



Sperrung des Limmatquai: Eine Folgenabschätzung

Hansruedi Müller

Diplomarbeit

Februar 2002

Titel:
(IVTd.eps)
Erstellt von:

Adobe Illustrator(TM) 6.0

Titel:
(ETH.eps)
Erstellt von:

Adobe Illustrator(TM) 6.0

Sperrung des Limmatquai: Eine Folgeabschätzung

Hansruedi Müller
Aegertaweg 10
CH-7075 Churwalden

hansruedi-mueller@gmx.net

Februar 2002

Kurzfassung

Das Limmatquai in Zürich soll für den motorisierten Individualverkehr gesperrt werden. Dieses Projekt beschäftigt die Bürger und die Stadtverwaltung schon seit Jahren. In einer Volksabstimmung 1999 wurden die Voraussetzungen für die weiteren Vorbereitungsarbeiten und die spätere Sperrung geschaffen. Zurzeit sind noch vier Rekurse gegen die Sperrung hängig.

Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung einer detaillierten Umlegung des umliegenden Netzes und eine Abschätzung der Folgen der Sperrung. Als Arbeitsbehelf steht die Software VISUM der Firma PTV zur Verfügung.

Zunächst wird auf der Basis des bestehenden Verkehrsmodells der Stadt Zürich ein detailliertes Teilmodell erstellt. Die Knoten auf den nahen Umfahrrouten des Limmatquais werden dazu mit den genauen Werten der Kapazität und der Wartezeit eingesetzt.

Ausgehend von der Analyse des Ist-Zustandes werden mit dem verbesserten Verkehrsmodell die Auswirkungen der Sperrung untersucht. Probleme entstehen vor allem auf der Umfahrroute rechts der Limmat über Bellevue-Rämistrasse-Seilergraben-Central sowie am Heimplatz.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen, dass die von der Stadt vorgeschlagenen Massnahmen als genügend betrachtet werden können. Als zusätzliche Massnahme zur Kapazitätssteigerung wird die Einführung eines Grosskreises beim Central vorgeschlagen.

Schlagworte

Zürich – Limmatquai-Sperrung – Verkehrsplanung – Verkehrsmodell – VISUM – ETH Zürich
– Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT)

Danksagung

Für die Unterstützung während der Durchführung meiner Diplomarbeit möchte ich mich besonders bei den folgenden Personen und Institutionen bedanken:

Herrn Professor K. W. Axhausen und Herrn Philipp Fröhlich für die gesamte Betreuung während der Diplomarbeit von der Seite des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbaus (IVT) der ETH Zürich.

Den Herren Ott, Zeller und Fellmann vom Tiefbauamt der Stadt Zürich für die allgemeine Unterstützung der Diplomarbeit.

Der Stadtpolizei Zürich, Abteilung Verkehr, insbesondere Herrn M. Stange, für die Informationen, Karten und Daten über die Knoten und Lichtsignalanlagen rund um das Limmatquai.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	I
Danksagung.....	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungserklärungen.....	VIII
1. Einleitung.....	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Ausgangslage.....	1
2. Planung der Stadt Zürich	3
2.1 Bisherige Planungsgeschichte.....	3
2.2 Motion Egger	6
2.3 Limmatquaisperre 1998.....	7
2.4 Darstellung der jetzigen Planungen der Stadt	8
3. Strukturdaten	11
3.1 Angebotsorientierte Daten	11
3.2 Nachfrageorientierte Daten.....	20
4. Erstellung des Verkehrsmodells	21
4.1 Software.....	21
4.2 Grundlagen	23
4.3 Modellierung des Teilnetzes	23
5. Analyse des Ist-Zustandes.....	31
5.1 Tagesganglinien	31
5.2 Belastungen	34
5.3 Wunschlinien	39
6. Auswirkungen der Limmatquai-Sperrung	46
6.1 Belastungen nach der Sperrung.....	46
6.2 Belastungsänderungen auf den Strecken	46
6.3 Belastungsänderungen an den Knoten.....	52
6.4 Erreichbarkeit	55
6.5 Routen	56

6.6	Abschiessende Beurteilung	57
7.	Massnahmen.....	58
7.1	Einleitung.....	58
7.2	Geplante Massnahmen der Stadt	59
7.3	Grosskreisel beim Central.....	68
7.4	Cityring.....	72
7.5	Tunnel unter Hauptbahnhof	74
7.6	Autobahnring	76
7.7	Variantenvergleich	79
8.	Schlussfolgerung und Ausblick.....	82
9.	Literatur.....	83
	Anhang.....	85

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Erforderliche Massnahmen nach Motion Egger	6
Abbildung 3-1: Gesamtnetz Kanton Zürich	11
Abbildung 3-2: Streckenspinne Limmatquai, 17 bis 18 Uhr Richtung Norden	12
Abbildung 3-3: Teilnetz mit Zählstellen	13
Abbildung 3-4: Umgelagerter Verkehr (grün: Zunahme)	14
Abbildung 3-5: Ausschnitt aus dem Bilderkatalog	15
Abbildung 3-6: Knotenplan Kreuzung Limmatquai - Mühlegasse	16
Abbildung 3-7: Verkehrsnetz Individualverkehr	17
Abbildung 3-8: Betriebsplan Individualverkehr	18
Abbildung 3-9: Spurenplan	19
Abbildung 3-10: Durchschnittlicher Werktagsverkehr Limmatquai	20
Abbildung 4-1: Verkehrsmodell VISUM	22
Abbildung 4-2: CR-Funktionstyp BPR	25
Abbildung 4-3: Beispiel: Berechnung Knoten Limmatquai-Mühlegasse	29
Abbildung 5-1: Ganglinien Limmatquai 1999	32
Abbildung 5-2: Ganglinien Seilergraben 1999	33
Abbildung 5-3: Ganglinien Talstrasse 1999	33
Abbildung 5-4: Belastung Abendspitzenstunde Teilnetz	35
Abbildung 5-5: Belastung Abendspitzenstunde Bereich Limmatquai [Fz/h]	36
Abbildung 5-6: Beispiel: Knotenströme Heimplatz	37
Abbildung 5-7: Streckenauslastung	38
Abbildung 5-8: Streckenspinnen Limmatquai Detail	40
Abbildung 5-9: Streckenspinnen Limmatquai	42
Abbildung 5-10: Streckenspinnen Limmatquai und Bellerivestrasse	44
Abbildung 5-11: Streckenspinnen Limmatquai und General-Guisan-Quai	45
Abbildung 6-1: Belastungsänderungen	47
Abbildung 6-2: Streckenauslastung vor und nach der Sperrung	51
Abbildung 6-3: Isochronen für die Seestrasse	55

<u>Abbildung 6-4: Routen von der Seestrasse zum Autobahnanschluss Zürich Nord</u>	56
<u>Abbildung 7-1: Massnahmen am Central</u>	60
<u>Abbildung 7-2: Massnahmen am Bellevue</u>	61
<u>Abbildung 7-3: Massnahmen am Bellevue Variante 2 [Stadt Zürich (2001b)]</u>	62
<u>Abbildung 7-4: Massnahmen am Heimplatz</u>	63
<u>Abbildung 7-5: Massnahmen Rämistrasse/Hirschengraben</u>	64
<u>Abbildung 7-6: Differenznetz Auswirkungen Massnahmen mit Bellevue Variante 1</u>	65
<u>Abbildung 7-7: Differenznetz Auswirkungen Massnahmen mit Bellevue Variante 1</u>	67
<u>Abbildung 7-8: Situation am Central</u>	68
<u>Abbildung 7-9: Massnahmen am Central</u>	70
<u>Abbildung 7-10: Differenznetz Auswirkungen Grosskreise Central</u>	71
<u>Abbildung 7-11: Differenznetz Auswirkungen Cityring</u>	73
<u>Abbildung 7-12: Differenznetz Auswirkungen Tunnel unter Hauptbahnhof</u>	75
<u>Abbildung 7-13: Autobahnring um Zürich</u>	77
<u>Abbildung 7-14: Differenznetz Auswirkungen Autobahnring</u>	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Umfahrungsrouten nahe des Limmatquais	14
Tabelle 5-1: Quellen südlich des Limmatquais	40
Tabelle 5-2: Quellen nördlich des Limmatquais	41
Tabelle 5-3: Ziele nördlich des Limmatquais	41
Tabelle 5-4: Ziele südlich des Limmatquais	41
Tabelle 5-5: Ziele im Norden	42
Tabelle 5-6: Ziele im Süden	43
Tabelle 5-7: Quellen im Süden	43
Tabelle 5-8: Quellen im Norden	43
Tabelle 6-1: Umlagerung rechts der Limmat Richtung Norden	48
Tabelle 6-2: Umlagerung links der Limmat Richtung Norden	49
Tabelle 6-3: Umlagerung rechts der Limmat Richtung Süden	49
Tabelle 6-4: Umlagerung links der Limmat Richtung Norden	50
Tabelle 6-5: Summe des umgelagerten Verkehrs Richtung Norden	50
Tabelle 6-6: Summe des umgelagerten Verkehrs Richtung Süden	51
Tabelle 6-7: Summe der massgebenden Konfliktströme	53
Tabelle 7-1: Vergleich Fahrzeugkilometer pro Streckentyp	79
Tabelle 7-2: Vergleich Fahrzeugkilometer total	80
Tabelle 7-3: Vergleich Fahrzeugstunden pro Streckentyp	80
Tabelle 7-4: Vergleich Fahrzeugstunden total	81

Abkürzungserklärungen

ACS	Automobil-Club der Schweiz
BPR	Bureau of Public Roads
CR	Capacity Restraint (Kapazitätsbeschränkungsfunktion)
ES	Erschliessungsstrasse
FG	Fussgänger
FR	Fahrrad
Fz	Fahrzeug
HLS	Hochleistungsstrasse
HVS	Hauptverkehrsstrasse
IV	Individualverkehr
LF	Leistungsfähigkeit
LSA	Lichtsignalanlage
LW	Lastwagen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MR	Motorrad
öV	Öffentlicher Verkehr
P	Parkplatz
PW	Personenwagen
PWE	Personenwageneinheit
SS	Sammelstrasse
TCS	Touring Club Schweiz

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Das Limmatquai soll auf der Höhe des Rathauses gesperrt werden. Dieses Projekt beschäftigt die Bürger und die Stadtverwaltung schon seit Jahren. In einer Volksabstimmung im Jahr 1999 wurden die Voraussetzungen für die weiteren Vorbereitungsarbeiten und die spätere Sperrung geschaffen.

Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung einer detaillierten Umlegung des betroffenen Gebiets, inklusive einer angemessenen genauen Abbildung der betroffenen Knotenpunkte und Lichtsignalanlagen. Dieses Modell ist dann für eine Abschätzung der Folgen der Sperrung einzusetzen.

1.2 Ausgangslage

Das Limmatquai wurde 1823 bis 1859 in vier Etappen erbaut, um die von Fuhrwerken völlig verstopfte Altstadt zu entlasten. Die Stadt Zürich hat sich aber weiterentwickelt, und nun liegt das Limmatquai im Zentrum der Stadt.

Die Strasse ist grösstenteils einspurig, mit einigen sehr schmalen Aufweitungen auf zwei kurze Vorsortierstreifen bei den grösseren Knoten. Zusätzlich zum motorisierten Individualverkehr führen noch zwei Tramlinien durch die schmale Strasse. Für Fussgänger und Velofahrer ist der Platz somit sehr beschränkt. Das Unfallpotential auf dieser Strecke ist sehr hoch. Dies ist aus den folgenden Artikeln aus dem Tagesanzeiger ersichtlich, welche hier als Beispiel aufgeführt werden [Tagesanzeiger]:

„Tages-Anzeiger; 2001-04-14; Seite 15; Stadt Zürich

Fussgängerin verletzt

Bei einem Verkehrsunfall im Kreis 1 ist am Karfreitag eine 30-jährige Frau verletzt worden. Nach Angaben der Stadtpolizei wurde die Frau morgens um 2.20 Uhr von einem Personewagen erfasst, als sie das Limmatquai eineinhalb Meter neben dem Fussgängerstreifen überqueren wollte. Der Lenker ergriff die Flucht. Die Polizei machte ihn später an seinem Wohnort ausfindig. Die Frau wurde mit der Sanität ins Spital gebracht. (sgr)

Tages-Anzeiger; 2000-07-22; Seite 14; Stadt Zürich

Ins Tram getrampelt

Eine 35-jährige Fussgängerin ist gestern Freitag um 12.45 Uhr am Limmatquai gegen ein Tram gestossen und hat sich Schürfungen und Prellungen am Hinterkopf zugezogen. Gemäss Stadtpolizei trat die Frau an der Haltestelle Rathaus hinter einem Tram hervor und lief in ein kreuzendes Fahrzeug. Der Trambetrieb war eine halbe Stunde lang behindert. (mgm)

Tages-Anzeiger; 1999-09-29; Seite 21; Stadt Zürich

Velofahrerin verletzt

Bei einem Auffahrunfall auf dem Limmatquai hat sich eine 27-jährige Velofahrerin Kopfverletzungen und Prellungen zugezogen. Sie musste ins Spital gebracht werden. Die Frau war kurz nach 12.30 Uhr aus zunächst unbekanntem Gründen auf einen Lieferwagen aufgefahen, der Richtung Bellevue unterwegs war. Wegen des Unfalls wurde der Tramverkehr während 40 Minuten unterbrochen. Die Stadtpolizei sucht Zeugen (01/216 72 21). (luh)“

Diese Liste ist unvollständig, zeigt aber, wie gefährlich die Strecke vor allem für Fussgänger und Velofahrer ist.

Da in der Stadt Zürich ein Autobahnring noch fehlt, dient das Limmatquai heute als Durchgangsstrasse für eine direkte Verbindung von der Goldküste zur Autobahn, weil bessere Verbindungen vorhanden sind [Kanton Zürich (2000)]. So zwängen sich pro Tag durchschnittlich 22 000 Autos durch das Limmatquai.

Aus diesen Gründen wird die Schaffung eines Fussgängerbereichs im mittleren Limmatquai schon seit Jahrzehnten diskutiert. Dabei ist ersichtlich, dass sehr unterschiedliche Meinungen zur Behandlung des motorisierten Individualverkehrs in der Stadt aufeinander prallen.

2. Planung der Stadt Zürich

2.1 Bisherige Planungsgeschichte

Die Schaffung eines Fussgängerbereichs im mittleren Limmatquai wird schon seit Jahrzehnten diskutiert. Davon zeugen zahlreiche parlamentarische Vorstösse und umfangreiche Studien.

Hier werden kurz die wichtigsten Schritte seit dem letzten Versuch einer Sperrung erläutert [Tagesanzeiger]. Die Artikel aus dem Tagesanzeiger von 1990 bis 2001 sind auf der CD zur Diplomarbeit enthalten.

- September 1987: Die Stimmberechtigten der Stadt Zürich lehnen die Sperrung des Limmatquais mit hauchdünner Mehrheit ab.
- 1990: Im Kantonalen Massnahmenplan Lufthygiene empfiehlt der Regierungsrat die Erweiterung der Fussgängerzonen im Zentrumsgebiet.
- 1990: Im kommunalen Verkehrsplan wird verankert, dass die Zahl der öffentlich zugänglichen Parkplätze in der Innenstadt stabil bleiben soll.
- Sommer 1995: Das Limmatquai wird für Gleisarbeiten während 5 Monaten gesperrt. Dabei werden Verkehrszählungen vorgenommen. Aufgrund dieser Verkehrszählungen hält der Vorsteher des Polizeidepartements, Robert Neukomm, und die Mehrheit des Stadtrates die Sperrung des Limmatquais für "verkehrstechnisch machbar".
- März 1996: Der Stadtrat will das mittlere Limmatquai für den Durchgangsverkehr sperren und aus dem Rennweg einen Fussgängerbereich machen, um die Zürcher Innenstadt attraktiver zu machen. Dagegen wenden sich die folgenden Gruppierungen: FDP, SVP, ACS, TCS
- Mai 1996: Der Gemeinderat beschliesst mit 95 gegen 11 Stimmen eine Ergänzung des kommunalen Verkehrsplanes. Ihr Zweck: Erweiterung der Fussgängerbereiche in der Innenstadt, wobei oberirdische Parkplätze aufgehoben und im gleichen Ausmass unterirdisch ersetzt werden.
- Juni 1996: Der Stadtrat beantragt dem Gemeinderat, das Limmatquai zwischen Münster- und Rudolf-Brun-Brücke zu einer gewöhnlichen Quartierstrasse abzuklassieren.
- September 1996: Der TCS macht den Vorschlag einer Teilspernung. Er stützt sich auf eine Studie, welche er beim Büro Jenni+Gottardi in Auftrag gegeben hat. Gegen-

stand der Studie waren drei Varianten: eine temporäre Sperrung (ausserhalb der Spitzenzeiten) sowie Teilsperungen in Richtung Bellevue oder Central.

- Oktober 1996: Der Stadtrat lehnt die Idee einer Teilsperung ab.
- November 1996: Auswertungen von Messungen der Luftqualität während der baubedingten Sperrung des Limmatquais im Sommer 1995 durch das städtische Amt für Gesundheit und Umwelt zeigen, dass die NO₂-Immissionen am Limmatquai während dieser Zeit um 36 bis 54 Prozent abgenommen haben. Am Hirschengraben beträgt die Zunahme nur 2%, trotz 17% Mehrverkehrs.
- April 1997: Das Städtische Tiefbauamt startet einen Ideenwettbewerb für die Neugestaltung des Limmatquais als verkehrsarmer Fussgängerbereich.
- Oktober 1997: Eine vom Büro Seiler/Niederhauser/Zuberbühler im Auftrag der Abteilung Verkehrsplanung des Tiefbauamtes erstellte Studie zeigt, dass bei einer Sperrung des Limmatquais bauliche Massnahmen beim Bürkliplatz und an der Talstrasse nötig sind.
- November 1997: Die Stimmberechtigten bewilligen ein Parkhaus in der City, das die Voraussetzung bildet für die Vergrösserung der Fussgängerzone.
- Mai 1998: Das Limmatquai wird für die Ersetzung von alten Tramgeleisen für zwei Monate gesperrt. Die offizielle (ausgeschilderte) Umfahrung verläuft rechts der Limmat und führt über die Tal- bzw. Stockerstrasse. Von den Autofahrern wurde aber die Umfahrungsrouten via Rämistrasse, Hirschengraben und Seilergraben bevorzugt. Begleitet wurde die Sperrung durch flankierende Massnahmen am Bürkliplatz und am Hirschengraben, welche sich bewährt haben.
- August 1998: Für die Neugestaltung und Aufwertung des Limmatquais liegt das Vorprojekt vor. Ein Luzerner Architektenteam schlägt vor, die Rathausbrücke abzuspecken und mit einer Mole in der Limmat eine neue Promenade zu schaffen.
- Januar 1999: Aus den Verkehrszählungen während der baubedingten Sperrung Juli/Oktobre 1998 schliesst die Polizeivorsteherin Esther Maurer, dass das Limmatquai "ohne Nachteile" vom Durchgangsverkehr befreit werden könne.
- 7. April 1999: Mit 94 gegen 25 Stimmen hat der Gemeinderat der Sperrung des Limmatquais für den Durchgangsverkehr zugestimmt. Gleichzeitig überweist er eine FDP-Motion für die Verflüssigung der Umfahrungsrouten (Motion Egger). Das Geschäft wird freiwillig der Volksabstimmung unterzogen.
- Juni 1999: Der ACS schlägt einen Einbahnring durch die City vor.
- Juni 1999: Das Stimmvolk bewilligt die Umwandlung des Limmatquais in eine einfache Quartierstrasse mit einem Ja-Stimmen-Anteil von 59,5 Prozent.

- Juli 1999: Der Regierungsrat des Kantons äussert sich ablehnend zum Vorprojekt aus dem Ideenwettbewerb. Ebenfalls will er mehr Verkehrsmessungen.
- März 2000: Der Kanton lehnt den Bau einer begehbaren Mole in der Limmat ab. Dafür heisst er die Abklassierung des Limmatquais und somit die Sperrung gut. Damit wird das Limmatquai im kommunalen Verkehrsplan als Quartierstrasse aufgeführt.
- Juni 2000: Der VBZ – Direktor Thomas Portmann macht den Vorschlag, ein Grati-
stram innerhalb der City einzuführen. Dies auf den Strecken zwischen Bahnhofplatz,
Bürkliplatz, Bellevue und Central.
- April 2000: Das Polizeidepartement schreibt die Sperrung des Limmatquais im
Amtsblatt aus (Rechtsverfahren). Die Dauer des Verfahrens wird auf drei bis fünf
Jahre geschätzt. Es wird mit Einsprachen gerechnet.
- August 2000: Gegen die Sperrung des Limmatquai sind beim Stadtrat 12
Einsprachen eingegangen, drei davon von ACS, TCS und FDP.
- November 2000: Der Stadtrat schätzt die Kosten für die Umfahrung des Limmat-
quais auf 1,4 Millionen Franken. Einen City-Ring lehnt er ab.
- März 2001: Der Stadtrat beschliesst ein Verkehrskonzept für die Umfahrung des
Limmatquais. Das Konzept wurde von der Stadt zusammen mit dem Planungsbüro
Ernst Basler + Partner entwickelt. Die Ausführung kostet 1,6 Millionen Franken:
700'000 für bauliche Korrekturen, 500'000 für neue Ampeln und die Anpassung
der bestehenden Verkehrsregelungsanlagen, 400'000 für die Anpassung der Weg-
weisung und Markierungen. Der Stadtrat hat alle Einsprachen abgelehnt. Die Poli-
zeivorsteherin schätzt, dass erst im Jahr 2004 alle Rechtsverfahren abgeschlossen
sind (bis zur letzten Instanz).
- Juni 2001: Beim Statthalter sind noch vier Rekurse gegen die Sperrung des Limmat-
quais eingegangen. Darunter von ACS, TCS und FDP.
- Juli 2001: Der Stadtrat erhält mit einer Motion von Armin Schilter (SVP) den Auftrag
für einen Kreditantrag für einen Autotunnel unter Hauptbahnhof und Sihl. Dabei
soll das Sihlquai und die Kasernenstrasse verbunden werden. Das bestehende Tun-
nelstück existiert bereits. Der Tunnel wäre ein Provisorium bis zur geplanten Eröff-
nung des "Stadttunnels" zwischen Milchbucktunnel und A3 im Jahr 2020.
- Oktober 2001: Die Politik am Limmatquai kommt ins stocken, weil die FDP die vom
Planungsbüro Ernst Basler + Partner vorgeschlagenen Massnahmen zur Umsetzung
der Motion Egger für ungenügend hält.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass viele Parteien, Interessenvereinigun-
gen und Quartiervereine etwas zur jetzigen Situation beigetragen haben.

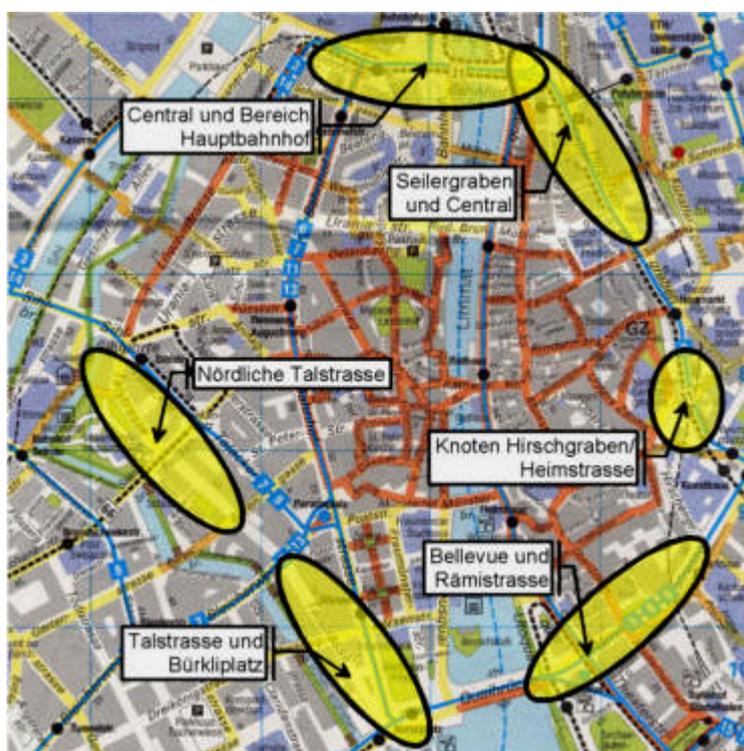
2.2 Motion Egger

Die Motion von Gemeinderat Robert Egger vom 18. März 1999 fordert eine Verflüssigung des Verkehrs auf den Umfahrrouten (Abbildung 2-1). Sie hat folgenden Wortlaut [Stadt Zürich (2001b)]:

"Der Stadtrat wird beauftragt, dem Gemeinderat rechtzeitig eine Weisung vorzulegen und Antrag für einen Objektkredit zu stellen, damit auf den Zeitpunkt der Sperrung des Limmatquais an folgenden Orten und Strassenstücken verkehrsorganisatorische und bauliche Massnahmen für eine Verflüssigung des Verkehrs zur Realisierung gelangen können:

1. Seilergraben und Central
2. Central und Bereich Hauptbahnhof
3. Nördliche Talstrasse
4. Talstrasse und Bürkliplatz
5. Bellevue und Rämistrasse
6. Knoten Hirschgraben/Heimstrasse

Abbildung 2-1: Erforderliche Massnahmen nach Motion Egger



Ferner sollen die während der Verkehrssperrung vom Sommer 1998 getätigten Installationen optimiert und definitiv eingerichtet werden.

