



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

b a s e s

Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK

Konzeptstudie Auswertetool Verkehrs-
analysen

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation (UVEK)

Auftraggeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Bundesamt für Strassen (ASTRA)
Bundesamt für Verkehr (BAV)

Auftragnehmer

PTV Planung Transport Verkehr AG, D-76131 Karlsruhe

Bearbeitung

Dr. Martin Snethlage (PTV AG)

Begleitung

Dr. Helmut Honermann (ARE)
Dr. Timo Ohnmacht (ARE)
Dr. Martin Tschopp (ARE)

Produktion

Stabstelle Information ARE

Zitierweise

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2010), Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK, Konzeptstudie
Auswertetool Verkehrsanalysen

Bezugsquelle

www.are.admin.ch

Dezember 2010

Inhalt

1	Ausgangslage und Ziel	1
1.1	Ausgangslage.....	1
1.2	Ziel	1
1.3	Abgrenzung	2
2	Anforderungen an das Auswertetool.....	2
2.1	Bedienbarkeit.....	2
2.2	Organisation der Auswertungen.....	2
2.3	Ausgabe	3
3	Umsetzungskonzept	3
3.1	Intern gestartete Skripte	3
3.2	Externe Programme.....	5
3.3	Programmiersprache	6
3.4	Fazit	6
4	Pilotprojekte	6
4.1	Pilotprojekt 1: Differenzierte Verkehrsleistung.....	7
4.2	Aggregierte Wunschlinien	8
5	Weitere Auswertungsmöglichkeiten	12
5.1	Aggregierte Wunschlinien visualisieren.....	13
5.2	Aggregierte Wunschlinien bzgl. eines Bezugsgebiets	14
5.3	Visualisierung von Umsteigebeziehungen im ÖV.....	15
5.4	Tagesganglinien an Streckenquerschnitten	15
5.5	Überkapazitäten visualisieren	16
5.6	MIV-Güteklassen definieren.....	17
5.7	Teilnetze schneiden und Differenzplot visualisieren.....	18
5.8	Inländer - Konzept	20
5.9	Gruppierung über GIS-Layer	20

Abstract

Deutsch

Das Schweizerische Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) betreibt derzeit zwei nationale Verkehrsmodelle (Personen- und Güterverkehr), die mit Hilfe der Verkehrsplanungssoftware VISUM¹ implementiert wurden. Die Funktionalität von VISUM umfasst eine Reihe von einfachen Auswertefunktionen, die für weiterführende Bewertungs- und Planungsaufgaben des ARE jedoch nicht umfangreich genug sind. Die bisherigen eher umständlichen manuellen Verfahren zur Erzeugung der gewünschten Kenngrößen und Statistiken sollen durch einfach zu bedienende Auswertetools standardisiert und deutlich vereinfacht und beschleunigt werden. Das vorliegende Projekt beinhaltet zu dieser Thematik eine Konzeptstudie sowie die zwei realisierten Pilotprojekte „Differenzierte Verkehrsleistung“ und „Aggregierte Wunschlinien“.

Französisch

L'Office fédéral du développement territorial (ARE) utilise actuellement deux modèles de transports au niveau national (modèle de trafic de voyageurs et modèle des flux de marchandises) qui ont été réalisés à l'aide du logiciel de planification des transports VISUM¹. VISUM comprend un éventail de fonctions d'analyse simples ; ces fonctions ne permettent pas de faire face aux tâches d'évaluation et de planification de l'ARE à un niveau plus détaillé. Les procédures manuelles complexes nécessaires jusqu'à présent pour générer les données caractéristiques et les statistiques souhaitées demandent à être standardisées sous la forme d'instruments d'analyse rapides et simples à manier. Le présent projet comprend une étude conceptuelle à ce sujet, ainsi que la prestation des deux projets pilotes réalisés.

¹ © PTV AG 2007

1 Ausgangslage und Ziel

1.1 Ausgangslage

Das Schweizerische Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) betreibt derzeit zwei nationale Verkehrsmodelle, das Personenverkehrsmodell NPVM-UVEK und das Güterverkehrsmodell NGVM-UVEK. Das NPVM-UVEK ist in je ein IV- und ÖV-Netz unterteilt, die Modellierung erfolgt separat. Die Modelle sind in VISUM 11 implementiert. Die Nachfrage wird mit der Stand-Alone-Software VISEVA berechnet.

Neben den beiden Verkehrsmodellen des ARE existieren bei einigen Kantonen weitere kantonale Verkehrsmodelle, die auch in VISUM/VISEVA implementiert sind.

Die Funktionalität von VISUM umfasst eine Reihe von einfachen Auswertefunktionen. Für weiterführende Bewertungs- und Planungsaufgaben des ARE sind diese Funktionen jedoch nicht umfangreich genug. Um die genannten Aufgaben dennoch erfüllen zu können, musste bisher ein umständliches manuelles Verfahren zur Erzeugung der gewünschten Kenngrößen und Statistiken angewendet werden. Mit Hilfe eines neu zu entwickelnden Auswertetools soll das Verfahren standardisiert und deutlich vereinfacht und beschleunigt werden.

1.2 Ziel

Das Auswertetool dient der Standardisierung von Auswertungsprozessen. Darüber hinaus soll es durch Automatisierung dieser Prozesse eine Verringerung des Arbeitsaufwands herbeiführen. Es bleibt dabei grundsätzlich offen, um welche Auswertungen es sich konkret handelt. (Eine Übersicht über den möglichen Umfang findet sich in Kapitel 5.)

Das Auswertetool soll allgemein genug angelegt sein, so dass es prinzipiell mit allen in Kapitel 1.1 genannten Verkehrsmodellen operieren kann.

Für zwei konkrete Pilotprojekte werden Auswerteroutinen implementiert (siehe auch Kapitel 4). Das technische Konzept muss derart angelegt sein, dass weitere Auswerteroutinen problemlos hinzugefügt werden können.

1.3 Abgrenzung

Das Auswertetool dient der reinen Auswertung von bereits bestehenden Modellierungen. Es soll und kann ausdrücklich weder die Nachfragemodellierung noch die Modellkalibrierung ersetzen.

Solange die Nachfrage mit dem separaten VISEVA-Programm berechnet wird, kann durch das Tool nicht direkt auf die Nachfragemodellierung zugegriffen werden. Nachfrageauswertungen können dann ausschließlich auf Grundlage schon vorhandener Dateien aus bereits durchgeführten VISEVA-Berechnungen vorgenommen werden. In diesem Fall ist eine verbindliche Struktur bzgl. Speicherorten und Berechnungsstatus notwendig.

2 Anforderungen an das Auswertetool

2.1 Bedienbarkeit

Das Auswertetool muss von den Mitarbeitern des ARE nach einer kurzen Schulung bedienbar sein. Da es neben der Standardisierung auch der Entlastung dient, soll es möglichst einfach in der Handhabung sein.

Es ist nicht vorgesehen, dass die Nutzer das Tool eigenständig anpassen oder erweitern. Dies bezieht sich auch auf kleinere, eher „kosmetische“ Veränderungen.

Da der Auftraggeber hofft, weitere Nutzer für das Tool zu gewinnen (vor allem Betreiber kantonaler Verkehrsmodelle), sollte das Tool eine ansprechende und eine im Rahmen der Möglichkeiten selbsterklärende Oberfläche besitzen.

