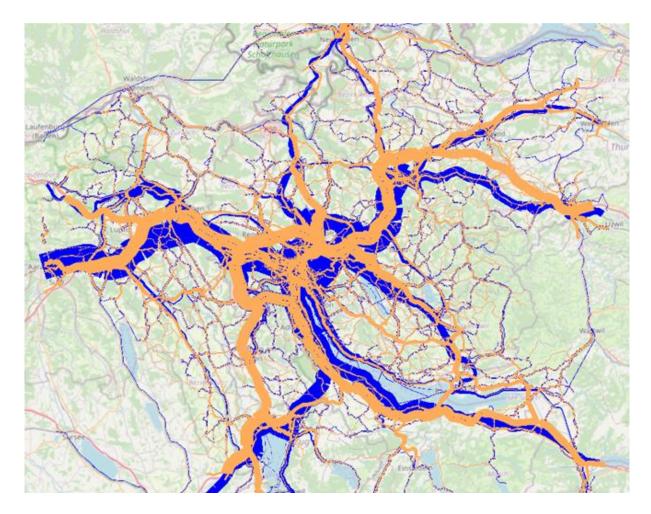


Gesamtverkehrsmodell 2 des Kantons Zürich – GVM-ZH 2019/2040



Modellhandbuch, März 2024

Impressum

Auftraggeber
Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich

Amt für Mobilität AFM
Mobilitätsentwicklung und -steuerung
Kompetenzzentrum Verkehrsmodellierung
Neumühlequai 10
Postfach
8090 Zürich

Verantwortlicher

Stefan Dasen (Projektleiter) Orhan Özkul (Stv. Projektleiter)

Steuerungsausschuss (Projektsteuerung)

Daniel Studer (AFM Stab)

Pascal Kern (AFM E+S)

Christian Hürlimann (AFM VP)

Michael Löchl (AFM GM)

Arnim Wagner (AFM E+S)

Isabell Hofe (AFM GM)

Fachausschuss (Projektbegleitung)

Arnim Wagner (AFM E+S)

Michael Löchl (AFM GM)

Christian Hürlimann (AFM VP)

Livio Peterer (AFM FaVe)

Sandro Turcati (TBA P+S)

Peter Angst (TBA FALS)

Gian-Marco Alt (BD AWEL)

Jodocus Hoessly (BD ARE-GIS)

Barbara Burger (TAZ Stadt Zürich)

Timo Bundi (DAV Stadt Zürich)

Christoph Baur (VBZ Stadt Zürich)

Nelson Carrasco (Stadt Winterthur)

Thomas Müller (Flughafen Zürich)

Stefan Bürgler (Kanton Zug)

Simon Schmutz (Kanton Aargau)

Andreas Justen (UVEK ARE)

Auftragnehmer

transoptima

Friedaustrasse 18, 4600 Olten

transsol

Einsiedlerstrasse 6, 8820 Wädenswil



Mühlebachstrasse 11, 8008 Zürich



Sennweg 2, 3012 Bern



Ullsteinstrasse 120, 12109 Berlin

Bearbeiter

Dr. Milenko Vrtic (Projektleiter) Dr. Claude Weis Robert Simon

Dr. Philipp Fröhlich

Dr. Nadine Rieser Bence Tasnady Jonas Hess

Lutz Ickert Raphael Grässli

Siegurd Müller

Inhalt

1	Das	GVM-ZH und sein Einsatzzweck	15
2	Grun	dlagen zum Modellaufbau	17
	2.1	Modellperimeter und Zonierung	17
	2.2	Zeithorizonte und Fahrzeugklassen	19
	2.3	Modellversionen	19
	2.4	Ordnerstruktur und Inhalte	20
3	Netz	modell 2019	22
	3.1	Verkehrssysteme, Modi, Nachfragesegmente	22
	3.2	Strassennetz	23
	3.3	Velonetz	26
	3.4	ÖV-Netz und –Angebot	28
	3.4.1	. Allgemein	29
	3.4.2	Datenquellen	29
	3.4.3	Abbildung im Netz	30
	3.5	Anbindungen	31
	3.5.1	Anbindungen MIV	31
	3.5.2	Anbindungen Velo	31
	3.5.3	Anbindungen ÖV	32
	3.6	Zähldaten	
	3.7	Grafische Darstellung	34
4		cturdaten	
5	Nach	fragemodellierung DWV 2019	39
	5.1	Nachfragedaten	39
	5.2	Nachfragemodelle	40

	5.2.1	Nachfragemodell PV	. 41
	5.2.2	Nachfragemodell FH	. 46
	5.3	Matrizen	. 49
	5.3.1	Nachfragemodell	. 49
	5.3.2	Umlegungsmodell	. 51
	5.4	Verfahrensablauf	. 56
	5.4.1	Nachfragemodell	. 56
	5.4.2	Umlegungsmodell	. 63
6	Abge	eitete Modelle	. 75
	6.1	Spitzenstundenmodelle	. 75
	6.2	DTV	. 81
7	Progr	osemodelle 2040	. 87
	7.1	Gemeinsamer Teil Referenz/Strategie	. 87
	7.1.1	Änderungen im Netzmodell (Massnahmen)	. 87
	7.1.2	Verfahren für Aktivierung Prognosenetze	. 87
	7.2	Anpassungen des Verkehrsverhaltens Referenzprognose	. 88
	7.3	Anpassungen des Verkehrsverhaltens Strategieprognose	. 90
	7.4	Verfahrensablauf Prognosemodelle	. 92
	7.4.1	Nachfragemodell	. 92
	7.4.2	Umlegungsmodell	. 92
	7.5	Abgeleitete Prognosemodelle	. 95
	7.5.1	Spitzenstundenmodelle (Prognosen)	. 95
	7.5.2	DTV (Prognosen)	. 95
8	Ausw	ertungsverfahren	
		Allgemeines	

	8.2	Aufbereitung der Umlegungsversion	96
	8.2.1	Matrizen	96
	8.2.2	2 Gebiete und Oberbezirke	97
	8.2.3	Benutzerdefinierte Attribute	97
	8.3	Aufbau des Auswertetools	99
	8.3.1	Sheet «automatischer Lauf»	99
	8.3.2	2 Dashboard-sheets	. 101
	8.4	Auswertung Verkehrsaufkommen nach Gebieten	. 102
	8.5	Auswertung Verkehrsleistung nach Gebieten	. 103
	8.6	Auswertung Detailverkehrsleistung nach Gebieten	. 106
9	Anw	endungen mit Umlegungsmodell	. 110
	9.1	Nachfragedaten	. 110
	9.2	Änderungen Netzmodell	. 110
	9.2.1	L Einfügen neuer Strecken	. 110
	9.2.2	2 Einfügen neuer Knoten	. 111
	9.2.3	B Einfügen neuer Anbindungen	. 111
	9.2.4	Einfügen neuer Haltestellen	. 112
	9.3	Aktivierung / Deaktivierung von Prognosemassnahmen	. 112
	9.4	Berechnung einer Umlegung	. 114
	9.5	Erzeugen eines Teilnetzes	. 115
	9.6	Verwendung GVM-ZH19 für verkehrstechnische Untersuchungen	. 116
1	0 A	nwendungen mit Nachfragemodell	. 120
	10.1	Änderung von Strukturdaten und Mobilitätsannahmen	. 120
	10.2	Disaggregation von Zonen	
	10.2		120

10	0.2.2	Übertragen der notwendigen Daten	122
10.3	В Ве	erechnung der Nachfrage inklusive Umlegung	125
11	Mod	dellierung zukünftiger Mobilitätsformen	128
11.1	. Aı	utonomes Fahren	129
11.2	2 Sh	haring und Pooling	129
11.3	3 In	ntegration neuer Verkehrssysteme	131
11.4	l Ui	nterschiedliche Ausprägung von Mobility Pricing	131
11.5	5 St	tarke Digitalisierung des Verkehrs	132
12	Que	ellenangaben	134

Abbildungen

Abbildung 1:	Modeliperimeter	1/
Abbildung 2:	Ordnerstruktur	20
Abbildung 3:	Widerstandsberechnung Velo im Umlegungsmodell: Streckenwiderstand	27
Abbildung 4:	Formel für den Widerstandsfaktor Steigung	28
Abbildung 5:	Formel für den Widerstandsfaktor MIV	28
Abbildung 6:	Überblick über die für den Widerstand verwendeten BDA	28
Abbildung 7:	Auszug Verfahrensablauf für das Setzen von Anbindungsparametern	31
Abbildung 8:	Liste der Bezirke mit/ohne Nutzung der Anbindungsanteile	32
Abbildung 9:	Übersicht über die Verteilung der Zählstellen	33
Abbildung 10:	Grafikparameter für die Darstellung der Strecken	34
Abbildung 11:	Grafikparameter für die Darstellung der Belastungsbalken (Modellversion: «Grafikparameter für die Darstellung der Belastungsbalken (Modellversion: "Grafikparameter für die Darstellung der Belastungsbalken (Modellversion: "Grafikparameter für die Darstellung der Belastungsbalken (Modellversion: "Grafikparameter für der Grafikparameter für der Grafikparameter für der Grafikparameter gegen (Modellversion: "Grafikparameter für der Grafikparameter gegen (Modellversion: "Grafikparameter gegen (Modellversion: "Grafikparamet	
Abbildung 12:	Formel des BDAs «BEL_MIV»	36
Abbildung 13:	Bezirksliste für Strukturdaten	37
Abbildung 14:	Attributsauswahl Bezirksliste	38
Abbildung 15:	Bezirksliste Strukturdaten	38
Abbildung 16:	Zuordnung Nachfragematrizen zu den Nachfragesegmenten im Nachfragemo	
Abbildung 17:	Zuordnung der Nachfragematrizen zu den Nachfragesegmenten Umlegungsmodell	im 40
Abbildung 18:	Definition der Nachfragemodelle	41
Abbildung 19:	Definition der Personengruppen für das Nachfragemodell PV	42
Abbildung 20:	Definition der Strukturgrössen für das Nachfragemodell PV	42
Abbildung 21:	Definition der Aktivitäten für das Nachfragemodell PV	43
Abbildung 22:	Definition der Aktivitätenpaare für das Nachfragemodell PV	44

Abbildung 23:	Definition der Nachfrageschichten für das Nachfragemodell PV	45
Abbildung 24:	Definition der Randsummenbedingungen für das Nachfragemodell PV	45
Abbildung 25:	Definition der Personengruppen für das Nachfragemodell FH	46
Abbildung 26:	Definition der Strukturgrössen für das Nachfragemodell FH	47
Abbildung 27:	Definition der Aktivitäten für das Nachfragemodell FH	47
Abbildung 28:	Definition der Aktivitätenpaare für das Nachfragemodell FH	48
Abbildung 29:	Definition der Nachfrageschichten für das Nachfragemodell FH	48
Abbildung 30:	Definition der Randsummenbedingungen für das Nachfragemodell FH	49
Abbildung 31:	Weg zu den Tabelleneinträgen	56
Abbildung 32:	Inhalt der Tabelle «Versionen»	56
Abbildung 33:	Gruppen des Verfahrensablaufes im Nachfragemodell	57
Abbildung 34:	Gruppe Initialisierung	57
Abbildung 35:	Skript für die Initialisierung der Tabellen	57
Abbildung 36:	Gruppe Kenngrössenmatrizen berechnen	57
Abbildung 37:	Auszug aus dem Skript Berechnung der Kenngrössen	58
Abbildung 38:	Gruppe Besetzungsgrade und Wegetypen sowie Attraktionsvariablen	58
Abbildung 39:	Beispiel für Belegung einer Attraktionsmatrix	59
Abbildung 40:	Bearbeitung der Kenngrössenmatrizen für den Fussverkehr	59
Abbildung 41:	Bearbeitung der Kenngrössenmatrizen für den ÖV	59
Abbildung 42:	Gruppe Erzeugung	60
Abbildung 43:	Gruppe Rückkopplung	60
Abbildung 44:	Gruppe variable Kenngrössen Velo bearbeiten	60
Abbildung 45:	Gruppe variable Kenngrössen PW bearbeiten	61
Abbildung 46:	Gruppe Verteilung und Aufteilung	61
Abbildung 47:	Grunne Aggregation und speichern	61

Abbildung 48:	Gruppen Umlegung sowie Rücksprung Rückkopplung				
Abbildung 49:	Verfahrensschritt bedingter Rücksprung62				
Abbildung 50:	optionale Gruppen nach Rückkopplung62				
Abbildung 51:	Verfahrensschritte zur Einstellung der verschiedenen Netzzustände 63				
Abbildung 52:	Verfahrensschritte zur Einstellung des Istzustandes 2019				
Abbildung 53:	Verfahrensgruppen zur Berechnung der Umlegungen im Istzustand 2019 64				
Abbildung 54:	NUR bei Rückkopplung: Verfahrensschritte zum Einlesen und Speichern v initialen IV-Kenngrössenmatrizen im Rahmen einer Rückkopplungsrechnung r dem Nachfragemodell				
Abbildung 55:	Verfahrensschritte zum Einlesen der EVA-Matrizen und zur Hochrechnung ir Umlegungsmatrizen				
Abbildung 56:	Formel zur Belegung Matrix «PW_Schalter»				
Abbildung 57:	Formel zur Berechnung der Umlegungsmatrizen auf Basis der absoluten Änderung zwischen berechneten EVA-Matrizen und den kalibrierten EVA-Matrizen des Istzustandes 2019				
Abbildung 58:	Formel zur Berechnung der Umlegungsmatrizen auf Basis der relativen Änderung zwischen berechneten EVA-Matrizen und den kalibrierten EVA-Matrizen des Istzustandes 2019				
Abbildung 59:	Formel zur Nachkorrektur der Matrizen «PW_Schalter» bzw. «ÖV_Schalter» für einzelne Relationen mit einer relativen Änderung mit einem Verhältnis > 100 66				
Abbildung 60:	Formeln für die Erstellung der Umlegungsmatrizen PW und ÖV 67				
Abbildung 61:	Symmetrisieren der Umlegungsmatrizen PW und ÖV 67				
Abbildung 62:	Hochrechnen und Symmetrisieren von Fuss und Velo67				
Abbildung 63:	Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der MIV- Umlegung				
Abbildung 64:	Belegung der Anbindungsgewichte				
Abbildung 65:	Belegung der Strecken-V ₀ für den Schwerverkehr				
Abbildung 66:	Belegung v ₀ der Strecken für den PW69				
Abbildung 67:	Umlegungsparameter für den PW69				

Abbildung 68:	Formel zur Berechnung des Widerstand PW70
Abbildung 69:	Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der Velo- Umlegung
Abbildung 70:	Übernahme Anbindungsgewichte Velo70
Abbildung 71:	Einstellung des Widerstandes Velo in den allgemeinen Verfahrenseinstellungen 71
Abbildung 72:	Massgebliche Dialoge der Parameter der Radverkehrsumlegung
Abbildung 73:	Formel zur Berechnung des Widerstandes Velo
Abbildung 74:	Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der ÖV- Umlegung
Abbildung 75:	Massgebliche Dialoge der fahrplanfeinen Umlegung
Abbildung 76:	Wesentliche Dialoge der betrieblichen Kenngrössenberechnung
Abbildung 77:	Verfahrensablauf für Umstellung Spitzenstundenmodell und Berechnung «MSP unkalibriert»-Matrizen
Abbildung 78:	Ausschnitt des Skripts für Umstellung Spitzenstundenmodell
Abbildung 79:	Berechnung «MSP unkalibriert»-Matrizen für den kalibrierten Istzustand 2019 77
Abbildung 80:	Berechnung «MSP unkalibriert»-Matrizen für den betrachteten Modellzustand. 77
Abbildung 81:	Verfahrensablauf für Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen
Abbildung 82:	Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes 78
Abbildung 83:	Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen der Aussenverkehre
Abbildung 84:	Verfahrensablauf für Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen der Güterverkehre 79
Abbildung 85:	Berechnung «MSP kalibriert»-Matrix für LI
Abbildung 86:	Verfahrensablauf für Prüfung von «MSP kalibriert»-Matrix und «ASP kalibriert»-Matrix in Bezug auf die DWV-Matrix des Tages
Abbildung 87:	Prüfung von «MSP kalibriert»-Matrix und «ASP kalibriert»-Matrix auf Konsistenz in Bezug auf die DWV-Matrix für PW
Abbildung 88:	Verfahrensablauf für die MIV- und ÖV-Umlegung der MSP-Matrizen 80
Abbildung 89:	Verfahrensablauf für Umstellung DTV-Modell und Berechnung «DTV 24h»-

Abbildung 90:	Berechnung «DTV 24h»-Matrix für PW	83
Abbildung 91:	Verfahrensablauf für die MIV- und ÖV-Umlegung der «DTV 24h»-Matrizen	83
Abbildung 92:	Verfahrensablauf für Berechnung «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Matrizen	84
Abbildung 93:	Berechnung «DTV Tag»-Matrix für PW	84
Abbildung 94:	Berechnung «DTV Nacht»-Matrix für PW	84
Abbildung 95:	Verfahrensablauf für die MIV-Umlegung der «DTV Tag»- und «DTV Nach Matrizen	
Abbildung 96:	Berechnung des Strecken-BDA «BEL_DTV0622» (Tag) für PW	85
Abbildung 97:	Verfahrensparameter zur Aktivierung der Massnahmen der Referenzprognose	87
Abbildung 98:	Verfahrensparameter zur Aktivierung der Massnahmen der Strategieprognose	88
Abbildung 99:	Verfahrensparametersatz des Umlegungsmodells	92
Abbildung 100:	Verfahrensschritte zur Einstellung des Netzzustands der Referenzprognose 20	
Abbildung 101:	Verfahrensschritte Berechnung Referenzprognose 2040	93
Abbildung 102:	Verfahrensschritte Initiale KGM Velo und PW Ref2040	94
Abbildung 103:	Verfahrensschritte zur Bearbeitung der Nachfragematrizen Ref2040	94
Abbildung 104:	Verfahrensschritte zur Umlegung der einzelnen Modi Ref2040	94
Abbildung 105:	Nachfragematrizen des Auswertetools	96
Abbildung 106:	Oberbezirksmatrizen des Auswertetools	97
Abbildung 107:	Oberbezirke und Gebiete des Auswertetools	97
Abbildung 108:	Datei der BDA für das Auswertetool	97
Abbildung 109:	BDA der Oberbezirke des Auswertetools	98
Abbildung 110:	BDA der Bezirke des Auswertetools	98
Abbildung 111:	BDA der Gebiete des Auswertetools	98
Abbildung 112:	BDA der Strecken des Auswertetools	98
Abbildung 113:	Formel-Attribut für die Auswertung der Fzg-km Bus im Auswertetool	99

Abbildung 114:	Aufbau des Tabellenblattes «automatischer Lauf»					
Abbildung 115:	Aufbau eines Dashboard-sheets					
Abbildung 116:	Verfahrensablauf Auswertung Verkehrsaufkommen					
Abbildung 117:	Auszug Matrix PW aus dem Dashboard					
Abbildung 118:	Tabelle 2a – Auswertung Verkehrsaufkommen nach Planungsregionen					
Abbildung 119:	Verfahrensparameter Auswertung Verkehrsleistung Gebiete	103				
Abbildung 120:	Vorgaben Gebietsauswertungen Verkehrsleistung	104				
Abbildung 121:	Gebietsauswertungen Verkehrsleistung	104				
Abbildung 122:	Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung auf den Anbindungen	105				
Abbildung 123:	Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung im Binnenverkehr	105				
Abbildung 124:	Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung der Strecken aggregiert nach Typ	105				
Abbildung 125:	Tabelle 2b – Auswertung der Verkehrsleistung für die Planungsregionen	106				
Abbildung 126:	Verfahrensparameter Auswertung Detailverkehrsleistung Gebiete	107				
Abbildung 127:	Filter auf Planungsregionen	108				
Abbildung 128:	Tabelle Gebietsauswertungen Detailverkehrsleitungen	109				
Abbildung 129:	Auswertung Detailverkehrsleistung (3)	109				
Abbildung 130:	Nachfragedaten in Visum	110				
Abbildung 131:	ÖV-Anbindungsanteile in Umlegung verwenden	111				
Abbildung 132:	Beispiel Verfahrensschritte Umlegungsberechnung Strategieprognose, MSP	114				
Abbildung 133:	Teilnetzgenerator	116				
Abbildung 134:	Einstellung Pkw-Einheiten für LW	117				
Abbildung 135:	Darstellung Knotenströme Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse Strategieprognose 2040	MSP 118				
Abbildung 136:	Einstellung Grafikparameter Knotenströme	118				
Abbildung 137:	Export/Import Listen über Zwischenablage					
Ahhildung 138.	Disaggregation eines Bezirkes über die rechte Maustaste	121				