Die infolge der Verflüssigungsmassnahmen aufzuhebenden öffentlichen Parkplätze müssen gemäss Grundsatz des kommunalen Verkehrsplans vollständig kompensiert werden."

Der Gemeinderat hat mit Beschluss vom 14. April 1999 die Motion an den Stadtrat und zum Antrag an die Vorsteherin des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements überwiesen.

Auf Grund dieser Motion lautet die Aufgabenstellung, für den vom mittleren Limmatquai umzulagernden motorisierten Individualverkehr geeignete Umfahrungsrouten zu finden sowie Massnahmen vorzuschlagen, um die zusätzliche Verkehrsmenge auf diesen Umfahrungsrouten bewältigen zu können.

2.3 Limmatquaisperre 1998

Vom 13. Juli bis 23. Oktober 1998 war das Limmatquai zwischen Rudolf-Brun-Brücke und Schifflandeplatz baubedingt für den durchfahrenden Individualverkehr in beiden Richtungen gesperrt. Der zu- und weggehende Anlieferverkehr war nur von der Rudolf-Brun-Brücke her bis Höhe Rüdenplatz in beiden Richtungen gestattet.

Die Auswertungen [Stadt Zürich (1998a), Stadt Zürich (1999b)] sind zu den folgenden Resultaten gekommen:

Diese Sperre hat gezeigt, dass der verdrängte Verkehr auf den innerstädtischen Alternativrouten links und rechts der Limmat ohne längerdauernde Störung bewältigt werden konnte.

Die "speziellen flankierenden Massnahmen 1998" haben sich am Bürkliplatz, an den Verzweigungen Rämistrasse/Hirschengraben und Hirschengraben/Heimstrasse nicht nur im Zusammenhang mit der Sperrung des Limmatquai bewährt, sondern trugen als punktuelle Massnahmen ein Wesentliches zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei (für Fussgänger, Busbenützer am Bürkliplatz; für einen deutlich sichereren Verkehrsablauf an der Verzweigung).

2.4 Darstellung der jetzigen Planungen der Stadt

Die momentane Planung der Stadt basiert auf dem Bericht "Verkehrskonzept Limmatquai – Aufwertung" vom Tiefbauamt der Stadt Zürich, ausgearbeitet vom Planungsbüro Ernst Basler + Partner AG [Stadt Zürich (2001b)].

2.4.1 Vorgaben und Randbedingungen

Ausgehend von der Motion Egger haben die Vorsteherin des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements und das Projektteam folgende Vorgaben formuliert:

- Aufnahme des heutigen Verkehrs auf dem mittleren Limmatquai auf den Umfahrrouten
- Der motorisierte Individualverkehr ist auf den Umfahrrouten zu verflüssigen
- Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs bzw. die ungehinderte Fahrt von Haltestelle zu Haltestelle ist zu gewährleisten (vor allem Central und Zeltweg, Auswirkungen nicht schlechter als Sperrung 1998)
- Die Umfahrrouten haben Priorität vor der Erweiterung der Fussgängerzone (etappierte Einführung möglich)
- Die Lösung soll innerhalb nützlicher Frist umsetzbar sein (Finanzen etc.)
- Für die Wahl von Umfahrrouten sind die überkommunalen Routen gemäss den geltenden Verkehrsrichtplänen zu verwenden
- Die Erreichbarkeit der Innenstadt ist zu gewährleisten (Erschliessungsqualität, Anwohner, Parkierung)
- Der „Historische Kompromiss“ in der Parkierung ist zu berücksichtigen
- Eine negative Beeinflussung der Wohngebiete ist zu vermeiden
- Umweltaspekte sind zu berücksichtigen (keine zusätzlichen Staubildungen o.ä.)
- Die kürzlich erfolgten Umbauten am Bürkliplatz und im Seilergraben sind zu berücksichtigen

2.4.2 Ziele

Aus den Vorgaben wurden die folgenden Ziele erarbeitet:

- Flüssige Verkehrsabwicklung auf dem überkommunalen Netz
- Nullsummenspiel beim MIV anstreben
- Redundanz im Netz wahren (vor allem für Ausnahmesituationen)
- Priorität des öffentlichen Verkehrs wahren
- Etappierte Umsetzung des Innenstadtkonzepts (Fussgängerzone)
- Keine Zunahme der Emissionen (Luftschadstoffe, Lärm)
- Aufwertung der Innenstadt (Aufenthaltsqualität, Stadtverträglichkeit, attraktive Fuss- und Veloverbindungen)
- Keine einseitige Betrachtung nur auf den Spitzenstundenverkehr (Nachtverkehr)

2.4.3 Massnahmen

Der Bericht schlägt die folgenden Massnahmen zur "Verflüssigung des Verkehrs auf den Umfahrungsrouten für das gesperrte Limmatquai" im Sinne der Motion Egger vor:

- 1) Die Massnahmen, die bereits während der Bausperrung im Sommer 1998 eingeführt wurden, wieder einzuführen:
 - a) Bürkliplatz gemäss definitivem Umbau
 - b) Knoten Hirschengraben/Heimstrasse gemäss definitivem Umbau
 - c) Neue Spurzuordnung in der Vorsortierung am Knoten Bahnhofquai/Uraniastrasse
 - d) Knoten Rämistrasse/Hirschengraben gemäss provisorischer Massnahme während der Bausperrung
- 2) Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen werden zusätzlich die folgenden Massnahmen vorgeschlagen:
 - a) Central: Reduktion der Anzahl Spuren Richtung Weinbergstrasse auf 1, Vorziehen der Haltebalken im Seilergraben, Freigabe des vordersten Teils der Busspur Linie 31 für den motorisierten Individualverkehr (MIV) als neue Vorsortierspur in Richtung Bahnhofbrücke

- b) Bellevue: Reduktion der Länge der Vorsortierspuren im Utoquai (zwischen Terrasse und Limmat) auf ca. 30 m, Zulauf zum Knoten einspurig. Anpassung der Lichtsignalsteuerung an die neuen Belastungen
- c) Heimplatz: Unterbinden des Rechtsabbiegers aus der Rämistrasse in den Zeltweg, Ersatzroute über Hirschengraben - Heimstrasse. Anpassung der Lichtsignalsteuerung an die neuen Belastungen. Optional wird auf der Rämistrasse in Fahrtrichtung Bellevue die Aufhebung der Linksabbiegerspur in den Zeltweg empfohlen, mit Ersatzroute über Hottingerstrasse und Heimstrasse, mit U-Turn vor dem Kunsthaus.

Mit den Massnahmen am Central und Bellevue wird dem veränderten Belastungsbild Rechnung getragen. Insbesondere werden die durch die beträchtliche Reduktion des Limmatquaiverkehrs frei werdenden Kapazitäten gezielt den in Zukunft stärker belasteten Beziehungen zur Verfügung gestellt.

Weiter wird die Anpassung der Steuerung der Lichtsignalanlagen an die veränderten Belastungen bei verschiedenen weiteren Knoten vorgeschlagen.

3. Strukturdaten

3.1 Angebotsorientierte Daten

3.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

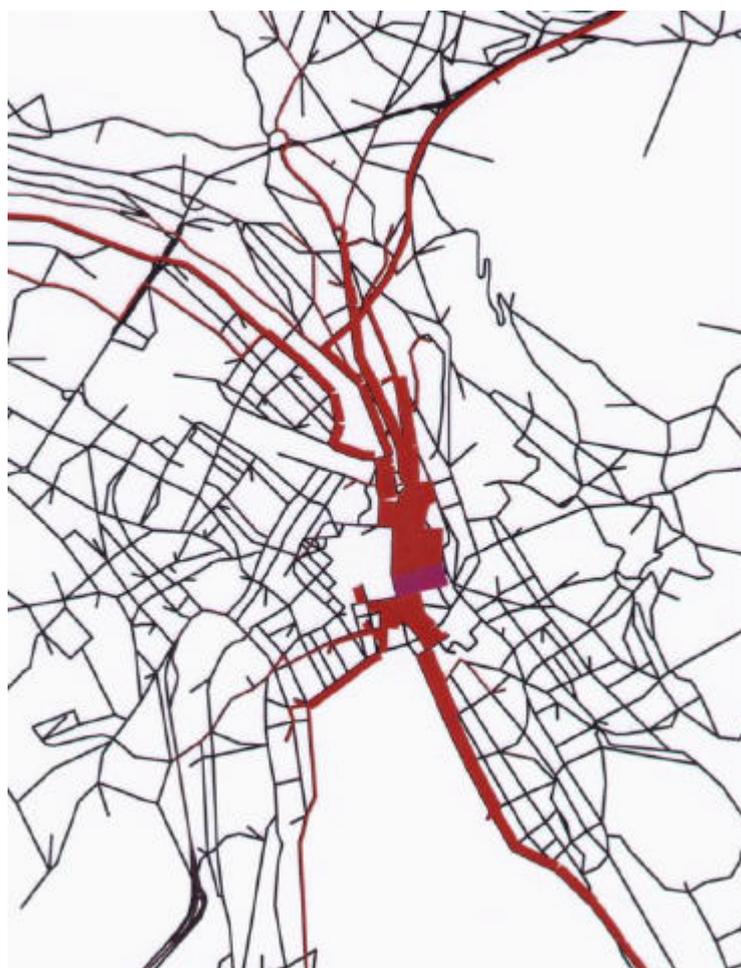
Für eine grobe Beurteilung des Problems wird zunächst das gesamte Netz des Kantons Zürich betrachtet (Abbildung 3-1, Anhang A: Netz Kanton Zürich).

Abbildung 3-1: Gesamtnetz Kanton Zürich



Mit Hilfe des bestehenden Verkehrsmodells des Kantons Zürich wird das Gebiet weiter eingegrenzt. Durch das Erstellen und die Auswertung von Streckenspinnen kann damit geklärt werden, wo die Quellen und Ziele des heutigen Limmatquai – Verkehrs liegen.

Abbildung 3-2: Streckenspinne Limmatquai, 17 bis 18 Uhr Richtung Norden



Die Auswertung der Streckenspinnen (Abbildung 3-2) zeigt deutlich, dass der grösste Teil des südlichen Limmatquai – Durchgangsverkehrs seine Ziele bzw. seine Quellen entlang des rechten Zürichsee – Ufers hat. Dies deutet im Weiteren darauf hin, dass dieser Verkehr bereits heute nur begrenzte Ausweichmöglichkeiten hat. Er wird auch in Zukunft auf Umfahrrouten in der Nähe des Limmatquais angewiesen sein.

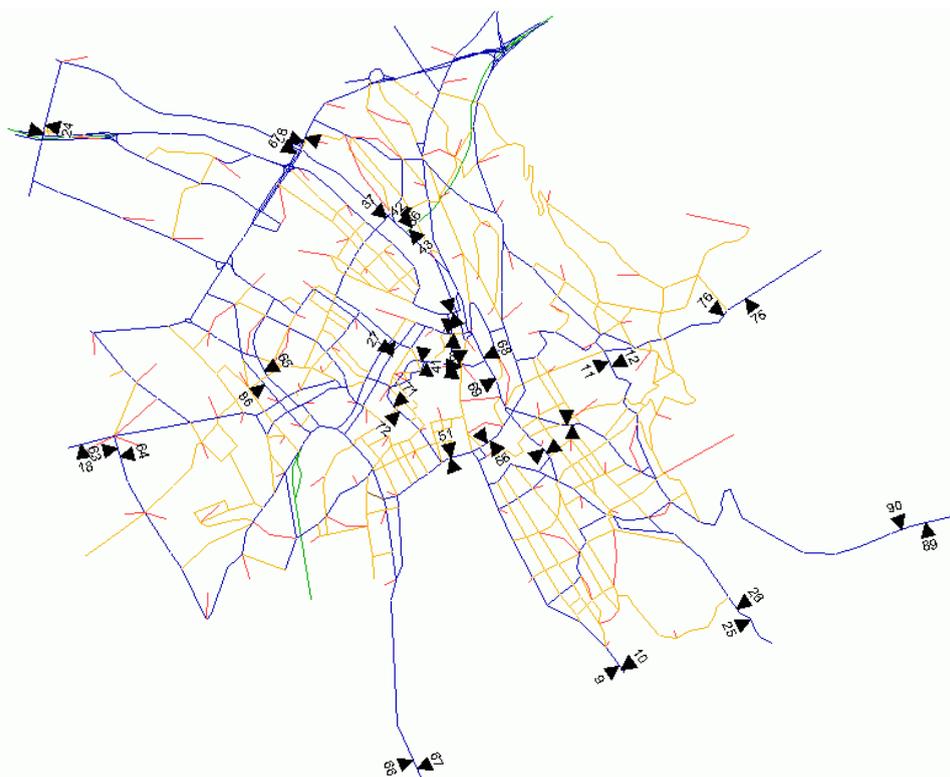
Ein geringerer Anteil aus dem Süden kommt vom linken Zürichsee-Ufer über den General – Guisan – Quai sowie über die Dreikönigsstrasse von der Autobahn A3.

Im Norden verteilen sich die markanten Ziele und Quellen etwa gleichmässig auf die folgenden Orte und Strecken:

- Autobahn A1 über das Neumühlequai und den Milchbucktunnel
- Autobahn A3 über das Sihlquai
- Bucheggplatz über die Schaffhauserstrasse
- Weinbergstrasse mit verschiedenen Zielen und Quellen.

Dies zeigt, dass es angebracht ist, die weiteren Untersuchungen auf das Gebiet zwischen Zürichhorn und die an die Stadt angrenzenden Autobahnanschlüsse einzugrenzen (Abbildung 3-3, Anhang A: Teilnetz).

Abbildung 3-3: Teilnetz mit Zählstellen



Erste Untersuchungen am bestehenden kantonalen Verkehrsmodell zeigen, dass die weiter oben aufgestellte Vermutung richtig sein dürfte.

Abbildung 3-4: Umgelagerter Verkehr (grün: Zunahme)



Der überwiegende Teil des vom Limmatquai verdrängten Verkehrs sucht sich Umfahrrouten möglichst nahe beim Limmatquai (Abbildung 3-4). Das unabdingbare Ziel, den Durchgangsverkehr durch das übergeordnete Strassennetz zu führen, führt zum Schluss, dass sich der grösste Teil des umgelagerten Verkehrs über die folgenden Routen abwickeln wird (Tabelle 3-1):

Tabelle 3-1: Umfahrrouten nahe des Limmatquais

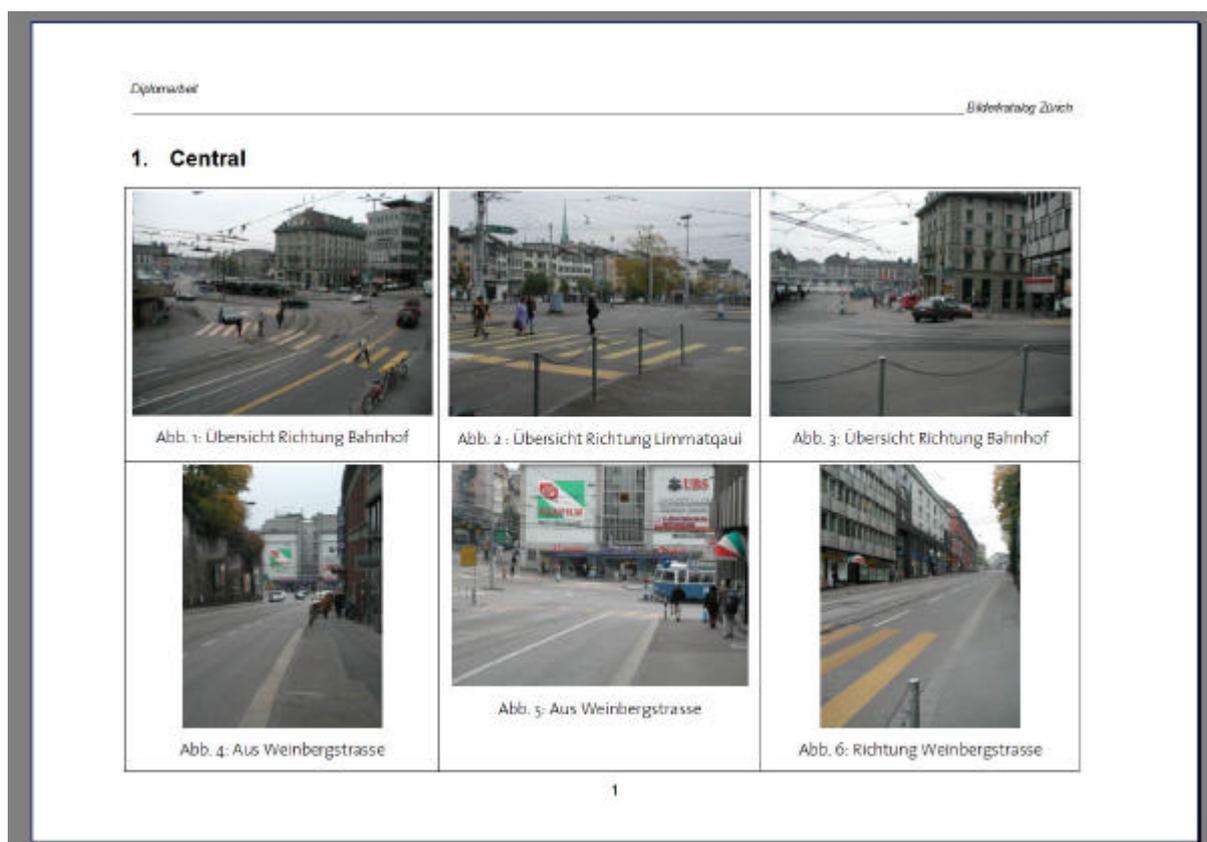
Rechts der Limmat	Links der Limmat
Bellevue	Quaibrücke
Rämistrasse	Talstrasse
Hirschengraben/Heimplatz	Sihlstrasse/Uraniastrasse
Seilergraben	Rudolf-Brun-Brücke
Central	

Somit kann eine weitere Detaillierung des Verkehrsmodells hauptsächlich auf diese direkten Umfahrrouten begrenzt werden.

3.1.2 Bestandesaufnahme

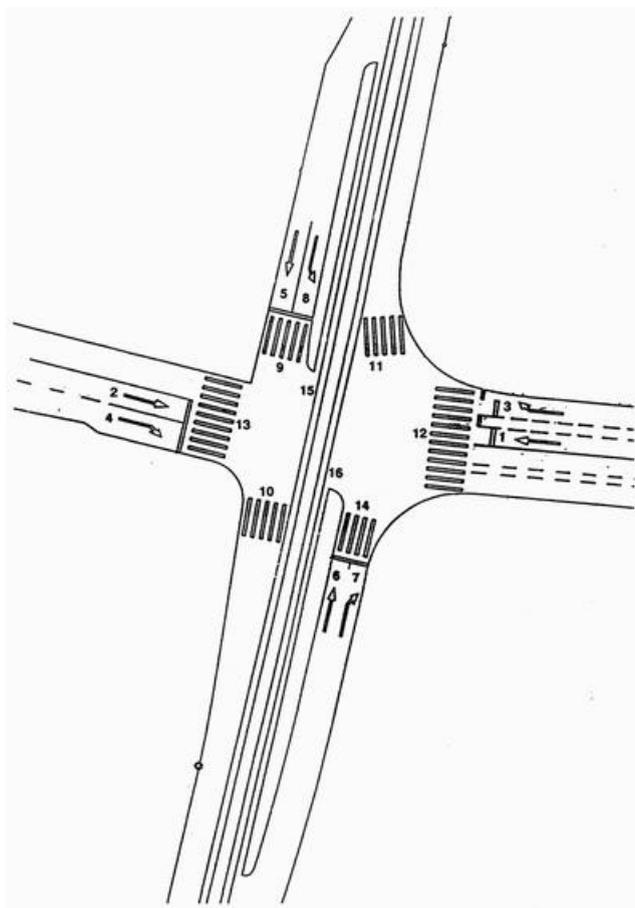
In diesem Abschnitt wird das vorhandene Angebot an Verkehrsanlagen erfasst. Entsprechend der vorgängig erläuterten Abgrenzung werden hauptsächlich die näheren Umfahrungsrouten des Limmatquais näher betrachtet. Der Rest des Untersuchungsgebietes wird aus dem bestehenden Netz des Kantons Zürich übernommen.

Abbildung 3-5: Ausschnitt aus dem Bilderkatalog



In einem ersten Schritt wurde ein Bilderkatalog des Untersuchungsgebietes erstellt (Abbildung 3-5). Dies ergibt einen ersten Eindruck über den heutigen Zustand und Ausbaugrad des bestehenden Verkehrsnetzes. Zusammen mit Plänen der wichtigen Knoten (Abbildung 3-6) und Informationen über den Verkehrsablauf können daraus weitere Unterlagen für die späteren Untersuchungen gewonnen werden.

Abbildung 3-6: Knotenplan Kreuzung Limmatquai - Mühlegasse

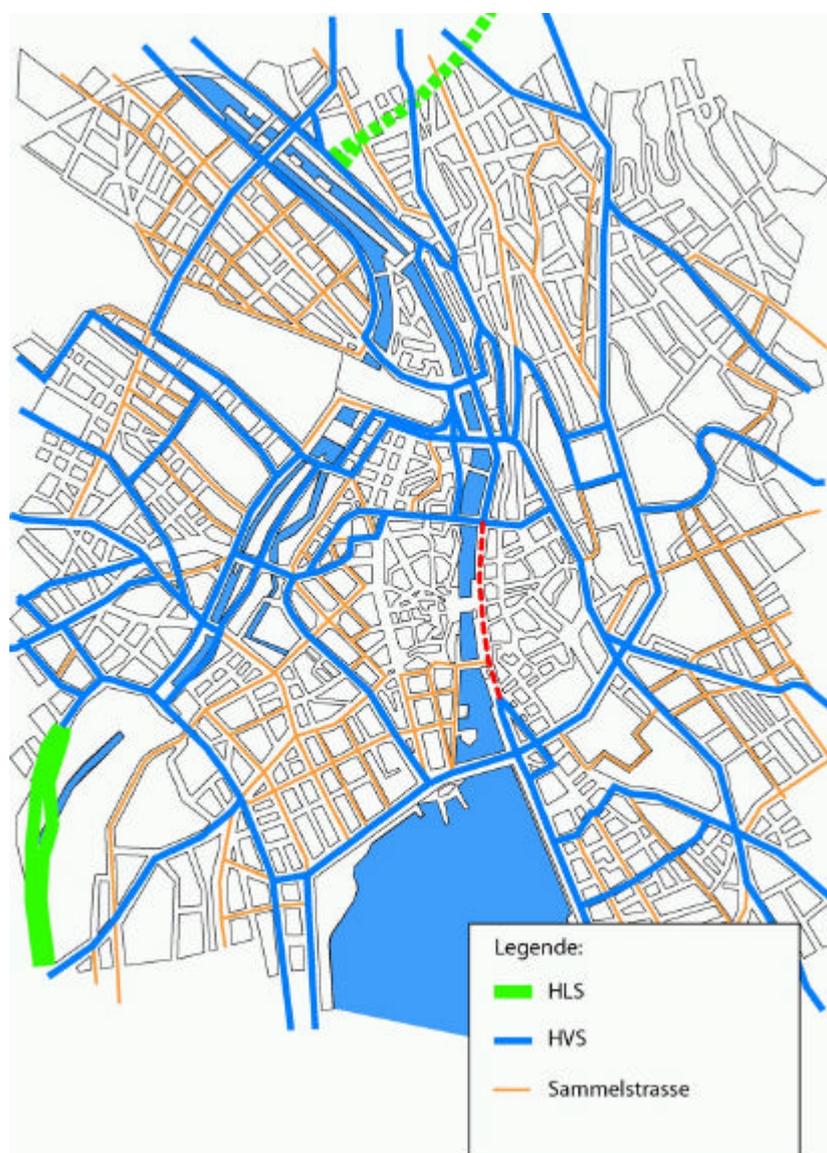


Der Bilderkatalog und die Knotenpläne sind auf der CD zur Diplomarbeit enthalten. Im Anhang A befindet sich eine Übersicht über die Innenstadt (Anhang A: Übersicht Innenstadt).

Verkehrsnetz Individualverkehr

Im Verkehrsnetzplan (Abbildung 3-7, Anhang A: Verkehrsnetz Individualverkehr) werden die Strassen ihrer Typisierung nach den VSS-Normen entsprechend dargestellt. Dieser Plan gibt Hinweise darauf, welche Strassen sich am besten für eine Umfahrroute für den Durchgangsverkehr eignen. Die Routen für den Durchgangsverkehr sind auch aus dem kommunalen und kantonalen Verkehrsplan ersichtlich.