2.2 Organisation der Auswertungen

Das Auswertetool soll in der Lage sein, viele verschiedene Auswertungen durchzuführen, die unterschiedlichen Interessengruppen zugeordnet sind. So muss z.B. unterschieden werden zwischen Auswertungen von Güter- und Personenverkehrsmodellen. Daneben gibt es Auswertungen, bei denen die Verkehrsleistung im Vordergrund steht und Auswertungen, bei denen die Auswirkung struktureller Veränderungen analysiert werden sollen. Hinzu kommen ggf. spezielle Auswertungen von den kantonalen Anwendern.

Es stellt sich nun die Frage, wie diese vielen unterschiedlichen Auswertungen in einem Programm organisiert werden können. Grundsätzlich wäre es denkbar, eine sehr flexible Eingabeoberfläche zu schaffen, mit der sämtliche mögliche Auswer-

tungen durchgeführt werden können. Da die Anforderungsliste jedoch sehr inhomogen ist, raten wir davon ab: die Bedienung wäre wegen der vielen Optionen höchst unübersichtlich. Zielführender, auch im Sinne der Standardisierung, ist eine modulare Lösung, wobei jede Standardauswertung einem Modul entspricht.

Jedes Modul kann dann zwar auch in einem gewissen Rahmen variiert werden, dieser ist jedoch sehr eng.

In diesem Sinne handelt es sich bei dem Auswertetool nicht um ein einzelnes Programm, sondern um eine Zusammenfassung verschiedener einzelner Auswerteroutinen (ggf. eingebettet in eine alle Routinen umgebende Programmhülle).

2.3 Ausgabe

Die Ausgabe der Auswerteroutinen sind jeweils Tabellen in Standardformaten, also Text- oder CSV-Dateien.

Die Aufbereitung und Weiterverarbeitung der ausgegebenen Daten wird nicht von der Auswerteroutine bzw. dem Auswertetool unterstützt. Das betrifft insbesondere die Darstellung in Diagrammen. Solche Arbeiten müssen außerhalb des Tools z.B. mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen erzeugt werden.

3 Umsetzungskonzept

Hinsichtlich der programmtechnischen Realisierung kommen im Wesentlichen zwei Konzepte in Frage:

- ▶ Steuerung über Skripte, die aus VISUM heraus gestartet werden oder
- ▶ Steuerung durch ein externes Programm wie z.B. Excel über VBA-Skripte.

3.1 Intern gestartete Skripte

VISUM bietet die Möglichkeit, ein Skript von VISUM aus zu starten. Es ist im Grunde ein externes Programm, das auf die VISUM-Version, aus der heraus es gestartet wurde, zugreifen und Rechenoperationen durchführen kann. Es besteht aus einer Textdatei, die den Programmcode enthält. Diese Datei muss in einem bestimmten Systemordner hinterlegt sein. Ein Interpreter muss nicht zusätzlich installiert werden, da dieser entweder automatisch bei der VISUM-Installation mit installiert wird (Python) oder auf jedem Windows-Rechner bereits vorhanden ist (VBS).

Skripte können direkt von VISUM aus über den Menüpunkt „Skripte → Skripte ausführen“ gestartet werden. Sie können der Übersichtlichkeit halber an dieser Stelle auch mit geeigneten Ordnerstrukturen organisiert werden.

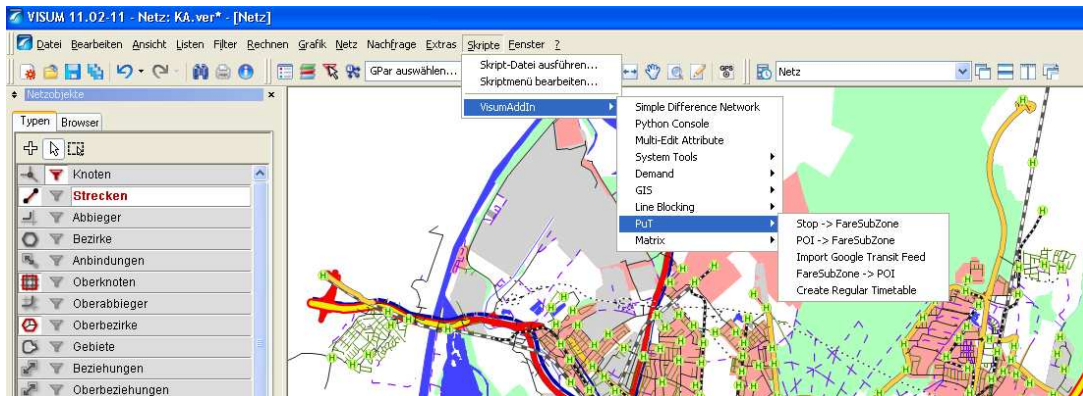


Abbildung 1: Verwaltung der Skripte innerhalb VISUMs

Für den Nutzer erscheint ein Skript wie ein in VISUM eingebetteter, regulärer Menüpunkt. Wird es gestartet, so öffnet sich, wie auch bei anderen Menüpunkten, ein entsprechender Dialog. Skripte können prinzipiell auch als Verfahrensschritt in Berechnungen mit einbezogen werden (dann nennt man diese Skripte „VISUM-Add-In“). Damit jedoch nicht während den Berechnungen ein Eingabe-Dialog erscheint, müssen VISUM-Add-Ins allerdings eine bestimmte Struktur besitzen.

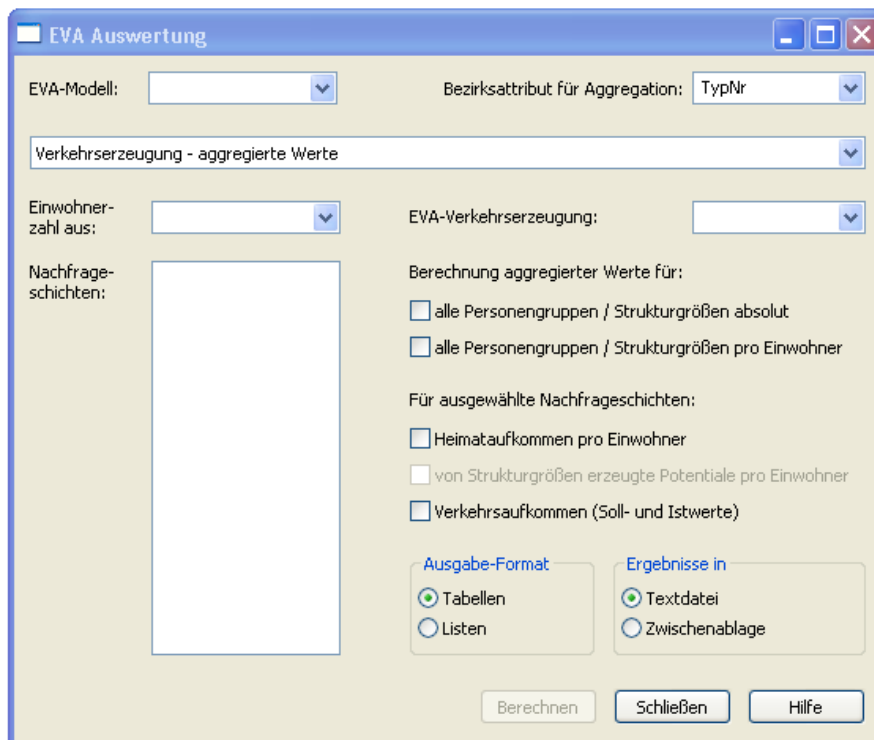


Abbildung 2: Beispiel für den Dialog eines schon vorhandenen Skriptes.