Abbildung 139:	Dialog zur Festlegung der Splitgewichte	121
Abbildung 140:	Auswahl der Bezugspersonen für die Disaggregation von Zonen	122
Abbildung 141:	Aufteilung der Personen nach der Disaggregation	122
Abbildung 142:	Auswahl der Strukturgrössen für das Splitten von Zonen	123
Abbildung 143:	Aufteilung der Strukturgrössen nach dem Splitten	123
Abbildung 144:	Auswahl BDA der Zonen für Splitten, Beispielhaft für Nachfrageversion	124
Abbildung 145:	Übersicht der aktiven Verfahrensgruppen für die Berechnung der Nachfr Version «GVM-ZH19_DWV-2019_NF_V22-00»	_
Abbildung 146:	Benutzerdefinierten Tabelle «Versionen» im Nachfragemodell	126
Abbildung 147:	Einstellung Analyse-/Prognoseberechnung im Nachfragemodell	126
Abbildung 148:	Initiale Verfahrensgruppen der Nachfrageberechnung	127
Abbildung 149:	Verfahrensgruppen zur Umlegungsrechnung und Gleichgewichtsprüfung inn der Nachfrageberechnung	
Abbildung 150:	Ergebnisdarstellung in der benutzerdefinierten Tabelle «Tabelle_Auswertur Nachfragemodell	_

Tabellen

Tabelle 1:	Typisierung der Zonen nach Planungsraum/Untersuchungsgebiet	. 18
Tabelle 2:	Typisierung gemäss Regionen	. 18
Tabelle 3:	Modellversionen	. 20
Tabelle 4:	Verkehrssysteme im Umlegungsmodell mit Zuordnung Modi Nachfragesegmente	und . 22
Tabelle 5:	Verkehrssysteme im Nachfragemodell mit Zuordnung Modi Nachfragesegmente	und . 23
Tabelle 6:	Streckentypen	. 24
Tabelle 7:	Knotentypen	. 24
Tabelle 8:	Abbiegertypen (HS = Hauptsrecke, NS = Nebenstrecke)	. 25
Tabelle 9:	Obertypen mit Rängen	. 25
Tabelle 10:	Abbiegerkapazitäten gemäss SVI 2017/007 Knoten in makroskopisc Verkehrsmodellen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke)	
Tabelle 11:	Abbiegerzuschläge in Anlehnung an SVI 2017/007 Knoten in makroskopisc Verkehrsmodellen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke)	
Tabelle 12:	verwendete Eingangsdaten	. 26
Tabelle 13:	v0-Geschwindigkeit Velo	. 27
Tabelle 14:	ÖV-Linien nach Verkehrssystem	. 30
Tabelle 15:	Zählstellenattribute zu den Zählwerten	. 34
Tabelle 16:	Übersicht der Bezeichnungslogik der angelegten Belastungs-BDA (Beisperstellen Beisperstellen Be	
Tabelle 17:	Nachfragerelevante Strukturdaten	. 38
Tabelle 18:	Objekte der Nachfragemodellierung	. 41
Tabelle 19:	Nachfragematrizen des Nachfragemodells	. 50
Tabelle 20:	Kenngrössenmatrizen des Nachfragemodells	. 51
Tabelle 21:	Nachfragematrizen des Umlegungsmodells	. 55

Tabelle 22:	Nachfragematrizen der Oberbezirke im Umlegungsmodell	55
Tabelle 23:	Kenngrössenmatrizen des Umlegungsmodells	55
Tabelle 24:	Übersicht der notwendigen Matrizen für MSP- bzw. ASP-Modell	75
Tabelle 25:	Übersicht der notwendigen Matrizen für DTV-Modell	82
Tabelle 26:	Übersicht der umlegungsrelevanten Netzattribute und der entsprechend Sicherungsattribute zur Bereitstellung der Netzzustände	
Tabelle 27:	Kenngrössen der Bewertung von «sharing»	ا30
Tabelle 28:	Quellenangaben	١34
Tabelle 29:	Streckentypen	35ء
Tabelle 30:	Übersicht Strecken-BDAs in Umlegungsmodell	39
Tabelle 31:	Knotentypen	40
Tabelle 32:	Übersicht Knoten-BDAs in Umlegungsmodell	40
Tabelle 33:	Abbiegertypen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke) 1	41
Tabelle 34:	Übersicht Abbieger-BDAs in Umlegungsmodell	41
Tabelle 38:	Berücksichtigte MIV-Massnahmen in der Referenzprognose 2040 1	45
Tabelle 39:	Berücksichtigte MIV-Massnahmen in der Strategieprognose 2040 1	47
Tabelle 40:	Berücksichtigte Velo-Massnahmen in der Referenzprognose 2040 1	ւ48
Tabelle 41:	Berücksichtigte Velo-Massnahmen in der Strategieprognose 2040 1	L49

1 Das GVM-ZH und sein Einsatzzweck

Der Kanton Zürich verfügt über ein kantonales Gesamtverkehrsmodell (GVM-ZH), das zuletzt für den Zustand 2018 aktualisiert wurde. Aufgrund notwendiger Aktualisierungen und im Rahmen der Modellund Softwarepflege wurde das GVM-ZH im vorliegenden Projekt weiterentwickelt. Mit der Erneuerung
des GVM-ZH (GVM-ZH19) können wichtige Fragen für konkrete oder allgemeine Infrastrukturprogramme und Gesamtverkehrskonzepte beantwortet sowie Aussagen zu raum-, verkehrs- und umweltpolitischen Entscheidungen getroffen werden. Das GVM-ZH19 ist so erstellt, dass es den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft und Praxis darstellt, von der Auftraggeberschaft zur eigenen Nutzung verwendet sowie zur Übergabe des gesamten Modells für Anwendungen durch Dritte genutzt werden
kann. Neben der Verfeinerung und Aktualisierung der Netz- und Zonendichte sowie der Neuerstellung
eines Veloumlegungsmodells sind die Aktualisierung des Nachfragemodells, der Verhaltensparameter
und der Netzbelastungen sowie die Optimierung der Modellzusammenhänge und der Verfahrensabläufe die wesentlichen Gründe für die Weiterentwicklung des Verkehrsmodells.

Das zu erstellende Verkehrsmodell soll vorrangig für folgende Aufgabenstellungen eingesetzt werden:

- Erstellung von Mengengerüsten im MIV, ÖV und Veloverkehr für die Fortschreibung von Verkehrsstatistiken sowie für das Monitoring und Controlling des Verkehrsaufkommens und des Modal Splits
- strategische Entwicklungsplanungen für Siedlung und Infrastruktur, MIV und ÖV
- integrierte Netzplanung, Agglomerationsplanungen
- Szenarien der Verkehrsentwicklung
- Ermittlung der Erreichbarkeiten im MIV und ÖV
- Wirkungsabschätzungen von relevanten verkehrswirksamen Massnahmen:
- Analyse der Wirkungen von baulichen Massnahmen (Neubau, Ausbau, Rückbau), ordnungspolitischen Massnahmen (z.B. Geschwindigkeitsänderungen, LW-Durchfahrtverbote) und verkehrstechnischen Massnahmen (Streckenbeeinflussungsanlagen, LSA-Pförtneranlagen) im Strassennetz
- Analyse der Wirkungen von Massnahmen im ÖV-Angebot (Liniennetzplanung, Festlegung des erforderlichen Taktes bzw. der erforderlichen Fahrzeuggrösse)
- Analyse der Wirkungen von Massnahmen im Radwegenetz
- Analyse der Wirkung monetärer Entwicklungen (z.B. Treibstoffpreise) und Massnahmen (ÖV-Fahrpreise, Mobility Pricing
- Dimensionierung von Verkehrsanlagen und Durchführung von Leistungsfähigkeitsnachweisen
- Analyse der Wirkung des demographischen Wandels und Verhaltensveränderungen (z.B. Homeoffice, Einkaufsverhalten, Kohorteneffekte etc.)
- Durchführung von Nutzen-Kosten-Untersuchungen
- Planungsstudien und ZMB sowie verkehrstechnische Gutachten
- Engpassanalysen
- Abschätzung der vom Verkehr verursachten positiven und negativen Wirkungen, wie z.B.
 Lärm- und Luftbelastung

Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist ein multimodales Verkehrsmodell (ÖV, PW, Velo, Fuss, sowie Strassengüterverkehr) entstanden, welches auf der städtischen Ebene differenzierte und soweit sinnvoll feingliedrige Aussagen zur Verkehrsentwicklung zulässt.

Ziel des Projekts war die Erstellung eines prognosefähigen, massnahmensensitiven und multimodalen Verkehrsmodells für den Istzustand 2019 und Prognosezustände 2040.

Um Synergieeffekte zu nutzen und den Datenaustausch zu vereinfachen, entspricht die Grundkonzeption des GVM-ZH19 jener des NPVM 2017. Hier ist sowohl bei der Netz- und Zonengliederung als auch bei den modelltechnischen Ansätzen die Konsistenz zwischen dem GVM-ZH19 und dem NPVM soweit wie möglich sichergestellt. Auch die zu verwendende Software (Visum mit EVA der PTV Group) ist für beide Modelle die gleiche.

2 Grundlagen zum Modellaufbau

2.1 Modellperimeter und Zonierung

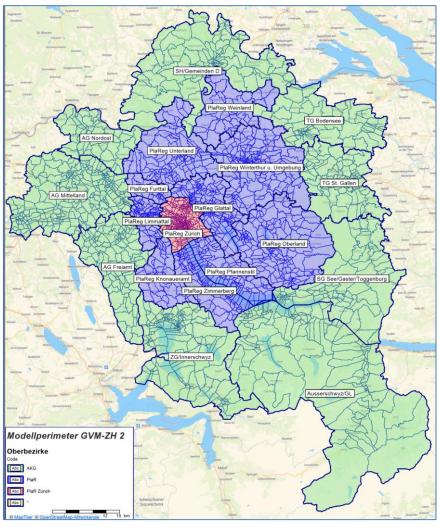


Abbildung 1: Modellperimeter

Der Modellperimeter des GVM-ZH19 besteht aus dem Planungsraum sowie dem Untersuchungsraum (cf. Abbildung 1). Der Planungsraum umfasst den Kanton Zürich. Der Untersuchungsraum umfasst neben dem Planungsraum wesentliche Teile der Nachbarkantone sowie der deutschen Grenzregion, um die relevanten Verkehrsströme bezogen auf den Planungsraum durch das Verkehrsmodell abbilden zu können.

Die Zugehörigkeit der Zonen zum Untersuchungsraum werden über den Code der Oberbezirke geregelt.

Code Untersuchungs- raum	Anzahl Zonen	Beschreibung
PlaR	1650	Zonen im Kanton Zürich (Planungsregionen)
		Zonen im Untersuchungsgebiet (Ausserkanto-
AKG	1025	nale Modellgebiete)
Summe	2675	

Tabelle 1: Typisierung der Zonen nach Planungsraum/Untersuchungsgebiet

Gemäss den einzelnen Regionen wird das Untersuchungsgebiet folgendermassen eingeteilt:

Code Untersuchungs- raum	Anzahl Zonen	Beschreibung
PlaR	40	Planungsregion Furttal
PlaR	210	Planungsregion g Glattal
PlaR	54	Planungsregion Knonaueramt
PlaR	104	Planungsregion Limmattal
PlaR	188	Planungsregion Oberland
PlaR	107	Planungsregion Pfannenstil
PlaR	122	Planungsregion Unterland
PlaR	42	Planungsregion Weinland
PlaR	219	Planungsregion Winterthur u. Umgebung
PlaR	123	Planungsregion Zimmerberg
PlaR	441	Planungsregion Zürich
AKG	68	TG Bodensee
AKG	86	TG St. Gallen
AKG	84	SG See/Gaster/Toggenburg
AKG	132	Ausserschwyz/GL
AKG	166	ZG/Innerschwyz
AKG	98	AG Freiamt
AKG	241	AG Mittelland
AKG	50	AG Nordost
AKG	100	SH/Gemeinden D

Tabelle 2: Typisierung gemäss Regionen

Ergänzt wird das Modell durch die Kordonzonen. Hier sind 63 Kordonzonen für den ÖV und 87 Kordonzonen für den MIV integriert worden. Diese dienen der Einspeisung des Quell-, Ziel und Durchgangsverkehrs für den Untersuchungsraum. Zusammen mit den ausserkantonalen Modellgebiete (AKG) werden damit 9 ausserkantonale Verkehrskorridore (AVK) gebildet, welche für die Aggregation der Verkehrsströme in, aus und durch den Kanton genutzt werden können.

2.2 Zeithorizonte und Fahrzeugklassen

Das Nachfragemodell sowie das Umlegungsmodell für den durchschnittlichen Werktag (DWV) wurden für den Istzustand (Jahr 2019) und für den Prognosezustand (Jahr 2040) abgebildet. Für die Modellierung der Spitzenstunden wurden folgende Zeitintervalle festgelegt:

Morgenspitze: 7:00 bis 8:00 UhrAbendspitze: 17:00 bis 18:00

Im Verkehrsmodell wird für die Abbildung des motorisierten PV und des Strassengüterverkehrs insgesamt vier Fahrzeugklassen (Personenwagen PW, Lieferwagen LI, Lastwagen LW sowie Last- und Sattelzüge LZ) abgebildet. Das Velo wird ebenfalls als Verkehrssystem des IV abgebildet. Für die Ermittlung des Widerstandes werden den VSys des IV PKW-Einheiten zugewiesen. Damit es zu keinen Verwerfungen bei den Umlegungen kommt wird dem Velo eine 0 als PKW-Einheit zugewiesen.

Die Busse im ÖV stellen eine Besonderheit in Visum dar. Sie sind standardmässig nicht Bestandteil der Belastungen auf der Strasse, in Zähldaten aber i.d.R. enthalten. Deshalb werden die Busse in einem benutzerdefinierten Attribut der Strecke vorgehalten und können bei Bedarf der Belastung im Strassenverkehr hinzugefügt werden.

2.3 Modellversionen

In Abhängigkeit von Betrachtungszeitraum und Detaillierungsgrad wurden für die Zeithorizonte 2019 und 2040 verschiedene Modelle erstellt, die in der folgenden Tabelle 3 genannt werden. Die finalen Modellabgabeversionen im Zuge der Neuerstellung des GVM-ZH sind dabei initial alle mit der Endung «V22-00» versehen. Die Laufnummer «00» weisst den Korrekturstand der aktuellen Version aus.

Bezugsjahr	DWV/ DTV	Bezugszeit- raum	Detaillierung	Versionsname
		24 Stunden	Nachfragemodell EVA	GVM-ZH19_DWV-2019_NF_V22-00
		24 Stuffden	Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DWV-2019_U_V22-00
2019	DWV Mo-Fr	Morgenspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_MSP-2019_U_V22-00
2013		Abendspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_ASP-2019_U_V22-00
	DTV Mo-So	24 Stunden	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DTV-2019_U_V22-00
		24 Stunden	Nachfragemodell EVA	GVM-ZH19_DWV-2040R_NF_V22-00
		24 Stunden	Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DWV-2040R_U_V22-00
2040	DWV Mo-Fr	Morgenspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_MSP-2040R_U_V22-00
Referenz		Abendspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_ASP-2040R_U_V22-00
	DTV Mo-So	24 Stunden	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DTV-2040R_U_V22-00

Bezugsjahr	DWV/ DTV	Bezugszeit- raum	Detaillierung	Versionsname
		24 Stundon	Nachfragemodell EVA	GVM-ZH19_DWV-2040S_NF_V22-00
		24 Stunden	Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DWV-2040S_U_V22-00
2040	DWV Mo-Fr	Morgenspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_MSP-2040S_U_V22-00
Strategie		Abendspitze	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_ASP-2040S_U_V22-00
	DTV Mo-So	24 Stunden	abgeleitet aus Umlegungsmodell	GVM-ZH19_DTV-2040R_U_V22-00

Tabelle 3: Modellversionen

Als Masterversion für alle Umlegungsmodelle existiert zudem eine Version mit dem Versionsnamen «GVM-ZH19_DWV-2019_M_V22-00», wobei der Buchstaben M hier Abkürzung für Master zu verstehen ist.

2.4 Ordnerstruktur und Inhalte

Für die vollumfängliche Nutzung des Modells sollten Projektverzeichnisse angelegt werden. Dabei muss zwischen der Nachfrage- und Umlegungsberechnung sowie der Nutzung des Auswertetools unterschieden werden.

Es wird empfohlen, mindestens die folgenden Ordner entsprechend korrekt zu definieren. Des Weiteren ist es zumindest für das Auswertetool zwingend erforderlich, eine Projektverzeichnisdatei (*.pfd) anzulegen, in der die Verzeichnisstruktur entsprechend angepasst wird. Der in Abbildung 2 dargestellte Baum kann nach den Wünschen der Bearbeiter ergänzt werden.



Abbildung 2: Ordnerstruktur

Die entsprechenden Unterordner enthalten folgende Dateien:

Unterordner «Version»

Die primäre Datei bei der Durchführung einer Modellrechnung sind Versionsdateien. Sie enthalten die Daten zur Beschreibung der Netze für den IV, ÖV und Langsamverkehr sowie die Strukturdaten und die Parameter zur Beschreibung der Verhaltensdaten bei der Nachfrageberechnung. Dieser Unterordner wird sowohl für die Nachfrageberechnung, die Umlegung sowie die Auswertung benötigt.

Unterordner «Parameter»

Dieser Ordner enthält Verfahrensabläufe, also eine Abfolge von Berechnungsschritten in VISUM. Hier werden sowohl die Verfahrensparameter der Nachfrage- und Umlegungsberechnung als auch der Auswertung gespeichert.

Unterordner «Filter»

Dieser Ordner enthält die Filterdateien für die Auswertung.

Unterordner «Layout»

Dieser Ordner enthält die Layout-Dateien für das Listenlayout der Auswertung und unterstützt bei der Analyse und der Präsentation von Ergebnissen

Unterordner «Matrizen»

In diesem Ordner werden Nachfrage- sowie die Kenngrössenmatrizen abgelegt. Dieser Ordner ist insbesondere für den Austausch zwischen dem Nachfragemodell und dem Umlegungsmodell verantwortlich.

Unterordner «Nachfragedaten»

In den Nachfragedaten werden insbesondere die Organisation der Nachfragedateien abgelegt. Für die Auswertung werden weitere Matrizen in einem vorbestimmten Nummernkreis **einmal** im Umlegungsmodell angelegt.

Unterordner «Netz»

Für das Auswertetool werden weitere Benutzerdefinierte Attribute (BDA) benötigt. Diese werden hier in einer Datei abgelegt und **einmal** in die Umlegungsversion integriert.

Unterordner «Shape»

Für das Auswertetool werden Auswertungen auf der Basis von Oberbezirken durchgeführt. Diese enthalten weiteren Attribute, auf die während der Auswertung zurückgegriffen wird. In einer Shape-Datei werden die Oberbezirke mit Ihren Attributen abgelegt. Diese werden **einmal** in der Umlegungsversion angelegt.

3 Netzmodell 2019

Das Netzmodell wurde auf der Basis von TomTom-Daten erstellt, die durch den Auftraggeber lizenziert sind. Es bildet den MIV, den ÖV und den Langsamverkehr in integrierter Form, d.h. innerhalb eines Netzmodells, ab. In den folgenden Kapiteln wird der Aufbau des Netzmodells und seine Attributierung beschrieben.

3.1 Verkehrssysteme, Modi, Nachfragesegmente

Das Verkehrsangebot setzt sich aus verschiedenen (Teil-)Verkehrssystemen zusammen. Ein Verkehrssystem wird dabei definiert durch

- einen Verkehrssystemtyp (IV, ÖV oder ÖV-Fuss)
- und ein Verkehrsmittel z.B. Personenwagen, Lastwagen, Bus, Velo......

Für die einzelnen Verkehrssysteme können bestimmte Merkmale als Standard vordefiniert werden, durch welche die jeweiligen Fahrzeiten bestimmt werden:

- Die Höchstgeschwindigkeiten des Verkehrsmittels
- Die zulässige Geschwindigkeit der befahrenen Strecke
- Die Kapazität der befahrenen Strecke.

Zu jedem Verkehrssystem gehört ein Modus, dem wiederum die Nachfragesegmente zugeordnet sind. Der Modus verknüpft ein oder mehrere Verkehrssysteme und stellt die Verbindung von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage dar.