Abbildung 3-7: Verkehrsnetz Individualverkehr



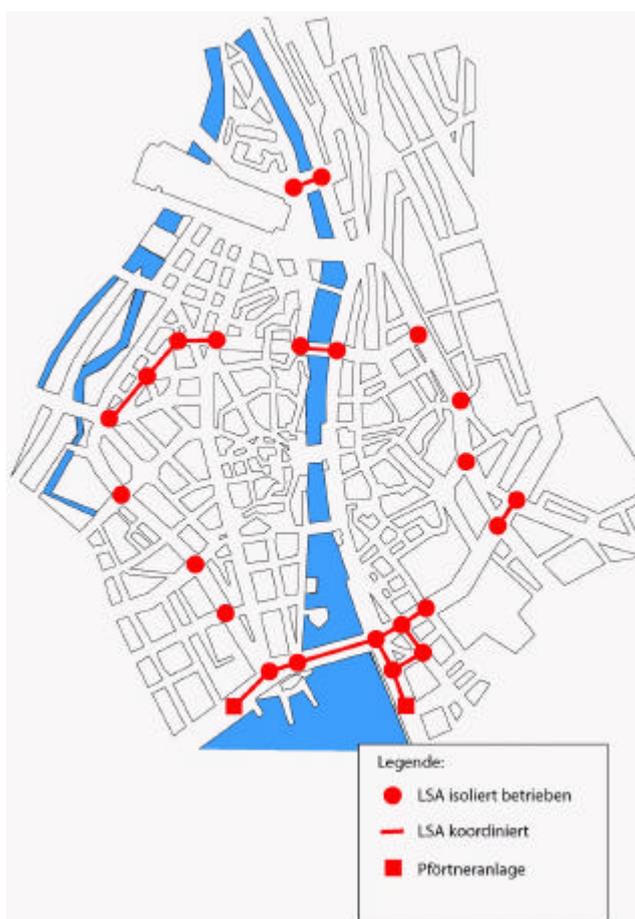
Betriebskonzept Individualverkehr

Das Betriebskonzept des Individualverkehrs wird im Betriebsplan dargestellt (Abbildung 3-8, Anhang A: Betriebsplan Individualverkehr). Der Betriebsplan besteht im Wesentlichen aus der Darstellung der Verkehrssteuerung und der Verkehrslenkung.

Die Übersicht über die Verkehrssteuerung zeigt die Standorte und Funktionsweise der Lichtsignalanlagen im Untersuchungsgebiet. Dazu werden die folgenden Elemente dargestellt:

- LSA isoliert betrieben
- LSA koordiniert
- Pfortneranlage

Abbildung 3-8: Betriebsplan Individualverkehr



Die Übersicht über die Verkehrslenkung zeigt die dem Individualverkehr zur Verfügung stehenden Spuren. Die Darstellung erfolgt in einem Spurenplan (Abbildung 3-9, Anhang A: Spurenplan).

Abbildung 3-9: Spurenplan



Mit den genauen Kenntnissen über das Betriebskonzept kann später ein detailliertes Strassenmodell aufgestellt werden. Der Fahrstreifenplan zeigt alle erlaubten Fahrbeziehungen. Die Anordnung und Funktionsweise der Lichtsignalanlagen gibt Aufschluss über die Leistungsfähigkeit von Knoten und damit der Strecken.

3.2 Nachfrageorientierte Daten

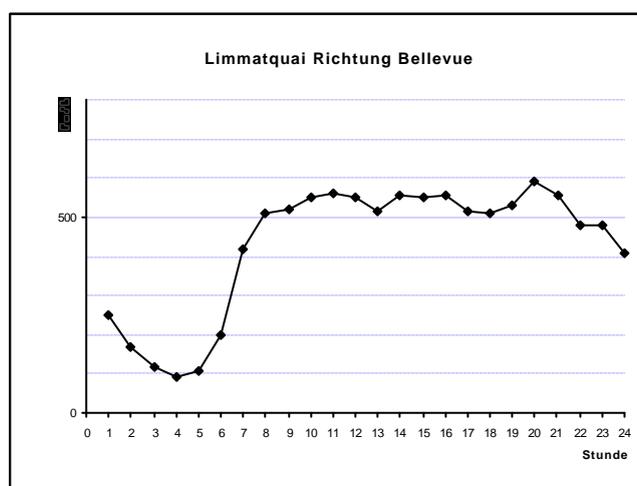
Als Grundlage für die Nachfrage stehen die Nachfragematrizen aus dem bestehenden Verkehrsmodell der Stadt Zürich zur Verfügung. Es sind dies:

- 24-Stunden-Verkehr
- Morgenspitze 07.00 – 08.00 Uhr
- Abendspitze 17.00 – 18.00 Uhr

Die Einteilung des Verkehrsmodells in die Bezirke ist im Anhang A dargestellt (Anhang A: Bezirke)

Im Weiteren sind die ausgewerteten Daten einiger ausgewählter Zählstellen der Verkehrszählung 1999 bekannt (Abbildung 3-10).

Abbildung 3-10: Durchschnittlicher Werktagsverkehr Limmatquai



Quelle: [Stadt Zürich (2000)]

Die Nachfragematrizen wurden mit dem Modul „Vstrom-Fuzzy“ des Programms VISUM an die aktuelle Situation angepasst. Dazu wurden die Matrizen mit den tatsächlich gezählten Belastungen aus der Verkehrszählung 1999 kalibriert.

Somit stehen aktuelle Nachfrage-Daten zur Verfügung.

4. Erstellung des Verkehrsmodells

Für die weiteren Untersuchungen wird ein Verkehrsmodell für den betreffenden Netzausschnitt erstellt.

Die theoretischen Grundlagen entstammen den Büchern Schnabel W. und D. Lohse (1997), PTV (2001) sowie [Willumsen, N. und J. de Dios Ortúzar (2000)].

4.1 Software

Zur Bearbeitung der Fragestellung steht das Programm VISUM zur Verfügung.

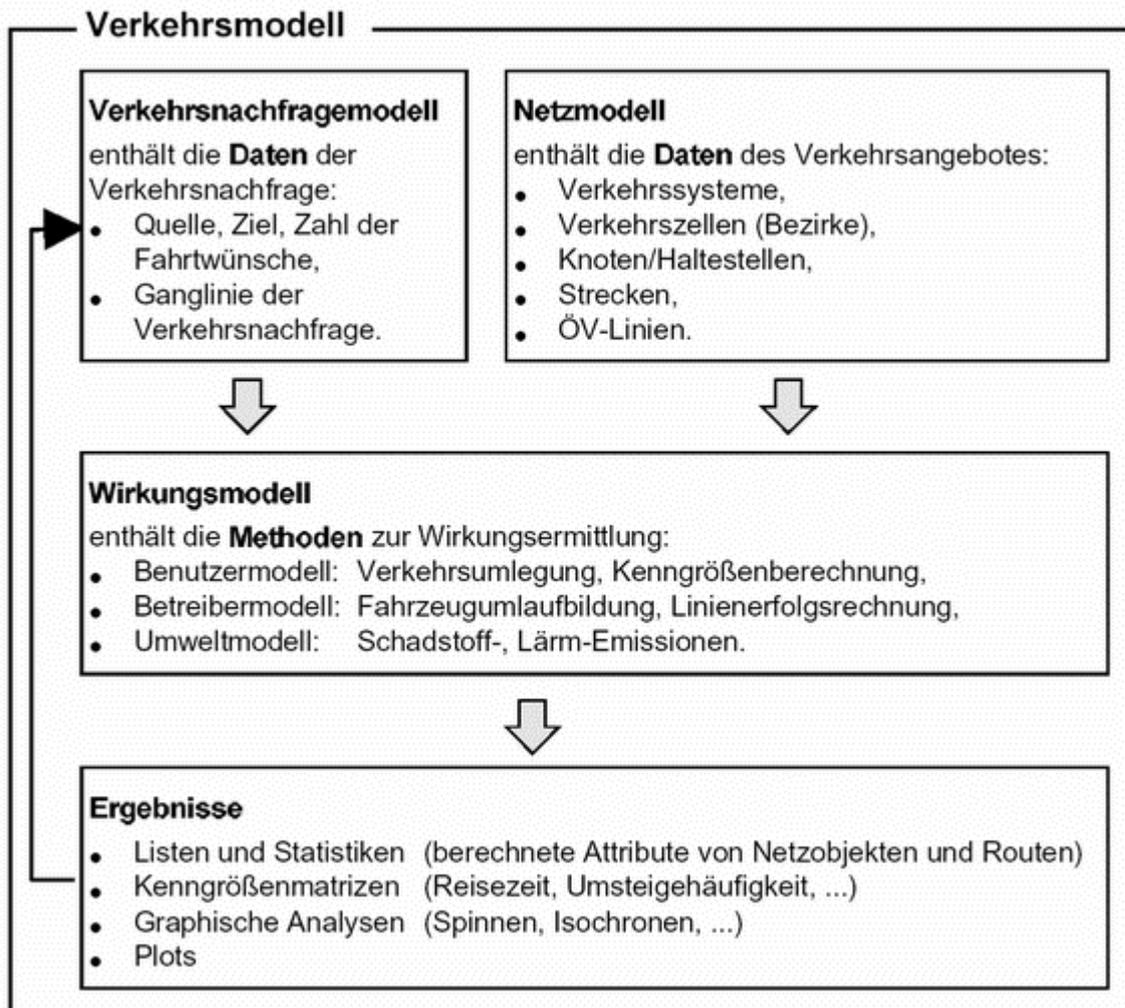
VISUM ist ein makroskopisches Verkehrsmodell, das die planungsrelevanten Aspekte des öffentlichen Verkehrs und des Individualverkehrs in einem Modell abbildet. Das Verkehrsmodell besteht aus einem Verkehrsnachfragemodell, einem Netzmodell und verschiedenen Wirkungsmodellen (Abbildung 4-1).

Das Verkehrsnachfragemodell enthält die Daten der Verkehrsnachfrage.

Das Netzmodell enthält die Daten des Verkehrsangebotes. Das Netzmodell besteht aus Verkehrszellen, Knoten und Strecken. Die Daten des Verkehrsangebotes können mit VISUM visualisiert und mit verschiedenen Methoden interaktiv bearbeitet werden.

Die Daten des Netzmodells und des Verkehrsnachfragemodells sind die Eingangsdaten für die Wirkungsmodelle. VISUM stellt verschiedene Wirkungsmodelle zur Analyse und Bewertung eines Verkehrsangebotes zur Verfügung: Benutzer-, Betreiber- und Umweltmodell. Im gegebenen Zusammenhang ist vor allem das Benutzermodell von Interesse. Es bildet das Verkehrsverhalten der Fahrer nach. Es ermittelt Belastungszahlen und benutzerbezogene Kenngrößen (Reisezeit, etc.).

Abbildung 4-1: Verkehrsmodell VISUM



Quelle: [PTV (2000)]

VISUM stellt die Berechnungsergebnisse in graphischer und in tabellarischer Form dar und erlaubt vielfältige graphische Auswertungen. So können z.B. Spinnen, Isochronen und Knotenströme dargestellt und analysiert werden. [PTV (2001)]

4.1.1 Elemente im Netzmodell

Das Netzmodell in VISUM besteht im Wesentlichen aus den folgenden Objekten:

- Bezirke sind Punktobjekte, die die Lage von Nutzungen im Netz beschreiben (z.B. Wohngebiete, Arbeitsstätten, Einkaufszentren, Schulen). Sie sind Ausgangspunkt und Ziel von Ortsveränderungen, d.h. von Verkehr, und über Anbindungen mit dem Netz verbunden.
- Knoten sind Punktobjekte, die die räumliche Lage von Strassenkreuzungen und Haltestellen definieren. Sie sind Anfangs- bzw. Endpunkte von Strecken.
- Strecken verbinden Knoten und beschreiben so die Struktur des Strassennetzes. Eine Strecke ist eine gerichtete Kante, d.h. Hin- und Rückrichtung sind eigenständige Netzobjekte.
- Abbiegebeziehungen geben an, ob an einem Knoten abgebogen werden darf.
- Anbindungen schliessen Bezirke an das Streckennetz an. Sie entsprechen den Zu- und Abgangswegen zwischen Bezirksschwerpunkt und Knoten.

4.2 Grundlagen

Als Grundlage für das Verkehrsmodell steht das Netzmodell des Kantons Zürich zur Verfügung, welches vom Büro Jenni + Gottardi (Anhang A: Netz Kanton Zürich). Daraus wird für die relevante Umgebung des Limmatquais ein Teilnetz erstellt. In diesem Teilnetz müssen vor allem die Strecken und Knoten detaillierter dargestellt werden, damit bei der Umlegung gute Resultate möglich sind.

Im Weiteren sind die Standorte der Zählstellen der Stadt Zürich bekannt. An diesen Zählstellen wird automatisch das vorhandene Verkehrsaufkommen gemessen.

Mit diesen Informationen kann das Verkehrsmodell jeweils kalibriert werden.

4.3 Modellierung des Teilnetzes

Um schlussendlich möglichst plausible Resultate erhalten zu können, ist eine detailliertere Modellierung des Netzes nötig. Mit dem Programm VISUM wird zunächst vom Netzmodell des Kantons Zürich ein Teilnetz erstellt. Dies geschieht mit der Modellabgrenzung aus dem vorhergehenden Kapitel. Für die später zu erfolgende Umlegung spielt vor allem die Bestimmung des Widerstandes der verschiedenen Elemente auf den Verkehr eine wichtige Rolle.

4.3.1 Erstellung des Teilnetzes

Mit VISUM kann aus einem Gesamtnetz direkt ein Teilnetz generiert werden. Nicht benötigte Strecken und Knoten werden dabei deaktiviert (Anhang A: Teilnetz). VISUM erstellt an den Netzgrenzen neue Bezirke.

4.3.2 Widerstandsfunktion

Die Routenwahl des Verkehrsteilnehmers wird von objektiven und subjektiven Faktoren beeinflusst. Kenngrößen, die die Routenwahl bestimmen, sind insbesondere

- die voraussichtliche Reisezeit für die Route
- die Länge der Route

Darüber hinaus kann eine Vielzahl weiterer Faktoren einen Einfluss auf die Routenwahl haben. Zum Beispiel wählen Verkehrsteilnehmer mit einer guten Ortskenntnis andere Routen als Ortsfremde, die sich vor allem am übergeordneten, gut ausgeschilderten Strassennetz orientieren.

Der für die Routensuche relevante Widerstand einer Route zwischen zwei Bezirken setzt sich zusammen aus

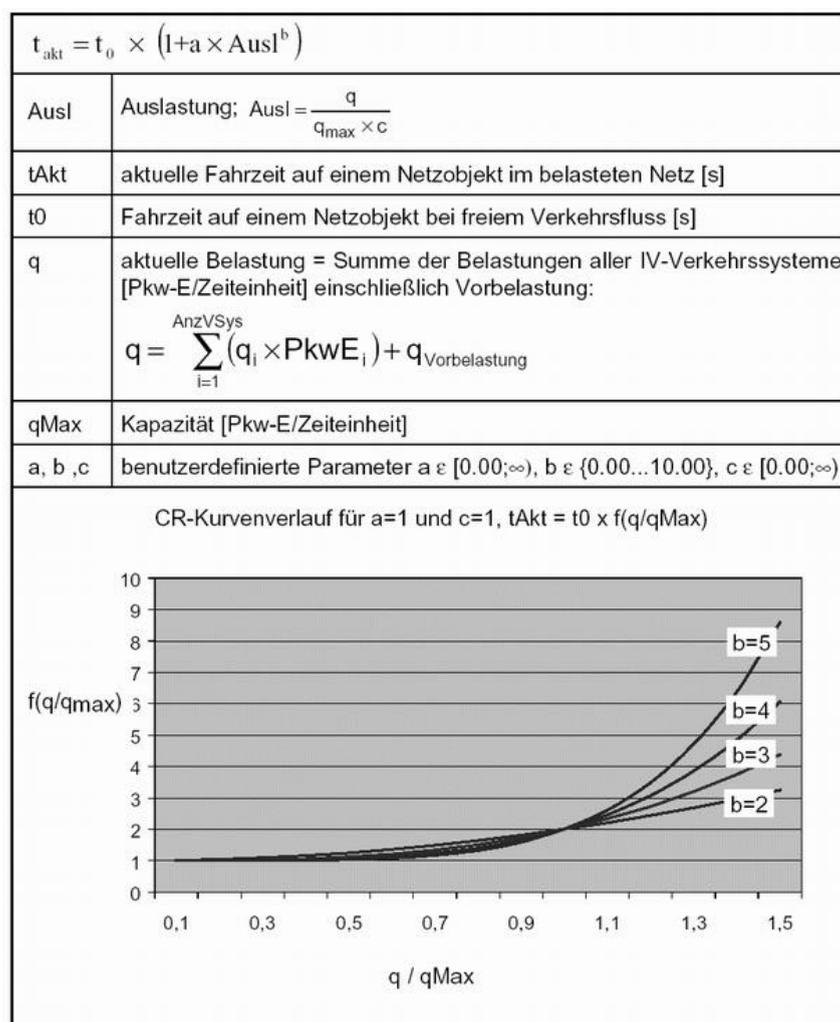
- dem Widerstand der Strecken
- und dem Widerstand der Abbiegebeziehungen an den Knoten

Die Reisezeiten werden von der Auslastung der Strecken und Abbiegebeziehungen bestimmt, die sich aus der Verkehrsbelastung und der Kapazität dieser Netzobjekte ergibt.

Im belasteten Netz ergeben sich die Streckenfahrzeit und die Abbiegezeit aus einer sogenannten Capacity-Restraint-Funktion (CR-Funktion). Diese Kapazitätsbeschränkungsfunktion beschreibt den Zusammenhang zwischen der aktuellen Verkehrsbelastung q und der Kapazität q_{Max} . Ergebnis der CR-Funktion ist die Fahrzeit im belasteten Netz t_{Akt} .

Hier wurde als CR-Funktion die BPR-Funktion aus dem Traffic Assignment Manual des US-amerikanischen Bureau of Public Roads verwendet, welche in VISUM enthalten ist (Abbildung 4-2).

Abbildung 4-2: CR-Funktionstyp BPR



Quelle: [PTV (2001)]

Dabei wurden für die Parameter a, b und c die folgenden Werte verwendet:

- a = 1
- b = 2
- c = 1

Dies sind Standardwerte, welche für normale Verhältnisse in europäischen Innenstädten gelten.

4.3.3 Strecken

Theorie

Strecken beschreiben die Strassen des Verkehrsnetzes. Sie verbinden Knoten, d.h. Kreuzungen des Individualverkehrs. Eine Strecke wird als gerichtete Kante abgebildet und damit durch eine VonKnoten-Nummer und eine NachKnoten-Nummer beschrieben. Hinrichtung und Rückrichtung einer Strecke sind im Netzmodell zwei eigenständige Objekte, denen die gleiche Streckennummer zugeordnet ist [PTV (2001)].

Im unbelasteten Netz bei freiem Verkehrsfluss ergibt sich die Fahrzeit t_0 für eine Strecke aus der Streckenlänge und der Geschwindigkeit bei freiem Verkehrsfluss v_0 :

- Input: Länge L [m],
- Input: Geschwindigkeit bei freiem Verkehrsfluss v_0 [km/h]
- Ergebnis: Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss t_0 [s] = $L \times 3,6 / v_0$

Im belasteten Netz ergibt sich die Streckenfahrzeit aus einer sogenannten Capacity-Restraint-Funktion (CR-Funktion), die den Zusammenhang zwischen der aktuellen Verkehrsbelastung q und der Kapazität q_{Max} beschreibt. Ergebnis der CR-Funktion ist die Fahrzeit im belasteten Netz t_{Akt} :

- Input: Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss t_0 [s]
- Input: Belastung q [Pkw-Einheiten/Zeitintervall]
- Input: Kapazität q_{Max} [Pkw-Einheiten/Zeitintervall]
- Input: CR-Funktion (BPR-Funktion des Traffic Assignment Manual)
- Ergebnis: aktuelle Fahrzeit im belasteten Netz t_{Akt}

Vorgehen

Für innerstädtische Bereiche ist im Normalfall nicht die Kapazität der freien Strecke massgebend, sondern die der angeschlossenen Knoten. Somit spielen die Strecken in diesem Fall für die Modellierung nur eine untergeordnete Rolle. Deshalb wurden die Werte aus dem als Grundlage verwendeten Netz des Kantons Zürich übernommen.

Die Strecken wurden anhand des Spurenplans kontrolliert und gegebenenfalls angepasst.

4.3.4 Abbiegebeziehungen

Theorie

Abbiegebeziehungen geben an, ob an einem Knoten abgebogen werden darf und welcher Zeitzuschlag für IV-Verkehrssysteme berücksichtigt werden muss. [PTV (2001)]

Für den IV können je Abbiegebeziehung Abbiegezeitzuschlag und Kapazität festgelegt werden, die den Einfluss der Kreuzung auf die Leistungsfähigkeit des Netzes beschreiben. Abbiegebeziehungsattribute werden für IV-Verkehrssysteme bei der Umlegung berücksichtigt.

VISUM erzeugt beim Einfügen einer Strecke alle theoretisch möglichen Abbiegebeziehungen an beiden Knoten der Strecke. So gibt es z.B. an einer vierarmigen Kreuzung insgesamt 16 Abbiegebeziehungen (4 Rechtsabbieger, 4 Geradeausfahrer, 4 Linksabbieger und 4 U-Turns). Jede Abbiegebeziehung wird beschrieben durch:

- IV-Kapazität und
- IV-Zeitzuschlag.

Für Abbiegebeziehungen besteht im Wesentlichen der gleiche Zusammenhang zwischen Kapazität und Fahrzeit wie für Strecken. Der einzige Unterschied ergibt sich aus der Tatsache, dass eine Abbiegebeziehung keine Länge hat und die Fahrzeit t_0 daher als Abbiegezeitzuschlag vorgegeben wird. Die Abbiegezeit t_{Akt} im belasteten Netz ergibt sich dann aus der gewählten CR-Funktion und dem Verhältnis der aktuellen Verkehrsbelastung q und der Kapazität q_{Max} :

- Input: Abbiegezeit bei freiem Verkehrsfluss t_0 (Abbiegezeitzuschlag) [s]
- Input: Belastung q der Abbiegebeziehung [Pkw-Einheiten/Zeitintervall]
- Input: Kapazität q_{Max} der Abbiegebeziehung [Pkw-Einheiten/Zeitintervall]
- Input: CR-Funktion, z.B. BPR-Funktion des Traffic Assignment Manual
- Ergebnis: aktuelle Abbiegezeit im belasteten Netz

Vorgehen

Die IV-Kapazität und der IV-Zeitzuschlag wurden für jeden Knoten abgeschätzt.

Die Kapazität wurde nach [VSS (1996)], [VSS (1997a)] [VSS (1998b)], [VSS (1999b)], [VSS (2000)] mit den folgenden Annahmen berechnet:

- Umlaufzeit $Z = 60$ s an allen Knoten
- Sättigungsrate $S = 1600$ Fz/h pro Spur (ohne Abzug öV)

Der Zeitzuschlag wurde nach Schnabel W. und D. Lohse (1997) berechnet:

$$t_0 = 0.9 * 0.5 * Z * (1 - \lambda)^2$$

- Z : Umlaufzeit
- λ (Lambda): Grünzeitanteil

Weil mit diesem Verfahren für die Berechnung der Kapazität und des Zeitzuschlages bereits Belastungswerte erforderlich waren, musste in mehreren Iterationsschritten gerechnet werden.

In einem ersten Schritt wurden die Werte aus dem Verkehrsmodell ohne Abbiegewiderstände übernommen. Dies ergab erste Abschätzungswerte für die Kapazität und den Zeitzuschlag. Diese beiden Werte wurden nun wieder ins Verkehrsmodell übernommen. Dies ergab neue Werte für die Belastung. Die Iteration wurde aus Zeitgründen nach dem 2. Schritt abgebrochen. Als Beispiel wird hier die Berechnung am Knoten Limmatquai-Mühlegasse kurz dargestellt (Abbildung 4-3).

Abbildung 4-3: Beispiel: Berechnung Knoten Limmatquai-Mühlegasse

Limmatquai-Mühlegasse

Spur	Typ	Belastung [Fz/h]	Kapazität [Fz/h]	Wartezeit t0 [s]
1	m	393	561	11
2	g	220	561	11
3	r	169	561	11
4	m	76	561	11
5	g	351	511	13
6	r	358	511	13
7	l	84	511	13
8	2r	258	368	16
Total		1909		

Phase	Spuren	krit. Belastung [Fz/h]	Anteil [-]	Lamda [-]	Grünzeit [s]	Kapazität [Fz/h]	Wartezeit t0 [s]
1	1234f	393	0.39	0.35	21	561	11
2	567ft	358	0.35	0.32	19	511	13
3	8f	258	0.26	0.23	14	368	16
4	ft			0.10	6		
Total		1009	1.00	1.00	60		

Die Berechnung wurden mit Excel-Tabellen ausgeführt. Dabei bedeutet:

- Spur: Spur nach Knotenplan
- Typ: Typ der Abbiegespur: m Mischspur, g geradeaus, r Rechtsabbieger, l Linksabbieger, Zahl: Anzahl Spuren
- Belastung: Fahrzeuge pro Stunde; Werte vor der Iteration
- Kapazität: Fahrzeuge pro Stunde; berechnete Werte; abhängig vom Typ der Abbiegespur
- Phase: Anzahl Phasen
- Spuren: Spuren-Nummer in der jeweiligen Phase; f FG, t Tram
- Kritische Belastung: Belastung der Spur mit dem grössten Verkehrsaufkommen in einer Phase
- Anteil: Grünzeitanteil ohne Berücksichtigung öV
- Lambda: Grünzeitanteil mit Berücksichtigung öV
- Grünzeit = Lambda * Umlaufzeit Z

- Kapazität = Grünzeitanteil * Sättigungsrate S
- Wartezeit t_0 : Zeitzuschlag

Damit stehen genaue Werte für das Netzmodell zur Verfügung. Der grosse Vorteil von Abbiegebeziehungen ist es, dass damit später sehr einfach neue Netzvarianten modelliert werden können.

Die EXCEL-Tabellen zur Berechnung der Kapazität und des Zeitzuschlags sowie die Knotenpläne mit der Nummerierung der Spuren befinden sich auf der CD zur Diplomarbeit.

5. Analyse des Ist-Zustandes

Ziel dieser Analyse ist es, die Strukturen des Verkehrs, welcher heute durch das Limmatquai geht, genauer zu untersuchen.