Der Vorteil dieser Skripte ist, dass für die Durchführung einer Auswertungsroutine keine zweite Software gestartet (und auch nicht beschafft) werden muss.

Für den Anwender erscheint das Skript vollständig in VISUM integriert. In Wirklichkeit stellt ein Skript ein eigenständiges Programm dar. Dies erkennt man u.a. daran, dass beim Starten eines Skripts ein weiteres Symbol in der Windows-Taskleiste erzeugt wird. Es ist deshalb auch theoretisch möglich, während der Ausführung eines Skripts parallel mit VISUM weiter zu arbeiten, was nicht ratsam ist².

3.2 Externe Programme

Die externe Steuerung von VISUM-Berechnungen erfolgt über die COM-Schnittstelle. Diese kann z.B. von Microsoft-Produkten wie Excel oder Access mit der Skriptsprache VBA angesprochen werden. Eine weitere Möglichkeit wäre eine Steuerung über einen Python-Interpreter.

In der Praxis stellt Excel wohl die am häufigsten gebrauchte Möglichkeit dar. Der wesentliche Vorteil einer Implementierung in Excel ist die Möglichkeit, sowohl die Oberfläche als auch den Programmcode relativ einfach zu manipulieren. VBA ist eine auch im Bereich der Verkehrsplanung mit VISUM weit verbreitete, leicht verständliche Programmiersprache. Anders als mit Python sind bei vielen Anwendern bereits gewisse Programmiererfahrungen mit VBA vorhanden.

Die VBA-Lösung hat aber auch einige Nachteile. Zum einen muss neben VISUM auch Excel auf dem jeweiligen Rechner vorhanden sein. Außerdem bietet Python mit sehr umfangreichen Bibliotheken für Matrixberechnungen entscheidende Effizienz- und Geschwindigkeitsvorteile.

Bei einer Excel-Lösung muss man sich entscheiden, ob sämtliche Auswerteroutinen in eine einzige, gewissermaßen globale Excel-Datei implementiert werden sollen, oder ob z.B. für jede Interessengruppe (ARE, ASTRA, Kantone, ...) eine eigene Datei erstellt wird. Beide Lösungen haben Nachteile:

1. Wird alles in einer Datei implementiert, so geht schnell die Übersichtlichkeit verloren.
2. Werden dagegen die Auswerteroutinen auf mehrere Dateien verteilt, so erhöht sich die Anzahl der beteiligten Programme.
3. Auch wäre die Modularisierung eingeschränkt, da es nicht ohne weiteres möglich ist, Module der einen Datei zu einer anderen hinzuzufügen. Bei Bereitstellung einer neuen Funktionalität könnte diese also nicht ohne weiteres allen Interessenten zur Verfügung gestellt werden.

² Gleiches gilt übrigens auch für eine externe Lösung.

Solche Probleme treten bei internen Skripten nicht auf: sie sind vollständig modular (es handelt sich um eigenständige Skript-Dateien) und lassen sich durch die Verwaltung innerhalb von VISUM übersichtlich anordnen.

3.3 Programmiersprache

Als Programmiersprache kommen für beide Konzepte die OpenSource-Software Python und VBA (Visual Basic for Applications) in Frage. Beide Sprachen haben in etwa die gleichen Vor- oder Nachteile mit Ausnahme eines Aspekts: Für Python gibt es wesentlich bessere und effizientere Bibliotheken für Matrixberechnungen. Da diese einen wesentlichen Bestandteil von Auswerteroutinen darstellen dürften, ist Python grundsätzlich vorzuziehen.

Ein genereller Nachteil einer jeden Lösung besteht darin, dass sich Programmiersprachen ändern können. Dabei ist nicht immer sicher gestellt, dass alte Programme weiterhin problemlos laufen. Es wäre also möglicherweise eine Migration notwendig. Man kann allerdings damit rechnen, dass eine solche Migration nicht sehr aufwendig sein würde (in der Größenordnung von einem Personentag).

3.4 Fazit

Der zentrale Vorteil einer Excel/VBA-Lösung gegenüber den VISUM-Skripten ist die einfachere Manipulationsmöglichkeit durch den Nutzer selbst. Da dies aber im vorliegenden Fall keinerlei Bedeutung hat, ist wegen der zahlreichen Nachteile die Implementierung durch interne Skripte in der Programmiersprache Python eindeutig zu empfehlen.

4 Pilotprojekte

Teil dieses Auftrags ist die Durchführung von zwei Pilotprojekten. Nach Absprache mit dem Auftraggeber sind dies:

- ▶ Verkehrsleistung je Verkehrssystem differenziert nach Quell-/Ziel-/Binnen- und Transitverkehr für ausgewählte Agglomerationsräume; im Fall von MIV weiter differenziert nach Streckentypen;
- ▶ Aggregierte Wunschlinien

Im Folgenden werden diese Projekte genauer spezifiziert.

4.1 Pilotprojekt 1: Differenzierte Verkehrsleistung

Das Auswertetool liefert die Verkehrsleistung im Untersuchungsgebiet, differenziert nach Streckenklassen (nur MIV), Verkehrssystemen und Verkehrsarten. Es wird aus VISUM heraus gestartet (Menüpunkt Skripte). Eine Versionsdatei muss bereits geladen sein.

The screenshot shows a dialog box titled "Differenzierte Verkehrsleistung". It has four main sections: "Streckenklassifizierung" with a button labeled "LC"; "Untersuchungsgebiet" with a text box containing "AGGLOMERATIONEN" and a dropdown menu showing "Zürich"; "Verkehrssysteme" with two checked checkboxes labeled "OeV" and "IV"; and "Dateiname" with a text box containing "c:\Auswertungen.csv" and a browse button "...". At the bottom left are two buttons: "Start" and "Abbrechen".

Abbildung 3: Eingabemaske des ersten Pilotprojekts „Differenzierte Verkehrsleistung“

Für die Streckenklassifizierung kann ein beliebiges Streckenattribut (allerdings keine abgeleiteten Attribute wie Strecke→Von-Knoten→TypNr) verwendet werden. Sinnvoll wäre z.B. ein Streckenobertyp, der die vorhandenen Streckentypen in „Autobahn“, „Hauptverkehrsstraße“ und „Gemeindestrassen“ zusammenfasst.

Das Untersuchungsgebiet wird in zwei Schritten festgelegt. Zunächst wird das Bezirksattribut definiert, das die Gebietsdefinition enthält, z.B. „Agglomerationen“. Dann wird die zu untersuchende Ausprägung gewählt, z.B. „Zürich“. Wird dagegen „--Alle Aggregationen--“ gewählt, so wird die Untersuchung für alle Ausprägungen ausgeführt (leere Ausprägungen werden dabei allerdings ignoriert). Die Ausgabe-dateien erhalten die Namen „Dateiname.Ausprägung.csv“ (z.B. „Auswertungen.Zürich.csv“).