In der Version für das Umlegungsmodell werden folgende Verkehrssysteme verwendet (cf. Tabelle 4).

Verkehrssystem	Vsys-Name	Vsys-Typ	Modus	Nachfragesegment
Bus	Bus	ÖV	OeV	OeV
FUN	Funiculaire	ÖV	OeV	OeV
Fuss	Fuss	ÖVFuss	Fuss, OeV	Fuss, OeV
FV	Fernverkehr	ÖV	OeV	OeV
LI	Lieferwagen	IV	Lieferwagen	Lieferwagen
LW	Lastwagen	IV	Lastwagen	Lastwagen
LZ	Lastzug	IV	Lastzug	Lastzug
PW	PW	IV	PW	PW
RV	Regionalverkehr	ÖV	OeV	OeV
S	S-Bahn Zürich	ÖV	OeV	OeV
SB	Seilbahn	ÖV	OeV	OeV
Sch	Schiff	ÖV	OeV	OeV
Tram	Tram	ÖV	OeV	OeV
Velo	Velo	IV	Velo	Velo

Tabelle 4: Verkehrssysteme im Umlegungsmodell mit Zuordnung Modi und Nachfragesegmente

In der Version für das **Nachfragemodell** werden folgende Verkehrssysteme verwendet (cf. Tabelle 5).

Verkehrssystem	Vsys-Name	Vsys-Typ	Modus	Nachfragesegment
01_Fuss	Fuss	ÖVFuss	Fuss	Fuss
02_Velo	Velo	IV	Velo	Velo
03_PW	PW	IV	PW	PW
04_ÖV	ÖV	ÖV	ÖV	ÖV

Tabelle 5: Verkehrssysteme im Nachfragemodell mit Zuordnung Modi und Nachfragesegmente

3.2 Strassennetz

Das Streckennetz des Modellgebietes mit rund 510.000 Strecken wurde aus dem Navigationsnetz der Firma TomTom als Visum-Version zur Verfügung gestellt. Dieses Netz wurde zunächst einmal übernommen, die zulässigen Verkehrsmittel umkodiert und die Anzahl Fahrstreifen aus dem NPVM 2017 zugespielt. Dazu wurde das Netz des NPVM 2017 mittels GIS-Methoden auf das TomTom-Netz gematcht und die Anzahl Fahrstreifen aus dem NPVM 2017 dem neuen Netz angespielt, da diese bei der Erstellung des NPVM 2017 umfangreich plausibilisiert wurden. Ergänzend wurden die Abbiegeverbote und Functional Road Classes (FRC) des TomTom-Netzes stichprobenartig geprüft.

Die Streckenattributierung wurde ergänzt durch kantonale Netzmerkmale aus den GIS-Netzen des Kantons. Hierbei wurden insbesondere folgende Merkmale genutzt:

- Strassentypisierung nach Richtplan: HLS, HVS, RVS, geplante Strassen
- Eigentümer
- Ortslage (inner- und ausserorts)
- Kantonszugehörigkeit
- Bahnübergänge
- LSA-Knoten (Kantone AG, TG, ZG, ZH und Städte Zürich und Winterthur)

Das genaue Vorgehen bei der Herleitung der Attribute und insbesondere die Plausibilisierung und Korrektur der Attribute wird im technischen Bericht erläutert. Es entstehen insgesamt Streckentypen mit folgender Codierung:

Obertyp Fahrstreifen		Ortslage		V-Regime			
Ausprä- gung	Codie- rung	Ausprä- gung	Codierung	Ausprä- gung	Codie- rung	Ausprä- gung	Codie- rung
HLS-RT	11000	1	100	innerorts	10	≤ 20	1
HLS	12000	2	200	ausserorts	20	30	2
HLS-T	13000	3	300			40	3

HLS-R	14000	4	400		50	4
HVS	20000	5	500		60	5
RVS	30000				70/80	6
LVS	40000				90/100	7
SS	50000				120	8
ES	60000					
OEV	70000					
FUSSVELO	80000					

Tabelle 6: Streckentypen

Dabei werden für die Festlegung der Streckentypen-Nummern die Codierungen der vier Attribute aufsummiert. Beispiel: Eine Strecke des Obertyps «HLS» mit zwei Fahrstreifen ausserorts und einem V-Regime von 120 km/h erhält die Streckentypen-Nr. 12000 + 200 + 20 + 8 = 12228.

Zusätzlich zur oben beschriebenen Streckentypen-Logik werden folgende zwei Streckentypen definiert:

- 60110 «Anwohnerstrasse»: Kapazität = 400 PWE/h und v0 = 5 km/h
- 10000 «closed»: Kapazität = 0 PWE/h und v0 = 0 km/h

Den VISUM-Knoten wurden auf Basis von kantonalen GIS-Layern zur Knotenform folgende Knotentypen zugeordnet und manuell überprüft:

Knotentyp- Nr.	Knotentyp
1	Ungeregelt (Vorfahrtsknoten, Rechtvortritt)
2	Kreisel
3 (bzw. 5)	LSA
4	Ungeregelt (Rechtvortritt)
97	Knoten ohne Arme
98	Sackgassen
99	Knoten mit 2 Armen

Tabelle 7: Knotentypen

Die Zuweisung von Abbiegertypen basiert einerseits auf dem Knotentyp (ungeregelt, Kreisel, LSA) und andererseits auf den Rängen der betroffenen Strecken. Tabelle 8 zeigt die Abbiegetypen in der Übersicht.

Abbiegertyp- Nr.	Abbiegertyp-Nr. gemäss SVI-Forschungsarbeit	Knoten- typ	Abbiegertyp Beschreibung
0	1	Ungeregelt	$HS \rightarrow HS$, $HS \rightarrow NS$ rechts, $HS \rightarrow NS$ geradeaus
1	2	Ungeregelt	$HS \rightarrow NS$ links
2	3	Ungeregelt	$NS \rightarrow HS$ rechts, $NS \rightarrow HS$ geradeaus
3	4	Ungeregelt	$NS \rightarrow HS$ links, $NS \rightarrow NS$
4	5	Kreisel	rechts

Abbiegertyp- Nr.	Abbiegertyp-Nr. gemäss SVI-Forschungsarbeit	Knoten- typ	Abbiegertyp Beschreibung
5	6	Kreisel	geradeaus
6	7	Kreisel	links
7	8	LSA	$HS \rightarrow HS$
8	9	LSA	$HS \rightarrow NS$
9	10	LSA	$NS \rightarrow HS$, $NS \rightarrow NS$

Tabelle 8:

Abbiegertypen (HS = Hauptsrecke, NS = Nebenstrecke)

Die Bestimmung der Hauptstrecken erfolgte regelbasiert auf Basis der Obertypen. Hierfür wurde den Obertypen Ränge gemäss Tabelle 9 zugewiesen:

Obertyp	Rang
HLS-RT	1
HLS	2
HLS-T	3
HLS-R	4
HVS	5
RVS	6
LVS	7
SS	8
ES	9

Tabelle 9:

Obertypen mit Rängen

Die Zuweisung von Abbiegerkapazitäten erfolgt auf Basis des Abbiegertyps und der Ortslage gemäss Tabelle 10.

Abbieger- typ-Nr.	Knotentyp	Abbiegertyp Beschreibung	Kapazität [PWE/h]	Kapazität [PWE/h]
тур-тиг.			innerorts	ausserorts
0	Ungeregelt	HS [®] HS, HS [®] NS rechts, HS [®] NS geradeaus	1′200	1′500
1	Ungeregelt	HS [®] NS links	900	1′000
2	Ungeregelt	NS ® HS rechts, NS ® HS geradeaus	600	600
3	Ungeregelt	NS [®] HS links, NS [®] NS	400	400
4	Kreisel	Rechts	900	1′200
5	Kreisel	geradeaus	900	1′200
6	Kreisel	links	900	1′200
7	LSA	HS ® HS	1′200	1′200
8	LSA	HS ® NS	1′000	1′000
9	LSA	NS ® HS, NS ® NS	1′000	1′000

Tabelle 10:

Abbiegerkapazitäten gemäss SVI 2017/007 Knoten in makroskopischen Verkehrsmodellen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke)

Um zu verhindern, dass Abbieger aufgrund der regelbasierten Herleitung eine grössere Kapazität aufweisen als die Zulaufstrecken, wird in diesen Fällen die Abbiegekapazität auf diejenige der Zulaufstrecke gedeckelt.

Die Zuweisung von Abbiegerzuschlägen erfolgt auf Basis des Abbiegertyps und der Ortslage gemäss Tabelle 11.

Abbieger-	Vo stanton	Abbi a contrue Dacabusibusa	t0 [s]	t0 [s]
typ-Nr.	Knotentyp	Abbiegertyp Beschreibung	innerorts	ausserorts
0	Ungeregelt	HS [®] HS, HS [®] NS rechts, HS [®] NS geradeaus	0	0
1	Ungeregelt	HS ® NS links	3	4
2	Ungeregelt	NS ® HS rechts, NS ® HS geradeaus	4	5
3	Ungeregelt	NS [®] HS links, NS [®] NS	5	6
4	Kreisel	rechts	5	7
5	Kreisel	geradeaus	8	10
6	Kreisel	links	10	12
7	LSA	HS ® HS	5	6
8	LSA	HS ® NS	7	10
9	LSA	NS ® HS, NS ® NS	9	15

Tabelle 11: Abbiegerzuschläge in Anlehnung an SVI 2017/007 Knoten in makroskopischen Verkehrsmodellen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke)

Die detaillierte Umsetzung wird im technischen Bericht erläutert.

3.3 Velonetz

Das Ziel des Arbeitspakets war das bereits erstellte MIV-Netzmodell attributiv zu ergänzen, sodass alle für die Verkehrsmodellierung des Veloverkehrs relevanten Attribute enthalten sind. Aufgrund der grossen Detaillierung des MIV-Netzes sollte auf die Ergänzung von zusätzlichen Velo-Strecken sowie auf das Splitting von Strecken gänzlich verzichtet werden.

Als Eingangsdaten werden die in Tabelle 12 aufgeführten Daten verwendet:

Attribut	Quelle	
Steigung	Übernahme aus den Strecken (cf. techn. Bericht)	
Veloinfrastruktur	GIS-Layer «Veloinfrastruktur Radwege und Radstreifen» der Stadt und des Kantons Zürich	
	GIS-Layer «Veloabschnitte» der Stadt Winterthur	
Modellgeschwindigkeit	Herleitung	
MIV-Belastungsklasse	Herleitung	
Widerstand	Herleitung	

Tabelle 12: verwendete Eingangsdaten

Die **Steigung** einer Strecke wird in einen Faktor zur Erhöhung oder Reduzierung der Strecke umgerechnet.

Ein wesentliches Netzattribut für die Modellierung des Veloverkehrs ist die vorhandene **Veloinfrastruktur**. Durch Matching des GIS-Layers «Veloinfrastruktur Radwege und Radstreifen» der Stadt und des Kantons Zürich wurden den Strecken folgende Attribute zugespielt:

Radstreifen: ja / neinRagweg: ja / nein

Für die Stadt Winterthur stand kein entsprechender Datensatz zur Verfügung. Für die Strecken der Stadt Winterthur wurden daher folgende alternativen Attribute aus dem GIS-Layer «Veloabschnitte» zugespielt:

• Empfohlene Strecke: ja / nein

• Schnelle ergänzende Strecke für Routinierte: ja / nein

Die **Modellgeschwindigkeit** für den Veloverkehr ist einerseits von der Ortslage und andererseits von der vorhandenen Veloinfrastruktur abhängig. Tabelle 13 zeigt die im Netzmodell verwendeten Geschwindigkeiten.

Veloinfrastruktur	innerorts: v0	ausserorts: v0
Keine Infrastruktur / Mischverkehr	14 km/h	15 km/h
Radstreifen	16 km/h	17 km/h
Radweg / eigenes Trassee	18 km/h	19 km/h
Empfohlene Strecke (nur Winterthur)	15 km/h	16 km/h
Schnelle ergänzende Strecke für Routinierte (nur Winterthur)	16 km/h	17 km/h
Ausserkantonal und Streckentyp FUSSVELO	14 km/h	14 km/h

Tabelle 13: v0-Geschwindigkeit Velo

Die **MIV-Belastungen** werden im Anschluss an die MIV-Umlegung als benutzerdefinierte Attribute auf die Strecken übertragen und bei der Velo-Umlegung als zusätzliche Widerstandskomponente verwendet.

Die Widerstände für das Velo sind im Umlegungsmodell als benutzerdefinierte Streckenattribute hinterlegt, welche abhängig von den beeinflussenden Merkmalen automatisch aktualisiert werden (Abbildung 3).



Abbildung 3: Widerstandsberechnung Velo im Umlegungsmodell: Streckenwiderstand

Für den Velo-Widerstand werden weitere BDA verwendet, die zum Teil formelbasiert sind. Beispielhaft wird hier der Widerstandsfaktor Steigung (cf. Abbildung 4) sowie der Widerstandsfaktor MIV (cf. Abbildung 5)



Abbildung 4: Formel für den Widerstandsfaktor Steigung



Abbildung 5: Formel für den Widerstandsfaktor MIV

Es werden eine Reihe von BDA für die Ermittlung des Widerstandes verwendet. Abbildung 6 gibt einen Überblick über die verwendeten Attribute.

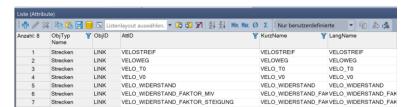


Abbildung 6: Überblick über die für den Widerstand verwendeten BDA

Detaillierte Angaben zur Verwendung und Herleitung der Widerstände finden sich im techn. Bericht.

3.4 ÖV-Netz und -Angebot

Das ÖV-Angebot für das GVM-ZH19 wurde durch die VBZ integriert.

3.4.1 Allgemein

Im Auftrag des Amtes für Mobilität (AfM) wurde im Rahmen des Projektes GVM-ZH19 die Aufbereitung sowie der Einbau des strassengebundenen öV in das Kantonale Gesamtverkehrsmodell (GVM-ZH) seitens Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) übernommen. Dabei handelt es sich um einen kompletten Neuaufbau.

Dies sowohl für die VBZ-eigenen Linien, als auch für alle weiteren Linien der Marktverantwortlichen Verkehrsunternehmungen (MVU) des Zürcher Verkehrsverbunds (ZVV). Zudem wurden die ausserkantonalen Buslinien, Schiffsverbindungen, Seil- und Bergbahnen im gesamten Modellperimeter bearbeitet. Der übrige Schienenverkehr (Bahn, inkl. S-Bahn) wurde von der SBB im Auftrag des AfM zur Verfügung gestellt und ebenso seitens VBZ in die endgültige Modellversion übernommen.

Insgesamt ist somit ein in sich konsistentes öV-System (Infrastruktur & Angebot) von Grund auf neu aufgebaut worden. Sämtliche weitere Schritte bzgl. Individualverkehr, Plausibilisierung, Kalibration etc. wurden durch die Bietergemeinschaft ZH-Traffic 2 durchgeführt.

3.4.2 Datenquellen

3.4.2.1 ZVV

Datenquelle für die Fahrplandaten ist das Fahrplanungstool DIVA der Firma Mentz AG (Quellsystem). Basis sind die Grunddaten zum Jahresfahrplan 2019. Seitens VBZ wurden diese direkt aus DIVA bezogen und von den restlichen MVU im ZVV vom Leadhouse automatische Fahrgastzählung (AFAZ) von Stadtbus Winterthur übergeben.

Die Daten wurden aus dem Quellsystem mittels VDV-452 Schnittstelle bezogen und anschliessend in mit inhouse entwickelten R-Skripten aufbereitet, um diese dann wiederum per MS-Access Datenbankimport in Visum einzulesen.

Bei den VBZ-Linien wurde mit kleineren Abweichungen der Jahresfahrplan 2019 mit dem Stichdatum zum 10.12.2018 eingelesen. Samstags und Sonntagsfahrpläne oder Nachtbusfahrpläne wurden nicht eingelesen.

3.4.2.2 HAFAS-Netz

Seitens ZH-Traffic 2 wurde eine aufbereitete Visums-Versionsdatei zur Verfügung gestellt. Diese beinhaltet den kompletten öV-Fahrplan (Bus, Bahn, Schiff, Bergbahnen) der Schweiz mit dem Datenstand von Dienstag, dem 8.Sept 2020. Datengrundlage sind die HAFAS-Rohdaten.

3.4.2.3 **SBB-Netz**

Von der SBB wurde eine Visumsversion mit dem Systemfahrplan 2020 zur Verfügung gestellt. Beim Systemfahrplan handelt es sich um einen angenommenen Normalzustand des Taktfahrplanes. Einzelne Verstärkerzüge sind nicht enthalten. In der Randverkehrszeit können Abweichungen gegenüber dem

tatsächlichen Fahrplan entstehen. Es ist der gesamte Eisenbahn-Fahrplan der SBB und weiterer Betreiber wie der SOB, TGV Lyria, Aargau Verkehr etc. abgebildet. Das Netz besitzt eine geografische Ausdehnung weit über den Modellperimeter hinaus, da auch Linien ins Ausland enthalten sind. Diese Linien dienen der Anbindung von Aussenverkehren im Modell.

3.4.3 Abbildung im Netz

Die Implementierung des Verkehrsangebots beinhaltet die Abbildung von georeferenzierten Haltestellen, Linien geroutet auf das Schienennetz (aus Nationales Personenverkehrsmodell 2010) und das Strassennetz im Planungsraum sowie die Fahrplandaten.

Die Abbildung der Haltestellen in VISUM folgt einer so genannten Haltestellenhierarchie, die sich aus den Netzobjekten Haltestelle, Haltestellenbereich und Haltepunkt zusammensetzt. Jede dieser drei Ebenen erfüllt dabei bestimmte Aufgaben innerhalb des Verkehrsnetzes.

- Haltepunkt: Konkreter Abfahrtsort einer oder mehrerer Linien. ÖV-Linien halten hier für den Fahrgastwechsel. In der feinsten möglichen Modellierung entspricht der Haltepunkt einem Haltestellenmast im Busverkehr oder einer Bahnsteigkante im Schienenverkehr.
- Haltestellenbereich: Fasst mehrere örtlich nahe beieinander liegende Haltepunkte zusammen und vermittelt den Zugang von den Haltepunkten in das übrige Verkehrsnetz über einen Zugangsknoten.
- Haltestelle: Ist das Objekt, das den gesamten Komplex aus Haltepunkten und Haltestellenbereichen umfasst. Es ist das oberste Objekt der Haltestellenhierarchie und trägt den Namen der Haltestelle und andere, für das ganze Konstrukt geltende Attribute.

Umsteigehaltestellen sind entweder über Fusswegematrizen innerhalb der Haltestellen oder über Strecken, die für den Fussweg geöffnet sind miteinander verbunden.

Im Umlegungsmodell sind

- Ca. 8.000 Haltestellen (und ca. 60 Dienstpunkte wie Depots, Garagen etc.),
- Ca. 8.400 Haltestellenbereiche sowie
- Mehr als 11.000 Haltepunkte abgebildet.

Insgesamt sind im Netzmodell 1.413 Linien enthalten:

Verkehrssystem	Vsys-Name	Anzahl Linien
Bus	Bus	1159
FUN	Funiculaire (Standseilbahn)	9
FV	Fernverkehr	53
RV	Regionalverkehr	59
S	S-Bahn Zürich	50
SB	Seilbahn	12
Sch	Schiff	13
Tram	Tram	58

Tabelle 14:

ÖV-Linien nach Verkehrssystem

Die Linien sind grundsätzlich in allen drei Zuständen (Istzustand, Referenz- und Strategieprognose) angelegt, wobei für jeden Zustand nur etwa 700 Linien davon relevant sind. Diese werden über einen Linienfilter auf Basis der Linien-BDAs «GVMZH_FP19», «GVMZH_RP40» und «GVMZH_SP40» je Modellzustand ausgewählt. Die Linien-BDAs markieren dabei, ob eine Linie in dem jeweiligen Zustand vorhanden ist und in der Berechnung berücksichtigt werden muss.

3.5 Anbindungen

Anbindungen schliessen Zonen an das Streckennetz an. Jede Zone muss für die Umlegung über mindestens eine Quellanbindung und mindestens eine Zielanbindung an das Netz angebunden sein, damit die Verkehrsteilnehmer diese Zone verlassen und erreichen können. Eine Zone kann über beliebig viele Anbindungsknoten an das Netz angebunden sein.