5.1 Tagesganglinien

5.1.1 Ziel

Mit der Analyse der Tagesganglinien wird aufgezeigt, ob eine der Spitzenstunde für die weiteren Untersuchungen massgebend ist, oder ob auch die Nebenverkehrszeiten genauer betrachtet werden müssen.

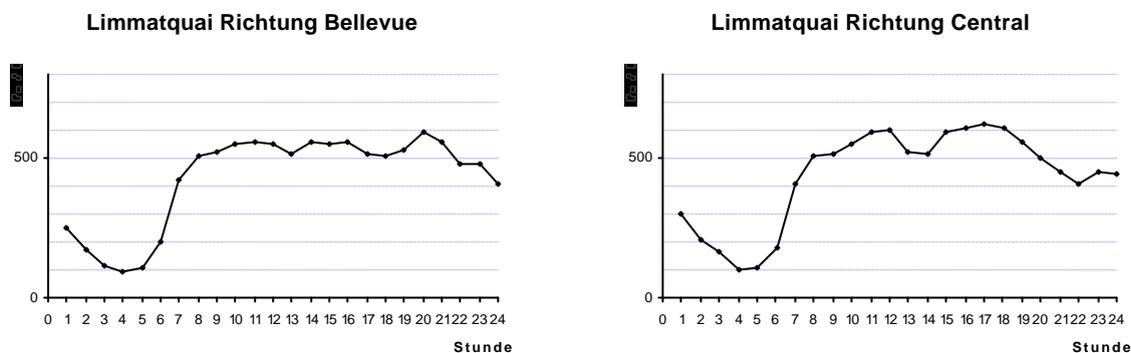
5.1.2 Grundlagen

Die für die weiteren Untersuchungen verwendeten Diagramme stammen aus den Daten der Auswertung der Zählzeiten 1999 vom Tiefbauamt der Stadt Zürich [Stadt Zürich (2000)]. Sie zeigen den durchschnittlichen Werktagsverkehr (Mo-Fr) in Fahrzeugen pro Stunde.

5.1.3 Analyse

Nach den Schweizer Normen ist für die Verkehrsplanung im Allgemeinen die Abendspitzenstunde zwischen 17.00 und 18.00 Uhr massgebend. Zu dieser Zeit vermischen sich die Transportzwecke Pendlerverkehr, Einkaufsverkehr und Freizeitverkehr.

Abbildung 5-1: Ganglinien Limmatquai 1999

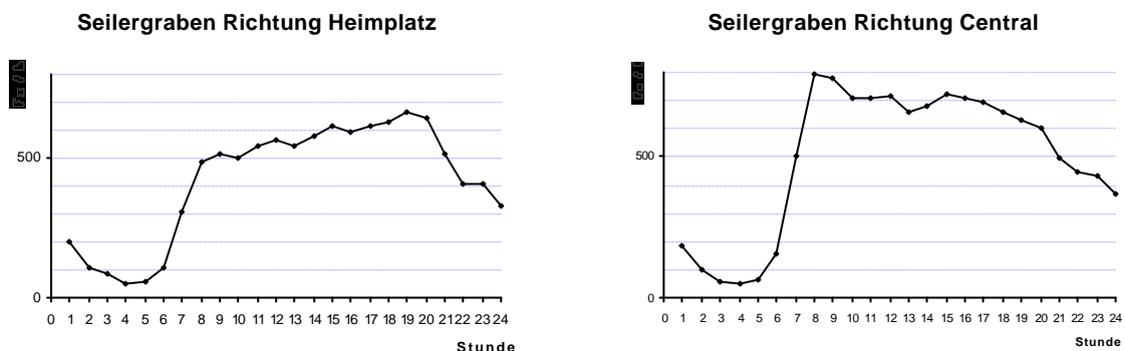


Quelle: [Stadt Zürich (2000)]

Die Ganglinien des Limmatquais zeigen jedoch keine ausgeprägten Morgen- und Abendspitzen (Abbildung 5-1). Zwischen 07.00 Uhr und 19.00 Uhr benutzen in beide Richtungen etwa je 550 bis 600 Fahrzeuge pro Stunde das Limmatquai. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Strasse die Kapazitätsgrenze erreicht hat, und auch zu den Spitzenstunden keine weiteren Fahrzeuge mehr aufnehmen kann. Die Kapazität des Limmatquais wird hauptsächlich durch die Knoten Central und Bellevue begrenzt, welche auch vom öffentlichen Verkehr stark beansprucht werden. Beobachtungen haben gezeigt, dass der Verkehr auf dem Limmatquai in den Spitzenstunden nur sehr stockend vorankommt.

Interessant ist somit ein Vergleich mit den direkten Umfahrungsrouten, welche voraussichtlich einen Grossteil des vom Limmatquai verdrängten Verkehrs aufnehmen müssen.

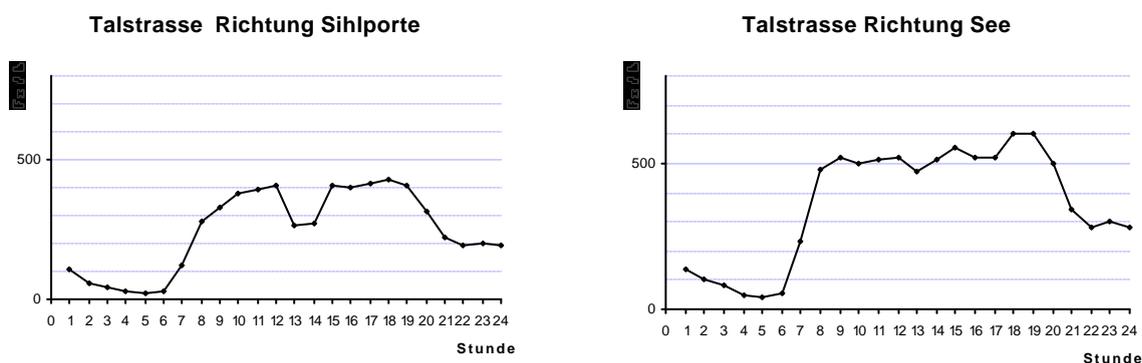
Abbildung 5-2: Ganglinien Seilergraben 1999



Quelle: [Stadt Zürich (2000)]

Die Ganglinien am Seilergraben (Abbildung 5-2) zeigen eine etwa symmetrische Verteilung mit wenig ausgeprägten Abend- beziehungsweise Morgenspitzen. Zwischen 07.00 Uhr und 19.00 Uhr nimmt der Verkehr ziemlich konstant zu bzw. ab. Ausserhalb der Spitzenstunde ist somit noch eine Kapazitätsreserve enthalten.

Abbildung 5-3: Ganglinien Talstrasse 1999



Quelle: [Stadt Zürich (2000)]

Die Ganglinien der Talstrasse (Abbildung 5-3) zeigen keine Morgenspitzenstunde. In Richtung Sihlporte gibt es zwischen 07.00 Uhr und 08.00 Uhr nur sehr wenig Verkehr. Die eigentliche Spitze findet erst um 12.00 Uhr statt. Am Nachmittag ist der Verkehr bis 19.00 Uhr konstant bei etwa 400 Fz/h. Richtung See ist der Verkehr von 07.00 Uhr bis 17.00 Uhr konstant bei etwa 500 Fz/h. In der Abendspitze steigt er auf 600 Fz/h.

5.1.4 Interpretation

Diese Auswertung zeigt, dass für die weiteren Untersuchungen die Abendspitzenstunde massgebend sein wird. Einzig am Seilergraben Richtung Central sind eventuell weiterführende Untersuchungen für die Morgenspitzenstunde notwendig. Dies führt hauptsächlich auf eine Umgestaltung des Central hinaus, da dieser Knoten mit der aktuellen Verkehrsführung und dem grossen öV- und Fussgängerverkehr keine weitere Kapazitätssteigerung mehr zulässt, und somit kapazitätsbeschränkend für den Seilergraben wird. Zu den Nebenverkehrszeiten wird es auch eine signifikante Steigerung des Verkehrs geben, aber hier stehen auf den Umfahnrouten grössere Kapazitätsreserven zur Verfügung.

5.2 Belastungen

5.2.1 Ziel

Mit der Analyse der Belastungen wird aufgezeigt, welche Strecken schon heute stark ausgelastet sind. Wichtig ist es vor allem, auch die Abbiegebeziehungen an den Knoten zu beachten, da diese kapazitätsbestimmend für die angeschlossenen Knoten sind. Das Ziel ist es, auf den möglichen Umfahnrouten Strecken zu finden, welche noch freie Kapazitäten haben.

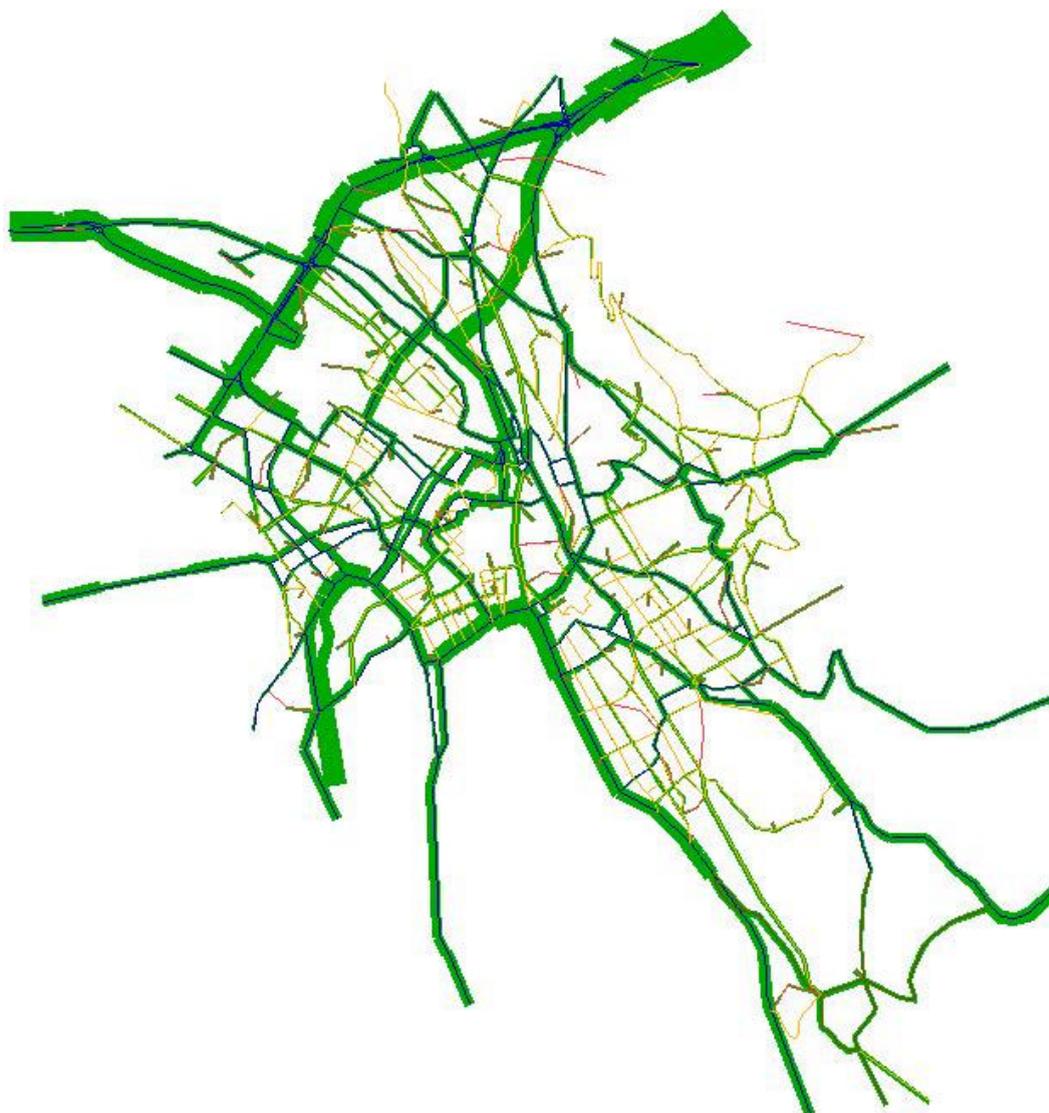
5.2.2 Grundlagen

Als Grundlage dienen das vorgängig erstellte Strassenmodell und die Nachfragematrix. Die Belastung wird berechnet, indem mittels des Gleichgewichtsverfahrens die Nachfragematrix auf das Strassennetz umgelegt wird.

5.2.3 Analyse

Belastung Strassennetz Stadt Zürich

Abbildung 5-4: Belastung Abendspitzenstunde Teilnetz



Die Belastung des ganzen Teilnetzes zeigt das grosse Verkehrsaufkommen von den Hochleistungsstrassen im Norden, Westen und Süden Richtung Innenstadt (Abbildung 5-4, Anhang B-1: Belastung Abendspitzenstunde 17.00-18.00). Im Vergleich wird ersichtlich, dass die Bellerivestrasse, das Utoquai, die Quaibrücke und der General-Guisan-Quai ähnlich grossen Belastungen ausgesetzt sind wie die Autobahnen und Autostra-

18.00 Innenstadt). Deutlich zu sehen ist die grosse Belastung der Schlüsselknoten Bellevue, Central, Heimplatz, Sihlporte und Bahnhofquai-Walcheplatz. Aus dem untergeordneten Netz können die Durchgangsströme relativ gut herausgehalten werden.

Belastung Knoten

In städtischen Netzen ist vor allem die Kapazität der Knoten massgebend für die Gesamtkapazität.

In der Innenstadt sind vor allem die folgenden Knoten an der Kapazitätsgrenze angelangt, und können ohne weiterführende Massnahmen keinen übermässigen Mehrverkehr aufnehmen:

- Bellevue
- Central
- Heimplatz (Abbildung 5-6)

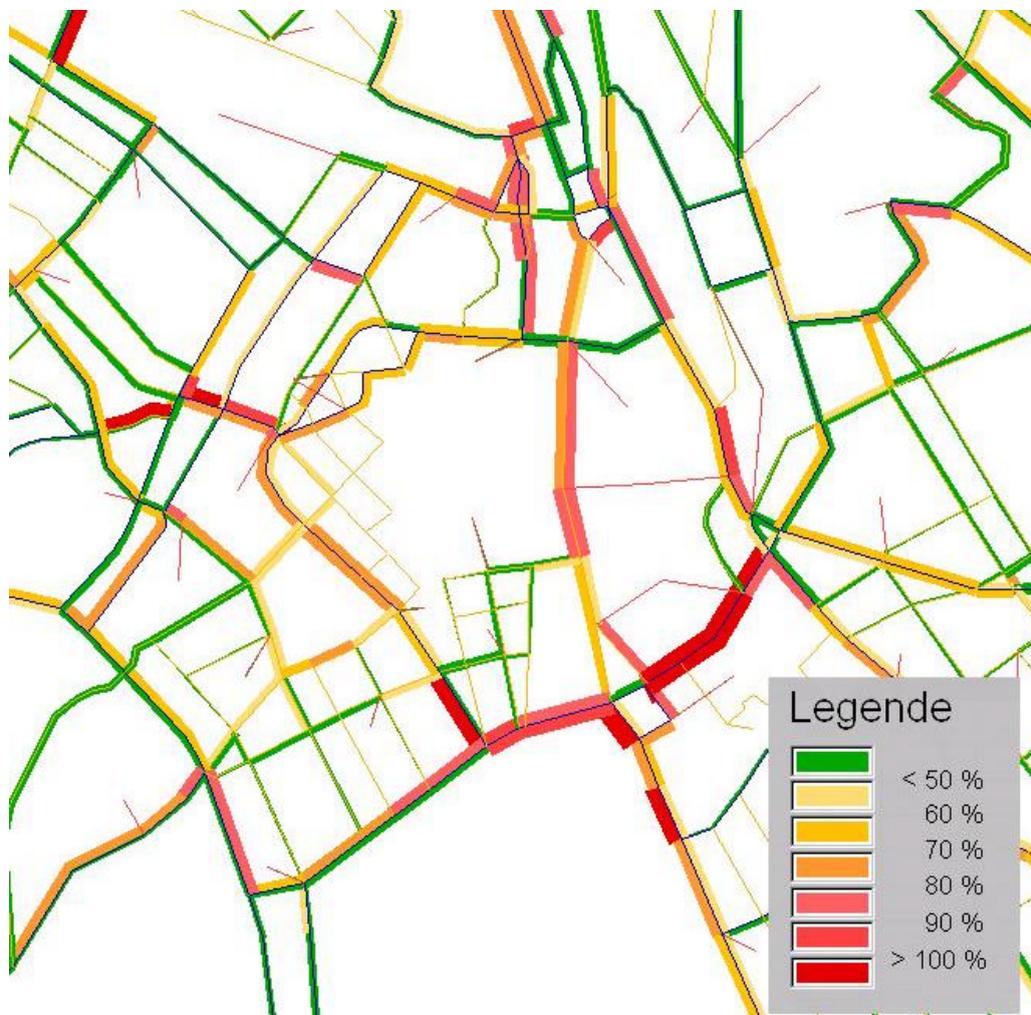
Die Knotenbelastungspläne sind im Anhang B-2 zusammengestellt.

Abbildung 5-6: Knotenströme Heimplatz



Streckenauslastung

Abbildung 5-7: Streckenauslastung



Bei der Streckenauslastung fällt auf, dass während der Abendspitzenstunde praktisch das ganze übergeordnete Netz der Innenstadt zu über 70% ausgelastet ist (Abbildung 5-7). Vor allem die Route Bellevue – Rämistrasse – Seilergraben – Central ist sehr stark belastet. Auf der Route Bürkliplatz – Sihlporte – Heimatwerk hat es noch freie Kapazitäten.

5.3 Wunschlينien

5.3.1 Ziel

Mit der Analyse der Wunschlينien werden die Quellen und Ziele des Limmatquai-Verkehrs genauer untersucht. Daraus wird ersichtlich, welche Umfahrrouten nach der Sperrung vom Individualverkehr gefordert werden.

5.3.2 Grundlagen

Als Grundlage für die Wunschlينienanalyse steht das vorgängig erarbeitete Verkehrsmodell zur Verfügung. Die Untersuchung wird als Ergebnis der Ganglिनienanalyse weitgehend auf die Abendspitzenstunde beschränkt.

5.3.3 Analyse

Die Analyse der Wunschlينien erfolgt durch die Auswertung der Streckenspinne des Limmatquais. Eine Streckenspinne ist die grafische Auswertung aller Wunschlينien, die über eine bestimmte Strecke führen.

Quellen und Ziele nahe des Limmatquais

Abbildung 5-8: Streckenspinnen Limmatquai Detail

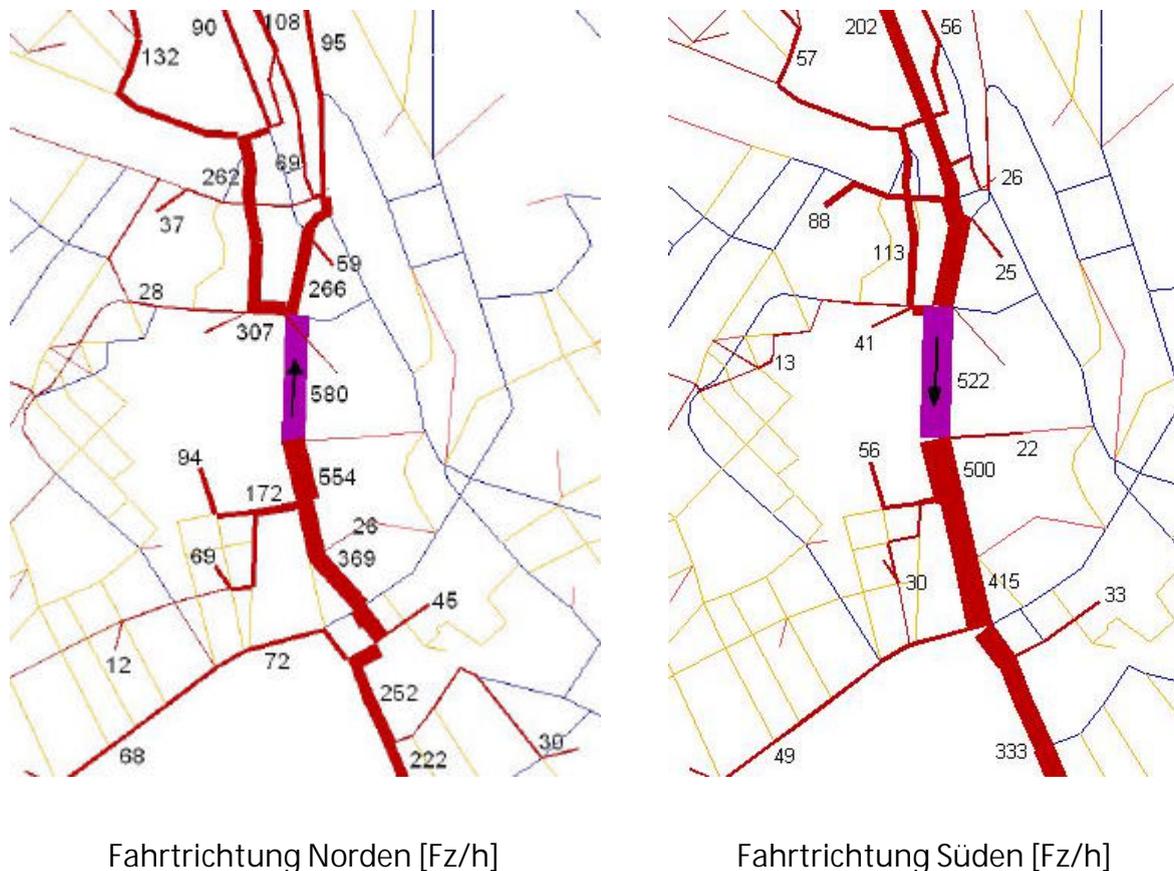


Tabelle 5-1: Quellen südlich des Limmatquais

Quelle	[Fz/h]	[%]
Bellerivestrasse	222	38
Zone Münsterhof	94	16
Zone Börsenstrasse	69	12
General-Guisan-Quai	68	12
Zone Theaterstrasse	45	8
Zone Opernhaus	30	5
Zone Oberdorfstrasse	26	4
Zone Rathausbrücke	26	4
Total	580	100

Tabelle 5-2: Quellen nördlich des Limmatquais

Quelle	[Fz/h]	[%]
Neumühlequai (Milchbucktunnel)	202	39
Zone Bahnhofstrasse	88	17
Sihlquai	57	11
Stampfenbachstrasse	56	11
Zone Heimatwerk	41	8
Diverse	40	8
Zone Niederdorf	25	5
Zone Sihlporte	13	2
Total	522	100

Tabelle 5-3: Ziele nördlich des Limmatquais

Ziele	[Fz/h]	[%]
Sihlquai	132	23
Neumühlequai (Milchbucktunnel)	90	16
Stampfenbachstrasse	108	19
Weinbergstrasse	95	16
Zone Bahnhofstrasse	37	6
Zone Niederdorf	59	10
Diverse	59	10
Total	580	100

Tabelle 5-4: Ziele südlich des Limmatquais

Ziele	[Fz/h]	[%]
Bellerivestrasse	333	64
Zone Theaterstrasse	33	6
General-Guisan-Quai	49	9
Zone Münsterhof	56	11
Zone Börsenstrasse	30	6
Zone Rathausbrücke	22	4
Diverse	0	0
Total	522	100

Entfernte Quellen und Ziele

Abbildung 5-9: Streckenspinnen Limmatquai

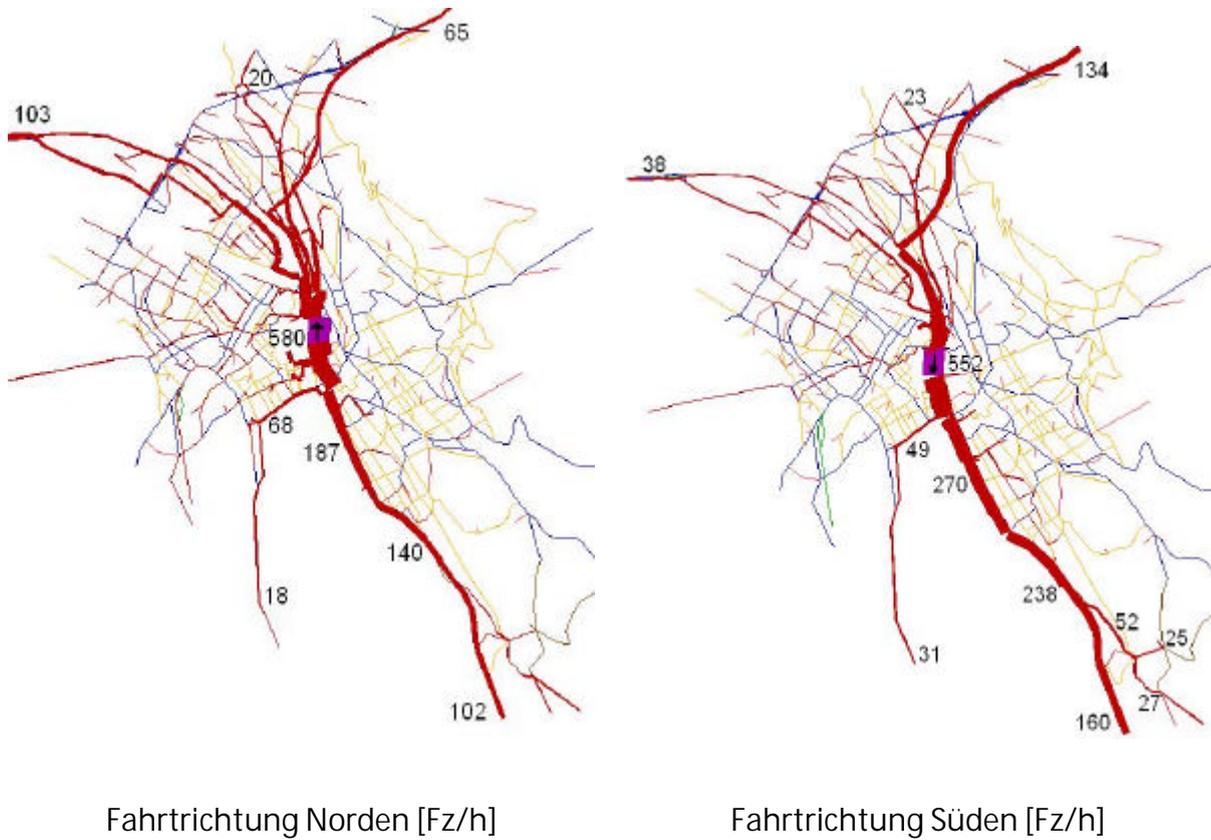


Tabelle 5-5: Ziele im Norden

Ziele	[Fz/h]	[%]
Bucheggplatz	20	3
Anschluss N1 Bern	103	18
Anschluss Überlandstrasse (N11)	65	11
Rest	392	68
Total	580	100