Bei den Verkehrssystemen kann man wählen, ob ÖV- und/oder IV-Systeme berücksichtigt werden sollen.

Die Durchführung muss auf einem umgelegten Netz erfolgen. Nachfragesegmente, die nicht umgelegt wurden, werden ignoriert. Verkehr, der nicht umgelegt wurde (insbesondere Binnenverkehr), wird nicht berücksichtigt.

Bei der Durchführung wird die umgelegte Verkehrsleistung für alle Strecken, die im Untersuchungsraum liegen, differenziert nach Verkehrssystem, Verkehrsart und Streckenklasse addiert. Diese Prozedur kann sehr lange dauern.

Strecken, die über Grenzen des Untersuchungsraums führen, werden nur bis zur Grenze berücksichtigt (die Verkehrsleistung geht dann entsprechend der Länge der Strecke ein). Der Schnitt erfolgt exakt an der Grenze.

Die Verkehrsleistung wird in Fzgkm (IV) bzw. Pkm (ÖV) angegeben.

Verkehrsarten sind Transit-, Ziel-, Quell- und Binnenverkehr, jeweils bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet (Binnenverkehr ist z.B. der Verkehr, dessen Start und Ziel im Untersuchungsgebiet liegt).

Die Verkehrsleistungen werden unter dem angegebenen Namen als CSV-Datei gespeichert.

	A	B	C	D
1	Untersuchungsgebiet: CH = 1.0			
2	Streckenklassifizierung gemäss TSYSSET			
3				
4	Verkehrsleistung in Fzgkm (IV) bzw. Pkm (ÖV)			
5				
6				
7		Binnenverkehr	Quellverkehr	Zielverkehr
8	Autobahn des Nationalstrassennetzes & der Kantone	5207572.07	4300.49	3882.
9	Grenzstrecken im Ausland	0.00	884.56	183.
10	Autostrassen des Nationalstrassennetzes & der Kantone	41311220.58	1361993.67	1360865.
11	Autobahn (AB) in Ausland'	0.00	1400178.72	1398930.
12	CH Hauptverkehrsstrassen	5207572.07	4300.49	3882.
13	CH Verbindungsstrassen	1587.91	884.56	183.
14	Bundesstrasse (B), Landesstrasse (L) im Ausland	0.00	1361993.67	1360865.
15	CH Sammelstrasse	48110380.55	1400178.72	1398930.
16	CH Erschliessungsstrasse	5207572.07	4300.49	3882.
17	Stadtstrassen im Ausland	0.00	884.56	183.
18	Fähre & Autoverlad	1220.58	1993.67	865.

Abbildung 4: Ausschnitt aus einer Ausgabedatei

4.2 Aggregierte Wunschlinien

Eine weitere Anforderung des Auftraggebers besteht in der Beurteilung von diversen Maßnahmen, die die Nachfragesituation beeinflussen. So könnte z.B. die Verkehrsverlagerung analysiert werden, die durch die Ausweisung von neuen Wohngebieten hervorgerufen wird. Untersuchungsgegenstände sind dabei Veränderungen z.B. der Zielwahl oder des Modal Splits auf einzelnen Korridoren.

Voraussetzung für eine solche Analyse sind zwei vollständig berechnete Nachfragesysteme (es müssen zumindest jeweils IV- und ÖV-Matrizen sowie zugehörige Distanzmatrizen vorliegen).

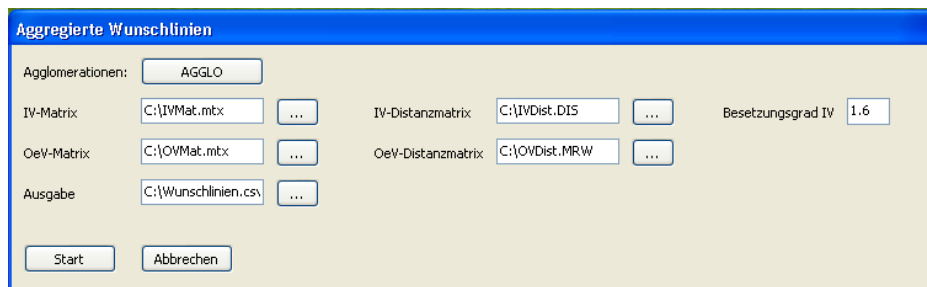


Abbildung 5: Dialog der Auswertung „Aggregierte Wunschlinien“

Für das Pilotprojekt werden für eine vorgegebene Raumeinteilung in unterschiedliche Agglomerationen die Fahrleistungen und der Modal Split berechnet. Die Berechnungen basieren auf bereits erzeugten Nachfragematrizen (Quelle-Ziel-Matrizen, Distanzmatrizen).

Als Eingabe wird zunächst das Attribut eingegeben, welches die Raumeinteilung in Agglomerationen enthält. Zur Auswahl stehen die Bezirksattribute der aktuell geladenen VISUM-Version.

Dann werden für den IV und ÖV jeweils Nachfrage- und Distanzmatrizen eingegeben. Bei den Distanzmatrizen kann vom Bediener selbst entschieden werden, welche Distanzen zugrunde gelegt werden sollen (Fahrtweite, Reiseweite, Luftlinienentfernung, etc.). Der Besetzungsgrad IV wird für die Umrechnung in Personenkilometern benötigt.

Für die Ausgabe muss der Dateiname eingegeben werden.

Die Ausgabe besteht aus drei Matrizen (Quelle-Ziel-Korridore auf der Agglomerationssebene) im CSV-Format: je eine Aggregationsmatrix (in Personenfahrten) für IV und ÖV und eine Modal Split-Matrix (auf Basis der Personenkilometer), siehe Abbildung 6.

NPVM Konzeptstudie Auswertetool Verkehrsanalysen

The screenshot displays the NPVM Auswertetool interface. The main window shows a large data table with columns representing different zones (e.g., 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000).

Abbildung 6: Ausschnitt aus einer Ergebnisdatei der Auswertung „Aggregierte Wunschlinien“

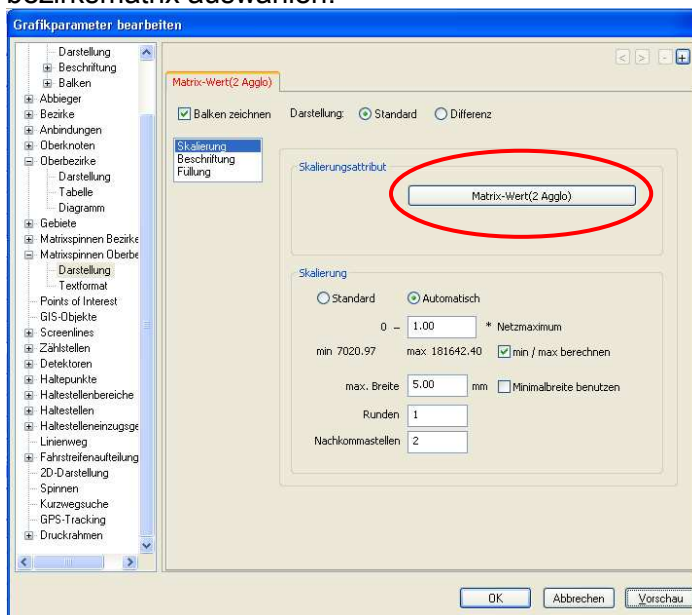
Für die visuelle Darstellung der Verkehrsströme in VISUM wurden Graphikparameter definiert (diese sind Teil der Lieferung). Darüber hinaus müssen noch einige vorbereitende Schritte durchgeführt werden.