Im Verfahrensablauf werden massgebliche Attribute, wie das Anbindungsgewicht bei Mehrfachanbindungen sowie das Set der zulässigen VSys gesetzt. Beispielhaft für die Ist 2019 ist das in Abbildung 7 aufgezeigt.

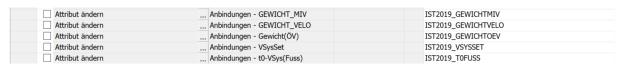


Abbildung 7: Auszug Verfahrensablauf für das Setzen von Anbindungsparametern

3.5.1 Anbindungen MIV

In einem ersten Schritt wurden die Anbindungen manuell gesetzt. Danach wurde über einen Algorithmus unter Nutzung der Vektordaten der Hektarschwerpunkte des BFS die Erstellung der (Mehrfach-)Anbindungen automatisiert. Detailliert ist das Vorgehen im techn. Bericht beschrieben.

Die Anbindungsanteile bei Mehrfachanbindungen wurden aufgrund der Verteilung der Einwohner und der Arbeitsplätze innerhalb der Verkehrszone berechnet.

Die Reisezeiten der Anbindungen wurden in Abhängigkeit der Streckenlänge mit einer konstanten Geschwindigkeit berechnet. Dabei wurde eine minimale Anbindungszeit von 2 Minuten definiert.

3.5.2 Anbindungen Velo

Die Zonenanbindungen des Veloverkehrs basieren weitestgehend auf den Anbindungen des MIV. Die Anbindungen des MIV wurden für den Veloverkehr wie folgt angepasst:

- Für Kantons- und Sekundarschulen wurden zusätzliche Anbindungen für den Veloverkehr eingefügt.
- MIV-Anbindungen bei Parkplätzen und Parkgaragen wurden für den Veloverkehr gesperrt.
- Die Auswirkungen der obigen Anpassungen auf die Anbindungsanteile wurden abgeschätzt und im Modell umgesetzt.

Die Anbindungszeit wurde i.A. konstant auf 2min gesetzt.

3.5.3 Anbindungen ÖV

Die Grundüberlegung bei der Erzeugung der Anbindungen war, die Wahl der Ein- bzw. Ausstiegshaltestelle der Umlegung zu überlassen und nicht über Anbindungsgewichte vorzugeben. Vor diesem Hintergrund wurden etwas grössere Abweichungen bei Zähldaten zugelassen.

Im Rahmen der Kalibrierung wurde für 175 Bezirken entschieden, eine Aufteilung über Anbindungsanteile durchzuführen (cf. Abbildung 8).

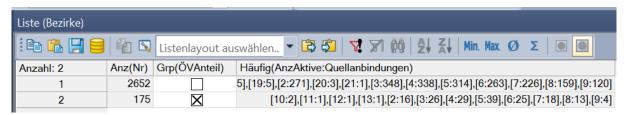


Abbildung 8: Liste der Bezirke mit/ohne Nutzung der Anbindungsanteile

Das detaillierte Vorgehen zur Definition der Anbindungen ist im techn. Bericht beschrieben.

3.6 Zähldaten

Die Zähldaten für MIV und Velo werden im Netzmodell über das Objekt «Zählstellen» abgebildet. Die Zählstellen werden auf Strecken mit einem Richtungsbezug dargestellt. Über einen «VonKnotenNr», «StreckenNr» sowie der relativen Position (zwischen 0 und 1) werden die Zählstellen eindeutig im Netz zugeordnet. Abbildung 9 zeigt die räumliche Verteilung der Zählstellen im Netz.

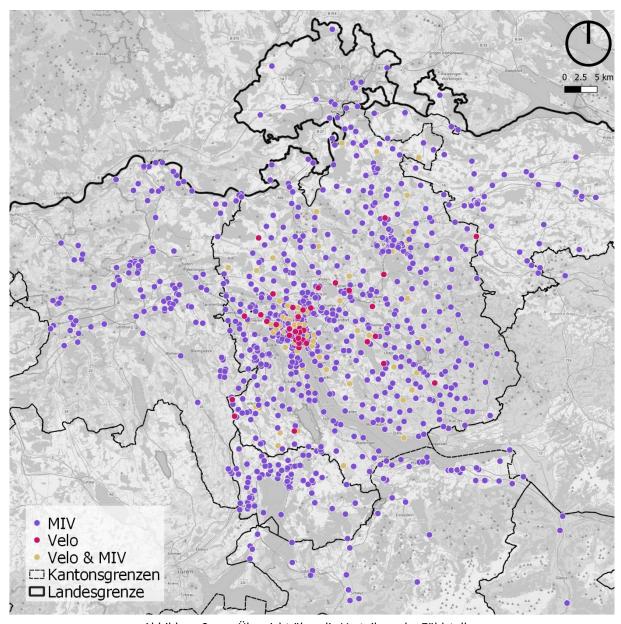


Abbildung 9: Übersicht über die Verteilung der Zählstellen

Tabelle 15 zeigt die entsprechenden BDA mit Ihrer Beschreibung. Eine genaue Beschreibung der Datenaufbereitung, die Vorgehensweise bei der Plausibilisierung sowie zur Kennwertqualität befindet sich im techn. Bericht.

Attribut	Beschreibung
ZW_ZST_ID	ID der Zählstelle gemäss Datenlieferant
ZW_Richtung	Richtungsproxy der Fahrtrichtung an der Zählstelle
ZW_E_KOORDINATE	Ost-West Koordinate im LV95 CH1903+ KBS
ZW_N_KOORDINATE	Nord-Süd Koordinate im LV95 CH1903+ KBS
ZW_DATENLIEFERANT	Quelle der Zähldaten
ZW_ZW_JAHR	Jahr des Zählwerts
ZW_N_TAGE	Anzahl der Tage mit Zähldaten

Attribut	Beschreibung
ZW_ERHEBUNGSART	Art der Erhebungstechnik
ZW_FZG_KLASSEN	Erhobene Fahrzeugklassen
ZW_QUALITAET	Kennwertqualität
ZW_OEV_ABZUG	Abzug ÖV-Kurse von Zähldaten: 1=Ja, 0=Nein
ZW_X_VELO	Zählwert Velo für Zeitraum X
ZW_X_FZG	Zählwert der Gesamtfahrzeuge für Zeitraum X
ZW_X_PW	Zählwert der Personenwagen für Zeitraum X
ZW_X_LI	Zählwert der Lieferwagen für Zeitraum X
ZW_X_LW_OOEV	Zählwert der Lastwagen für Zeitraum X abzüglich ÖV-Bussfahrten
ZW_X_LZ	Zählwert der Last- und Sattelzüge für Zeitraum X
ZW_X_OEVB	ÖV-Bussfahrten für Zeitraum X im aktuellen GVM

Tabelle 15: Zählstellenattribute zu den Zählwerten

Die Zähldaten des ÖV werden seitens Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) eingepflegt und verwaltet. Die Zähldaten werden an den Haltestellen (Ein- und Aussteiger) sowie auf den Strecken (Belastungen) in verschiedenen BDA vorgehalten. Die genaue Vorgehensweise sowie die Liste der BDA befinden sich im techn. Bericht.

3.7 Grafische Darstellung

Als Voreinstellung für die grafische Darstellung der Strecken im Netz ist eine klassifizierte Darstellung auf Basis des Strecken-BDAs «OBERTYP_NEU» (cf. Abbildung 10) ausgewählt.

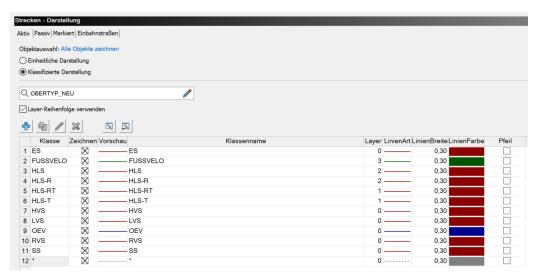


Abbildung 10: Grafikparameter für die Darstellung der Strecken

Es wird dabei farblich zwischen speziellen ÖV-, Fuss- und Velo-Obertypen sowie allgemeinen IV-Obertypen unterschieden. Bei Bedarf kann diese Darstellungsart beispielsweise weiter nach IV-Obertypen ausdifferenziert werden.

Als Voreinstellung für die grafische Darstellung der Belastungsbalken im Netz sind die MFZ-, ÖV- und Velo-Belastungen dargestellt, die in der betrachten Umlegungsversion berechnet wurden (cf. Abbildung 11).

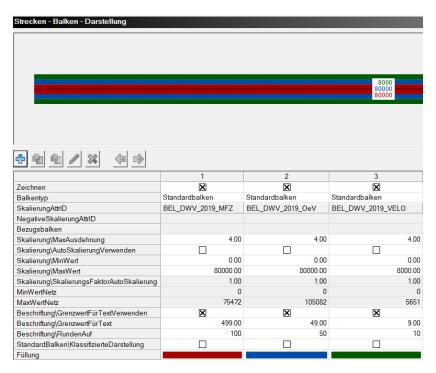


Abbildung 11: Grafikparameter für die Darstellung der Belastungsbalken (Modellversion: «GVM-ZH19_DWV-2019_U_V22-00»)

Darüber hinaus bieten sich verschiedene Darstellungsmöglichkeiten für die Belastungsbalken an. Grundsätzlich sind in allen Umlegungsversionen des Abgabezustandes (V22-00) auch alle berechneten Belastungswerte als BDAs fest hinterlegt, d.h. dass beispielsweise eine DWV-Umlegungsversion des Istzustands 2019 auch MSP-Belastungswerte der Strategieprognose 2040 enthält. Wichtig ist allerdings zu beachten, dass bei einer Neuberechnung nur Verfahrensschritte zur Aktualisierung der Belastungs-BDAs angelegt sind, die in der betrachten Umlegungsversion auch berechnet wurden. Weitere Belastungs-BDA müssen aus den jeweiligen anderen Umlegungsversionen manuell über z.B. VISUM-Attributdateien aktualisiert werden. Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die angelegten Belastungs-BDAs sowie zugrunde gelegte Bezeichnungslogik. Zu beachten ist, dass nicht alle möglichen Kombination angelegt sind, da für einige keine Berechnung vorgesehen ist (z.B. Verkehrssystem Velo im Zeitraum MSP).

Art	Zeitraum	Zustand	Verkehrssysteme	
BEL_	DWV_	2019_	LI	
	DTV_	Ref2040_	LW	
	DTV0622_	Str2040_	LZ	
	DTV2206_		OeV	(= Hauptdarstellung)
	MSP_		OeVB	
	ASP_		PW	
			Velo	(= Hauptdarstellung)
			MFZ	(= PW+LI+LW+LZ+OeVB)
				(= Hauptdarstellung)



Tabelle 16: Übersicht der Bezeichnungslogik der angelegten Belastungs-BDA (Beispiel: «BEL_DWV_REF2040_OEV»)

Neben den hinterlegten BDA können als Grundlage für Belastungsbalken auch laufend berechnete Attribute, beispielhaft das BDA «BEL_MIV» (cf. Abbildung 12) oder native Attribute, wie bspw. «BELFZG-VSYS(VELO,AP)» (Anzahl der Velo), verwendet werde. Hierfür muss ein berechnetes Umlegungsergebnis in der Version vorliegen.



Abbildung 12: Formel des BDAs «BEL_MIV»

Eine Verwendung des nativen Attributes «BELFZGIV(AP)» entspricht nicht der Verwendung von «BEL_MIV», da hier alle umgelegten IV-Vsys inklusive Velo aufsummiert werden (Velo bislang nur im DWV vorliegend).

Für das Attribut «BEL_MFZ» werden die Belastungen «BEL_MIV» und die Anzahl der Servicefahrten der Busse (ANZSERVICEFAHRT-VSYS(BUS,AP)) aufsummiert.

4 Strukturdaten

Für die Modellierung der Verkehrsflüsse dienen die aufbereiteten Strukturdaten als Grundlage. Sie bilden die Verteilung der Verkehrserzeuger, die Lage von Anziehungspunkten und die Verkehrsmittelwahl ab. Alle Strukturdaten sind auf die Verkehrszonen des Modells bezogen.

Für das GVM-ZH19 wurden für jede Verkehrszone 52 Variablen ermittelt. Die verschiedenen Variablen bilden die Verkehrserzeuger (z.B. Bevölkerung, Erwerbstätige), die Anziehungspunkte (z.B. Freizeiteinrichtungen), die Verkehrsmittelwahl (z.B. PW, ÖV-Abonnemente), sowie Eigenschaften der Verkehrszone (z.B. Fläche) ab. Die Variablen werden im Nachfragemodell vorgehalten.

Die Strukturdaten sind im techn. Bericht detailliert beschrieben, weshalb der Fokus hier auf das Handling der Daten gesetzt wird.

Die Daten werden in VISUM als Bezirksattribute vorgehalten. Die Aufbereitung der Daten für das Nachfragemodell erfolgte zunächst in Excel, anschliessend wurden die Daten in VISUM eingelesen.

Der Zugriff auf die Daten erfolgt über eine Bezirksliste (Listen -> Netz -> Bezirke)¹ (cf. Abbildung 13).

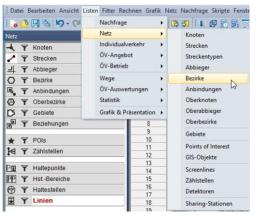


Abbildung 13: Bezirksliste für Strukturdaten

Über die Attributsauswahl können die gewünschten Daten der Liste hinzugefügt werden.

Beim Anlegen der Nachfragemodelle erzeugt VISUM standardmässig Bezirksattribute, in denen bestimmte Strukturdaten gehalten werden können. Bei EVA-Nachfragemodellen werden diese Attribute automatisch verwendet, bei 4-Stufen-Modellen liegt es beim Anwender, ob benutzerdefinierte oder System-Attribute zum Einsatz kommen. Die Input-Daten der Nachfragemodell PV und Flughafenverkehr sind in den folgenden Attributsgruppen zu finden:

¹ Anmerkung: Bezirke sind Netzobjekte von VISUM und haben keinen Bezug zu der Schweizer Raumkategorie «Bezirk». Im Modellhandbuch werden die Bezirke, die die Basis des Verkehrsmodells bilden, als Zonen bezeichnet. Bei der Beschreibung von VISUM-Funktionalitäten ist dies jedoch nicht möglich.

Nachfragemodell	Daten für	Attributsgruppe
Personenverkehr PW und Flugha- fenverkehr (Passagiere)	Quellaufkommen	Anzahl Personen (System-Attribut)
	Zielaufkommen	Wert der Strukturgrösse (System-Attribut)

Tabelle 17: Nachfragerelevante Strukturdaten

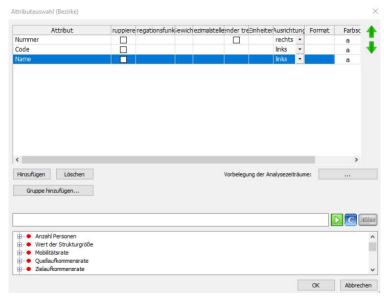


Abbildung 14: Attributsauswahl Bezirksliste

Die Daten in der Bezirksliste können direkt editiert werden. Es besteht zudem die Möglichkeit, die Daten als Attributsdatei speichern, über die Zwischenablage nach Excel zu kopieren oder die Liste in eine Datenbank zu speichern, dort zu bearbeiten und wieder einzulesen.



Abbildung 15: Bezirksliste Strukturdaten

Für einfache Analysen und Darstellungen sind in den Umlegungsmodellen ein zusammengefasstes Basisset an Strukturdaten in den Bezirken für den Istzustand und die beiden Prognosen hinterlegt. Diese umfassen Einwohner, Erwerbstätige, Arbeitsplätze (Beschäftigte), Bildungsplätze sowie Besucher von Einkauf- und Freizeiteinrichtungen. Die Bezeichnung der Bezirks-BDA orientiert sich an der Nomenklatur des Nachfragemodells (Horizont = IST19, REF40, STR40):

Horizont_NUMPER_100_EW	Einwohner
Horizont_IST19_NUMPER_110_EWT	Erwerbstätige
Horizont_VALSTRU_110_AP	Arbeitsplätze
Horizont _VALSTRU_120_BP	Bildungsplätze
Horizont _VALSTRU_130_E	Besucher Einkauf
Horizont _VALSTRU_140_F	Besucher Freizeit
Horizont _SIEDLDICHT	Siedlungsdichte

5 Nachfragemodellierung DWV 2019

Das GVM-ZH19 wird gemäss Betriebskonzept in die Versionen für die Nachfragemodellierung und Umlegung unterteilt. Beide Versionen interagieren miteinander. In diesem Kapitel wird überwiegend auf das Konzept der Nachfragemodellierung eingegangen.

5.1 Nachfragedaten

Der Menüpunkt «Nachfragedaten» ist in VISUM im Nachfragemodell unter Nachfrage -> Nachfragedaten zu finden:

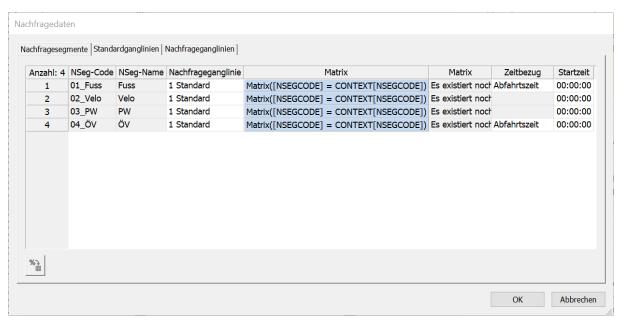


Abbildung 16: Zuordnung Nachfragematrizen zu den Nachfragesegmenten im Nachfragemodell

In diesem Menü gibt es drei Tabs:

- Standardganglinien:
- 1 («MIV»): Diese Ganglinie wird für den MIV verwendet. Die Nachfrage wird auf das Zeitintervall 0-24 Uhr umgelegt.
- 2 («OeV»): Diese Ganglinie ist für die Umlegung des ÖV im Zeitintervall 06-22 Uhr vorgesehen.
- Nachfrageganglinien:
 Die Standardganglinien 1 und 2 haben eine 1-zu-1-Zuordnung zu den Nachfrageganglinien.
- Nachfragesegmente:
 Hier werden den Nachfragesegmenten (NSeg) Ganglinien und Matrizen zugeordnet.

Im Umlegungsmodell sind 15 verschiedene NSeg zu finden. Davon sind zwei Nachfragesegmenten den ÖV zugeordnet.

Für den PW sowie den Wirtschaftsverkehr sind pro VSys jeweils drei NSeg angelegt. Neben den Segmenten für den gesamten Tag gibt es jeweils noch ein NSeg für den Tages- und eins für den Nachtverkehr (cf. Abbildung 17). Diese sind ausschliesslich für die DTV-Modelle relevant.

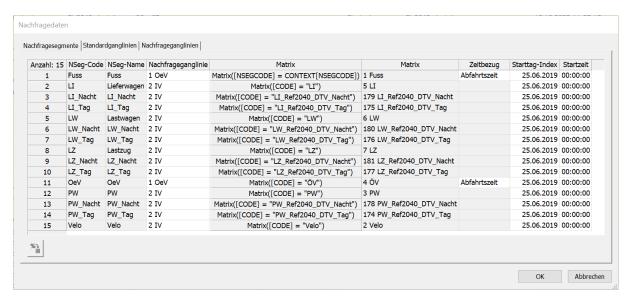


Abbildung 17: Zuordnung der Nachfragematrizen zu den Nachfragesegmenten im Umlegungsmodell

5.2 Nachfragemodelle

Die Nachfragemodelle sind ausschliesslich in den Nachfrageversionen enthalten. Der Menüpunkt «Nachfragemodelle» ist in VISUM unter Nachfrage -> Nachfragemodelle zu finden. Hier werden die Nachfrageobjekte verwaltet.

In der Basiseinstellung werden die VISUM-Nachfragemodelle angelegt und die gewünschten Modi definiert. Es ist zu beachten, dass die Anzahl der Modi nicht verändert werden darf, auch wenn für bestimmte Projekte nur einzelne Modi interessant sind. In der Basisversion des GVM-ZH19 sind zwei Nachfragemodelle definiert.

- Der Personenverkehr (PV) wird mit dem Verfahren EVA-P für die Modi FGV, Velo, PW und ÖV berechnet.
- Der Flughafenverkehr (Passagiere) (FH) wird mit dem Verfahren EVA-P für die PW und ÖV berechnet.