Tabelle 5-6: Ziele im Süden

Ziele	[Fz/h]	[%]
Anschluss A3 Chur	31	6
Seestrasse	160	31
Dufourstrasse	52	10
Rest	279	53
Total	522	100

Tabelle 5-7: Quellen im Süden

Quellen	[Fz/h]	[%]
Anschluss A3 Chur	18	3
Seestrasse	140	27
Rest	364	70
Total	522	100

Tabelle 5-8: Quellen im Norden

Quellen	[Fz/h]	[%]
Anschluss N1 Bern	38	7
Anschluss Überlandstrasse (N11)	134	23
Wehntalerstrasse	23	4
Rest	385	66
Total	580	100

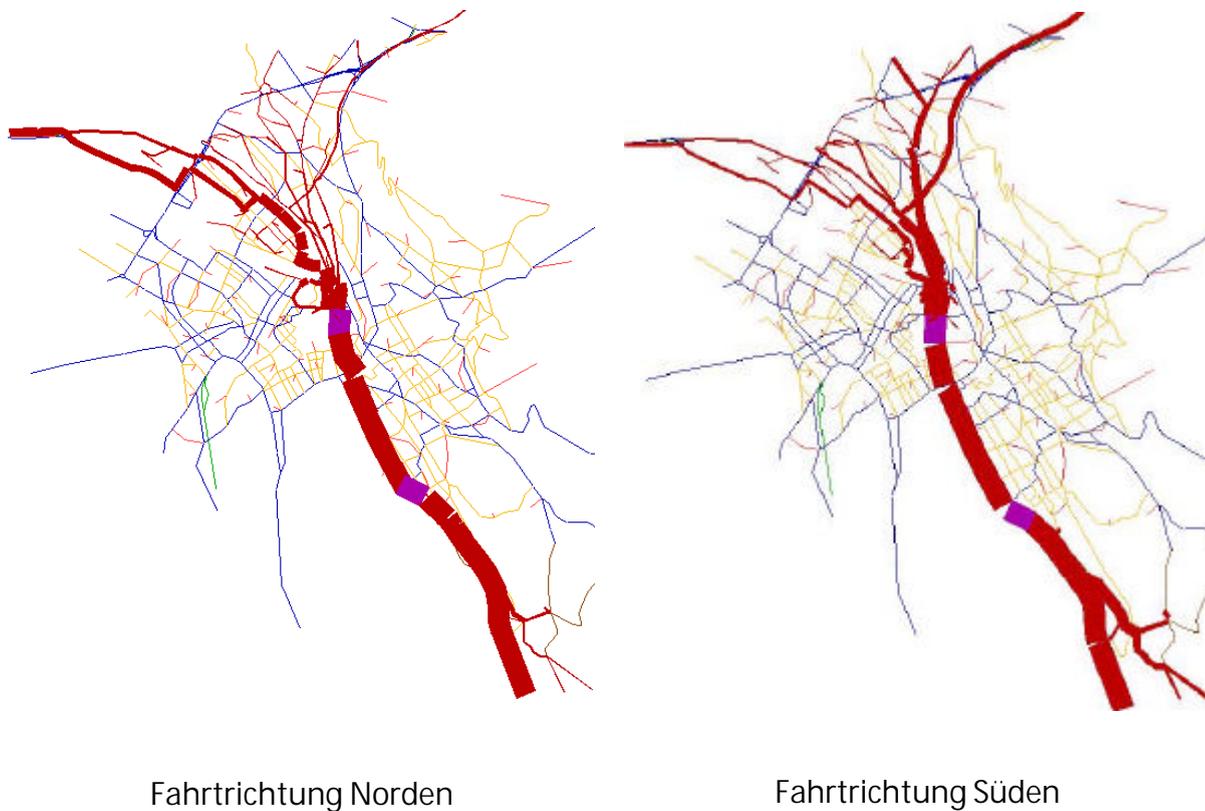
Die Analysen der Streckenspinnen zeigen, dass nur ein relativ kleiner Teil des Limmatquai-Verkehrs tatsächlich grossräumiger, stadtfremder Verkehr ist. In beiden Fahrrichtungen sind es etwa 30%, was ungefähr 200 Fahrzeugen entspricht. Der Rest des Verkehrs hat Quellen oder Ziele im innerstädtischen Bereich.

Weil nur der Verkehr ausserhalb des innerstädtischen Bereiches weiträumige Umfahrungsmöglichkeiten des Limmatquais hat, wird eine genauere Untersuchung dieser Wunschlinien nötig.

Die detaillierten Streckenspinnen sind im Anhang B-3 zusammengestellt.

Verkehr über die Bellerivestrasse

Abbildung 5-10: Streckenspinnen Limmatquai und Bellerivestrasse

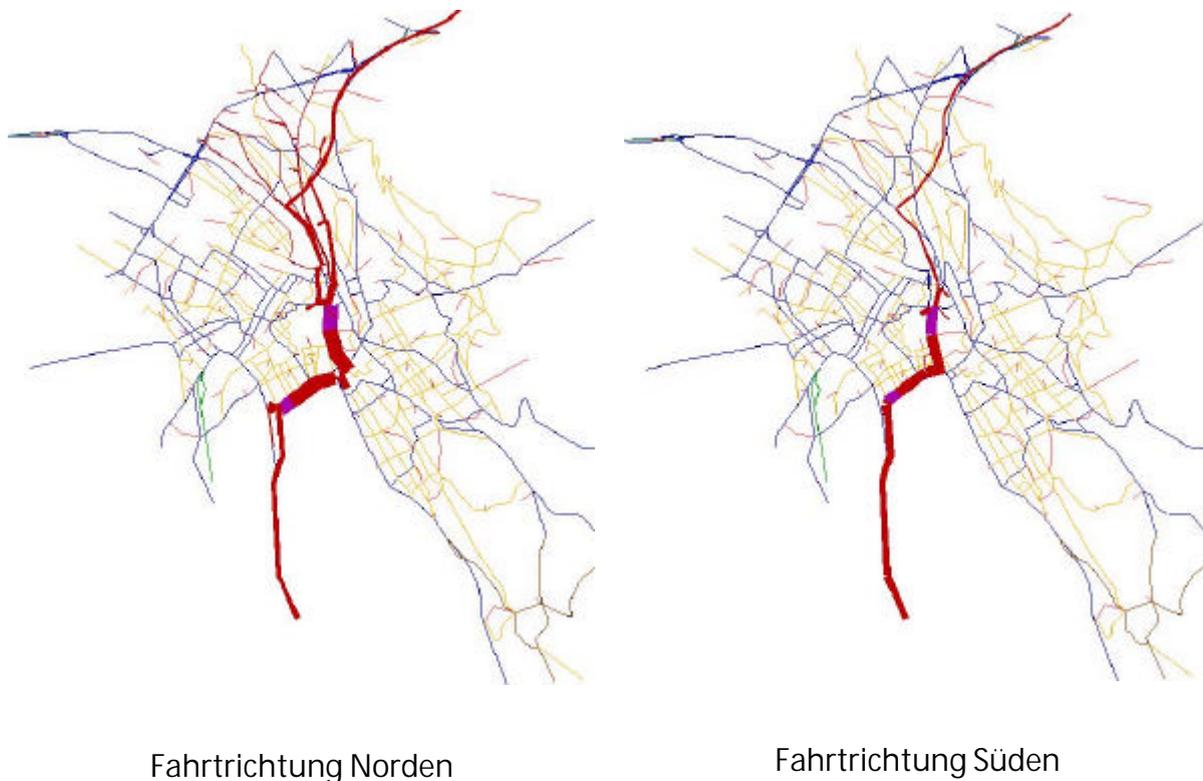


In Fahrtrichtung Norden ist ersichtlich, dass der überwiegende Teil des Verkehrs von der Bellerivestrasse, welcher über das Limmatquai geht, sein Ziel beim Autobahnanschluss N1 Richtung Bern hat.

In Fahrtrichtung Süden hingegen sind die Quellen etwa gleichmässig auf den Autobahnanschluss N1/N11 (Überlandstrasse) im Norden, die Wehntalerstrasse und den Autobahnanschluss N1 im Westen verteilt.

Verkehr über den General-Guisan-Quai

Abbildung 5-11: Streckenspinnen Limmatquai und General-Guisan-Quai



In beiden Fahrtrichtungen hat der Verkehr vom und zum General-Guisan-Quai seine ausserstädtischen Ziele hauptsächlich beim Autobahnanschluss N1/N11 (Überlandstrasse) im Norden.

5.3.4 Interpretation

Die Wunschlinienanalyse zeigt, dass nur ein kleiner Teil des Limmatquai-Verkehrs rein stadtfremder Durchgangsverkehr ist. Der grösste Teil ist rein innerstädtischer Verkehr, oder solcher, der mindestens Ziel oder Quelle in der unmittelbaren Umgebung des Limmatquais hat.

6. Auswirkungen der Limmatquai-Sperrung

Zunächst muss festgestellt werden, wie sich die Belastung auf den umliegenden Strecken verändert. Daraus ist die Umlagerung des Verkehrs ersichtlich, der sich infolge der Limmatquai-Sperrung neue Routen suchen muss. Dies kann auch zur Folge haben, dass sich durch Überlastungen an bestimmten Knoten weiterer Verkehr umlagert, da kürzere Routen infolge des grösseren Verkehrsaufkommens längere Fahrzeiten bekommen.

6.1 Belastungen nach der Sperrung

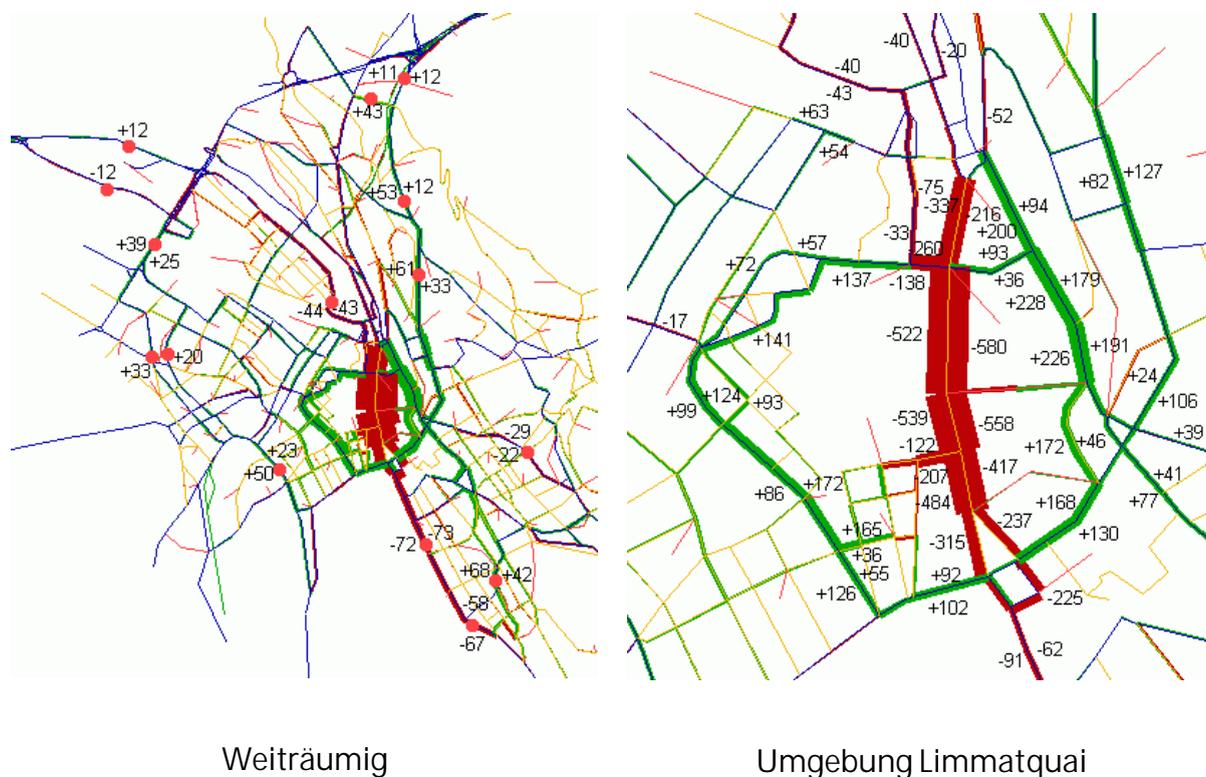
Die Belastungspläne für den Zustand nach der Sperrung sind im Anhang C-1 zusammengestellt:

- Belastung Abendspitzenstunde 17.00-18.00 nach Sperrung
- Belastung Abendspitzenstunde 17.00-18.00 Innenstadt nach Sperrung

6.2 Belastungsänderungen auf den Strecken

Um feststellen zu können, wie sich der Verkehr verlagert, wird beim zuvor erstellten Strassennetz das Limmatquai für den Verkehr gesperrt. Dadurch werden bei der Berechnung der Umlegung neue Routen gefunden.

Abbildung 6-1: Belastungsänderungen



6.2.1 Weiträumige Belastungsänderungen

Bei einer weiträumigen Betrachtung wird ersichtlich, dass sich rechts der Limmat ein Teil des Durchgangsverkehrs zwischen Seestrasse und Autobahnanschluss Zürich Nord schon früh auf die Zollikerstrasse über den Zeltweg zum Heimplatz verlagert (Abbildung 6-1 links, Anhang C-2: Differenznetz Nach Sperrung – Vor Sperrung). Infolge der übermässigen Belastungszunahme auf dem Seilergraben zum Central wählt ein Teil dieses Verkehrs nicht mehr diese Route, sondern geht über die Rämistrasse und die Universitätsstrasse direkt nach Norden. Somit wird rechts der Limmat das Bellevue etwas entlastet, aber die Situation beim Heimplatz verschlechtert sich.

Links der Limmat nimmt der Verkehr mit einer weiträumigen Umfahrungsmöglichkeit bereits die Route über Tunnelstrasse und Weststrasse/Sihlfeldstrasse zur Hardbrücke. Dieser Verkehr fehlt schlussendlich nördlich des Hauptbahnhofs auf dem Sihlquai. Somit verlagert sich der Verkehr links der Limmat etwas gegen Süden.

Im Allgemeinen kann daraus geschlossen werden, dass der Verkehr, welcher sich weit-räumig umlagert, auf den betreffenden Strecken nicht zu einer übermässigen Mehrbelastung führen wird, da die berechneten Werte relativ klein sind (Mehrbelastung bis etwa 10%). Allenfalls sind Massnahmen zu prüfen, welche diesen Verkehr wieder auf die gewünschte Route über den Milchbucktunnel bringen.

6.2.2 Belastungsänderungen auf den nahen Umfahrungsrouten

Auf den näheren Umfassungsmöglichkeiten des Limmatquais findet wie erwartet eine überdurchschnittliche Zunahme des Verkehrs statt (Abbildung 6-1 rechts, Anhang C-2: Differenznetz Nach Sperrung – Vor Sperrung Innenstadt).

Fahrtrichtung Norden

Tabelle 6-1: Umlagerung rechts der Limmat Richtung Norden

Strasse	Belastung vorher	Belastung nachher	Differenz	Veränderung
	[Fz/h]	[Fz/h]	[Fz/h]	[%]
Utoquai	1297	1235	-62	-5
Bellevue	1365	1140	-225	-20
Rämistrasse	824	954	130	14
Hirschengraben	175	221	46	21
Seilergraben bis Mühlegasse	812	991	179	18
Seilergraben bis Central	684	778	94	12

Tabelle 6-2: Umlagerung links der Limmat Richtung Norden

Strasse	Belastung vorher [Fz/h]	Belastung nachher [Fz/h]	Differenz [Fz/h]	Veränderung [%]
Bürkliplatz	1909	1957	48	3
Talstrasse bis Dreikönigsstrasse	259	315	56	22
Talstrasse bis Pelikanstrasse	558	727	169	30
Talstrasse bis Sihlporte	537	661	124	23
Sihlstrasse	994	1130	136	14
Rudolf-Brun-Brücke	668	530	-138	-21
Limmatquai bis Central	410	194	-216	-53

In Richtung Norden wird der Verkehr etwa gleichmässig auf die beiden nahen Umfahrrouten links und rechts der Limmat umgelagert.

Auf der Route rechts der Limmat wird deutlich, dass sich der Verkehr nur auf der Strecke Hirschengraben bis zur Kreuzung Seilergraben-Mühlegasse markant steigert. Auf der Rämistrasse und der Strecke Seilergraben bis zum Central nimmt der Verkehr nur unterdurchschnittlich zu. Dies ist auf die Überlastung der Knoten Central und Heimplatz zurückzuführen.

Fahrtrichtung Süden

Tabelle 6-3: Umlagerung rechts der Limmat Richtung Süden

Strasse	Belastung vorher [Fz/h]	Belastung nachher [Fz/h]	Differenz [Fz/h]	Veränderung [%]
Seilergraben ab Central	292	493	201	41
Seilergraben ab Mühlegasse	562	790	228	29
Hirschengraben	49	222	173	78
Rämistrasse	833	1001	168	17
Bellevue	748	798	50	6
Utoquai	2382	2525	143	6

Tabelle 6-4: Umlagerung links der Limmat Richtung Norden

Strasse	Belastung vorher [Fz/h]	Belastung nachher [Fz/h]	Differenz [Fz/h]	Veränderung [%]
Limmatquai ab Central	536	198	-338	-63
Rudolf-Brun-Brücke	680	419	-261	-38
Uraniastrasse	927	999	72	8
Talstrasse ab Sihlporte	1009	1108	99	10
Talstrasse ab Pelikanstrasse	590	676	86	15
Talstrasse bis Dreikönigsstrasse	1094	1220	126	12
Bürkliplatz	2000	2103	103	5

In Fahrtrichtung Süden wird deutlich, dass sich der Verkehr hauptsächlich auf die Route Seilergraben-Hirschengraben-Rämistrasse rechts der Limmat verlagert, und dort zu überdurchschnittlichen Belastungszunahmen führt. Links der Limmat liegen die Zunahmen mit 5 bis 15% im Rahmen der Kapazitätsreserven dieser Strecken und Knoten.

6.2.3 Summe des umgelagerten Verkehrs

Tabelle 6-5: Summe des umgelagerten Verkehrs Richtung Norden

Route	Differenz [Fz/h]	Anteil [%]
Rämistrasse-Seilergraben	170	29
Zeltweg-Rämistrasse-Universitätsstrasse	100	17
Talstrasse-Sihlstrasse	150	26
Rest	160	28
Limmatquai Total	580	100

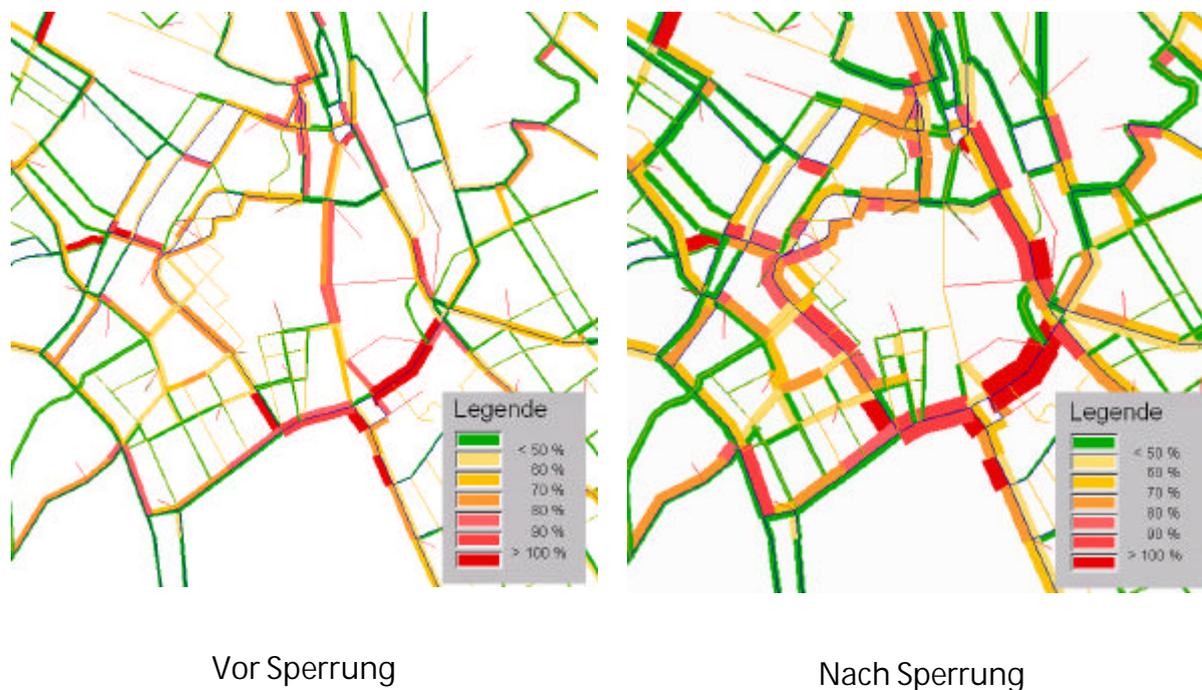
Tabelle 6-6: Summe des umgelagerten Verkehrs Richtung Süden

Route	Differenz [Fz/h]	Anteil [%]
Universitätsstrasse-Rämistrasse-Zeltweg	80	15
Seilergraben-Rämistrasse	200	38
Uraniastrasse-Talstrasse	100	19
Rest	142	27
Limmatquai Total	522	100

Die Tabellen zeigen die Aufteilung des vom Limmatquai verdrängten Verkehrs auf die näheren Umfahrungsrouten links und rechts der Limmat. Der Rest des umgelagerten Verkehrs ist entweder Limmatquai-Binnenverkehr, welcher mit dem vorliegenden Modell nicht direkt simuliert werden kann, oder aber Verkehr, welcher sich Umfahrungsrouten ausserhalb des innerstädtischen Bereichs sucht.

6.2.4 Änderung der Streckenauslastung

Abbildung 6-2: Streckenauslastung vor und nach der Sperrung



Beim Vergleich der Streckenauslastung vor und nach der Sperrung wird deutlich, dass die Umfahrrouten nahe des Limmatquais im Durchschnitt etwa 10 bis 15% mehr ausgelastet sind. Praktisch alle Streckenabschnitte sind neu zu über 80% ausgelastet (Abbildung 6-2).

6.2.5 Beurteilung

Die Darstellung der Streckenauslastungen nach der Limmatquai-Sperrung zeigt, dass die Umfahrrouten gut ausgelastet sind. Für die Situation im innerstädtischen Bereich muss jedoch festgehalten werden, dass die Kapazität der Strassen von der Kapazität der angeschlossenen Knoten abhängig ist. Die Belastungszahlen der einzelnen Strecken zeigen deutlich, dass die Strassen an und für sich nicht ausgelastet sind. Dies bedeutet, dass an den Strecken keine Massnahmen wie doppelspurige Verkehrsführung nötig sind. Massnahmen zur Kapazitätserhöhung der Strecken müssen an den Knoten erfolgen.

Welche Auslastungen noch zulässig sind, ist stark von den äusseren Umständen abhängig. Der Grenzwert schwankt in etwa zwischen 70 und 90%.

6.3 Belastungsänderungen an den Knoten

Wie schon erwähnt sind die Kapazitäten an den Abbiegespuren der Knoten massgebend für die Kapazitäten der angeschlossenen Strecken. Um die Knoten vereinfacht beurteilen zu können, werden für die LSA-gesteuerten Knoten die Summen der massgebenden Konfliktströme berechnet. Die Knoten ohne LSA können im Umfang dieser Arbeit nur mit Abschätzungen der Kapazitäten beurteilt werden.

Die neuen Belastungen sowie Belastungsänderungen an den Spuren der Knoten sind im Anhang mit den entsprechenden Knotenstrom-Diagrammen zusammengestellt (Anhang C-3: Knotenströme nach Sperrung; Anhang C-4: Knotenstromdifferenzen nach Sperrung).