1. Sicherheitskopie der aktuellen Versionsdatei anlegen
2. Die Agglomerationen als Oberbezirke definieren
 - a. Oberbezirke an den Mittelpunkten der Agglomerationen hinzufügen
 - b. Über die Bezirksliste die richtigen Oberbezirke zuordnen
3. Kopie der Nachfragematrix erstellen, deren Verkehrsströme angezeigt werden sollen; bei der kopierten Matrix den Bezugstyp von “Bezirk” zu “Oberbezirk” ändern (dabei werden die Bezirke entsprechend der Bezirk → Oberbezirk-Zuordnung aggregiert)

/	Code	Name	MatrixTyp	Bezugstyp	Summe	NSegCode	NSegSet
1	P	PKW	Nachfr	Bezirk	2342703		P
2	Agglo	neue M	Nachfr	Oberbezir	442703.5		
3	LW	LW	Nachfr	Bezirk	0.000		
5	LI	LI	Nachfr	Bezirk	0.000		
6	LZ	LZ	Nachfr	Bezirk	0.000		

Buttons: Einfügen, Entfernen, Ändern, Kombination ..., Initialisieren, Öffnen von Datei, Schreiben auf Datei, OK, Abbrechen

4. Graphikparameter einlesen; dabei nur den Punkt „Matrixspinne Oberbezirke“ aktivieren.
5. Bei den Grafikparametern „Matrixspinnen Oberbezirke“ im Punkt „Darstellung“ als Skalierungsattribut (Auswahl „Skalierung“) die eben neu angelegte Oberbezirksmatrix auswählen.



6. Aus ästhetischen Gründen ergibt sich häufig die Notwendigkeit, die Schwerpunkte der Oberbezirke so zu verschieben, dass man die Verkehrsströme gut erkennen kann, sie sich also nicht zu sehr überlappen (was z.B. bei der Achse Genève – Bern – Zürich sonst wohl der Fall wäre).

Die Grafikparameter sind so eingestellt, dass (aus Gründen der Übersichtlichkeit) nur die zwanzig größten Beziehungen dargestellt werden. Dies kann durch Ändern der Balkenauswahl im Grafikparameter-Dialog den eigenen Anforderungen angepasst werden.

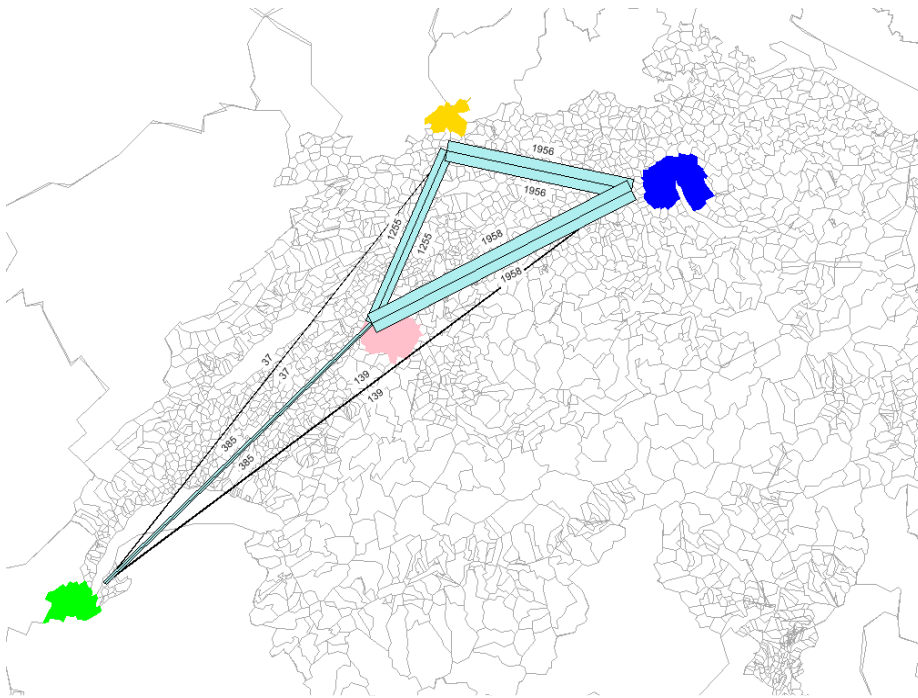


Abbildung 7: Grafische Darstellung beispielhafter Verkehrsströme zwischen Agglomerationen.

5 Weitere Auswertungsmöglichkeiten

Neben den zwei Pilotprojekten gibt es noch viele weitere Auswertungen, die mit Hilfe von kleinen Programmen automatisiert werden können. Im Folgenden werden einige davon vorgestellt. Es handelt sich jedoch nur um eine kleine Auswahl dessen, was möglich ist. Die Programmiersprache Python ermöglicht neben zahlreichen Auswertungen auch deren graphische Darstellung. Über die POI-Schnittstelle von VISUM können diese dann auch in die VISUM-Version integriert werden (ein Beispiel dafür ist in Kapitel 5.4 zu finden).

5.1 Aggregierte Wunschlinien visualisieren

Automatisierung der Visualisierung aus dem Pilotprojekt 2 (siehe Kapitel 4.2).