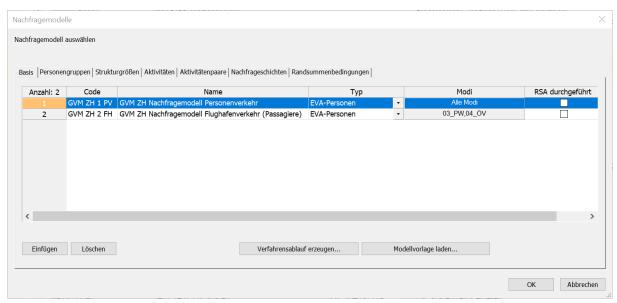


Abbildung 18: Definition der Nachfragemodelle

Für die Nachfragemodelle PV und FH gibt es weitere Tabellen mit entsprechenden Definitionen, die sich je nach gewähltem Verfahren unterscheiden. In der Tabelle 18 sind die jeweiligen Objekte der Nachfragemodellierung dargestellt.

Objekt	Beschreibung
Personengruppen	Definition der Personengruppen
Strukturgrössen	Definition der Strukturgrössen. Die Daten können über eine Bezirksliste definiert werden
Aktivitäten	Definition der Aktivitäten und der zugehörigen Strukturgrösse
Aktivitätenpaare	Auflistung aller Aktivitätenpaare
Nachfrageschichten	Definition der Nachfrageschichten
Randsummenbedingungen	Festlegung der Randsummenbedingungen für die Nachfrageschichten

Tabelle 18: Objekte der Nachfragemodellierung

5.2.1 Nachfragemodell PV

Das Nachfragemodell Personenverkehr beschreibt:

- die privaten Ortsveränderungen aller Personen sowie
- die Ortsveränderungen zur Arbeit bzw. Bildungseinrichtungen, Freizeiteinrichtungen, Einkaufsgelegenheiten sowie Nutzfahrten

an einem durchschnittlichen Werktag Montag bis Freitag.

Personengruppen PV

Als Basis der Nachfrageberechnung werden 22 Personengruppen nach Alter und Erwerbstätigkeit definiert (cf. Abbildung 19)

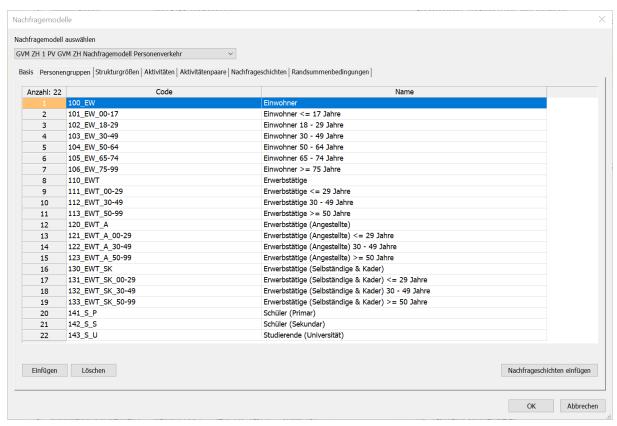


Abbildung 19: Definition der Personengruppen für das Nachfragemodell PV

Strukturgrössen PV

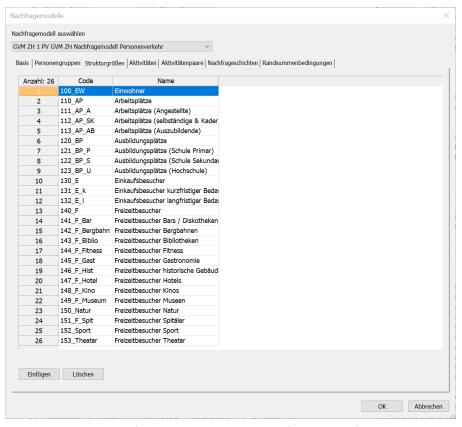


Abbildung 20: Definition der Strukturgrössen für das Nachfragemodell PV

Abbildung 20 zeigt die verwendeten Strukturgrössen, um das Nachfragepotential für den Personenverkehr zu beschreiben.

Aktivitäten PV

In Abbildung 21 ist die Definition der Aktivitäten aufgezeigt. Die Aktivität Wohnen ist als Heimataktivität gekennzeichnet, d.h. sie bildet den Ausgangs- oder Endpunkt der Aktivitätenpaare. Die den Aktivitäten zugeordneten Strukturgrössen sind an dieser Stelle vordefiniert worden und werden dann automatisch in den Nachfrageschichten als Potentiale zugrunde gelegt.

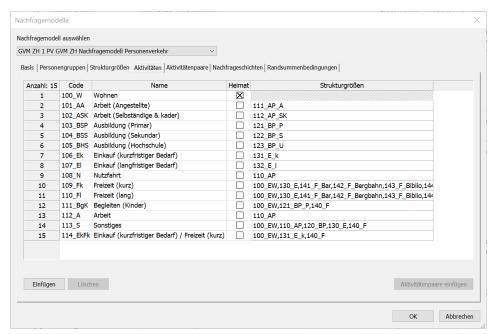


Abbildung 21: Definition der Aktivitäten für das Nachfragemodell PV

Aktivitätenpaare PV

Abbildung 22 zeigt die Aktivitätenpaare des Nachfragemodells. Es handelt sich um 22 heimatgebundene Aktivitätenpaare, bei denen die Quell- oder Zielaktivität Wohnen ist, sowie 7 weitere Aktivitätenpaare für die Wege, die nicht am Wohnort starten bzw. enden.

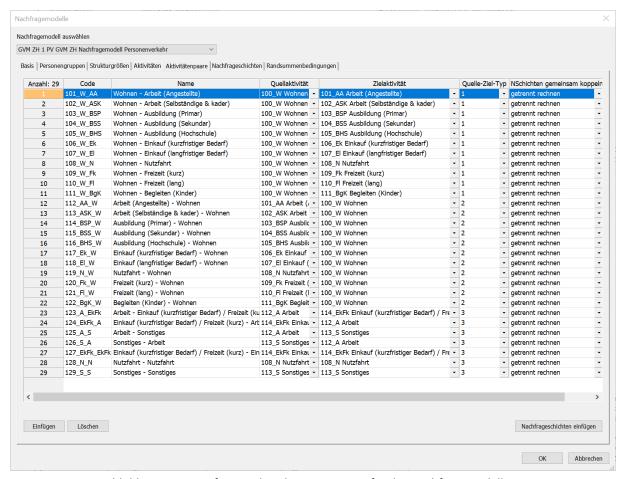


Abbildung 22: Definition der Aktivitätenpaare für das Nachfragemodell PV

Nachfrageschichten PV

Aus den Aktivitätenketten werden die Nachfrageschichten abgeleitet. Jeder Nachfrageschicht werden Personengruppen als Quellpotential und Strukturgrössen als Zielpotential zugeordnet.

Der Quell-Ziel-Typ des Aktivitätenpaares der Nachfrageschicht gibt an, ob das Aktivitätenpaar die Heimataktivität des Verkehrsteilnehmers als Quelle oder Ziel berührt. Drei Typen sind möglich.

- Typ 1: Quellaktivität = Heimataktivität
- Typ 2: Zielaktivität = Heimataktivität
- Typ 3: Quell- und Zielaktivität ≠ Heimataktivität

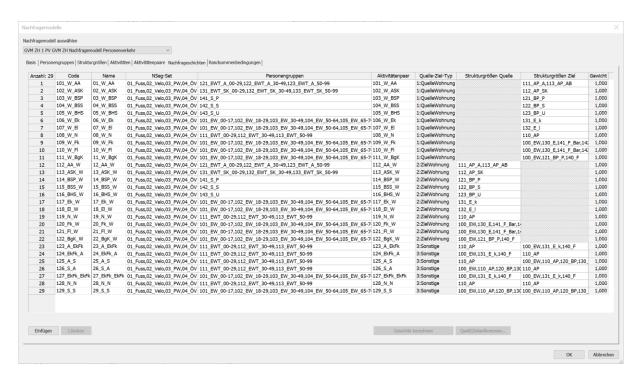


Abbildung 23: Definition der Nachfrageschichten für das Nachfragemodell PV

Randsummenbedingungen PV

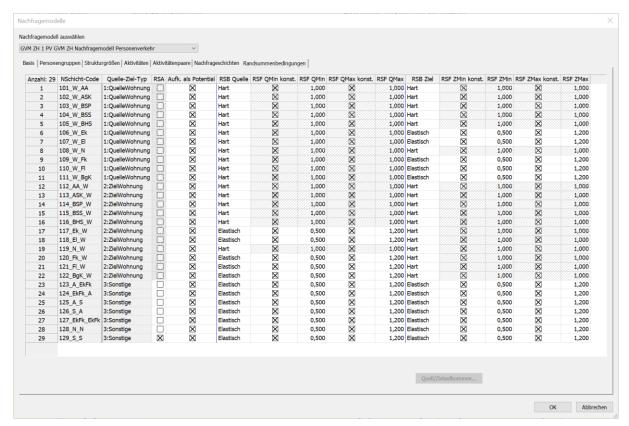


Abbildung 24: Definition der Randsummenbedingungen für das Nachfragemodell PV

Die Randsummenbedingungen für das Quell- und Zielaufkommen der jeweiligen Nachfrageschichten werden sowohl quell- als auch zielseitig festgelegt. Sie geben an, inwieweit das Potential der jeweiligen Strukturgrösse für die Berechnung des Quell-/Zielaufkommens Relevanz hat. Es gilt dabei:

- Harte Randsummenbedingung: Das Verkehrsaufkommen ergibt sich allein aus der Raumstruktur und muss von den im Modell berechneten Ortsveränderungen exakt ausgeschöpft werden (z.B. «01 WA»).
- Weiche Randsummenbedingung: Das Verkehrsaufkommen hängt nicht nur von der Raumstruktur, sondern auch von der Lagegunst und den daraus folgenden unterschiedlichen «Konkurrenzbedingungen» ab (z.B. Freizeitwege).
- Elastische Randsummenbedingungen: Sie stellen eine Verallgemeinerung weicher Randsummenbedingungen dar. Zusätzlich zu den oberen Schranken sind auch untere Schranken bekannt, bei der Nachfrageschicht Wohnen Einkauf (WE) beispielsweise aus Verkaufsstatistiken. In diesem Fall legt das Potential der Strukturgrösse Verkaufsfläche ein Intervall für das Zielaufkommen der jeweiligen Zone fest.
- Offene Randsummenbedingungen: Das Potential der Strukturgrössen drückt lediglich die Attraktivität der Zone als Quelle oder Ziel der Nachfrageschicht aus. Das Quell- oder Zielaufkommen ist jedoch an keine Randsummenbedingung gebunden.

Für die Berechnung der Arbeitswege stellen im Modell beispielsweise die Erwerbstätigen die massgebende Randsummen dar. Die Beschäftigtenzahl dient hingegen primär der räumlichen Verteilung der Arbeitswegen. Ein in der Strukturdatenprognose geringerer Zuwachs an Beschäftigten im Kanton bzw. im Perimeter führt deshalb nicht zu mehr Wegpendlern aus dem Modellperimeter.

5.2.2 Nachfragemodell FH

Das Modell für den Flughafenverkehr ist vergleichbar dem Nachfragemodell aufgebaut. Im Folgenden wird die Definition des Flughafenmodells vorgestellt.

Personengruppen FH

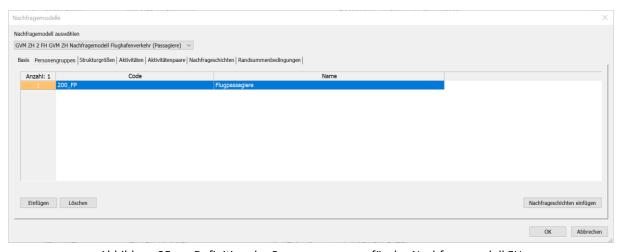


Abbildung 25: Definition der Personengruppen für das Nachfragemodell FH

Die Besonderheiten dieses Modells liegen darin, dass hier die ankommenden und abfliegenden Passagiere betrachtet werden. Demzufolge ist das Modell relativ einfach aufgebaut und enthält auch nur eine Personengruppe.

Strukturgössen FH

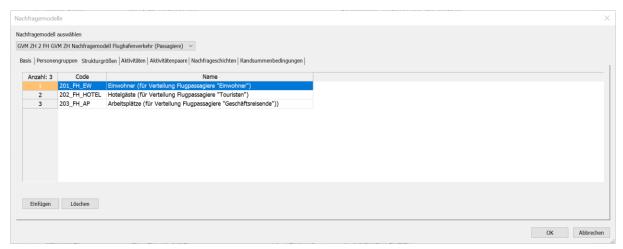


Abbildung 26: Definition der Strukturgrössen für das Nachfragemodell FH

Bei den Strukturgrössen wird zwischen drei unterschiedlichen Strukturgrössen unterschieden.

Aktivitäten FH

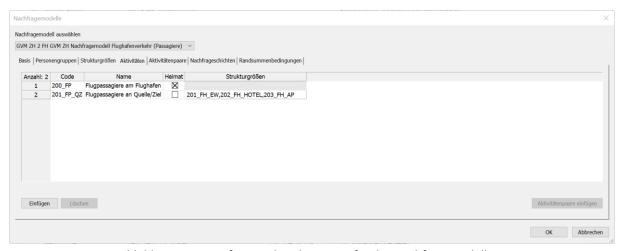


Abbildung 27: Definition der Aktivitäten für das Nachfragemodell FH

Bei den Aktivitäten wird zwischen einer heimatgebundenen und einer nicht heimatgebundenen Aktivität unterschieden. Als Heimat wird dabei der Flughafen bezeichnet.

Aktivitätenpaare FH

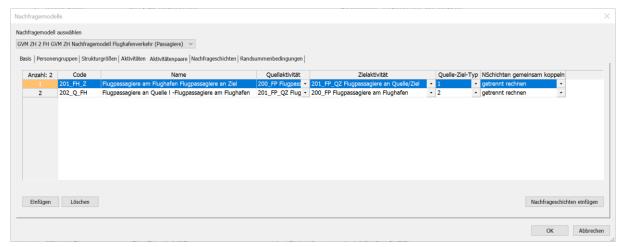


Abbildung 28: Definition der Aktivitätenpaare für das Nachfragemodell FH

Entsprechend der Aktivitäten sind zwei Aktivitätenpaare definiert.

Nachfrageschichten FH

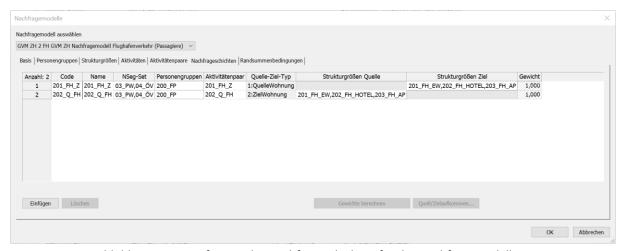


Abbildung 29: Definition der Nachfrageschichten für das Nachfragemodell FH

Entsprechend den Aktivitäten und Aktivitätenpaaren sind zwei Nachfrageschichten definiert.

Randsummenbedingungen FH

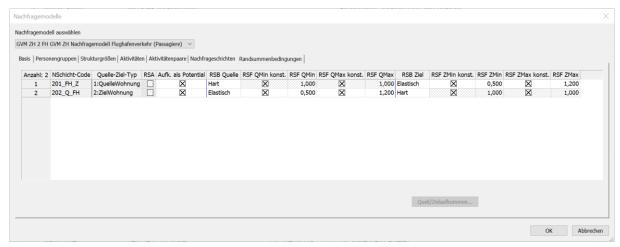


Abbildung 30: Definition der Randsummenbedingungen für das Nachfragemodell FH

Die Randsummenbedingungen auf der nicht heimatgebundenen Seite sind jeweils elastisch definiert.

5.3 Matrizen

Matrizen werden entweder aus externen Quellen ermittelt und in die Versionsdatei eingelesen oder sie werden während des Verfahrensablaufs berechnet. Im Modell sind alle relevanten Matrizen in den jeweiligen Modellen enthalten.

Matrizen aus der Netzkonfiguration unterstützen die Anwendung bestimmter Verfahren und Rechenschritte. Sie werden beispielsweise als Filtermatrizen eingesetzt, um gezielt auf eine Auswahl von Quelle-Ziel-Relationen einzuwirken. Sie müssen mit der Zonenstruktur übereinstimmen und sind gegebenenfalls vom Anwender anzupassen. Beim Splitten von Zonen mit der VISUM-Funktion bleiben die Eigenschaften der Matrizen erhalten.

Die Matrizen des externen Verkehrs für PW, LW und ÖV stammen aus dem Nationalen Personenverkehrsmodell der Schweiz (NPVM 2017). Verkehre, die Quelle oder Ziel im Modellgebiet haben oder das Modellgebiet durchqueren, wurden aus dem NPVM ermittelt, an die vorliegende Zoneneinteilung angepasst und an den Rändern des Modells auf die vorliegenden Verkehrsmengendaten hochgerechnet.

5.3.1 Nachfragemodell

5.3.1.1 Nachfragematrizen

Nr	Code	Inhalt
1	01_Fuss	Gesamtnachfrage
2	02_Velo	Gesamtnachfrage
3	03_PW-Wege	Gesamtnachfrage
4	04_ÖV	Gesamtnachfrage
5	05_PW-Fahrten	Gesamtnachfrage
11 - 54	MatrNr_Zweck_Modus	Gesamtnachfrage nach Fahrtzweck

Nr	Code	Inhalt
61 - 65	MatrNr_Zweck_Modus	PW-Fahrten nach Fahrtzweck
111 - 134	MatrNr_Wegetyp_Modus	Gesamtnachfrage nach Wegetyp
10101 - 40129	MatrNr_EVA-Moduswahl_NSchichtCode_Modus	EVA-Moduswahl-Matrizen PV
50101 - 50129	MatrNr_PWFahrten_NSchichCode	PW-Fahrten nach QZG PV
60201 - 70202	MatrNr_EVA-Moduswahl_NSchichtCode_Modus	EVA-Moduswahl-Matrizen FH
80201 - 80201	MatrNr_PWFahrten_NSchichCode	PW-Fahrten nach QZG FH
100101 - 401102	PlaR_Nr_Vart_Modus	Nachfragematrizen nach Planungsregion nach Verkehrsart (BV, QZV)

Tabelle 19: Nachfragematrizen des Nachfragemodells

5.3.1.2 Kenngrössenmatrizen

Nr	Code	Inhalt
1001	1001_ZürichBinnen_Dummy	Binnenverkehr Stadt Zürich (ja/nein)
1002	1002_ZürichQZ_Dummy	Quell-/Zielverkehr Stadt Zürich (ja/nein)
1003	1003_ZürichSonst_Dummy	Nicht Stadt Zürich (ja/nein)
1004	1004_PSG_Dummy	Grenzüberschritt Primarschulgemeinde
1005	1005_SSG_Dummy	Grenzüberschritt Sekundarschulge- meinde
1011	1011_DistFkFuss	Steuerung Distanzverteilung Fk (Fuss)
1012	1012_DistFlFuss	Steuerung Distanzverteilung FI (Fuss)
1021	1021_DistFkVelo	Steuerung Distanzverteilung Fk (Velo)
1022	1022_DistFlVelo	Steuerung Distanzverteilung FI (Velo)
1031	1031_DistFkPW	Steuerung Distanzverteilung Fk (PW)
1032	1032_DistFIPW	Steuerung Distanzverteilung Fl (PW)
1041	1041_DistFkÖV	Steuerung Distanzverteilung Fk (ÖV)
1042	1042_DistFlÖV	Steuerung Distanzverteilung FI (ÖV)
1100	1100_Fuss_Distanz	Fuss Distanz
1101	1101_Fuss_Zeit	Fuss Zeit
1200	1200_Velo_Distanz	Velo Distanz
1201	1201_Velo_Widerstand	Velo Widerstand
1300	1300_PW_Distanz	PW Distanz
1301	1301_PW_Fahrtzeit	PW Fahrtzeit
1302	1302_PW_Kosten	PW Kosten (pro Fahrt)
1311	1311_PW_Kosten_AA	PW Kosten Arbeit (Angestellte)
1312	1312_PW_Kosten_ASK	PW Kosten Arbeit (Selbständige & Kader)
1313	1313_PW_Kosten_BSP	PW Kosten Ausbildung (Schule Primar)
1314	1314_PW_Kosten_BSS	PW Kosten Ausbildung (Schule Sekundar)
1315	1315_PW_Kosten_BHS	PW Kosten Ausbildung (Universität)
1316	1316_PW_Kosten_Ek	PW Kosten Einkauf (kurzfristig)
1317	1317_PW_Kosten_El	PW Kosten Einkauf (langfristig)
1318	1318_PW_Kosten_N	PW Kosten Nutzfahrt
1319	1319_PW_Kosten_Fk	PW Kosten Freizeit (kurz)
1320	1320_PW_Kosten_Fl	PW Kosten Freizeit (lang)

Nr	Code	Inhalt
1321	1321_PW_Kosten_BgK	PW Kosten Begleitweg (Kind)
1322	1322_PW_Kosten_A	PW Kosten Arbeit (gemeinsam)
1323	1323_PW_Kosten_S	PW Kosten Sonstige
1331	1331_PW_Kosten_FH	PW Kosten Flughafen
1335	1335_PW_Fahrzeit_Mittel	1335_PW_Fahrzeit_Mittel
1400	1400_ÖV_Distanz	ÖV Distanz
1401	1401_ÖV_Beförderungszeit	ÖV Beförderungszeit
1402	1402_ÖV_Kosten	ÖV Kosten
1403	1403_ÖV_Umsteigen	ÖV Umsteigen
1404	1404_ÖV_Zugangszeit	ÖV Zugangszeit
1405	1405_ÖV_Abgangszeit	ÖV Abgangszeit
1406	1406_ÖV_ZuAbgangszeit	ÖV Zu- und Abgangszeit
1407	1407_ÖV_Takt	ÖV Takt
1501 - 1611	MatrNr_Attraktion_Quelle_Ziel	Attraktion
2101 - 2201	MatrNr_BG_Attraktion	Besetzungsgrad
3001 - 3004	MatrNr_Modus_Leistung	Verkehrsleistung
3101 - 3504	MatrNr_Modus_Leistung_Zeil	Verkehrsleistung nach Fahrzweck
1010101 - 1070202	EVA-Weighting	EVA-Bewertung

Tabelle 20: Kenngrössenmatrizen des Nachfragemodells

5.3.2 Umlegungsmodell

Die Nummerierung der Nachfrage- und Kenngrössenmatrizen unterscheiden sich im Allgemeinen zwischen Nachfrage- und Umlegungsmodell. Die einzige Ausnahme bilden dabei die Nachfragematrizen der 4 Verkehrsarten des Nachfragemodells.

