigierte R^2	$R_k^2 = 0,33$		
F-Statistik	F = 3,25 mit 2 und 7 Freiheitsgraden		
p-Wert	0,10		

$$\ddot{U}QH = -0,5 - 0,3 * \ln(V_k) + 0,8 * \ln(L)$$

8.6 Daten der Arbeit „Trennwirkung von Hauptverkehrsstraßen“

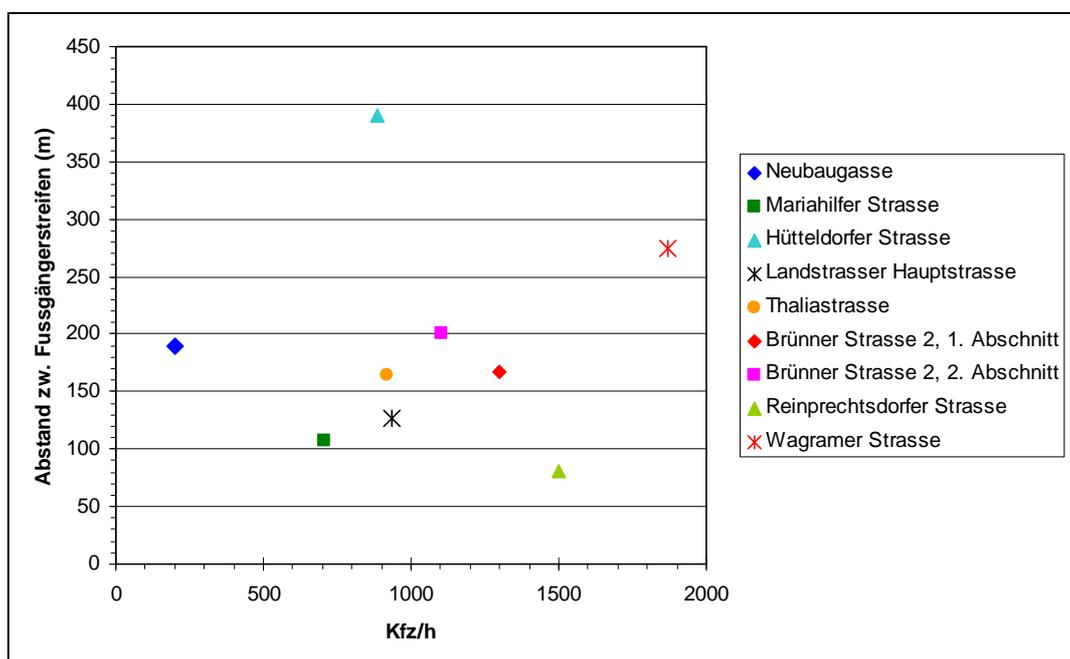
Die Daten wurden in drei Straßen von Vorortgemeinden der Stadt Bern jeweils zwischen 10:00 und 11:00, zwischen 13:30 und 14:30 und zwischen 17:00 und 18:00 erhoben:

- die Rubigenstraße in Belp am Donnerstag, 21. März 1996
- die Könizstraße in Liebefeld (Köniz) am Donnerstag, 25. April 1996
- die Bernstraße in Münsingen am Donnerstag, 26. März 1996

	10:00-11:00			13:30-14:30			17:00-18:00		
	Belp	Liebe-feld	Mün-singen	Belp	Liebe-feld	Mün-singen	Belp	Liebe-feld	Mün-singen
Länge des Abschnitts (m)	225	190	215	225	190	215	225	190	215
Anzahl FGStreifen	4	4	4	4	4	4	4	4	4
~ Abstand zw. FGStreifen (m)	56	47	53	56	47	53	56	47	53
Kfz-Aufkommen (Kfz/h)	730	797	867	919	1011	1089	1418	1528	1418
FG-Aufkommen (FG/h)	164	610	943	199	340	679	207	564	913
Anzahl ÜQ ohne Querungshilfe (ÜQO)	5	11	29	3	8	28	4	16	20
Anzahl ÜQ am FGStreifen (ÜQS)	91	77	422	55	79	279	82	112	426
Anzahl ÜQ im Abschnitt (ÜQA)	96	88	451	58	87	307	86	128	446
ÜQ-Häufigkeit ohne Querungshilfe (ÜQO/FG/km)	0,136	0,095	0,143	0,067	0,124	0,192	0,086	0,149	0,102
Anzahl der ÜQ pro FG und FGStreifen (ÜQS/FG/FGS)	0,139	0,032	0,112	0,069	0,058	0,103	0,099	0,050	0,117
ÜQ-Häufigkeit im Abschnitt (ÜQA/FG/km)	2,602	0,759	2,224	1,295	1,347	2,103	1,846	1,194	2,272