6.3.1 Knoten mit LSA

Die Summe der Konfliktströme an einem Knoten setzt sich zusammen aus den grössten Belastungen einer Fahrspur pro Phase. Dies wird aufgerechnet auf eine Stunde. Damit können die Summen der massgebenden Konfliktströme in [Fz/h] beurteilt und verglichen werden (Tabelle 6-7).

Die Leistungsfähigkeit von Fahrstreifen des IV an Lichtsignalanlagen beträgt bei idealen Verhältnissen 2000 Fz/h [VSS (1997b)]. Bei nicht idealen Verhältnissen in innerstädtischen Verhältnissen (Fahrstreifenbreite, Neigung, Parkierung, kurze Stauräume etc.) reduziert sich die Leistungsfähigkeit auf 1600 Fz/h bis 1700 Fz/h. Nach Abzug der Zeit, welche der öV für sich in Beanspruchung nimmt, verbleiben als Abschätzung noch 1500 Fz/h.

Tabelle 6-7: Summe der massgebenden Konfliktströme

	Summe der massgebenden Konfliktströme			
	vorher [Fz/h]	nachher [Fz/h]	Differenz [Fz/h]	Differenz [%]
Bellevue (Odeon)	1365	1140	-225	-16.5
Bellevue (Urban)	683	570	-113	-16.5
Bellevue (Schoeckstrasse-Utoquai)	1306	1316	10	0.8
Bellevue (Brückenkopf)	1637	1591	-47	-2.8
Heimplatz/Raemistrasse/Zeltweg	1358	1692	334	24.6
Heimplatz/Hottingerstrasse	951	1110	159	16.7
Heimstrasse/Hirschengraben	1422	1444	22	1.5
Neumarkt/Seilergraben/Künstlergasse	981	1293	312	31.8
Mühlegasse/Seilergraben	1100	1306	206	18.7
Walcheplatz	1396	1393	-4	-0.3
Bahnhof Museumsstrasse	1481	1441	-40	-2.7
Limmatquai-Mühlegasse	1024	399	-625	-61.0
Heimatwerk	955	910	-45	-4.7
Sihlporte	1139	1229	90	7.9
Pelikanstrasse-Talstrasse	716	864	148	20.7
Bleicherweg-Talstrasse	511	832	321	62.8
Dreikönigstrasse-Boersenstrasse	1069	1246	177	16.6
Bürkliplatz	1347	1404	58	4.3
Bürkliplatz-Stadthausquai	1064	1050	-14	-1.3

Von den untersuchten Knoten sind das Bellevue (Brückenkopf) und der Knoten Heimplatz/Rämistrasse/ Zeltweg überlastet. Dies obwohl das Bellevue (Brückenkopf) durch die Sperrung eine Reduktion der Belastung erfährt.

Durch die Sperrung gibt es nur am Knoten Heimplatz/Rämistrasse eine grosse Steigerung der Summe der massgebenden Konfliktströme. Damit wird die Leistungsfähigkeit dieses Knotens überschritten.

Acht weitere Knoten haben nach der Sperrung ebenfalls eine grosse Steigerung der Belastung. Die Leistungsfähigkeit wird aber nicht erreicht.

Die Knoten Bellevue (Brückenkopf), Bahnhofquai-Museumsstrasse und Walcheplatz haben schon vor der Sperrung ihre Leistungsfähigkeit erreicht. An beiden Knoten nimmt die Belastung jedoch leicht ab.

Bei fünf Knoten gibt es eine grössere Belastungsabnahme. Am deutlichsten ist es am Knoten Limmatquai-Mühlegasse, welcher direkt von der Sperrung tangiert ist. An diesen Knoten sind Massnahmen zur Reduktion der Verkehrsfläche zu prüfen.

6.3.2 Knoten ohne LSA

Innerhalb des untersuchten Gebietes gibt es nur noch zwei wichtige Knoten ohne LSA:

- Central
- Rämistrasse-Hirschengraben

Das Central ist schon vor der Sperrung stark belastet. Durch die enge Verknüpfung mit dem öV und mehreren Fussgängerübergängen ist dieser Knoten für eine LSA-Steuerung zu kompliziert. Die Belastungen nehmen gesamthaft etwas ab, aber vom Seilergraben her nimmt sie stark zu.

Der Knoten Rämistrasse-Hirschengraben hat vor der Sperrung keine grosse Bedeutung. Nach der Sperrung wird er zu einem Schlüsselknoten, weil am Heimplatz von der Rämistrasse her kein Linksabbiegen in den Seilergraben möglich ist. Dies wird sich wegen der Überlastung des Heimplatzes auch in Zukunft nicht ändern können. Während der Bausperrung des Limmatquai 1998 wurde dieser Knoten provisorisch mit einer zusätzlichen Linksabbiegerspur und einer LSA versehen.

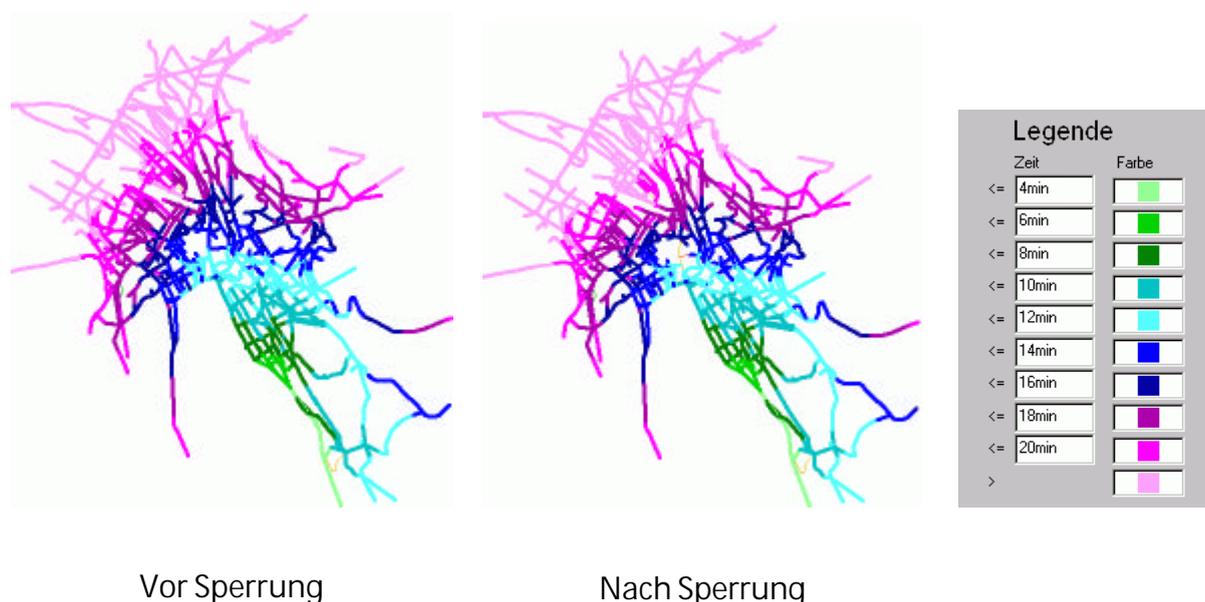
6.4 Erreichbarkeit

Mit Hilfe der Darstellung von Isochronen kann die Erreichbarkeit von Streckenabschnitten für den Individualverkehr dargestellt werden. Die Erreichbarkeit ist ein Indikator für die „Flüssigkeit“ des Verkehrs. Das heisst, es kann dargestellt werden, welche Ziele bzw. welche Streckenabschnitte innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls erreicht werden können.

Im Vergleich mit dem Zustand der Erreichbarkeit vor der Sperrung kann aufgezeigt werden, wo sich neue Probleme ergeben werden.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass sich nur von der Seestrasse vom rechten Zürichsee-Ufer her signifikante Unterschiede gegenüber früher ergeben. Der Ausgangspunkt für die Darstellung ist die Badeanstalt Zollikon, das heisst, die Fahrzeiten werden von dort aus aufgetragen (Abbildung 6-3, Anhang C-5: Isochronen von Seestrasse vor Sperrung; Isochronen von Seestrasse nach Sperrung).

Abbildung 6-3: Isochronen für die Seestrasse



Grössere Unterschiede ergeben sich erwartungsgemäss vor allem im Gebiet hinter dem Hauptbahnhof, weil dafür ein Umweg gefahren werden muss. Auch der Milchbuckturn-

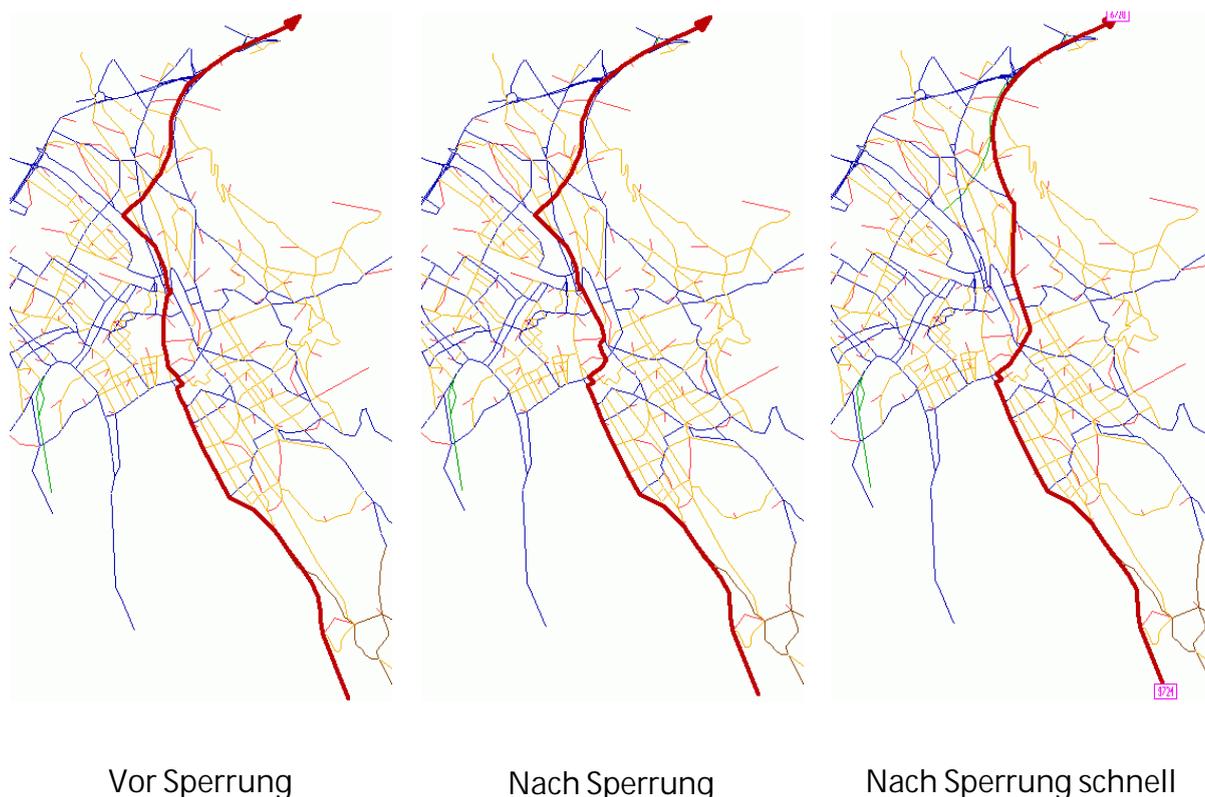
nel ist schlechter erreichbar. Dies ist nur zum Teil auf die längere Fahrzeit bedingt durch den Umweg zurückzuführen.

Im näheren Bereich der Umfahrungsrouten fällt vor allem auf, dass das Gebiet um den Römerhof und den Hottingerplatz neu schlechter erreichbar ist. Dies ist ein Indiz dafür, dass der Heimplatz mehr als ausgelastet ist, und so zum Beispiel auf der Hottingerstrasse ein Rückstau entstehen wird.

6.5 Routen

Wie im vorhergehenden Kapitel schon kurz erläutert wurde, hat sich die Erreichbarkeit des Milchbucktunnels von der Seestrasse her stark verschlechtert.

Abbildung 6-4: Routen von der Seestrasse zum Autobahnanschluss Zürich Nord



Die Auswertung von verschiedenen Routen von der Badeanstalt Zollikon an der See-
strasse bis zum Autobahnanschluss Zürich Nord zeigt, dass sich die verschiedenen
Fahrzeiten verändern werden (Abbildung 6-4).

Nach der Sperrung ist nicht mehr die Route über Bellevue, Central und Milchbucktunnel
am schnellsten. Dies als Folge des Umweges über Rämistrasse, Heimplatz und Hir-
schengraben sowie wegen der grösseren Wartezeiten am Central und am Walcheplatz
infolge des Mehrverkehrs.

Die schnellste Route führt nun über Bellevue, Rämistrasse, Universitätsstrasse direkt
zum Autobahnanschluss Zürich Nord, ohne den Milchbucktunnel als vorhandene in-
nerstädtische Hochleistungsstrasse zu benutzen.

6.6 Abschiessende Beurteilung

Die Abschätzung der Folgen der Limmatquai-Sperre hat gezeigt, dass der Mehrverkehr
auf den Umfahrungsrouten durchaus zu bewältigen ist. Dazu werden aber flankieren-
de Massnahmen nötig.

Während der Bausperrung des Limmatquais 1998 haben sich an den Knoten

- Bürkliplatz
- Rämistrasse/Hirschengraben
- Hirschengraben/Heimstrasse
- Bahnhofquai/Uraniastrasse (Heimatwerk)

die damals eingeführten Massnahmen bewährt. Ausser beim Knoten Rämistra-
sse/Hirschengraben wurden diese Umbauten beibehalten.

Weitere Massnahmen sind mindestens an den Knoten Heimplatz und Central nötig.
Alle anderen Knoten können den Mehrverkehr ohne grössere Probleme bewältigen.

7. Massnahmen

7.1 Einleitung

Um den negativen Auswirkungen der Limmatquai-Sperrung entgegenwirken zu können, werden, wie im vorhergehenden Kapitel erläutert, verschiedene Massnahmen nötig.

Das vorrangige Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit der nach der Sperrung überlasteten Knoten Heimplatz, Rämistrasse-Hirschengraben und Central zu erhöhen. Im Weiteren soll versucht werden, den Mehrverkehr über Rämistrasse – Universitätsstrasse zu reduzieren und wieder durch den Milchbucktunnel zu führen.

Als Grundlage dient wiederum das zuvor erstellte und verbesserte Verkehrsmodell des Kantons Zürich.

Aus Zeitgründen kann in dieser Diplomarbeit nicht auf jede Variante im Detail eingegangen werden. Die Modellierung und Bewertung erfolgt deshalb mit vereinfachenden Annahmen. Dies betrifft vor allem die Kapazitäten an den Knoten, welche sich durch allfällige Massnahmen verändern werden.

Als Vergleich dient die „Nullvariante“, das heisst das bestehende Netz mit der Sperrung ohne weitere Massnahmen.

Als kurzfristige Massnahmen werden die von der Stadt geplanten Veränderungen an den Schlüsselknoten sowie, wenn nötig, weitergehende Massnahmen untersucht.

Als mittelfristige Lösung werden der vom ACS vorgeschlagene Cityring und der von Armin Schilter (SVP) vorgeschlagene Tunnel unter dem Hauptbahnhof zwischen Kaserenstrasse und Sihlquai geprüft.

Als langfristige Lösungen werden die Auswirkungen der Vervollständigung des Autobahnringes rund um Zürich, vor allem mit Seetunnel und Stadttunnel, betrachtet.

7.2 Geplante Massnahmen der Stadt

Die geplanten Massnahmen der Stadt sind schon im Abschnitt 2.4 kurz erläutert. Sie sind im Bericht „Verkehrskonzept Limmatquai-Aufwertung“ genauer beschrieben [Stadt Zürich (2001b)].

Die Massnahmen an den Knoten Bürkliplatz, Hirschengraben/Heimstrasse und Bahnhofquai/Uraniastrasse sind seit der Limmatquai-Sperrung 1998 realisiert. Somit sind sie bereits in der Nullvariante enthalten. Die Massnahmen am Knoten Rämistrasse/Hirschengraben wurden ebenfalls erstellt, mussten aber infolge Einsprachen nach Beendigung der Bauarbeiten wieder zurückgebaut werden. Sie sind wieder Bestandteil des vorgeschlagenen Massnahmenpaketes.

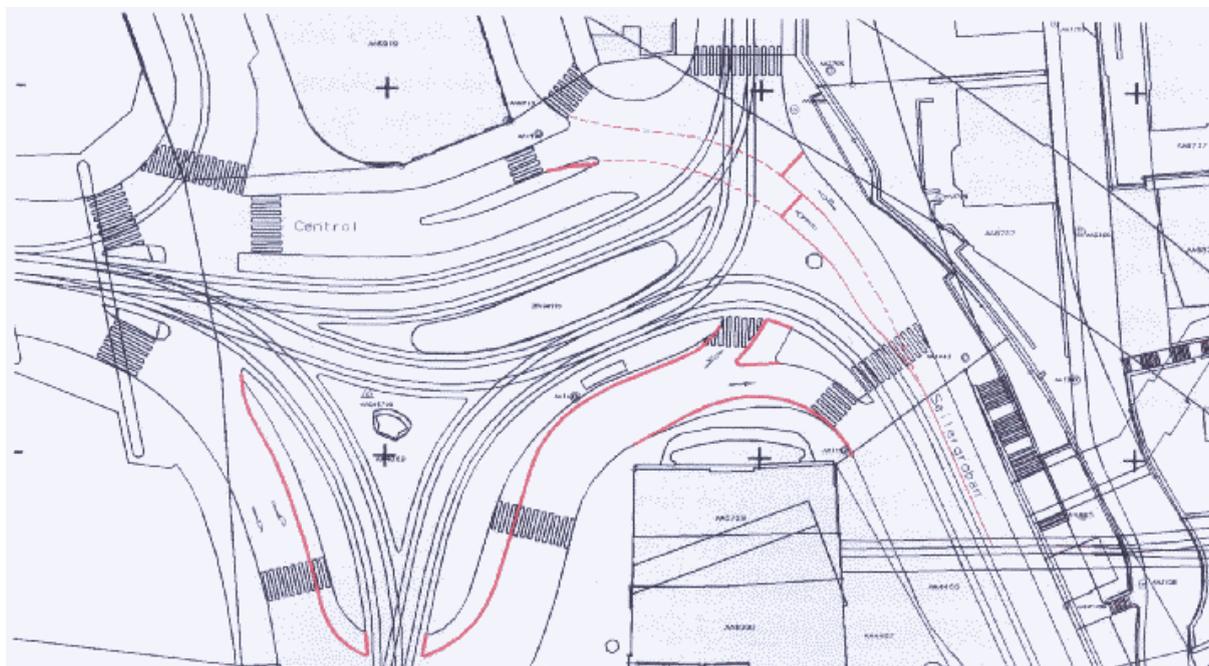
Neu kommen Massnahmen an den Knoten Central, Bellevue und Heimplatz hinzu.

7.2.1 Massnahmen

Central

Die Beziehung Limmatquai – Weinbergstrasse wird neu einspurig, die Zufahrt aus dem Seilergraben gemäss einem Vorschlag der Motion Egger zweispurig geführt (Abbildung 7-1). Damit lässt sich eine Vorsortierspur Richtung Weinberg-/Stampfenbachstrasse und eine in Richtung Bahnhofbrücke einrichten [Stadt Zürich (2001b)].

Abbildung 7-1: Massnahmen am Central

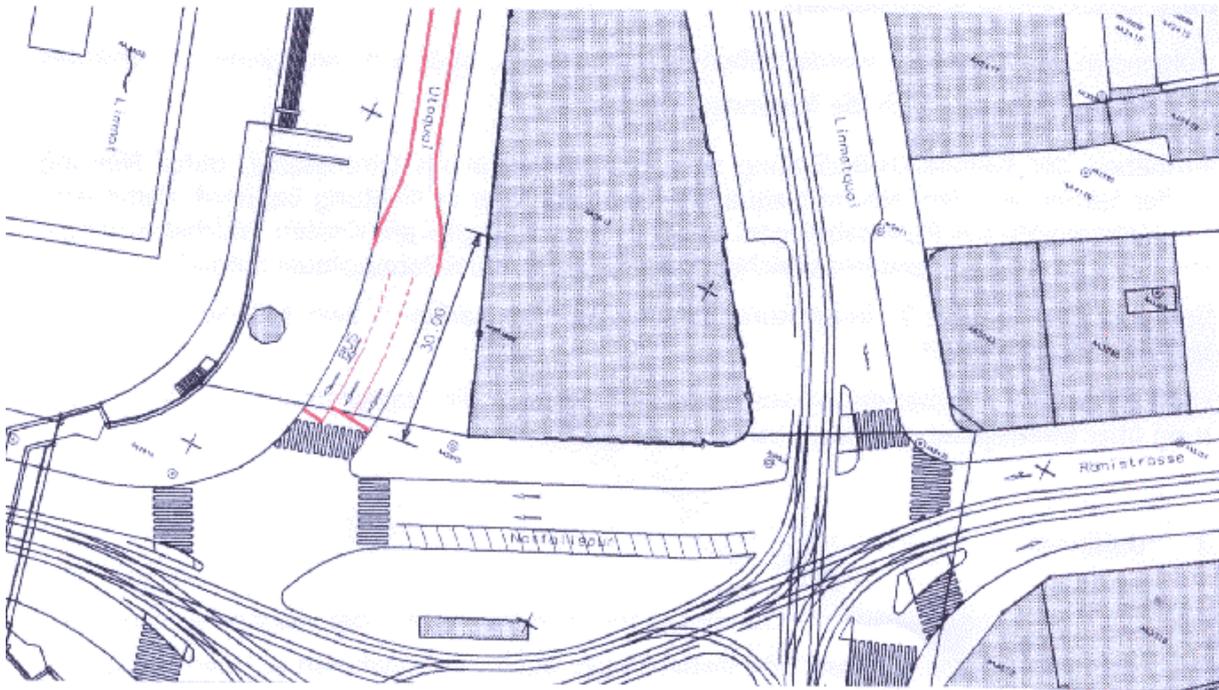


Quelle: [Stadt Zürich (2001b)]

Bellevue Variante 1

Die Anzahl Spuren im Utoquai wird bis etwa 30 m vor der Verkehrsregelungsanlage auf eine Spur reduziert (Abbildung 7-2). Vor dem Lichtsignal wird die dreispurige Anordnung beibehalten, um die grösstmögliche Anzahl Fahrzeuge im kompakten Paket in möglichst kurzer Grünzeit über den Knoten zu bringen. Dies ist deshalb von grosser Bedeutung, weil der Strom aus dem Utoquai zu allen anderen Beziehungen feindlich ist. Somit lässt sich erreichen, dass die Grünzeit am Teilknoten Utoquai/Quaibrücke entsprechend der veränderten Belastung neu verteilt werden kann [Stadt Zürich (2001b)].

Abbildung 7-2: Massnahmen am Bellevue

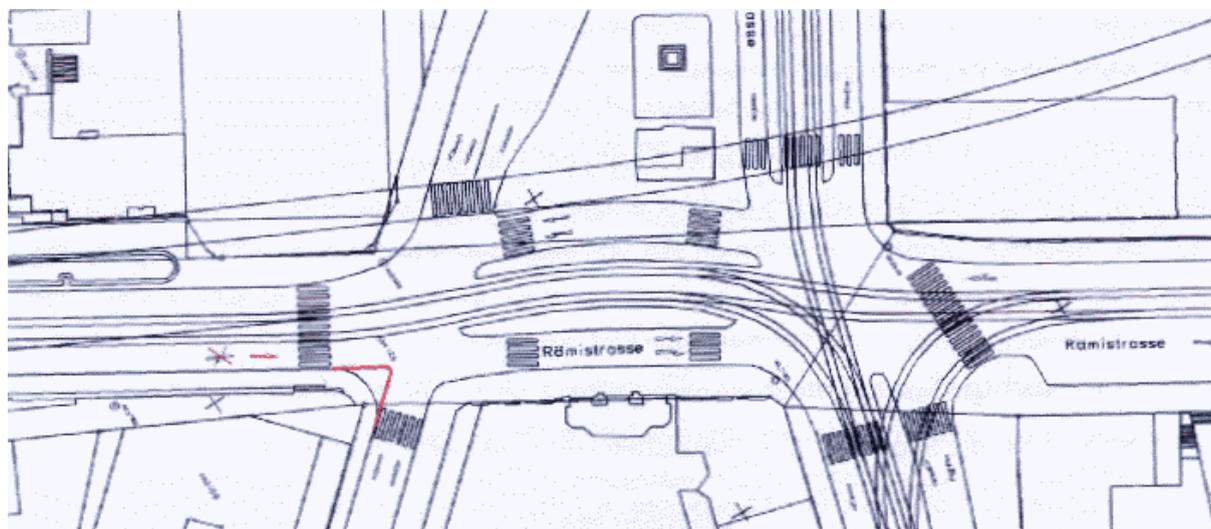


Quelle: [Stadt Zürich (2001b)]

Bellevue Variante 2

Das Utoquai zwischen der Verzweigung Limmatquai und dem Bellevue wird vollkommen gesperrt (Abbildung 7-3). Die Gewährleistung der Fahrbeziehung Limmatquai – Tiefenbrunnen erfordert die Wiedereinführung des Rechtsabbiegers aus dem Limmatquai beim Odeon sowie die Einführung einer neuen Linksabbiegerspur in Richtung Tiefenbrunnen vor dem Kino Bellevue [Stadt Zürich (2001b)].