5.3.2.1 Nachfragematrizen

Nr	Code	Inhalt
1	Fuss	DWV-Gesamtnachfrage
2	Velo	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
3	PW	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
4	ÖV	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
5	LI	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
6	LW	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
7	LZ	DWV-Gesamtnachfrage (für Umlegung)
11	Fuss EVA	DWV-EVA-Nachfrage
12	Velo EVA	DWV-EVA-Nachfrage
13	PW EVA	DWV-EVA-Nachfrage
14	ÖV EVA	DWV-EVA-Nachfrage
28	PW EVA_Ist2019kali	DWV-EVA-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
29	ÖV EVA_Ist2019kali	DWV-EVA-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
32	PW_Relativ	DWV-Gesamtnachfrage aus Hochrechnung (relativ)
33	PW_Absolut	DWV-Gesamtnachfrage aus Hochrechnung (absolut)
34	ÖV_Relativ	DWV-Gesamtnachfrage aus Hochrechnung (relativ)

Nr	Code	Inhalt
35	ÖV Absolut	DWV-Gesamtnachfrage aus Hochrechnung (absolut)
36	PW_Schalter	Schalter für Hochrechnung
37	ÖV_Schalter	Schalter für Hochrechnung
91	PW_lst2019kali+Aussen_Ref2040	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes und Aussenverkehre Ref2040
92	ÖV_Ist2019kali+Aussen_Ref2040	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes und Aussenverkehre Ref2040
93	PW_Ist2019Kali+Aussen_Str2040	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes und Aussenverkehre Str2040
94	ÖV_Ist2019Kali+Aussen_Str2040	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes und Aussenverkehre Str2040
95	PW_Ist2019kali	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes
96	ÖV_Ist2019kali	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes
97	LI_Ist2019kali	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes
98	LW_Ist2019kali	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes
99	LZ_Ist2019kali	DWV-Gesamtnachfrage des kalibrierten Istzustandes
100	PW_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix
101	ÖV_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix
102	LI_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix
103	LW_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix
104	LZ_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix
105	PW_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage
106	ÖV_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage
107	LI_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage
108	LW_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage
109	LZ_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage
110	PW_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix
111	ÖV_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix
112	LI_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix
113	LW_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix
114	LZ_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix
115	PW_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage
116	ÖV_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage
117	LI_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage
118	LW_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage
119	LZ_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage
120	PW_Ref2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
121	ÖV_Ref2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
122	LI_Ref2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
123	LW_Ref2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
124	LZ_Ref2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
125	PW_Ref2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
126	ÖV_Ref2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
127	LI_Ref2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
128	LW_Ref2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
129	LZ_Ref2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)

Nr	Code	Inhalt
130	PW_Str2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
131	ÖV_Str2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
132	LI_Str2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
133	LW_Str2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
134	LZ_Str2040_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
135	PW_Str2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
136	ÖV_Str2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
137	LI_Str2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
138	LW_Str2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
139	LZ_Str2040_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
140	PW_lst2019_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
141	ÖV_lst2019_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
142	LI_Ist2019_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
143	LW_Ist2019_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
144	LZ_Ist2019_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage (für Umlegung)
145	PW_Ist2019_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
146	ÖV_Ist2019_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
147	LI_Ist2019_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
148	LW_Ist2019_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
149	LZ_Ist2019_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage (für Umlegung)
150	PW_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
151	ÖV_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
152	LI_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
153	LW_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
154	LZ_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	MSP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
155	PW_Ist2019kali_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
156	ÖV_lst2019kali_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
157	LI_Ist2019kali_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
158	LW_lst2019kali_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
159	LZ_Ist2019kali_MSP_unkalibriert	Unkalibrierte MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
160	PW_lst2019kali_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
161	ÖV_Ist2019kali_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
162	LI_Ist2019kali_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
163	LW_Ist2019kali_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
164	LZ_Ist2019kali_MSP_kalibriert	MSP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
165	PW_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
166	ÖV_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
167	LI_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
168	LW_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
169	LZ_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	ASP-Anteilsmatrix des kalibrierten Istzustandes
170	PW_lst2019kali_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
171	ÖV_Ist2019kali_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
172	LI_Ist2019kali_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
173	LW_lst2019kali_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
174	LZ_Ist2019kali_ASP_unkalibriert	Unkalibrierte ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes

Nr	Code	Inhalt
175	PW_lst2019kali_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
176	ÖV_lst2019kali_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
177	LI_Ist2019kali_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
178	LW_Ist2019kali_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
179	LZ_Ist2019kali_ASP_kalibriert	ASP-Nachfrage des kalibrierten Istzustandes
500	PW_Ref2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
501	ÖV_Ref2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
502	LI_Ref2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
503	LW_Ref2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
504	LZ_Ref2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
505	PW_Ref2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
506	LI_Ref2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
507	LW_Ref2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
508	LZ_Ref2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
509	PW_Ref2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
510	LI_Ref2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
511	LW_Ref2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
512	LZ_Ref2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
513	PW_Str2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
514	ÖV_Str2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
515	LI_Str2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
516	LW_Str2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
517	LZ_Str2040_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
518	PW_Str2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
519	LI_Str2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
520	LW_Str2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
521	LZ_Str2040_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
522	PW_Str2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
523	LI_Str2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
524	LW_Str2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
525	LZ_Str2040_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
526	PW_Ist2019_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
527	ÖV_Ist2019_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
528	LI_Ist2019_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
529	LW_Ist2019_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
530	LZ_lst2019_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h, für Umlegung)
531	PW_lst2019_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
532	LI_Ist2019_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
533	LW_Ist2019_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
534	LZ_Ist2019_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr, für Umlegung)
535	PW_Ist2019_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
536	LI_Ist2019_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
537	LW_Ist2019_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
538	LZ_Ist2019_DTV_Nacht	DTV-Nachfrage (Nacht, 22-06 Uhr, für Umlegung)
539	PW_Ist2019kali_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h) des kalibrierten Istzustandes

Nr	Code	Inhalt
540	LI_Ist2019kali_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h) des kalibrierten Istzustandes
541	LW_lst2019kali_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h) des kalibrierten Istzustandes
542	LZ_Ist2019kali_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h) des kalibrierten Istzustandes
543	ÖV_Ist2019kali_DTV_24h	DTV-Nachfrage (24h) des kalibrierten Istzustandes
544	PW_Ist2019kali_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr) des kalibrierten Istzustandes
545	LI_Ist2019kali_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr) des kalibrierten Istzustandes
546	LW_Ist2019kali_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr) des kalibrierten Istzustandes
547	LZ_Ist2019kali_DTV_Tag	DTV-Nachfrage (Tag, 06-22 Uhr) des kalibrierten Istzustandes

Tabelle 21: Nachfragematrizen des Umlegungsmodells

Tabelle 21 zeigt die Nachfragematrizen auf der Ebene der Bezirke im Umlegungsmodell. Aus der Bezeichnung lassen sich Zuordnungen ableiten, wie Szenario, Zeitscheibe oder Verkehrssystem.

Nr	Code	Inhalt		
1100	Nachfrage PW	Nachfrage PW		
1101	Nachfrage ÖV	Nachfrage ÖV		
1102	Nachfrage Fuss	Nachfrage Fuss		
1103	Nachfrage Velo	Nachfrage Velo		
1110	Nachfrage LI	Nachfrage LI		
1111	Nachfrage LW	Nachfrage LW		
1112	Nachfrage LZ	Nachfrage LZ		

Tabelle 22: Nachfragematrizen der Oberbezirke im Umlegungsmodell

Neben diesen Matrizen gibt es auch aggregierte Matrizen der Oberbezirke (cf. Tabelle 22).

5.3.2.2 Kenngrössenmatrizen

Nr	Code	Inhalt		
201	DIS	Fahrweite Velo		
202	IMP	Widerstand Velo		
301	DIS	Fahrweite PW		
302	TTC	tAkt PW		
303	IMP	Widerstand PW		
401	JRD	Reiseweite OeV		
402	RITA	Beförderungszeit angepasst OeV		
403	FAR	Fahrpreis OeV		
404	NTR	Umsteigehäufigkeit OeV		
405	ACT	Zugangszeit OeV		
406	EGT	Abgangszeit OeV		
407	EJT	Reisezeitäquivalent OeV		
408	TWT	Umsteigewartezeit OeV		

Tabelle 23: Kenngrössenmatrizen des Umlegungsmodells

Die Matrizen, die für die Umlegung relevant sind, werden unter dem Menüpunkt Nachfrage -> Nachfragedaten -> Nachfragesegmente mit den jeweiligen Nachfragesegmenten verknüpft (cf. Abbildung 17).

5.4 Verfahrensablauf

Im Folgenden werden die Verfahrensschritte des Modelllaufs beschrieben, die unter dem Menüpunkt Rechnen -> Verfahrensablauf zu finden sind.

5.4.1 Nachfragemodell

Das Nachfragemodell interagiert mit dem Umlegungsmodell. Damit der Austausch funktioniert muss die Tabelle «Versionen» entsprechend befüllt werden. Zu den Tabelleneinträgen gelangt man über Listen ->Benutzerdefinierte Tabellen -> Tabelleneinträge, cf. Abbildung 31.

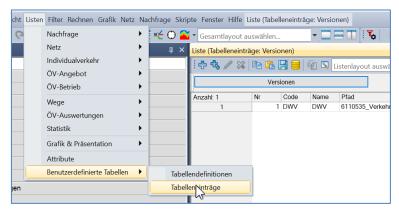


Abbildung 31: Weg zu den Tabelleneinträgen

Diese Tabelle enthält die wesentlichen Einträge zu den Verweisen auf das Umlegungsmodell, cf. Abbildung 32.



Abbildung 32: Inhalt der Tabelle «Versionen»

Folgende Spalten sind zu befüllen:

- Projektpfad,
- Finale Verfahrensparameter f
 ür die Umlegung des ÖV,
- Initiale Verfahrensparameter für die Berechnung der Kenngrössen,
- Verfahrensparameter für den Rücksprung und die Umlegung des IV sowie
- Versionsname der Umlegungsversion.

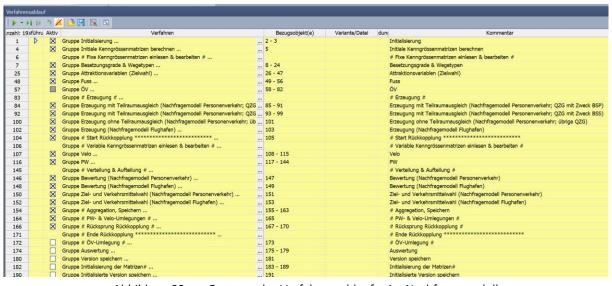


Abbildung 33: Gruppen des Verfahrensablaufes im Nachfragemodell

Im Folgenden werden die Gruppen des Verfahrensablaufes einzeln vorgestellt.

Gruppe Initialisierung



Abbildung 34: Gruppe Initialisierung

In dieser Gruppe werden die notwendigen Initialisierungen für die Rückkopplung vorgenommen. Es wird der Parameter für den Initialisierungsschritt auf 0 gesetzt und die Auswertungstabellen sowie die Schätzzeit initialisiert (cf. Abbildung 35).



Abbildung 35: Skript für die Initialisierung der Tabellen

Gruppe Initiale Kenngrössenmatrizen berechnen

Die Kenngrössen werden im Umlegungsmodell berechnet.



Abbildung 36: Gruppe Kenngrössenmatrizen berechnen

Deshalb wird in dieser Gruppe ein Skript ausgeführt, in welcher eine weitere Visum-Instanz aufgerufen wird. Hier wird dann die Umlegungsversion gelesen und die Kenngrössen gerechnet und gespeichert (cf. Abbildung 37).

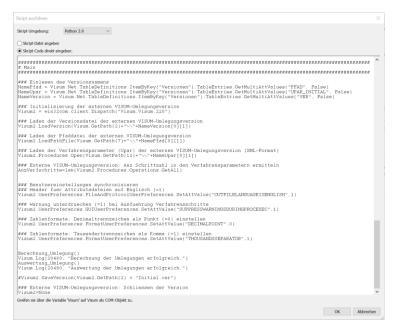


Abbildung 37: Auszug aus dem Skript Berechnung der Kenngrössen

Gruppe Fixe Kenngrössenmatrizen einlesen und bearbeiten.

In dieser Gruppe werden die Kenngrössenmatrizen für die einzelnen Modi bearbeitet.

In der Gruppe der Besetzungsgrade und Wegetypen werden verschiedene Matrizen initial belegt.



Gruppe Besetzungsgrade und Wegetypen sowie Attraktionsvariablen Abbildung 38:

In der Gruppe Attraktionsvariablen werden Matrizen für die Attraktionen vorbereitet. Beispielhaft ist dies in Abbildung 39 aufgezeigt.

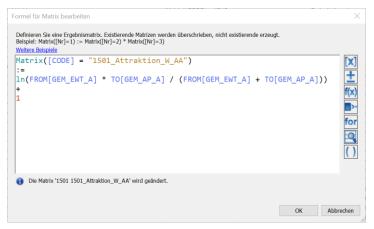


Abbildung 39: Beispiel für Belegung einer Attraktionsmatrix

48	D	Gruppe Fuss	49 - 56	Fuss
49	Σ	Matrix öffnen	1100 1100_Fuss_Dista Velo_2040Str.DIS	Fuss: Distanzmatrix einlesen
50	D	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "110	Fuss: Distanzmatrix symmetrisieren
51	Σ	Set Matrix Diagonal		Fuss: Distanzmatrix Diagonale setzen
52	Σ	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "110	Fuss: Gehzeitmatrix berechnen (Distanz / 4km/h)
53	Σ	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "110	Fuss: Gehzeitmatrix symmetrisieren
54	Σ	Set Matrix Diagonal		Fuss: Gehzeitmatrix Diagonale setzen
55	Σ	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "101	Fuss: Steuerung Distanzverteilung Fk (Filter zur Verhinderung von Wegen über 10km)
56	Σ	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "101	Fuss: Steuerung Distanzverteilung Fl (Filter zur Verhinderung von Wegen unter 10km)

Abbildung 40: Bearbeitung der Kenngrössenmatrizen für den Fussverkehr

In der Gruppe Fuss wird die Velodistanzmatrix eingelesen und daraus die Gehzeitenmatrix berechnet. Im Anschluss wird sichergestellt, dass Fusswege über 10km verhindert werden.

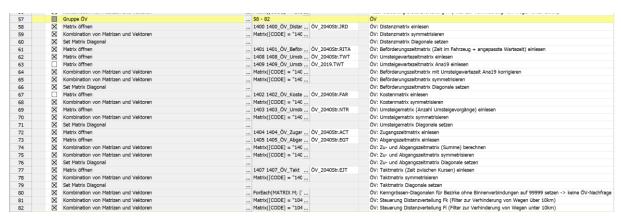


Abbildung 41: Bearbeitung der Kenngrössenmatrizen für den ÖV

In dieser Gruppe (cf. Abbildung 41) werden die einzelnen Kenngrössen eingelesen, symmetrisiert, die Diagonalen gesetzt sowie weitere Anpassungen vorgenommen.

Gruppe Erzeugung

In dieser Gruppe wird die Erzeugung für unterschiedliche Teilräume durchgeführt (cf. Abbildung 42). Dies ist notwendig, um einen Ausgleich des Quell- und des Zielaufkommens für definierte Räume sicherzustellen. Beispielsweise ist dann sichergestellt, dass die Anzahl der Schüler der Primarstufe und das Angebot an Schulplätzen in Teilräumen ausgeglichen ist.



Abbildung 42: Gruppe Erzeugung

Der Teilraumausgleich muss gegenwärtig über eine Skript-Lösung vergleichsweise komplex berechnet werden. Ab Visum 24 ist der Teilraumausgleich im Verfahren integrierbar, was weniger fehleranfällig und wesentlich schneller ist.

Gruppe Rückkopplung

Die Gruppe Rückkopplung stellt sicher, dass sich ein deterministisches Nutzergleichgewicht zwischen Netzbelastung und Streckenwiderständen ergibt. Dies trifft insbesondere für den PW zu.

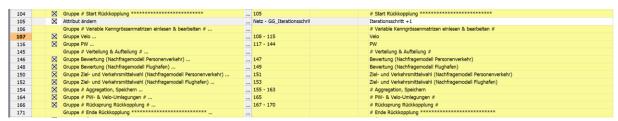


Abbildung 43: Gruppe Rückkopplung

In dieser Schleife werden

- die Kenngrössen für den Veloverkehr sowie den PW berechnet,
- die Verteilung und Aufteilung mit dem EVA-Modell durchgeführt,
- die Fahrtenmatrizen ermittelt und gespeichert sowie geprüft,
- ob sich die Kenngrösse der Fahrzeit im PW im Vergleich mit den gemittelten vorherigen Kenngrössen der Fahrzeit im PW im Gleichgewicht befinden.

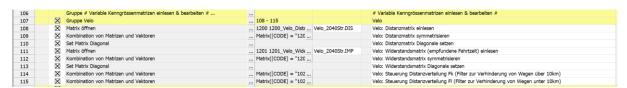


Abbildung 44: Gruppe variable Kenngrössen Velo bearbeiten

In Abbildung 44 sind die Verfahrensschritte für die Bearbeitung der Kenngrössen für das Velo aufgeführt. Auch hier werden die Kenngrössen der Distanz und des Widerstandes symmetrisiert und die Diagonale gesetzt.