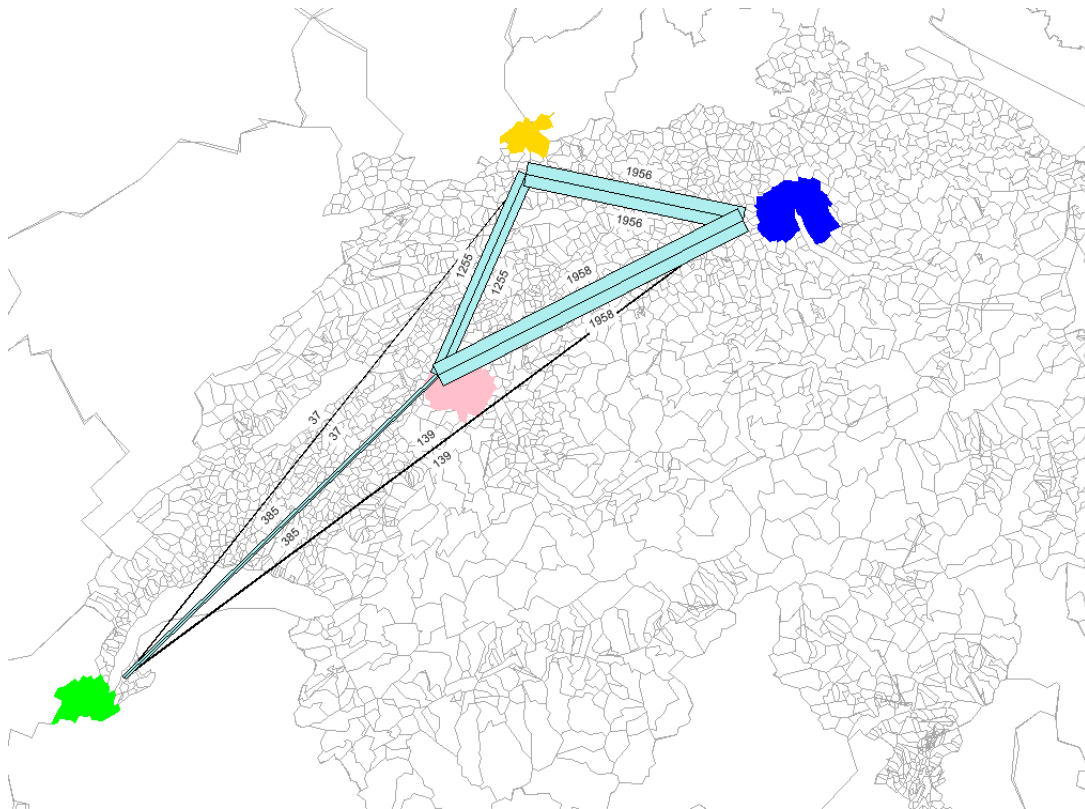


Abbildung 8: Grafische Darstellung beispielhafter Verkehrsströme zwischen Agglomerationen.

Aufwand: ca. 5 PT

5.2 Aggregierte Wunschlinien bzgl. eines Bezugsgebiets

Ähnlich wie das Pilotprojekt 2 werden aggregierte Wunschlinien erzeugt, allerdings nur bezüglich eines Gebietes. Ist dieses Gebiet z.B. Zürich, so werden die Verkehrsströme zwischen anderen Agglomerationen und Zürich berechnet. Binnenverkehr (innerhalb einer Agglomeration) wird nicht berücksichtigt.

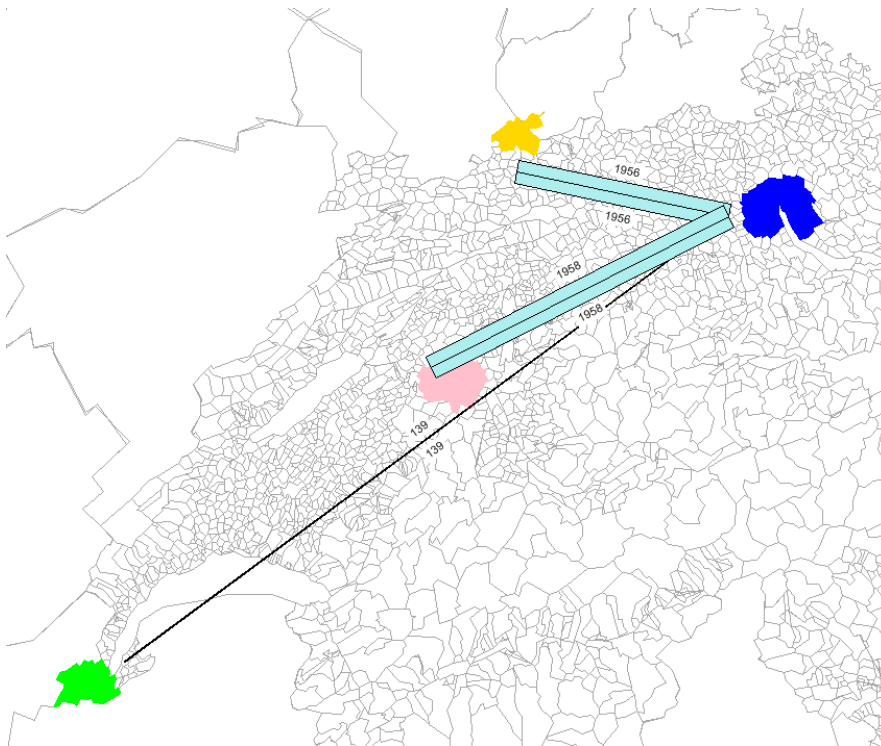


Abbildung 9: Grafische Darstellung beispielhafter Verkehrsströme zwischen Agglomerationen.

Aufwand: ca. 3 PT (nur in Verbindung mit 5.1)

5.3 Visualisierung von Umsteigebeziehungen im ÖV

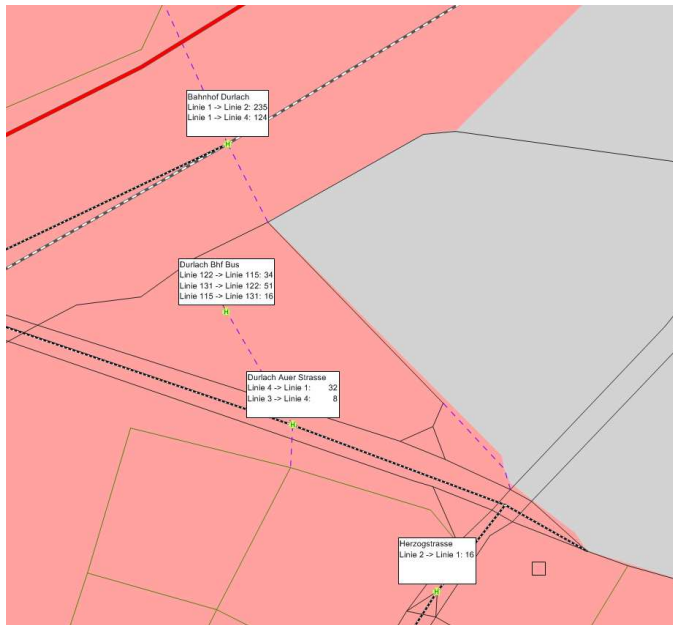


Abbildung 10: Grafische Darstellung von Umsteigerbeziehungen.

An jeder Haltestelle werden die Umsteigerbeziehungen tabellarisch dargestellt (siehe Abbildung 10).

Aufwand: ca. 5-10 PT

5.4 Tagesganglinien an Streckenquerschnitten

Die Belastung an einem Streckenquerschnitt oder Knotenpunkt wird als Tagesganglinie dargestellt, siehe Abbildung 11.

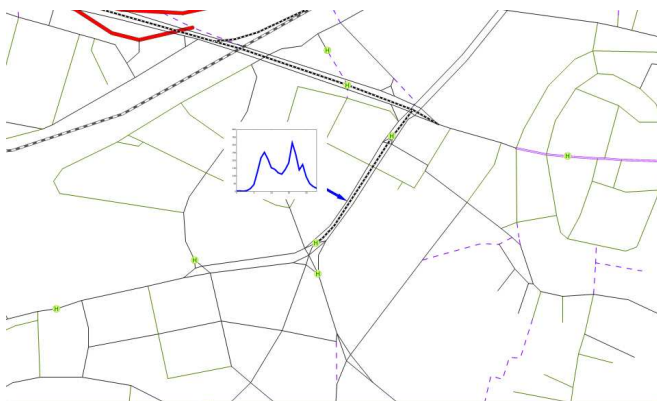


Abbildung 11: Tagesganglinien an Streckenquerschnitten.

Aufwand: ca. 5-10 PT

5.5 Überkapazitäten visualisieren

Überkapazitäten werden auf Streckenabschnitten grafisch dargestellt, siehe Abbildung 12.