Durchschnitte:

	Belp	Liebefeld	Münsingen
Fahrzeugaufkommen (Kfz/h)	1022	1112	1125
Abstand zwischen Fußgängerstreifen (m)	56	47	53
Anzahl der Überquerungen ohne Querungshilfe (ÜQO)	4	12	26
Fußgängeraufkommen (FG/h)	190	505	845
Länge des Abschnitts (m)	225	190	215
Überquerungshäufigkeit ohne Querungshilfe (ÜQO/FG/km)	0,096	0,123	0,146
Anzahl der Überquerungen pro Fußgänger und Fußgängerstreifen (ÜQS/FG/FGS)	0,102	0,046	0,110
Überquerungshäufigkeit im Abschnitt (ÜQA/FG/km)	1,914	1,100	2,200

8.7 Fahrzeugaufkommen und Abstand zwischen Fußgängerstreifen

Diese Grafik zeigt die Unabhängigkeit der zwei Variablen „Abstand zwischen Fußgängerstreifen“ und „Fahrzeugaufkommen“, Bedingung um eine multiple Regressionsanalyse durchführen zu können. (siehe Kapitel 6.4 Multiple lineare Regressionsanalyse)

9 Literaturverzeichnis

- ANDERSON David R., SWEENEY Dennis J., WILLIAMS Thomas A., 2006, *Statistiques pour l'économie et la gestion / Statistik für Wirtschaft und Betriebswirtschaftslehre*
- APPLEYARD DONALD, 1981, *Livable streets*
- BRAND Roger, BRÜGGER Hansuele, NIGGLI Matthias, STALDER Herbert, 1996, *Trennwirkung von Hauptverkehrsstrassen* aus der Schriftenreihe Studentische Arbeiten Nr. 8 der Universität Bern, Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie
- BUCHANAN Colin, 1964, *Verkehr in Städten*
- DANIEL SAUTER, MARCO HÜTTENMOSER, 2006, *Integration und Ausgrenzung im öffentlichen Raum. Eine empirische Untersuchung am Beispiel junger Familien im Wohnumfeld*
- FEILMAYR Wolfgang, 2009, *Mathematik und Statistik für Raumplaner II*, Vorlesungsunterlagen TU Wien
- KNOFLACHER Hermann, 1987, *Verkehrsplanung für den Menschen*, Band 1 Grundstrukturen
- MONHEIM Heiner, 1990, *Straßen für alle*
- MÜLLER Peter, SKOUPIL Georg, TOPP Hartmut H., 1991, *Straßenraum und Umweltverträglichkeit*, in *Straße und Verkehr* Nr. 5, Mai 1991, S. 270-280
- PHAN Thérèse, *Statistique / Statistik*, Vorlesungsunterlagen Ecole Centrale Paris
- TARANCO Armand, *Econométrie Appliquée, Regression multiple / Angewandte Ökonometrie, Multiple Regressionsanalyse*, Vorlesungsunterlagen Universität Marseille
- VERKEHRSClub ÖSTERREICH, ROBERT Thaler, 1993, *Vorrang für Fußgänger*, Kapitel „Behinderungen, Trennwirkung und Querungsverhalten“
- Im Auftrag der Stadt Wien, MA18 Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2004, *Gehen in Wien*
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>: Regressionsanalyse, Bestimmtheitsmaß, ...
- <http://www.u707.jussieu.fr/biostatgv/>