116	\boxtimes	Gruppe PW	117 - 144	PW
117	\bowtie	Matrix öffnen	1300 1300_PW_Distar PW_2040Str.DIS	PW: Distanzmatrix einlesen
118	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Distanzmatrix symmetrisieren
119	\times	Set Matrix Diagonal		PW: Distanzmatrix Diagonale setzen
120	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Distanzmatrix Diagonale setzen (Anpassung Stadt Zürich)
121	×	Matrix öffnen	1301 1301 PW_Fahrt PW_2040Str.IMP	PW: Fahrtzeitmatrix einlesen
122	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Fahrtzeitmatrix symmetrisieren
123	\bowtie	Set Matrix Diagonal		PW: Fahrtzeitmatrix Diagonale setzen
124	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Fahrtzeitmatrix Diagonale setzen (Anpassung Stadt Zürich)
125	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Kostenmatrix berechnen (Fixkosten + Kilometerkosten * Distanz) (pro Fahrt)
126	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Kostenmatrix symmetrisieren
127	\times	Set Matrix Diagonal		PW: Kostenmatrix Diagonale setzen
128	×	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "130	PW: Kostenmatrix Diagonale setzen (Anpassung Stadt Zürich)
129	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
130	\bowtie	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
131	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
132	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
133	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
134	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
135	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
136	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
137	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "131	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
138	\times	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "132	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
139	\bowtie	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "132	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
140	\bowtie	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "132	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
141	×	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "132	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
142	×	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "133	PW: Kostenmatrizen nach Fahrtzweck (abhängig von Besetzungsgrad)
143	×	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "103	PW: Steuerung Distanzverteilung Fk (Filter zur Verhinderung von Wegen über 10km)
144	×	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "103	PW: Steuerung Distanzverteilung FI (Filter zur Verhinderung von Wegen unter 10km)

Abbildung 45: Gruppe variable Kenngrössen PW bearbeiten

Abbildung 45 zeigt die Gruppe der Berechnung der variablen Kenngrössen für den PW. Neben der Bearbeitung der Distanz- und der Fahrtzeitmatrix wird hier eine Kostenmatrix abgeleitet, die nach Besetzungsgrad und Fahrtzweck differenziert berechnet wird.

145		Course # Markellone C As Bellone #		# Verteilung & Aufteilung #
145		Gruppe # Verteilung & Aufteilung #		
146	\boxtimes	Gruppe Bewertung (Nachfragemodell Personenverkehr)	147	Bewertung (Nachfragemodell Personenverkehr)
147	X	EVA-Bewertung	Alle GVM ZH 1 PV-NS:	Bewertung (Nachfragemodell Personenverkehr)
148	×	Gruppe Bewertung (Nachfragemodell Flughafen)	149	Bewertung (Nachfragemodell Flughafen)
149	X	EVA-Bewertung	Alle GVM ZH 2 FH-NS:	Bewertung (Nachfragemodell Flughafen)
150	\boxtimes	Gruppe Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Personenverkehr)	151	Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Personenverkehr)
151	×	EVA-Verteilung/Moduswahl	Alle GVM ZH 1 PV-NSc	Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Personenverkehr)
152	\times	Gruppe Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Flughafen)	153	Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Flughafen)
153	X	EVA-Verteilung/Moduswahl	Alle GVM ZH 2 FH-NS:	Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Flughafen)

Abbildung 46: Gruppe Verteilung und Aufteilung

Abbildung 46 zeigt die Gruppe der Ver- und Aufteilung. Hier werden Verfahrensschritte zur Bewertung sowie der Ziel- und Verkehrsmittelwahl für die beiden Nachfragemodelle ausgeführt.

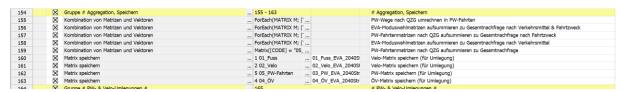


Abbildung 47: Gruppe Aggregation und speichern

In der nachfolgenden Gruppe (cf. Abbildung 47) werden die Fahrtenmatrizen aufsummiert und für die Umlegung gespeichert. Beim PW werden die Personenmatrizen in PW-Fahrtenmatrizen unter Berücksichtigung des Besetzungsgrades umgewandelt.



Abbildung 48: Gruppen Umlegung sowie Rücksprung Rückkopplung

In der Gruppe PW- und Velo-Umlegung (cf. Abbildung 48) wird über ein Skript eine zweite Visum-Instanz aufgerufen und die entsprechenden Verfahrensschritte zur Umlegung von Velo und PW abgearbeitet.

In der Gruppe Rücksprung Rückkopplung wird die gemittelte PW-Fahrtzeitmatrix eingelesen und mit der aktuellen Fahrtzeitmatrix gemittelt. Diese neue gemittelte PW-Fahrtzeitmatrix wird für den nächsten Schritt gespeichert.

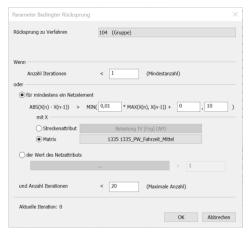


Abbildung 49: Verfahrensschritt bedingter Rücksprung

Im Verfahrensschritt bedingter Rücksprung (cf. Abbildung 49) wird die Gleichgewichtsbedingung geprüft. Die Rückkopplung wird nach spätestens 20 Iterationsschritten, auch wenn kein Gleichgewicht eigetreten ist, beendet.

Optionale Gruppen nach der Rückkopplung

Die folgenden Gruppen sind optional und standardmässig nicht aktiv.

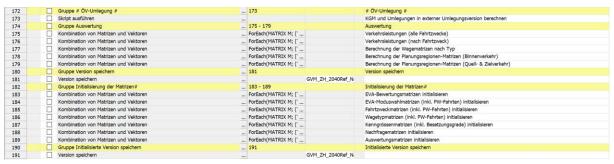


Abbildung 50: optionale Gruppen nach Rückkopplung

Zu den optionalen Verfahrensschritten nach der Rückkopplung (cf. Abbildung 50) gehört zunächst einmal die Umlegung des ÖV. Hier wird, wie auch bei der Umlegung der anderen Modi, ein Skript gestartet welches eine weitere Visum-Instanz öffnet, die notwendigen Verfahrensschritte aktiviert und die Umlegung durchführt.

In einer weiteren Gruppe werden verschiedene Auswertungsmatrizen erzeugt, wir bspw. Verkehrsleistungen nach Fahrtzwecken getrennt. Diese werden in separaten Matrizen vorgehalten und können für separate Auswertungen genutzt werden.

Die Gruppe Initialisierung der Matrizen stellt sicher, dass viele der temporären Fahrten- und Bewertungsmatrizen initialisiert werden. Damit wird sichergestellt, dass die Version nicht so viel Speicherplatz einnimmt.

Die zwei Gruppen Version speichern kann zugeschalten werden, um die Nachfrageversion mit oder ohne Initialisierung der Matrizen zu speichern.

5.4.2 Umlegungsmodell

5.4.2.1 Netzzustand einstellen

1	Gruppe NETZZUSTAND EINSTELLEN		NETZZUSTAND EINSTELLEN
2	Gruppe Referenzprognose Ref2040 einstellen	3 - 34	Referenzprognose Ref2040 einstellen
35	Gruppe Strategieprognose Str2040 einstellen	36 - 67	Strategieprognose Str2040 einstellen
68	Gruppe Analyse Ist2019 einstellen	69 - 98	Analyse Ist2019 einstellen

Abbildung 51: Verfahrensschritte zur Einstellung der verschiedenen Netzzustände

In einem ersten Block an Verfahrensschritten (cf. Abbildung 51) wird der gewünschte Netzzustand für die Umlegungsrechnung eingestellt. Es ist dabei nur die Verfahrensgruppe des gewünschten Netzzustandes auszuführen. Als standardmässige Netzzustände existieren der Istzustand 2019 sowie die Referenzprognose 2040 und die Strategieprognose 2040.

68	Gruppe Analyse Ist2019 einstellen	 69 - 98	Analyse Ist2019 einstellen
69	Attribut ändern .	 Strecken - TypNr	IST2019_TYP
70	Attribut ändern	 Strecken - VSysSet	IST2019_VSYSSET
71	Attribut ändern	 Strecken - AnzFahrstreifen	IST2019_ANZFAHRSTREIFEN
72	Attribut ändern .	 Strecken - KapIV	IST2019_KAPIV
73	Attribut ändern .	 Strecken - v0_PW	IST2019_V0IV; Geändert auf BDA v0_PW
74	Attribut ändern .	 Strecken - v0IV	Setzen von v0IV
75	Attribut ändern .	 Strecken - VELOSTREIF	IST2019_VELOSTREIF
76	Attribut ändern .	 Strecken - VELOWEG	IST2019_VELOWEG
77	Attribut ändern .	 Strecken - BahnuebergZuschlag	IST2019_BAHNUEBERGZUSCHLAG
78	Attribut ändern .	 Strecken - STEIGUNG_GESAMT	IST2019_STEIGUNG_GESAMT
79	Attribut ändern .	 Strecken - OBERTYP_NEU	IST2019_OBERTYP_NEU
80	Attribut ändern	 Strecken - V-Regime	IST2019_V-REGIME
81	Attribut ändern .	 Abbieger - VSysSet	IST2019_VSYSSET
82	Attribut ändern .	 Abbieger - KapIV	IST2019_KAPIV
83	Attribut ändern .	 Abbieger - t0IV	IST2019_T0IV
84	Attribut ändern .	 Abbieger - TypNr	IST2019_ABBIEGETYPEN, Geändert von BDA Abbiegetypen
85	Attribut ändern	 Knoten - TypNr	IST2019_TYP
86	Attribut ändern .	 Anbindungen - GEWICHT_MIV	IST2019_GEWICHTMIV
87	Attribut ändern .	 Anbindungen - GEWICHT_VELO	IST2019_GEWICHTVELO
88	Attribut ändern .	 Anbindungen - Gewicht(ÖV)	IST2019_GEWICHTOEV
89	Attribut ändern .	 Anbindungen - VSysSet	IST2019_VSYSSET
90	Attribut ändern	 Anbindungen - t0-VSys(Fuss)	IST2019_T0FUSS
91	Attribut ändern .	 Strecken - ERGAENZEND	IST2019_ERGAENZEND
92	Attribut ändern .	 Strecken - EMPFOHLEN	IST2019_EMPFOHLEN
93	Attribut ändern .	 Netz - VELO_BASIS_V0	IST2019_VELO_BASIS_V0
94	Attribut ändern	 Netz - VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS	IST2019_VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS
95	Attribut ändern	 Netz - VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_	IST2019_VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_REDUKTION
96	Attribut ändern	 Netz - Netz-Zustand	Information über Netzzustand
97	_		
98	Skript ausführen		Setzen ÖV-Linienfilter auf Angebot Ist2019

Abbildung 52: Verfahrensschritte zur Einstellung des Istzustandes 2019

Abbildung 52 zeigt im Detail die Verfahrensschritte in der Verfahrensgruppe zur Einstellung des Istzustandes 2019. Die Funktion der Verfahrensschritte ist die Übertragung der in BDAs gesicherten, speziellen Netzattribute des jeweiligen Netzzustandes in die für die Umlegungsrechnung relevanten Netzattribute (native Attribute und teilweise BDAs). Es handelt sich dabei um Attribute auf Strecken-, Abbieger-, Knoten-, Anbindungs- und Netzebene. Gleichzeitig wird der ÖV-Linienfilter des jeweiligen Netzzustandes gesetzt.

5.4.2.2 Verfahrensablauf allgemein

236	Gruppe BERECHNUNG IST2019		BERECHNUNG IST2019
237	Gruppe Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen	 238 - 242	Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen
243	Gruppe Initial: KGM speichern	 244 - 248	Initial: KGM speichern
249	Gruppe Nachfragematrizen einlesen	 250 - 253	Nachfragematrizen einlesen
254	Gruppe PW: Hochrechnung Nachfrage	 255 - 260	PW: Hochrechnung Nachfrage
261	Gruppe ÖV: Hochrechnung Nachfrage	 262 - 267	ÖV: Hochrechnung Nachfrage
268	Gruppe Nachfragematrizen bearbeiten	 269 - 270	Nachfragematrizen bearbeiten
271	Gruppe Umlegung IV	 272 - 280	Umlegung IV
281	Gruppe Umlegung IV Auswertung	 282 - 285	Umlegung IV Auswertung
286	Gruppe Umlegung Velo	 287 - 291	Umlegung Velo
292	Gruppe Umlegung Velo Auswertung	 293	Umlegung Velo Auswertung
294	Gruppe Umlegung ÖV	 295 - 299	Umlegung ÖV
300	Gruppe Umlegung ÖV Auswertung	 301 - 302	Umlegung ÖV Auswertung

Abbildung 53: Verfahrensgruppen zur Berechnung der Umlegungen im Istzustand 2019

In den Verfahrensgruppen in Abbildung 53 wird die Berechnung der Umlegungsmatrizen und der eigentlichen Umlegung sowie eine Auswertung der Umlegung durchgeführt.

236	Gruppe BERECHNUNG IST2019			BERECHNUNG IST2019
237	Gruppe Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen	 238 - 242		Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen
238	Matrix öffnen	 201 DIS (Velo Velo)	 Velo_2019.DIS	
239	Matrix öffnen	 202 IMP (Velo Velo)	 Velo_2019.IMP	
240	Matrix öffnen	 301 DIS (PW PW)	 PW_2019.DIS	
241	Matrix öffnen	 302 TTC (PW PW)	 PW_2019.TTC	
242	Matrix öffnen	 303 IMP (PW PW)	 PW_2019.IMP	
243	Gruppe Initial: KGM speichern	 244 - 248		Initial: KGM speichern
244	Matrix speichern	 201 DIS (Velo Velo)	 Velo_2019.DIS	
245	Matrix speichern	 202 IMP (Velo Velo)	 Velo_2019.IMP	
246	Matrix speichern	 301 DIS (PW PW)	 PW_2019.DIS	
247	Matrix speichern	 302 TTC (PW PW)	 PW_2019.TTC	
248	Matrix speichern	 303 IMP (PW PW)	 PW_2019.IMP	

Abbildung 54: NUR bei Rückkopplung: Verfahrensschritte zum Einlesen und Speichern von initialen IV-Kenngrössenmatrizen im Rahmen einer Rückkopplungsrechnung mit dem Nachfragemodell

Die Verfahrensschritte in Abbildung 54 dient zunächst der konsistenten Übertragung der im Rahmen der Rückkopplungsrechnung mit den Nachfragemodell verwendeten Dateinamen auf initiale IV-Kenngrössenmatrizen. Dabei wird ein auszuwählender Satz initialer IV-Kenngrössenmatrizen in das Umlegungsmodell eingelesen und mit den im Rückkopplungsprozess verwendeten Dateinamen für IV-Kenngrössenmatrizen abgespeichert. Da im Istzustand 2019 auch die IV-Kenngrössenmatrizen dieses Netzzustandes initial verwendet werden, findet hier keine Änderung der Dateinamen statt.

Die Verwendung dieser Verfahrensschritte erfolgt grundsätzlich nur bei automatisiert ablaufenden Rückkopplungsrechnungen mit dem Nachfragemodell. Sie sind demnach nur für Nachfrageberechnungen im Rahmen des Rückkopplungsprozess mit dem Nachfragemodell relevant und können ansonsten ignoriert bzw. bei Bedarf gelöscht werden.

5.4.2.3 Hochrechnung der EVA-Matrizen

249	Gruppe Nachfragematrizen einlesen	 250 - 253			Nachfragematrizen einlesen
250	Matrix öffnen	 11 Fuss EVA		01_Fuss_EVA_Ist2019.mtx	
251	Matrix öffnen	 12 Velo EVA		02_Velo_EVA_Ist2019.mtx	
252	Matrix öffnen	 13 PW EVA		03_PW_EVA_Ist2019.mtx	
253	Matrix öffnen	 14 ÖV EVA		04_ÖV_EVA_Ist2019.mtx	
254	Gruppe PW: Hochrechnung Nachfrage	 255 - 260			PW: Hochrechnung Nachfrage
255	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Schalter"):=	=IF(PW: Prognose Schalter
256	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Absolut"):=	-Ma		PW: Prognose absolut
257	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Relativ"):=	IF(PW: Prognose relativ
258	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Schalter"):=	= IF		PW: Prognose Schalter Nachkorrektur
259	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW") := IF(Matrix)	rix([PW: Erstellung Umlegungsmatrix
260	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "PW") := Symme	etriz		PW: Symmetrisieren und addieren Zusatznachfrage
261	Gruppe ÖV: Hochrechnung Nachfrage	 262 - 267			ÖV: Hochrechnung Nachfrage
262	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Schalter"):=	=IF(ÖV: Prognose Schalter
263	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Absolut"):=	Mat		ÖV: Prognose absolut
264	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Relativ"):=	IF(I		ÖV: Prognose relativ
265	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Schalter"):=	= IF		ÖV: Prognose Schalter Nachkorrektur
266	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV"):= IF(Matri	rix([ÖV: Erstellung Umlegungsmatrix
267	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "ÖV") := SYMME	ETR		ÖV: Symmetrisieren
268	Gruppe Nachfragematrizen bearbeiten	 269 - 270			Nachfragematrizen bearbeiten
269	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "Fuss") := SYMM	MET		Fuss: Hochrechnen & symmetrisieren
270	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "Velo") := SYMM	1ET		Velo: Hochrechnen & symmetrisieren

Abbildung 55: Verfahrensschritte zum Einlesen der EVA-Matrizen und zur Hochrechnung in Umlegungsmatrizen

In den Verfahrensschritten in Abbildung 55 erfolgt die Hochrechnung der EVA-Nachfragematrizen auf die Umlegungsmatrizen. Dazu werden zunächst die im Nachfragemodell erzeugten EVA-Nachfragematrizen eingelesen. In den danach folgenden zwei Verfahrensgruppen werden eine Reihe von Matrizen für die endgültige Berechnung der Nachfrage für den PW und den ÖV vorbereitet und die Nachfragematrizen berechnet.

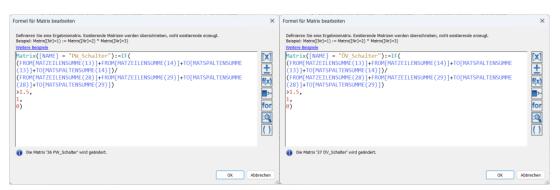


Abbildung 56: Formel zur Belegung Matrix «PW_Schalter»

In beiden Verfahrensgruppen werden zu Beginn die Matrizen «PW_Schalter» und «ÖV_Schalter» gesetzt (cf. Abbildung 56). Dabei erhalten alle Relationen den Wert «1», für die das Verhältnis zwischen den Summen aller Quell- und Zielverkehre der anliegenden Zonen über «1.5» liegt. Betrachtet werden die EVA-Matrizen für PW und ÖV des betrachteten Modellzustandes und des kalibrierten Istzustandes.

In der späteren Hochrechnung der PW- und ÖV-EVA-Matrizen auf die entsprechenden Umlegungsmatrizen sollen damit die Relationen markiert werden, bei denen in den anliegenden Zonen insgesamt ein starkes relatives Wachstum vorliegt. Für diese Relationen wird in der späteren Hochrechnung nur die absolute Änderung und nicht wie bei den übrigen Relationen auch die relative Änderung berücksichtigt. Eine mögliche Überschätzung der Änderungen soll speziell für diese Relation so eingeschränkt werden. Der Verhältniswert von «1.5» wurde dabei iterativ im Rahmen der Erstellung der Prognosezustände für das GVM-ZH ermittelt. Für PW und ÖV werden in den DWV-Umlegungsversionen des Abgabezustandes (V22-00) identische Matrizen «PW_Schalter» und «ÖV_Schalter» erzeugt.

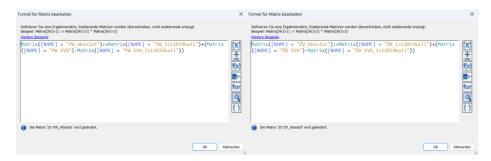


Abbildung 57: Formel zur Berechnung der Umlegungsmatrizen auf Basis der absoluten Änderung zwischen berechneten EVA-Matrizen und den kalibrierten EVA-Matrizen des Istzustandes 2019



Abbildung 58: Formel zur Berechnung der Umlegungsmatrizen auf Basis der relativen Änderung zwischen berechneten EVA-Matrizen und den kalibrierten EVA-Matrizen des Istzustandes 2019

Anschliessend werden zunächst jeweils Umlegungsmatrizen auf Basis der absoluten Änderung (cf. Abbildung 57) und der relativen Änderung (cf. Abbildung 58) zwischen den berechneten EVA-Matrizen des betrachteten Modellzustandes und den kalibrierten EVA-Matrizen des Istzustandes 2019 ermittelt. Dabei jeweils die Änderung zwischen den EVA-Matrizen auf die kalibrierte Umlegungsmatrix des Istzustandes 2019 addiert bzw. mit ihr multipliziert.



Abbildung 59: Formel zur Nachkorrektur der Matrizen «PW_Schalter» bzw. «ÖV_Schalter» für einzelne Relationen mit einer relativen Änderung mit einem Verhältnis > 100

Es folgt eine Nachkorrektur (cf. Abbildung 59) der anfänglich ermittelten Matrizen «PW_Schalter» bzw. «ÖV_Schalter» für einzelne Relationen, die auf Basis der Quell- und Zielverkehre der anliegenden Zonen bisher nicht markiert wurden, bei denen aber für die Relation isoliert betrachtet eine starke relative Änderung vorliegt. Somit soll eine starke Überschätzung die Änderung für einzelne isoliert wachsende Relationen eingeschränkt werden. Der Verhältniswert von «100» wurde dabei iterativ im Rahmen der Erstellung der Prognosezustände für das GVM-ZH ermittelt.