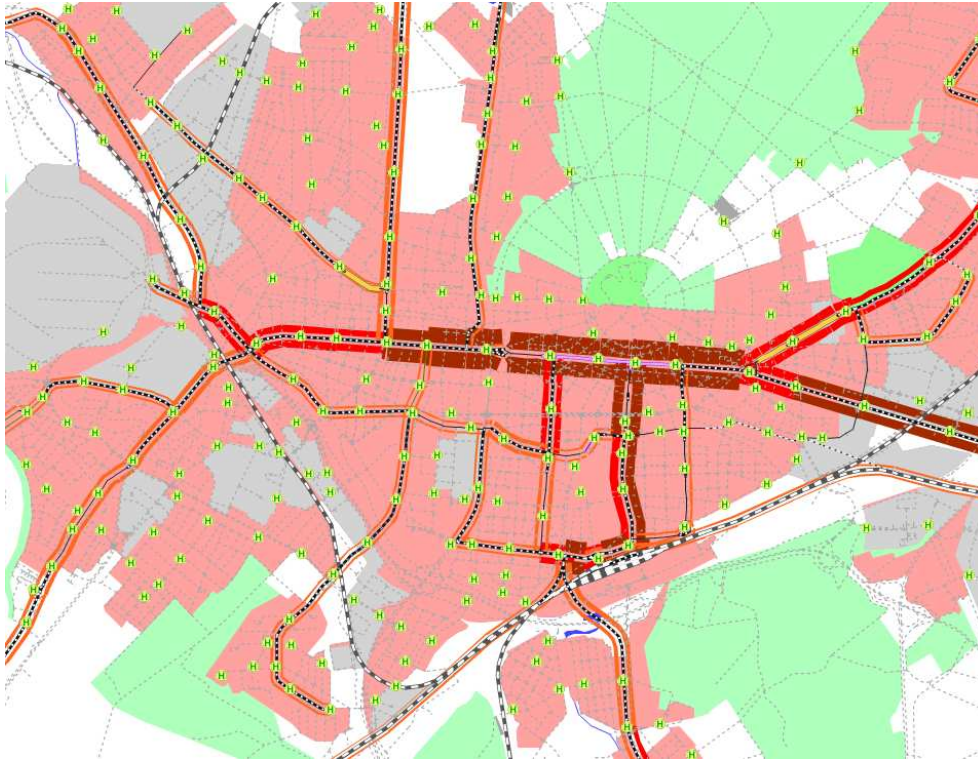


Abbildung 12: Überkapazitäten auf Streckenabschnitten.

Diese Funktionalität existiert bereits in VISUM.

Geschätzter Aufwand für die Bereitstellung geeigneter Grafikparameter und einer eingängigen Bedienungsanleitung: 2 PT.

5.6 MIV-Güteklassen definieren

Man kann Bezirke entsprechend ihrer Erreichbarkeit einstufen. Im ÖV geht dies relativ einfach über die Anzahl der Fernverkehrs- bzw. Nahverkehrshalte innerhalb des Bezirks.

Der für den MIV analoge Ansatz ist die Fahrtzeit zur nächsten Autobahn bzw. zum Hochleistungsnetz. Das Tool berechnet diese für jeden Bezirk und schreibt sie in ein benutzerdefiniertes Attribut. Die Fahrtzeiten können dann für eine Klassifizierung in MIV-Affinitäten genutzt werden, siehe Abbildung 13.

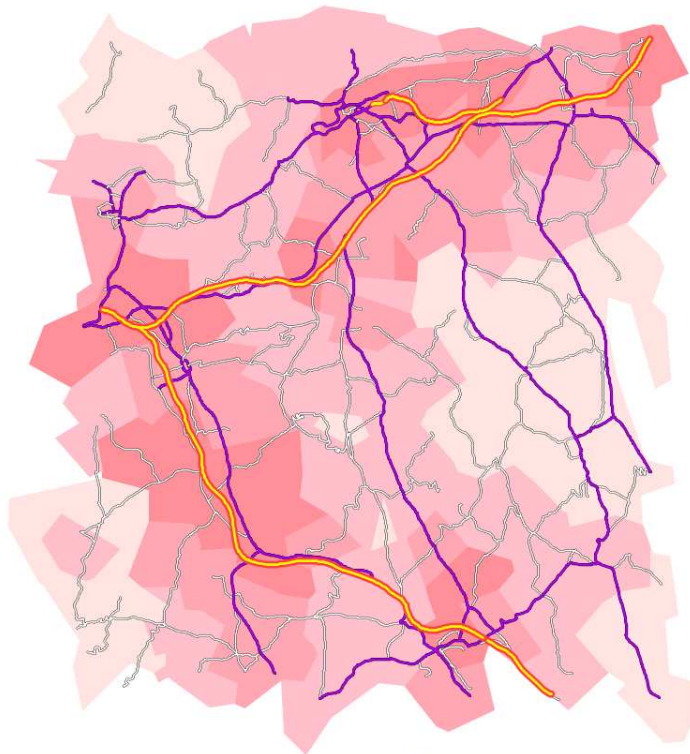


Abbildung 13: MIV-Affinitätsklassifizierung: Je dunkler der Bezirk, desto besser die MIV-Anbindung.

Bei Bezirken, die mehrere Möglichkeiten haben zum Hochleistungsnetz zu gelangen, wäre es denkbar, die Zugangszeiten zu mitteln. Dabei ergäben sich allerdings zahlreiche offene Fragen, da im Grunde jeder Bezirk mehr oder weniger guten Zugang zu allen Straßen des Hochleistungsnetzes hat. Man müsste also z.B. sinnvolle von sinnlosen Zugängen trennen; man müsste die verschiedenen Zugänge entsprechend der Nutzungshäufigkeit gewichten; etc.

Grundsätzlich gibt es noch weitere Ansätze, die Erreichbarkeit zu messen. Einer davon baut auf die Luftliniengeschwindigkeit zu wichtigen Zielen (Ober- und Mittelzentren, Metropolen, etc.) der Umgebung auf (siehe z.B. G. Schleupen: *Ermittlung relationsbezogener Angebotsqualitäten in multimodalen Verkehrsnetzen*. 9. Fach-

kolloquium Straße und Verkehr, Stuttgart, 2005). Dabei wird individuell für jeden Verkehrsbezirk ein Satz an Zielen erzeugt, der eigentlich gut erreichbar sein sollte. Allerdings ist das Verfahren, die Zielmenge zu bestimmen, nicht ohne weiteres befriedigend automatisierbar, weshalb es für ein Auswertetool eher ungeeignet erscheint.

Aufwand: ca. 5PT.

5.7 Teilnetze schneiden und Differenzplot visualisieren

Wenn Teilnetze geschnitten werden sollen, so ist es häufig notwendig, die gleichen Teilnetze von verschiedenen Versionen zu schneiden. Dabei kann es sich zum einen um identische Netze mit unterschiedlichen Umlegungen handeln (Morgen- und Abendspitze) und auch um unterschiedliche Netze (Analyse- und Prognosenetz).

Ausgehend von einem vorher abgespeicherten Gebiet fertigt das Tool die gewünschten Teilnetze an. Um die Ergebnisse zu kontrollieren, werden anschließend Differenznetze erzeugt, umgelegt und die Belastungsdifferenzen visualisiert.