Abbildung 7-4: Massnahmen am Heimplatz

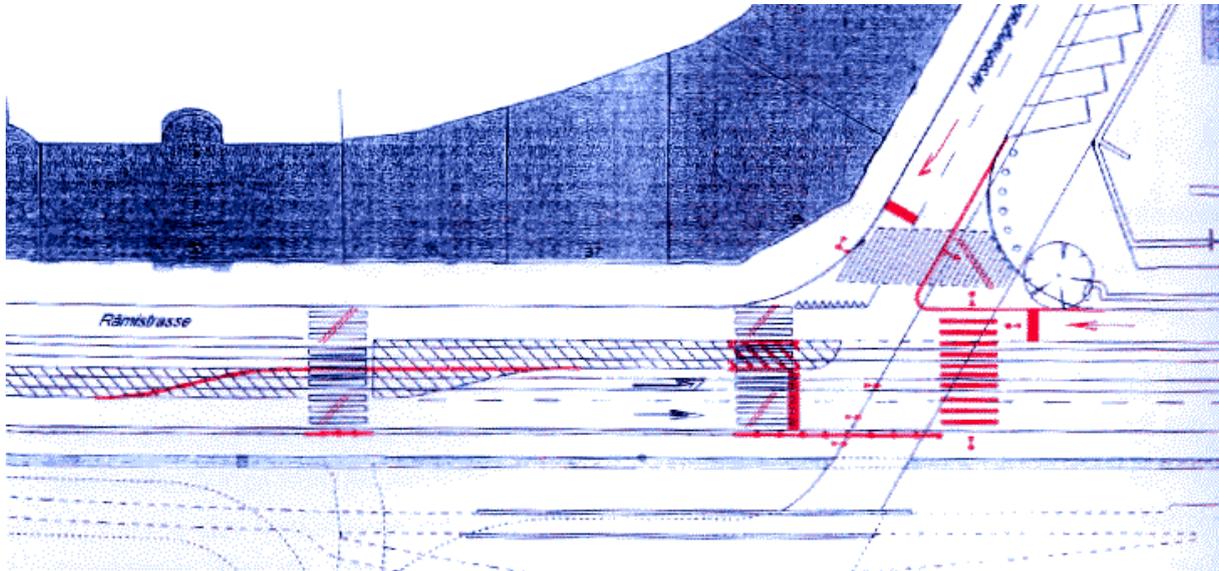


Quelle: [Stadt Zürich (2001b)]

Rämistrasse/Hirschengraben

Der Knoten Rämistrasse/Hirschengraben wird neu mit einer LSA ausgestattet. Der FG-Streifen auf der Höhe Zugang zum Parkhaus Hohe Promenade wird aufgehoben (Abbildung 7-5). Die Beziehung von der Rämistrasse aus Richtung Heimplatz in den Hirschengraben wird unterbunden.

Abbildung 7-5: Massnahmen Rämistrasse/Hirschengraben



Quelle: [Stadt Zürich (2001b)]

7.2.2 Modellierung

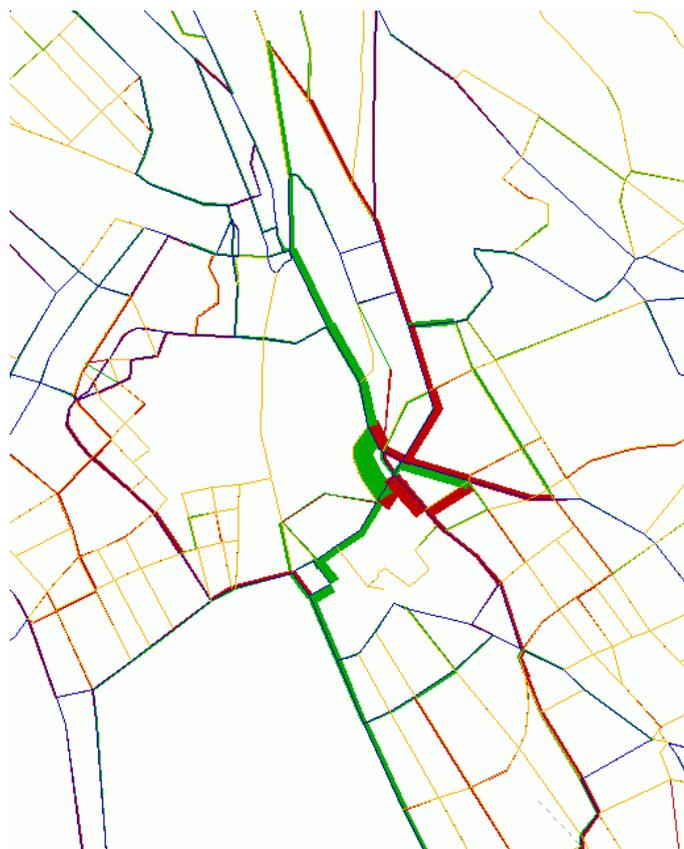
Die beschriebenen Massnahmen wurden folgendermassen modelliert:

- Central: Erhöhung der Kapazität aus dem Seilergraben
- Heimplatz: Löschen der Abbiegebeziehung von der Rämistrasse bergwärts in den Zeltweg, Erhöhung der Kapazität auf der gradeaus-Beziehung auf der Rämistrasse
- Bellevue Variante 1: Verkleinerung der Kapazität vom Utoquai aus Richtung Innenstadt
- Bellevue Variante 2: Sperrung des Utoquais aus Richtung Innenstadt, Einführung eines Rechtsabbiegers aus dem Limmatquai in die Rämistrasse, Einführung einer Linksabbiegespur von der Rämistrasse ins Utoquai Richtung stadtauswärts.
- Rämistrasse-Hirschengraben: Verkleinerung des Abbiegezeitzuschlags vom Linksabbieger von der Rämistrasse in den Hirschengraben, Erhöhung der Kapazität

7.2.3 Auswirkungen

Massnahmen mit Bellevue Variante 1

Abbildung 7-6: Differenznetz Auswirkungen Massnahmen mit Bellevue Variante 1



Die Massnahmen am Knoten Rämistrasse-Hirschengraben und beim Central bewirken, dass die Belastungen auf der Route Bellevue-Rämistrasse-Seilergraben-Central durch die Kapazitätssteigerung weiter zunimmt (Abbildung 7-6). Dies bringt eine Entlastung am Heimplatz, was sich positiv auf die angeschlossenen Strassen Zeltweg, Hottingerstrasse und die Richtung Norden führende Rämistrasse auswirkt. Dazu trägt auch die Unterbindung des Rechtsabbiegers von der bergwärts führende Rämistrasse in den Zeltweg bei.

Vor allem im Bereich Römerhof wurden während der Bausperrung 1998 vermehrt störender beziehungsweise stehender Verkehr festgestellt. Diese Situation wird damit entschärft.

Weitere Massnahmen sind in den Nebenstrassen zwischen Römerhof und Gloriastrasse zu prüfen, um vor allem den Schleichweg über die Freiestrasse unterbinden zu können.

Durch diese Massnahmen ist auch eine Abnahme des Verkehrs auf der Umfahrroute links der Limmat über den Bürkliplatz, Talstrasse und Uraniastrasse feststellbar.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 1
- Differenznetz Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 1 – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Massnahme Stadt, Bellevue Variante 1

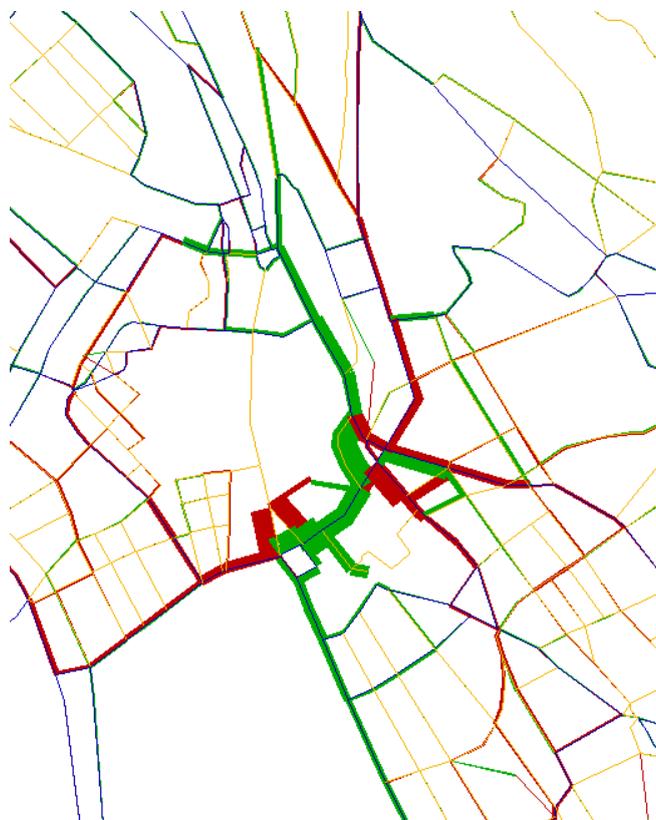
Massnahmen mit Bellevue Variante 2

Die Variante mit dem gesperrten Utoquai zwischen Schiffpländeplatz und Bellevue hat weitreichende Konsequenzen (Abbildung 7-7). Durch die Verkürzung der Distanz am Bellevue wird die Attraktivität der südwärts führenden Routen über die Rämistrasse und das Bellevue stark gesteigert. Dies hat zur Folge, dass auch Verkehr vom Hauptbahnhof nicht mehr über die Umfahrroute links der Limmat geht, sondern über den Bahnhofplatz und die Bahnhofbrücke zum Central kommt. Dies führt wiederum zu einer Belastungszunahme am Central. Damit ist dieser Knoten trotz der Massnahme zur Kapazitätssteigerung weiterhin überlastet. Weitere Massnahmen wären nötig, damit der öV nicht übermässig behindert wird.

Die Umfahrroute links der Limmat wird durch diese Massnahmen weiter entlastet, obwohl dort noch genug freie Kapazitäten vorhanden wären.

Diese Variante ist aus städtebaulicher Sicht sicher wünschenswert. Damit ergäben sich durch die frei gewordene Verkehrsfläche auf dem gesperrten Teil des Utoquais und dem Schiffpländeplatz schöne Möglichkeiten zur Gestaltung von neuen innerstädtischen Erholungsflächen.

Abbildung 7-7: Differenznetz Auswirkungen Massnahmen mit Bellevue Variante 2



Verkehrstechnisch müsste diese Variante aber sorgfältig geprüft werden. Vor allem der Stauraum beim Bellevue von der talwärts führenden Rämistrasse bis zur Abzweigung Quaibrücke-Utoquai ist zu klein für das neue Verkehrsaufkommen. Damit würde wiederum der öV am Bellevue stark beeinträchtigt.

Trotz den städtebaulichen Vorteilen kann diese Variante somit nur mit Einschränkungen empfohlen werden. Politisch hat dieser Vorschlag in naher Zukunft voraussichtlich auch nur kleine Chancen, weil die weiten Massnahmen, die zu einer erfolgreichen Durchführung notwendig wären, zu einer starken Beeinträchtigung des IV führen würden.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 2
- Differenznetz Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 2 – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Massnahme Stadt, Bellevue Variante 2

7.3 Grosskreisel beim Central

7.3.1 Ausgangslage

Praktisch alle Varianten und Massnahmen zeigen eine Schwachstelle beim Central. Auf kleinstem Raum treffen dort motorisierter Individualverkehr, der öV mit Tram und Bus sowie zahlreiche stark frequentierte Fussgängerströme aufeinander (Abbildung 7-8).

Abbildung 7-8: Situation am Central



Quelle: [Stadt Zürich (1998b)]

Insgesamt gibt es sechs Strassen, welche am Central zusammentreffen:

- Neumühlequai
- Bahnhofbrücke
- Niederdorfstrasse

- Zähringerstrasse
- Seilergraben
- Weinbergstrasse
- Stampfenbachstrasse

Der öV geht mit den folgenden acht Linien über das Central:

- Tram Nr. 3, 4, 6, 7, 8, 10, 15
- Bus Nr. 31

Dies ergibt in der Spitzenstunde pro halber Minute etwa eine Verkehrsbewegung des öffentlichen Verkehrs.

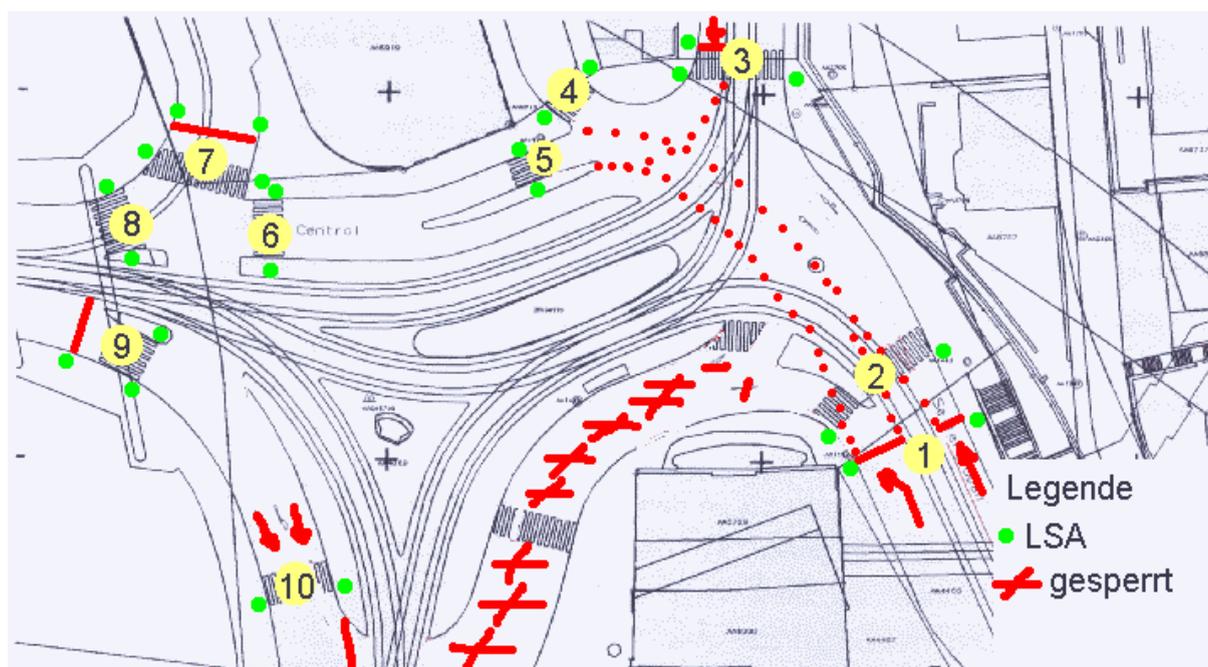
Grosse Fussgängerströme hat es vor allem auf den Achsen Haltestelle Central – Niederdorf über die Strasse vom Limmatquai und Haltestelle Central – Bahnhofbrücke über die Neumühlestrasse.

7.3.2 Massnahmen

Nach dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass sich eine Verminderung der Verkehrsströme am Central zugunsten einer Leistungssteigerung anbieten würde.

Die Grundlage dieser Variante ist die Sperrung des Teilstückes am Central zwischen Limmatquai und Seilergraben (Abbildung 7-9). Der Verkehr von der Bahnhofbrücke und vom Neumühlequai Richtung Seilergraben, Weinbergstrasse und Stampfenbachstrasse wird neu über die Strecke Limmatquai-Mühlegasse-Seilergraben geführt. Ebenfalls gesperrt wird der Seilergraben Richtung Heimplatz, und die Mühlegasse Richtung Rudolf-Brun-Brücke. So entsteht eine Art „Grosskreisel“. Damit wird eine doppelspurige Verkehrsführung im Seilergraben in Richtung Central und in der Mühlegasse Richtung Seilergraben ermöglicht, und die Ströme erhalten einen grösseren Stauraum auf zwei getrennten Vorsortierstreifen. Auch die Behinderung des Verkehrs durch Fussgänger auf dem FG-Streifen zwischen der Haltestelle Central und dem Niederdorf, welcher bisher über drei IV-Spuren führte, kann dadurch eliminiert werden.

Abbildung 7-9: Massnahmen am Central



Diese neue Verkehrsführung führt zunächst zu einer Reduktion der Konfliktpunkte. Dies ist die Grundlage für die Realisierung einer LSA. Die verschiedenen LSA können in zwei Gruppen zusammengefasst werden, welche koordiniert werden: LSA 1 bis 6 und LSA 8 bis 10 (Abbildung 7-9). Das System wird vom öV beeinflusst. Damit ergibt sich durch den Betrieb der LSA eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit.

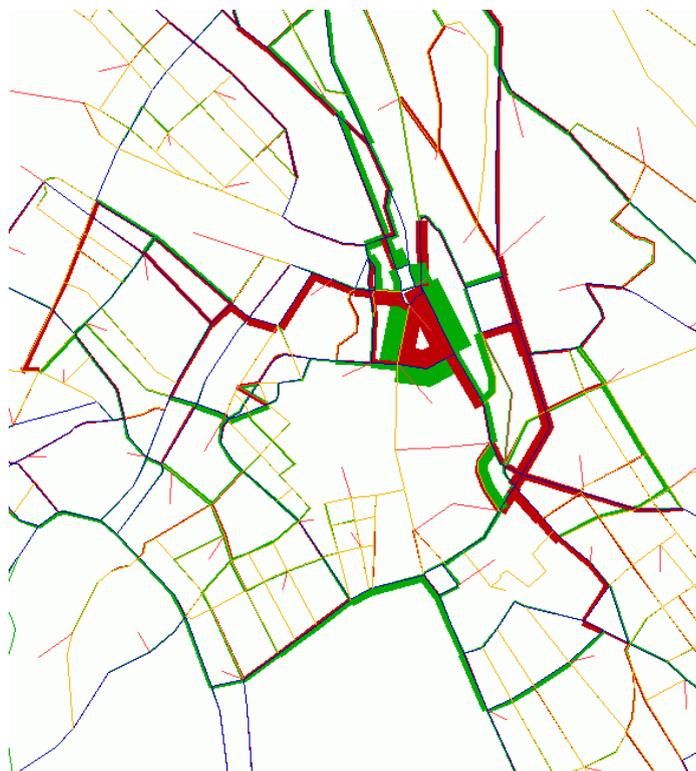
7.3.3 Auswirkungen

Die Massnahmen des Grosskreisels wurden zusammen mit den vorher erläuterten Massnahmen der Stadt geprüft (Kapitel 7.2, Bellevue Variante 1). Im Vergleich zu den geplanten Massnahmen der Stadt ergeben sich die folgenden Unterschiede:

Durch die Kapazitätssteigerung beim Central nimmt die Belastung im Seilergraben in Richtung Central weiter zu (Abbildung 7-10). Dort sind aber noch freie Kapazitäten vorhanden. Eine starke Zunahme des Verkehrs ist infolge des Grosskreisels auch auf der Route Limmatquai-Mühlegasse vorhanden. Der Fussgängerstreifen im Niederdorf, wel-

cher die Mühlegasse überquert, sollte aus Sicherheitsgründen neu mit einer LSA versehen werden.

Abbildung 7-10: Differenznetz Auswirkungen Grosskreise Central



Die gesteigerte Kapazität beim Central führt dazu, dass der Verkehr wieder vermehrt die Route über Rämistrasse-Seilergraben-Central-Milchbucktunnel benutzt. Damit wird auch die Route über Heimplatz-Rämistrasse-Universitätsstrasse weiter entlastet.

Links der Limmat nimmt der Verkehr auf der Kasernenstrasse bis zur Bahnhofbrücke deutlich ab. Auf der Route Talstrasse-Sihlporte-Sihlstrasse bleibt der Verkehr in etwa konstant.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Grosskreisel Central
- Differenznetz Grosskreisel Central – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Grosskreisel Central

7.4 Cityring

7.4.1 Ausgangslage

Die Idee zur Realisierung eines Einbahnringes stammt vom ACS. Ziel ist es, die Kapazität des inneren Rings um die City zu steigern, um den Mehrverkehr durch die Limmatquai-Sperrung besser aufnehmen zu können. Es bildet einen Gegenvorschlag zu den Massnahmen der Stadt.

7.4.2 Massnahmen

Zentraler Punkt des Projekts ist der Cityring: Statt wie bisher im Gegenverkehr soll die Innenstadt in einem klaren Einbahnring umfahren werden [Tagesanzeiger]. Die innere Fahrspur soll der Erschliessung der City dienen, die äussere dem Durchgangsverkehr. Dies soll laut einer Machbarkeitsstudie des ACS eine Leistungssteigerung um bis zu 20 % bringen.

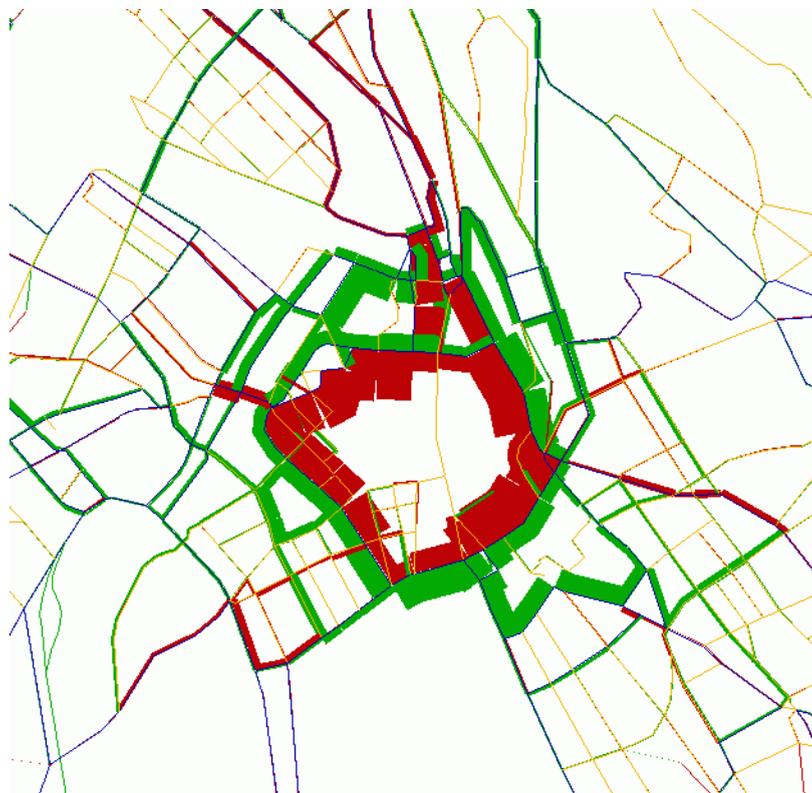
Als ergänzendes Vorhaben wird ein direkter Zugang vom rechten Seeufer zur Autobahn über die Quaibrücke – eine Art „Seetunnel am Ufer“ vorgeschlagen. Die beiden heutigen Fahrspuren gegen den See hin würden bei der Quaibrücke und beim Bürkliplatz abgetrennt und im Gegenverkehr betrieben. Die zwei Spuren zum Land hin wären Teil des Cityrings. Weiter schlägt der ACS den Bau zusätzlicher Parkhäuser entlang des Rings vor – je eines in den Bereichen Fraumünster, Obergericht, Pelikanplatz und Beatenplatz. Die Kosten werden etwa auf 20 Millionen Franken geschätzt.

Da einige grundsätzliche Fragen zu diesem Projekt noch nicht im Detail bekannt sind, konnte im Umfang dieser Arbeit nur eine oberflächliche Überprüfung dieses Projekts durchgeführt werden.

7.4.3 Auswirkungen

Das Differenznetz (Abbildung 7-11) zeigt die Auswirkungen eines Cityrings. Obwohl die Kapazität auf dem Ring stark gesteigert wird, gibt es eine grosse Umlagerung des Verkehrs in Gegenrichtung auf die umliegenden Strassen. Es bildet sich eine Art „doppelter Cityring mit einem Einbahnverkehr in die Gegenrichtung.

Abbildung 7-11: Differenznetz Auswirkungen Cityring



Rechts der Limmat wird vor allem die Strecke über Falkenstrasse-Kreuzbühlstrasse zum Kreuzplatz überproportional stärker belastet. Ein grosser Teil des Verkehrs über das Central geht neu über die Route Weinbergstrasse-Leonhardstrasse-Rämistrasse zum Heimplatz.

Links der Limmat ist Ähnliches feststellbar. Vor allem die Stockerstrasse als Parallelrichtung wird stärker belastet. Zu einer kompletten Überlastung führt die Umlagerung zwischen Löwenplatz und Bahnhofplatz. Die Kapazitätsgrenze wird dort weit überschritten.

Es ist ersichtlich, dass die Einführung eines Cityrings weitgehende Konsequenzen hätte. Die Verkehrsführungen und –beziehungen auf den umliegenden Strassen müsste sorgfältig geprüft werden, um die oben genannten Umlagerungserscheinungen weitgehend eliminieren zu können.

Trotz der Kapazitätssteigerung hat der Cityring einige gravierende Nachteile. Die Reisezeiten und – distanzen erhöhen sich infolge der Umwegfahrten wesentlich. Der Cityring erfüllt zum Teil auch nicht die von der Stadt vorgegeben Randbedingungen und Zielen. Zum einen ist er wegen den weitreichenden Konsequenzen nicht innerhalb nützlicher Frist umzusetzen. Die Kapazitätssteigerung bringt innerhalb der Stadt auch einen grösseren Mehrverkehr. Dadurch kann das Ziel des Nullsummenspiels beim MIV nicht mehr durchgesetzt werden.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Cityring
- Differenznetz Cityring – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Cityring

7.5 Tunnel unter Hauptbahnhof

7.5.1 Ausgangslage

Die Idee für einen Autotunnel unter Hauptbahnhof und Sihl entstammt aus einer Motion von Armin Schilter (SVP) an den Gemeinderat vom Juli 2001 [Tagesanzeiger].

7.5.2 Massnahmen

Der Tunnel verbindet das Sihlquai und die Kasernenstrasse bei der Sihlpost durch einen unter dem Hauptbahnhof hindurchführenden Autotunnel. Das entsprechende Tunnelstück existiert bereits. Es wurde in den 80er Jahren, während des Baus des Bahnhof Museumsstrasse, als Vorinvestition für die auf später geplante Sihltiefstrasse gebaut. Heute nutzen es Kanton und SBB für Ausstellungen.

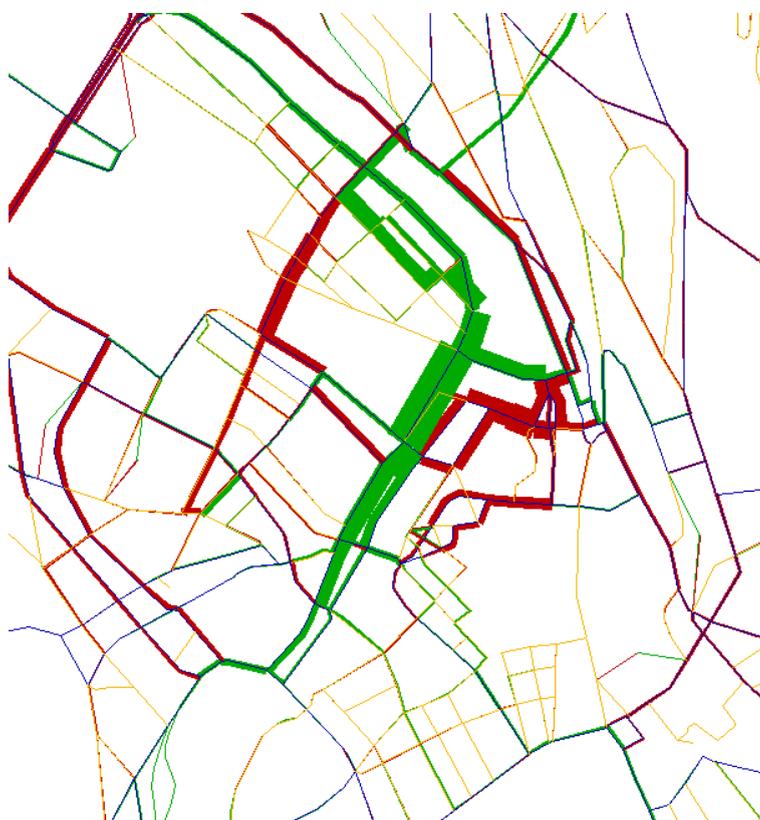
Der Stadtrat hat die Kosten auf etwa 100 Millionen Franken geschätzt. Mit diesem Geld muss die westliche Tunnelröhre fertig gestellt werden. Dazu kommt eine Zufahrtsrampe gegen das Sihlquai und eine Anschlussrampe im Bereich Sihlpost. Die Parkierung vor der Sihlpost muss aufgehoben werden. Ferner muss das Verkehrsregime in der Gegend Sihlpost/Post- und Gessnerbrücke geändert werden.

7.5.3 Auswirkungen

Da zu diesem Projekt noch keine detaillierten Pläne vorliegen, kann auch hier nur eine qualitative Analyse der Auswirkungen erfolgen.

Das Differenznetz zur Nullvariante (Abbildung 7-12) zeigt die Änderungen der Verkehrsbelastungen. Der Tunnel bringt vor allem im Bereich des Bahnhofquais und des Bahnhofplatzes die erhoffte Entlastung.

Abbildung 7-12: Differenznetz Auswirkungen Tunnel unter Hauptbahnhof



Aber auch die Umfahrroute links der Limmat im Bereich Uraniastrasse/Sihlstrasse wird deutlich entlastet. Auch auf der Umfahrroute rechts der Limmat findet eine Entlastung statt, aber nur in einem kleinen Ausmass.

Eine starke Belastungszunahme erfolgt auf den Strecken Stauffacherquai/Kasernenstrasse in Richtung Norden und auf der Strecke Gessnerallee/Selnausgrasse in Richtung Süden.

Wie aus dem Differenznetz ersichtlich ist, gibt es vor allem mit dem nordwärts fahrenden Verkehr Probleme. Es findet eine grosse Umlagerung von vom Süden in den Norden statt. Auf der Seebahnstrasse und der Sihlfeldstrasse von und zur Hardbrücke nimmt der Verkehr ab. Am deutlichsten ist der Verkehrsrückgang auf der Langstrasse ersichtlich. Dieser Verkehr geht neu auch durch das Tunnel und führt dann über die tiefer klassierte Limmatstrasse zur Kornhausbrücke.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Tunnel unter Hauptbahnhof
- Differenznetz Tunnel unter Hauptbahnhof – Nullvariante
- Differenznetz Tunnel unter Hauptbahnhof – Nullvariante Detail
- Isochronen von Seestrasse, Tunnel unter Hauptbahnhof

7.6 Autobahnring

7.6.1 Ausgangslage

Heute drängt sich noch der gesamte Durchgangsverkehr durch die Stadt Zürich. Im Sinne eines Ausblickes in die Zukunft wird hier noch kurz auf die Zeit eingegangen, wo alle Probleme des innerstädtischen Verkehrs in Zürich gelöst sein werden: Die Fertigstellung des Autobahnringes rund um Zürich.

Die Durchführung dieser Bauprojekte ist zum Teil überhaupt noch nicht gesichert. Die Inbetriebnahme dieser neuen Netzelemente ist frühestens im Jahre 2020 zu erwarten. Bis dahin wird es noch ein weiter Weg sein.

7.6.2 Massnahmen

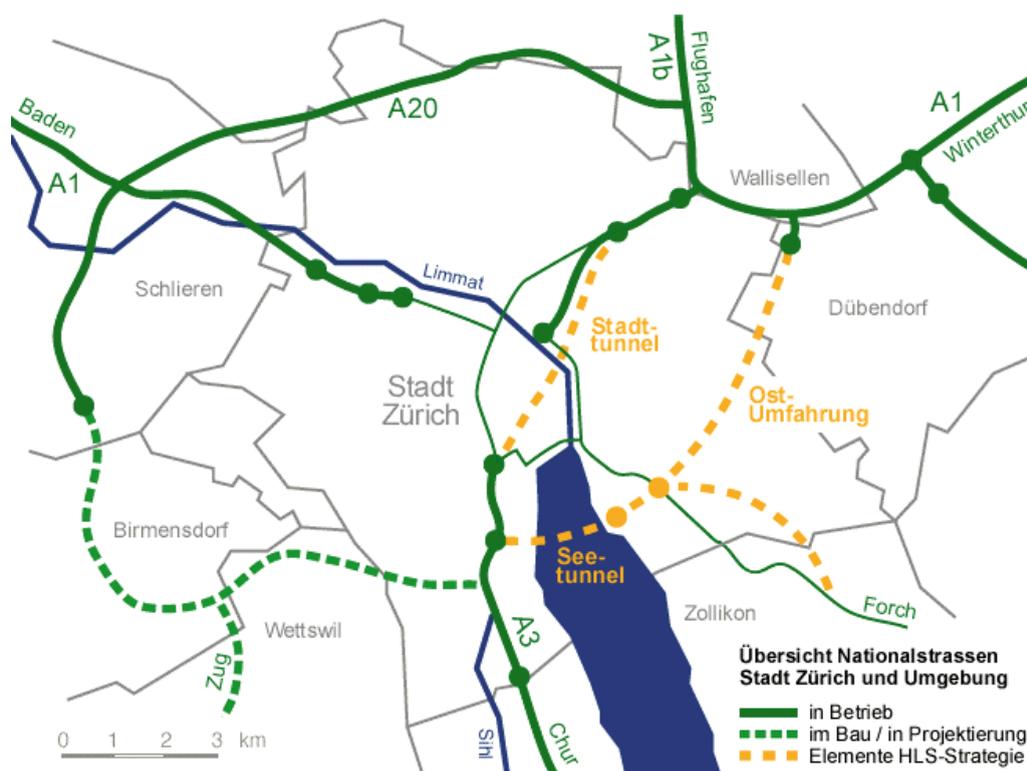
Mit vereinfachenden Annahmen wurden die neuen Streckenelemente der Hochleistungsstrassen im Kanton Zürich modelliert (Abbildung 7-13).

Die wichtigsten Elemente sind:

- Stadttunnel
- Seetunnel
- Ostumfahrung

Bereits im Bau befindet die Westumfahrung.

Abbildung 7-13: Autobahnring um Zürich



Quelle: [Komitee pro Seetunnel (2002)]

7.6.3 Auswirkungen

Das Differenznetz (Abbildung 7-14, Anhang D: Differenznetz Autobahnring - Nullvariante Detail) zeigt die Entlastung des innerstädtischen Netzes durch die Fertigstellung des Autobahnringes. Alle Knoten können nun deutlich unter der Kapazitätsgrenze betrieben werden. Damit entstehen neue Möglichkeiten für die Erweiterung der Fussgängerzonen. Auch für den öffentlichen Verkehr wird dies positive Folgen haben.

Abbildung 7-14: Differenznetz Auswirkungen Autobahnring



Nicht in die Untersuchung miteinbezogen wurde allerdings die Verkehrsentwicklung bis zur Fertigstellung. Auch die Tatsache, dass neue, bessere Verbindungen mehr Verkehr generieren, wurde nicht berücksichtigt. Dies soll deshalb nur ein kleiner Ausblick sein, was die Stadt Zürich in Zukunft erwarten wird.

Im Anhang D sind die folgenden Pläne zusammengestellt:

- Belastung Autobahnring
- Differenznetz Autobahnring – Nullvariante
- Differenznetz Autobahn – Nullvariante Detail

7.7 Variantenvergleich

Ein grober Variantenvergleich erfolgt anhand der geleisteten Fahrzeugkilometer und Fahrzeugstunden während der Abendspitzenstunde von 17.00 Uhr bis 18.00 Uhr. Die Auswertung erfolgt in einem ersten Schritt pro Streckentyp. Daraus wird ersichtlich, ob sich der Verkehr eventuell von den höher klassierten Strassen in die Sammelstrassen etc verlagert. Mit einem Vergleich der aufsummierten Werte für das ganze Netz kann eine Aussage über die Gesamtwirtschaftlichkeit sowie über die Umweltauswirkungen gemacht werden. Die Variante mit dem Autobahnring wird in diesen Vergleich nicht miteinbezogen, weil dazu noch zu viele offene Fragen sind.

Tabelle 7-1: Vergleich Fahrzeugkilometer pro Streckentyp

Variante	Fahrzeugkilometer							
	HLS		HVS		VS		SS	
	[km]	? [%]	[km]	? [%]	[km]	? [%]	[km]	? [%]
vor Sperrung	22581	0.00	100336	-0.96	3639	-1.52	17561	2.72
Nullvariante	22582	0.00	101308	0.00	3695	0.00	17096	0.00
Massnahmen Stadt (B1)	22556	-0.12	101359	0.05	3690	-0.14	17056	-0.23
Massnahmen Stadt (B2)	22560	-0.10	101462	0.15	3667	-0.76	17004	-0.54
Grosskreisel Central	22598	0.07	101399	0.09	3696	0.03	17307	1.23
Cityring	22365	-0.96	102216	0.90	3723	0.76	18003	5.31
Tunnel unter HB	22675	0.41	101274	-0.03	3672	-0.62	17097	0.01

Tabelle 7-2: Vergleich Fahrzeugkilometer total

Variante	Fahrzeugkilometer	
	[km]	D [%]
vor Sperrung	144117	-0.39
Nullvariante	144681	0.00
Massnahmen Stadt (B1)	144661	-0.01
Massnahmen Stadt (B2)	144693	0.01
Grosskreisel Central	145000	0.22
Cityring	146307	1.12
Tunnel unter HB	144718	0.03

Der Vergleich der Fahrzeugkilometer zeigt, dass nur die geplanten Massnahmen der Stadt mit der Variante Bellevue 1 eine kleine Reduktion bezüglich der Nullvariante ohne Massnahmen bringt. Alle weiteren Varianten haben infolge der längeren Umwege mehr Fahrzeugkilometer. Vor allem bei der Variante „Cityring“ fallen die grossen Verschiebungen auf die untergeordneten Sammelstrassen auf.

Tabelle 7-3: Vergleich Fahrzeugstunden pro Streckentyp

Variante	Fahrzeugstunden							
	HLS		HVS		VS		SS	
	[h]	? [%]	[h]	? [%]	[h]	? [%]	[h]	? [%]
vor Sperrung	682	0.00	5044	-1.54	126	1.61	945	2.94
Nullvariante	682	0.00	5123	0.00	124	0.00	918	0.00
Massnahmen Stadt (B1)	680	-0.29	5119	-0.08	124	0.00	913	-0.54
Massnahmen Stadt (B2)	681	-0.15	5135	0.23	123	-0.81	917	-0.11
Grosskreisel Central	682	0.00	5121	-0.04	124	0.00	931	1.42
Cityring	669	-1.91	5282	3.10	125	0.81	995	8.39
Tunnel unter HB	688	0.88	5089	-0.66	123	-0.81	918	0.00

Tabelle 7-4: Vergleich Fahrzeugstunden total

Variante	Fahrzeugstunden	
	[h]	? [%]
vor Sperrung	6797	-0.73
Nullvariante	6847	0.00
Massnahmen Stadt (B1)	6836	-0.16
Massnahmen Stadt (B2)	6856	0.13
Grosskreisel Central	6840	-0.10
Cityring	7071	3.27
Tunnel unter HB	6818	-0.42

Im Vergleich der Fahrzeugstunden tritt die grösste Reduktion bei der Variante „Tunnel unter dem Hauptbahnhof“ auf. Diese Variante hat aber verkehrstechnisch gesehen nur einen kleinen Zusammenhang mit der Sperrung des Limmatquais. Hier geht es nach dem Prinzip „wenn schon eine Strecke sperren, dann doch eine neue machen“.

Die Variante „Cityring“ ist auch hier infolge der grossen Umwegfahrten weit abgeschlagen.

Im direkten Zusammenhang mit der Limmatquai-Sperrung ist wieder die Variante mit den Massnahmen der Stadt (Variante Bellevue 1) an der Spitze. Damit können die zusätzlichen Fahrzeugstunden der Nullvariante gegenüber dem ursprünglichen Zustand am meisten reduziert werden. Relativ gut ist auch die Variante „Grosskreisel Central“, welche mit den Massnahmen der Stadt kombiniert ist. Hier ist die geringere Reduktion der Fahrzeugstunden auf den zurückgelegten Umweg zurückzuführen. Ein Vergleich mit den Fahrzeugkilometern zeigt aber, dass diese Variante im Verhältnis sehr gut ist. Trotz der Zunahme an Fahrzeugkilometern sinken die Fahrzeugstunden. Die zeigt, dass mit dieser Variante die beste „Verflüssigung“ des Verkehrs erreicht werden kann. Sie ist zudem mit deutlich weniger Kosten verbunden als die Variante „Tunnel unter Hauptbahnhof“.

8. Schlussfolgerung und Ausblick

Die Beurteilung der Varianten hat gezeigt, dass die von der Stadt geplanten Massnahmen für die Bewältigung des Verkehrs als genügend angesehen werden können. Die Belastung auf den direkten Umfahrungsrouten nimmt deutlich zu, doch mit den Massnahmen wird die Kapazitätsgrenze nirgends überschritten.

Weitere Massnahmen sollten beim Central in betracht gezogen werden. Der Vorschlag mit dem Grosskreisel Central-Limmatquai-Mühlegasse-Seilergraben bringt durch die Reduktion der Konfliktstellen sowie die Möglichkeit, beim Central eine LSA installieren zu können, eine deutliche Kapazitätssteigerung. Diese Massnahme ist aber verkehrstechnisch noch genauer zu untersuchen.

Die von der Stadt geplante Variante beim Bellevue mit der Sperrung des Utoquais vom Schifflandeplatz bis zum Bellevue hat sich als nicht realistisch herausgestellt. Die Kapazität der Rämistrasse ist dafür zu klein.

In einem nächsten Schritt müssen die Massnahmen an den Knoten verkehrstechnisch noch genauer untersucht werden. Mit dem Programm VISSIM muss die Umfahrungsroute rechts der Limmat mikroskopisch simuliert werden. Damit werden auch die Einflüsse des öV und der Fussgänger ersichtlich, und die Kapazitäten der Knoten können genau bestimmt werden.

9. Literatur

- Apel, D. (1992) *Verkehrskonzepte in europäischen Städten: Erfahrungen mit Strategien zur Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl*, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin.
- Blanc, J-D. (1993) *Die Stadt - ein Verkehrshindernis? Leitbilder städtischer Verkehrsplanung und Verkehrspolitik in Zürich 1945-1975*, Chronos Verlag, Zürich.
- Bundesminister für Verkehr (1985) *Leistungsfähigkeit von Hauptverkehrsstrassen*, Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 445, 1985.
- Dietrich, K. (1998a) *Erarbeitung und Darstellung von Verkehrsplänen*, IVT, ETHZ.
- Dietrich, K. (1998b) *Strassenprojektierung*, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich.
- Dietrich, K. und P. Spacek (1996) *Vorlesungsunterlage Verkehrsbeeinflussung*, IVT, ETH Zürich.
- Kanton Zürich (2000) *Hochleistungsstrassen im Kanton Zürich, Strategie und Elemente*, Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt.
- Komitee pro Seetunnel (2002) <http://www.seetunnel.ch>
- Pitzinger, P. (1996) *Ausbau der Verkehrssteuerung: Grundsätzliches am Beispiel der Stadt Zürich*, Route et traffic Nr. 11.
- PTV (2001) *Benutzerhandbuch VISUM Version 7.50*.
- Schnabel W. und D. Lohse (1997) *Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2*, Verlag für Bauwesen, Berlin.
- Schönauer, R.G. (1987) *Von der Stadt am Fluss zur Stadt am See: 100 Jahre Zürcher Quaianlagen*, Stadtrat von Zürich, Zürich.
- Stadt Zürich (1995) *Gleiserneuerung im Limmatquai: Verkehrsmessungen vor und während den Bauarbeiten*, Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr.
- Stadt Zürich (1998a) *Auswertung von Verkehrsmessungen vor und während der Limmatquaisperre 1998*, Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr.
- Stadt Zürich (1998b) *Mobil in Zürich*, Tiefbauamt der Stadt Zürich, Verkehrsplanung, Fachstelle Fuss- und Veloverkehr.
- Stadt Zürich (1999a) *Anfrage von Kantonsrat Reto Cavegn (Sperrung Limmatquai) vom 11. Januar 1999, Beschluss des Regierungsrates des Kantons Zürich vom 31. März 1999: Beantwortung der offenen Fragen*, Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr, Verkehrs-Kommissariat 1.
- Stadt Zürich (1999b) *Limmatquaisperre 1998: Zusammenfassender Bericht mit Dokumentation*, Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr.

- Stadt Zürich (2000) *Verkehrsfrequenzen MIV 1999*, Tiefbauamt der Stadt Zürich.
- Stadt Zürich (2001a) *Intermodale Leistungsfähigkeit an Lichtsignalanlagen*, Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr .
- Stadt Zürich (2001b) *Verkehrskonzept Limmatquai – Aufwertung*, Tiefbauamt der Stadt Zürich, Verkehrsplanung.
- Tagesanzeiger Archiv <http://www.tagesanzeiger.ch>
- VSS (1996) SN 640 834: *Lichtsignalanlagen Phasentrennung*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- VSS (1997a) SN 640 833: *Lichtsignalanlagen Nutzen*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- VSS (1997b) SN 640 835: *Lichtsignalanlagen, Abschätzung der Leistungsfähigkeit*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- VSS (1999a) SN 640 020: *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit: Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- VSS (1999b) SN 640 022: *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit: Knoten ohne Lichtsignalanlage*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- VSS (2000) SN 640 023: *Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit: Knoten mit Lichtsignalanlage*, Vereinigung Schweizer Strassenfachleute, Zürich.
- Willumsen, N. und J. de Dios Ortúzar (2000) *Modelling Transport, Second Edition*, John Wiley & Sons, New York.

Anhang

Anhang A: Strukturdaten

- Netz Kanton Zürich
- Teilnetz
- Zählstellen
- Zählstellen Innenstadt
- Bezirke
- Übersicht Innenstadt
- Verkehrsnetz Individualverkehr
- Spurenplan
- Betriebsplan Individualverkehr

Anhang B: Analyse des Ist-Zustandes

- Anhang B-1: Belastungen
- Anhang B-2: Knotenströme
- Anhang B-3: Streckenspinnen

Anhang B-1: Belastungen

- Belastung Abendspitzenstunde 17.00 – 18.00
- Belastung Abendspitzenstunde 17.00 – 18.00 Innenstadt

Anhang B-2: Knotenströme

- Übersicht Knotenströme
- Knotenströme Bellevue
- Knotenströme Limmatquai-Münsterbrücke, Schifflandeplatz
- Knotenströme Heimplatz und Umgebung
- Knotenströme Seilergraben-Neumarkt, Seilergraben-Mühlegasse
- Knotenströme Central
- Knotenströme Central Detail Seilergraben-Weinbergstrasse
- Knotenströme Walchebrücke-Bahnhofquai-Bahnhofbrücke
- Knotenströme Bahnhofplatz
- Knotenströme Gessnerbrücke, Löwenplatz
- Knotenströme Heimatwerk, Rudolf-Brun-Brücke – Limmatquai
- Knotenströme Uraniastrasse-Bahnhofstrasse
- Knotenströme Sihlporte
- Knotenströme Sihlporte, Talstrasse-Pelikanstrasse
- Knotenströme Talstrasse-Bleicherweg, Talstrasse-Dreikönigstrasse
- Knotenströme Bürkliplatz

Anhang B-3: Streckenspinnen

- Streckenspinne Limmatquai Richtung Norden
- Streckenspinne Limmatquai Richtung Norden Detail
- Streckenspinne Limmatquai Richtung Detail
- Streckenspinne Limmatquai Richtung Süden Detail

Anhang C: Auswirkungen der Limmatquai-Sperrung

- Anhang C-1: Belastungen
- Anhang C-2: Differenznetze
- Anhang C-3: Knotenströme nach Sperrung
- Anhang C-4: Knotenstromdifferenzen nach Sperrung
- Anhang C-5: Isochronen

Anhang C-1: Belastungen

- Belastung Abendspitzenstunde 17.00 – 18.00 nach Sperrung
- Belastung Abendspitzenstunde 17.00 – 18.00 Innenstadt nach Sperrung

Anhang C-2: Differenznetze

- Differenznetz Nach Sperrung – Vor Sperrung
- Differenznetz Nach Sperrung – Vor Sperrung Innenstadt

Anhang C-3: Knotenströme nach Sperrung

- Übersicht Knotenströme nach Sperrung
- Knotenströme Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Limmatquai-Münsterbrücke, Schifflandeplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Heimplatz und Umgebung Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Seilergraben-Neumarkt, Seilergraben-Mühlegasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Central Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Central Detail Seilergraben-Weinbergstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Walchebrücke-Bahnhofquai-Bahnhofbrücke Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Bahnhofplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Gessnerbrücke, Löwenplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Heimatwerk, Rudolf-Brun-Brücke – Limmatquai Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Uraniastrasse-Bahnhofstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Sihlporte Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Sihlporte, Talstrasse-Pelikanstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenströme Talstrasse-Bleicherweg, Talstrasse-Dreikönigstrasse
- Knotenströme Bürkliplatz

Anhang C-4: Knotenstromdifferenzen nach Sperrung

- Übersicht Knotenstromdifferenzen nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Limmatquai-Münsterbrücke, Schiffpländeplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Heimplatz und Umgebung Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Seilergraben-Neumarkt, Seilergraben-Mühlegasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Central Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Central Detail Seilergraben-Weinbergstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Walchebrücke-Bahnhofquai-Bahnhofbrücke Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Bahnhofplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Gessnerbrücke, Löwenplatz Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Heimatwerk, Rudolf-Brun-Brücke – Limmatquai Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Uraniastrasse-Bahnhofstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Sihlporte Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Sihlporte, Talstrasse-Pelikanstrasse Bellevue nach Sperrung
- Knotenstromdifferenzen Talstrasse-Bleicherweg, Talstrasse-Dreikönigstrasse
- Knotenstromdifferenzen Bürkliplatz

Anhang C-5: Isochronen

- Isochronen von Seetrasse vor Sperrung
- Isochronen von Seestrasse nach Sperrung

Anhang D: Massnahmen

- Belastungen Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 1
- Differenznetz Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 1 – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 1
- Belastungen Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 2
- Differenznetz Massnahmen Stadt, Bellevue Variante 2 – Nullvariante
- Belastung Grosskreisel Central
- Differenznetz Grosskreisel-Central – Nullvariante
- Isochronen von Seestrasse, Grosskreisel Central
- Belastung Cityring
- Differenznetz Cityring – Nullvariante
- Differenznetz Cityring – Nullvariante Detail
- Isochronen von Seestrasse, Cityring
- Belastung Tunnel unter Hauptbahnhof
- Differenznetz Tunnel unter Hauptbahnhof – Nullvariante
- Differenznetz Tunnel unter Hauptbahnhof – Nullvariante Detail
- Isochronen von Seestrasse, Tunnel unter Hauptbahnhof
- Belastung Autobahnring
- Differenznetz Autobahnring – Nullvariante
- Differenznetz Autobahn – Nullvariante Detail