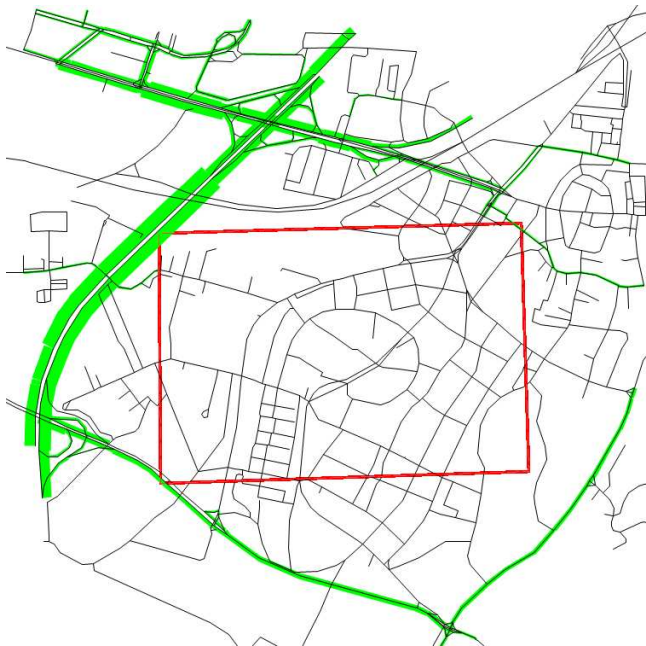
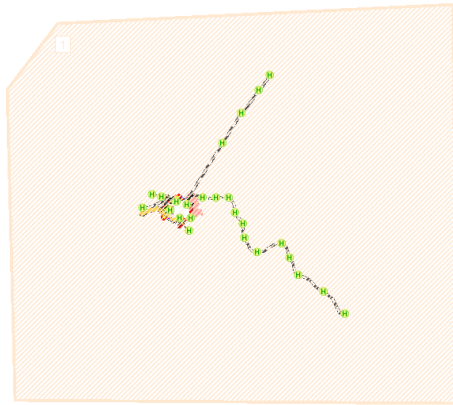


Abbildung 14: Belastungsdifferenzen zwischen Version und Teilnetz.

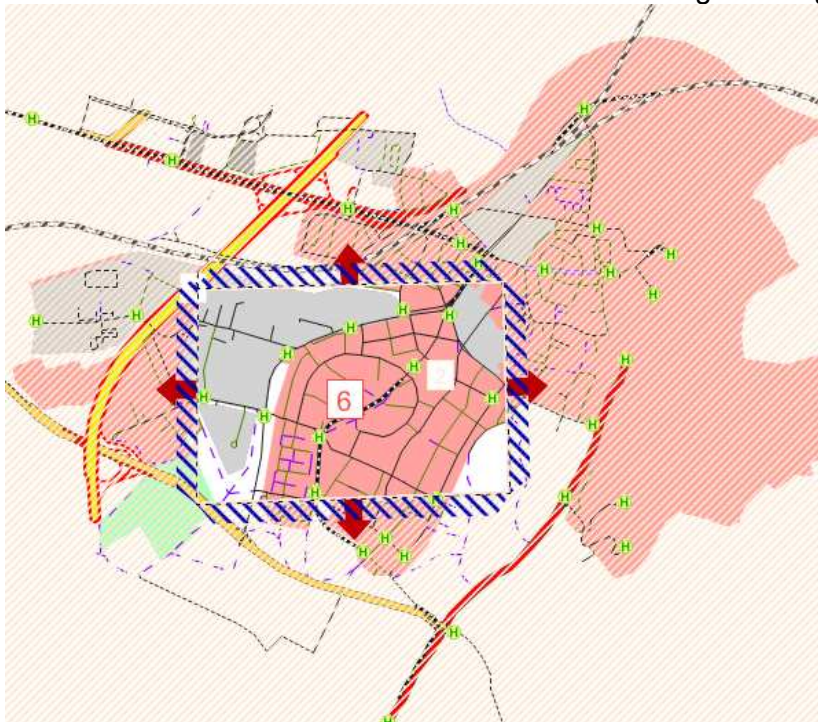
Schneidet man, ausgehend von einem Gebiet, ein Teilnetz, werden Objekte, die nicht vollständig im Gebiet liegen, nicht berücksichtigt. meistens ist aber gerade der gegenteilige Effekt gewünscht: alle Objekte, die zumindest teilweise im Gebiet liegen, sollen im Teilnetz vorhanden sein.

Um dies zu erreichen, ist ein kleiner Umweg notwendig: statt des eigentlichen Gebiets definiert man das Komplement und kehrt anschließend die Auswahl um. Im einzelnen geht man wie folgt vor:

- Zunächst definiert man ein Gebiet, welches das gesamte Netz umfasst.



- Dann fügt man dieser ersten Teilfläche eine zweite hinzu, die das eigentliche Gebiet umfasst. Bei dieser zweiten ist die Orientierung allerdings umgedreht.



- Zuletzt setzt man alle Objekte in diesem Gebiet aktiv und kehrt dann die Auswahl um.

5.8 Inländer - Konzept

Bisher wurde bei allen in diesem Papier aufgeführten Analysen das Inland-Konzept angewandt. Das bedeutet, dass der innerhalb eines Gebiets produzierte Verkehr unabhängig von der Herkunft des Verursachers untersucht wird.

Beim Inländer-Konzept dagegen wird der Verkehr hinsichtlich der Herkunft des Verursachers betrachtet, und zwar unabhängig vom Ort, an dem der Verkehr stattfindet („Welchen Verkehr erzeugen die Zürcher“).

Wird die Nachfrage mit VISEM berechnet, geht die Information des Ursprungs der Verkehrserzeuger im Laufe der Berechnungen verloren. Aus diesem Grund sind dann Analysen nach dem Inländer-Konzept nicht möglich.

Bei der Modellierung mit VISEVA bleiben zumindest für die heimatgebundenen Verkehre (z.B. die Quelle-Ziel-Gruppe „Wohnen – Arbeiten“) die Informationen über den Ursprung des Verkehrserzeugers erhalten. Allerdings gilt dies leider nicht für die meistens größte Quelle-Ziel-Gruppe „Sonstiges – Sonstiges“. Aus diesem Grund ist auch hier keine umfassende Analyse nach dem Inländer-Konzept möglich.

5.9 Gruppierung über GIS-Layer

Häufig sollen Analysen für aggregierte statt für einzelne Verkehrsbezirke durchgeführt werden. Solche aggregierten Verkehrsbezirke sind z.B. politische Bezirke oder bestimmte Agglomerationsräume. Dabei wäre es manchmal praktisch, wenn eine Zuordnung der Verkehrsbezirke zu den entsprechenden aggregierten Gebieten automatisch durch die Angabe eines entsprechenden GIS-Layers erfolgen würde.

Das Ergebnis dieser Routine ist also ein benutzerdefiniertes Attribut, dass die Zuweisung der Verkehrsbezirke zu den aggregierten Gebieten darstellt.

Eine Umsetzung ist u.a. vom Format abhängig, in dem der Layer vorliegt. Ohne weitere Informationen über die in Frage kommenden GIS-Layer können keine Aussagen über die Realisierbarkeit gemacht werden.