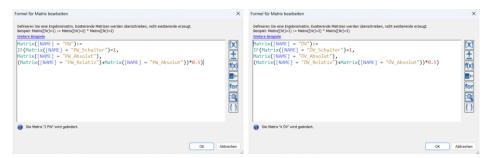


Abbildung 60: Formeln für die Erstellung der Umlegungsmatrizen PW und ÖV

Im Anschluss daran folgt die Erstellung der Umlegungsmatrix für PW und ÖV (cf. Abbildung 60). Für Relationen, die in den Matrizen «PW_Schalter» bzw. «ÖV_Schalter» markiert wurden, wird nur die auf Basis der absoluten Änderung hochgerechnete Umlegungsmatrix verwendet. Für alle übrigen Relationen wird ein Mittel aus den auf Basis der absoluten und der relativen Änderung hochgerechneten Umlegungsmatrizen gebildet.



Abbildung 61: Symmetrisieren der Umlegungsmatrizen PW und ÖV

Abschliessend werden in der Hochrechnung die Umlegungsmatrizen für PW und ÖV symmetrisiert. Auf die PW-Matrix wird zusätzlich eine minimale Zusatznachfrage zur Kenngrössenkorrektur aufaddiert (cf. Abbildung 61). Hintergrund hierfür ist, dass auf Relationen ohne vorliegende Nachfrage keine Abbindungsgewichte bei der Kenngrössenberechnung berücksichtigt werden. Durch die die Zusatznachfrage erhalten alle Relationen zumindest eine minimale Nachfrage und die Kenngrössenberechnung erfolgt konsistent mit Anbindungsgewichten über allen Relationen.



Abbildung 62: Hochrechnen und Symmetrisieren von Fuss und Velo

Die Umlegungsmatrizen für Fussverkehr und Velo werden danach hochgerechnet und symmetrisiert (cf. Abbildung 62).

5.4.2.4 MIV-Umlegung

In den nachfolgenden Gruppen (cf. Abbildung 63) werden die Umlegungsmatrizen für PW sowie die extern ermittelten Umlegungsmatrizen des Güterverkehrs (LI, LW und LZ) umgelegt. Die Ergebnisse werden zu Auswertungszwecken in entsprechenden Strecken-BDAs (z.B. «BEL_DWV_2019_LI» für die DWV-LI-Belastung im Istzustand 2019) gesichert.

271		Gruppe Umlegung IV	 272 - 280	Umlegung IV
272		Init Umlegung		
273		Attribut ändern	 Anbindungen - Gewicht(IV)	
274		Attribut ändern	 Strecken - v0IV	
275		IV-Umlegung	 LW Lastwagen, LZ Lastzug	
276		Attribut ändern	 Strecken - v0IV	
277		IV-Umlegung	 LI Lieferwagen, PW PW	
278		IV-Kenngrößenmatrix berechnen	 PW PW	
279		Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "Widerstand PW") ::	
280		Matrix speichern	 303 IMP (PW PW)	
281		Gruppe Umlegung IV Auswertung	 282 - 285	Umlegung IV Auswertung
282		Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_LI	
283		Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_LW	
284		Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_LZ	
285		Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_PW	

Abbildung 63: Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der MIV-Umlegung

Zunächst wird eine eventuell vorhandene IV-Umlegung initialisiert. In einem zweiten Schritt werden die Gewichte der Anbindungen mit Werten aus dem BDA «Gewicht_MIV» belegt (cf. Abbildung 64).

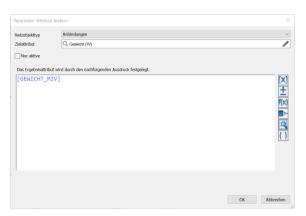


Abbildung 64: Belegung der Anbindungsgewichte

Vor der Umlegung des Schwerverkehrs (LW und LZ) wird die Geschwindigkeit der Strecken auf die V_0 des Schwerverkehrs gesetzt (cf. Abbildung 65).

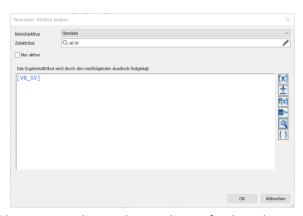


Abbildung 65: Belegung der Strecken-Vo für den Schwerverkehr

Danach werden die Umlegungsmatrizen des Schwerverkehrs (LW und LZ) über eine Sukzessivumlegung mit 3 Schritten umgelegt.

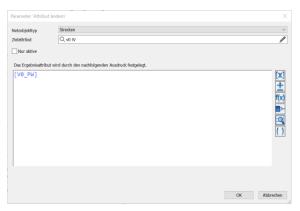


Abbildung 66: Belegung vo der Strecken für den PW

Als Vorbereitung für die PW-Umlegung werden im Anschluss die Streckengeschwindigkeiten für PW und LI aus dem BDA «VO_PW» gesetzt (cf. Abbildung 66).

Anschliessend werden die Umlegungsmatrizen PW und LI über eine Gleichgewichtsumlegung Bi-conjugate Frank-Wolfe mit max. 200 Schritten und einem maximalen Gap von 10^{-5} umgelegt (cf. Abbildung 67).

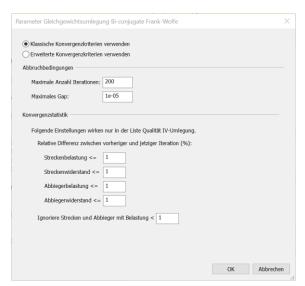


Abbildung 67: Umlegungsparameter für den PW

Nach der Umlegung werden die KGM für PW aus dem belasteten Netz berechnet, wobei die Kenngrösse Widerstand nach der Formel gemäss Abbildung 68 ermittelt und gesichert wird. In der Formel wird die Umrechnung des Widerstandes von der Einheit Sekunden auf Minuten durchgeführt und dabei sichergestellt, dass ausgeschaltete Relationen (tAkt- oder Widerstandswert >= 99999) trotz der Umrechnung in jedem Fall ausgeschaltet bleiben.

Abbildung 68: Formel zur Berechnung des Widerstand PW

In der Gruppe «Umlegung IV Auswertung» erfolgt abschliessend die Sicherung die Umlegungsbelastungen der einzelnen IV-VSys zu Auswertungszwecken in entsprechenden Strecken-BDAs.

5.4.2.5 Velo-Umlegung

In den Verfahrensgruppen in Abbildung 69 wird die Umlegung für Velo vorbereitet und durchgeführt. Die Ergebnisse werden zu Auswertungszwecken in einem entsprechenden Strecken-BDA («BEL_DWV_2019_VELO» für die DWV-Velo-Belastung im Istzustand 2019) gesichert.

286	[Gruppe Umlegung Velo	 287 - 291	Umlegung Velo
287	[Attribut ändern	 Anbindungen - Gewicht(IV)	
288	[IV-Umlegung	 Velo Velo	
289	[IV-Kenngrößenmatrix berechnen	 Velo Velo	
290	[Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "Widerstand Velo") :	
291	[Matrix speichern	 202 IMP (Velo Velo)	
292	[Gruppe Umlegung Velo Auswertung	 293	Umlegung Velo Auswertung
293	[Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_VELO	

Abbildung 69: Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der Velo-Umlegung

Zunächst werden die Gewichte für die Anbindungen aus dem BDA «GEWICHT_VELO» übernommen (cf. Abbildung 70).

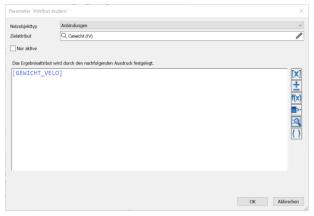


Abbildung 70: Übernahme Anbindungsgewichte Velo

Im nachfolgenden Schritt wird die Velo-Umlegung durchgeführt. Die Velo-Umlegung muss dabei immer nach der Umlegung für den MIV durchgeführt werden, da diese Belastung auf den Widerstand der Velo-Routen wirkt. Als Umlegungsverfahren ein speziell für den Radverkehr entwickeltes Verfahren genutzt. Als berücksichtigter Widerstand wird über die allgemeinen Verfahrenseinstellungen das BDA «VELO_WIDERSTAND» gesetzt (cf. Abbildung 71). Die Zusammensetzung dieses BDAs wird in Kapitel 3.3 erläutert.

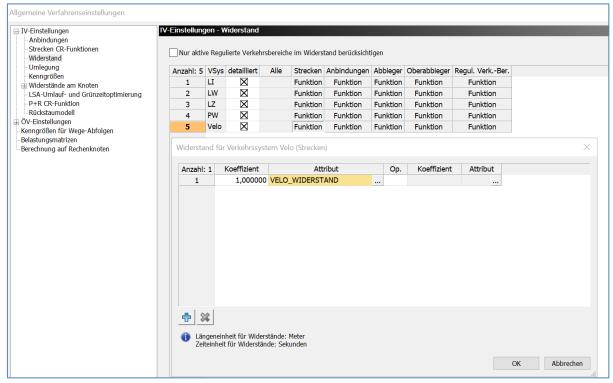
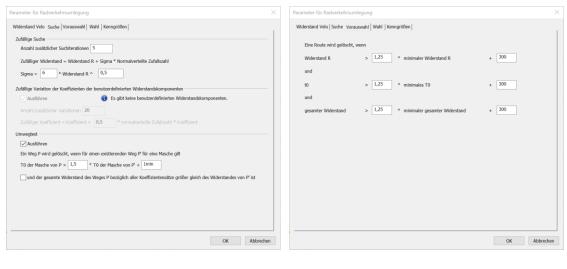


Abbildung 71: Einstellung des Widerstandes Velo in den allgemeinen Verfahrenseinstellungen

Die wesentlichen weiteren Parameter der Radverkehrsumlegung werden wie in den in Abbildung 72 dargestellten Dialogen des Verfahrensparameters gesetzt.



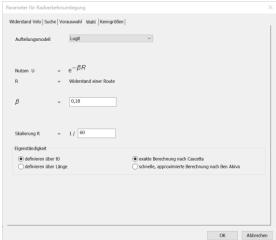


Abbildung 72: Massgebliche Dialoge der Parameter der Radverkehrsumlegung

Anschliessend werden im Verfahrensablauf die KGM für Velo berechnet, wobei die Kenngrösse Widerstand nach der Formel gemäss Abbildung 73 ermittelt und gesichert wird.



Abbildung 73: Formel zur Berechnung des Widerstandes Velo

In der nachfolgenden Gruppe «Velo Auswertung» erfolgt abschliessend die Sicherung der Velo-Umlegungsbelastungen zu Auswertungszwecken im entsprechenden Strecken-BDA.

5.4.2.6 ÖV-Umlegung

Die Verfahrensgruppen in Abbildung 74 beinhaltet das Setzen des ÖV-Linienfilters auf das ÖV-Angebot des betrachteten Modellzustands, die Umlegungsrechnung auf Basis der Umlegungsmatrix für ÖV sowie die Berechnung der betrieblichen Kennzahlen des ÖV. Die Ergebnisse werden zu Auswertungszwecken in entsprechenden Strecken-BDAs (z.B. «BEL_DWV_2019_OeVB» für die Anzahl der Busse im DWV im Istzustand 2019) gesichert.

294	Gruppe Umlegung ÖV	 295 - 299	Umlegung ÖV
295	Init Umlegung		
296	ÖV-Umlegung	 OeV OeV	
297	ÖV-betriebliche Kennzahlen		
298	Attribut ändern	 Strecken - BEL_OeVB	Anzahl Busse auf Strecken sichern
299	Attribut ändern	 Abbieger - BEL_OeVB	Anzahl Busse auf Abbiegern sichern
300	Gruppe Umlegung ÖV Auswertung	 301 - 302	Umlegung ÖV Auswertung
301	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_OeVB	
302	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DWV_2019_OeV	

Abbildung 74: Verfahrensschritte zur Berechnung und standardmässigen Auswertung der ÖV-Umlegung

Zunächst wird eine eventuell vorhandene ÖV-Umlegung initialisiert. Danach erfolgt die Umlegung der ÖV-Umlegungsmatrix, wobei das fahrplanfeine Umlegungsverfahren verwendet wird.

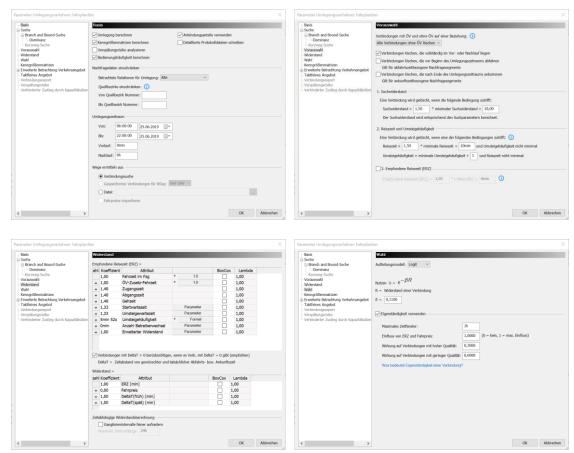


Abbildung 75: Massgebliche Dialoge der fahrplanfeinen Umlegung

Die massgeblichen Dialoge sind in Abbildung 75 aufgezeigt. Der Umlegungszeitraum umfasst 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr. Damit alle Reisenden, die in der letzten Stunde abfahren, auch Ihr Ziel erreichen wurde ein Nachlauf von 6 h festgelegt. Die Seite «Branch and Bound» beinhaltet i.d.R. dieselben Parameter, wie die Seite «Widerstand». Die Parameter sind auch gleich befüllt, so dass hier auf eine Abbildung

verzichtet wurde. In der Vorauswahl wird festgelegt, welche Verbindungen der Suche im Auswahl-Set verbleiben. In diesem Fall werden alle Verbindungen, die ohne ÖV sind gelöscht und auch alle Verbindungen, die vollständig im Nachlauf liegen. Dies betrifft alle Verbindungen, die nach Mitternacht starten. Des Weiteren wird das Auswahl-Set entsprechend der Bedingungen, die im Suchwiderstand sowie in der Reisezeit und Umsteigehäufigkeit definiert sind, eingeschränkt.

Der Widerstand ist definiert als empfundene Reisezeit sowie die Kenngrösse Widerstand. In den Widerstand fliesst dabei neben der empfundenen Reisezeit auch der Fahrpreis und ein DeltaT ein, welches Verbindungen, die ausserhalb der betrachteten Zeitscheibe (diese werden durch die Ganglinien vorgegeben) liegen, in die Bewertung mit einer entsprechenden Malusregeln miteinbezieht.

Als Aufteilungsmodell für die Verbindungswahl wird ein Logitmodell mit den in Abbildung 75 dargestellten Parametern verwendet.

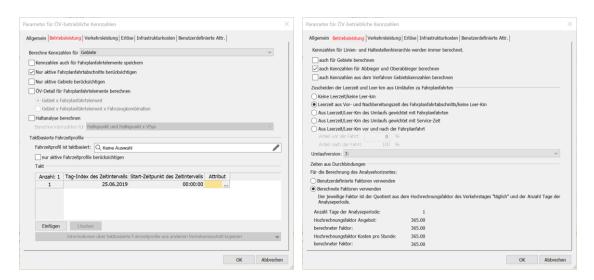


Abbildung 76: Wesentliche Dialoge der betrieblichen Kenngrössenberechnung

Anschliessend werden die betrieblichen Kenngrössen berechnet (cf. Abbildung 76). Dabei werden nur die aktiven Fahrplanabschnitte gemäss des ÖV-Linienfilters berücksichtigt. Bei der Ermittlung der Betriebsleistung werden zudem auch die Abbieger berücksichtigt. Die Anzahl der Busse auf Strecken und Abbiegern kann so anschliessend auf entsprechende BDAs übertragen und als Eingangsgrösse für das laufend berechnete BDA «BEL_MFZ» auf Strecken und Abbiegern hinterlegt werden. In der nachfolgenden Gruppe «ÖV Auswertung» erfolgt abschliessend die Sicherung der ÖV-Umlegungsbelastungen und der Anzahl der Busse zu Auswertungszwecken im entsprechenden expliziten Strecken-BDAs.

6 Abgeleitete Modelle

6.1 Spitzenstundenmodelle

Die Modelle für die Morgenspitzenstunde (MSP) und Abendspitzenstunde (ASP) werden direkt aus dem DWV-Modell abgeleitet und sind reine Umlegungsmodelle für die Nachfragesegmente PW, LI, LW, LZ und ÖV.

Matrizen MSP/ASP

	MSP	ASP		
Nr.	Code	Nr.	Code	
3	PW	3	PW	
4	ÖV	4	ÖV	
5	Ц	5	Ц	
6	LW	6	LW	
7	LZ	7	LZ	
95	PW_Ist2019kali	95	PW_Ist2019kali	
96	ÖV_Ist2019kali	96	ÖV_Ist2019kali	
97	LI_Ist2019kali	97	LI_Ist2019kali	
98	LW_lst2019kali	98	LW_lst2019kali	
99	LZ_Ist2019kali	99	LZ_Ist2019kali	
100	PW_MSP_Anteilsmatrix	110	PW_ASP_Anteilsmatrix	
101	ÖV_MSP_Anteilsmatrix	111	ÖV_ASP_Anteilsmatrix	
150	PW_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	165	PW_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	
151	ÖV_Ist2019kali_MSP_Anteilsmatrix	166	ÖV_Ist2019kali_ASP_Anteilsmatrix	
160	PW_lst2019kali_MSP_kalibriert	175	PW_Ist2019kali_ASP_kalibriert	
161	ÖV_lst2019kali_MSP_kalibriert	176	ÖV_Ist2019kali_ASP_kalibriert	
162	LI_Ist2019kali_MSP_kalibriert	177	LI_Ist2019kali_ASP_kalibriert	
163	LW_lst2019kali_MSP_kalibriert	178	LW_lst2019kali_ASP_kalibriert	
164	LZ_Ist2019kali_MSP_kalibriert	179	LZ_Ist2019kali_ASP_kalibriert	

Tabelle 24: Übersicht der notwendigen Matrizen für MSP- bzw. ASP-Modell

Für die Ableitung müssen die in der MSP- bzw. ASP-Berechnung verwendeten Matrizen in das DWV- Modell eingelesen werden bzw. dort vorhanden sein. Eine Übersicht der für die Berechnung notwendige Matrizen findet sich in Tabelle 24. Grundsätzlich kann das Einlesen der Matrizen auch nach dem im nächsten Abschnitt beschriebenen Austausch des Verfahrensablaufes erfolgen.

Verfahrensablauf MSP/ASP

1	Gruppe Vorbereitung Spitzenstundenmodell	 2		Vorbereitung Spitzenstundenmodell (EINMALIG NOTWENDIG)
2	Skript ausführen			Anpassung Nachfragedaten und Anpassung C-Faktor im IV-An
3	Gruppe Ist2019kali MSP unkalibriert	 4 - 9		Ist2019kali MSP unkalibriert
4	Matrix öffnen	 95 PW_Ist2019kali	PW_Ist2019kali_DWV.m	Einlesen PW Ist2019kali DWV
5	Matrix öffnen	 96 ÖV_Ist2019kali	ÖV_Ist2019kali_DWV.mt	Einlesen ÖV Ist2019kali DWV
6	Matrix öffnen	 150 PW_Ist2019kali_MSP_Ante	PW_Ist2019kali_MSP_An	Einlesen PW Ist2019kali MSP Anteilsmatrix unkalibriert
7	Matrix öffnen	 151 ÖV_Ist2019kali_MSP_Ante	ÖV_Ist2019kali_MSP_An	Einlesen ÖV Ist2019kali MSP Anteilsmatrix unkalibriert
8	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "PW_Ist2019		Berechnung PW Ist2019kali MSP unkalibriert
9	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "ÖV_Ist2019		Berechnung ÖV Ist2019kali MSP unkalibriert
10	Gruppe Ist2019 MSP unkalibriert	 11 - 16		Ist2019 MSP unkalibriert
11	Matrix öffnen	 3 PW	PW_Ist2019kali_DWV.m	Einlesen PW Ist2019 DWV
12	Matrix öffnen	 4 ÖV	ÖV_Ist2019kali_DWV.mt	Einlesen ÖV Ist2019 DWV
13	Matrix öffnen	 100 PW_MSP_Anteilsmatrix	PW_Ist2019kali_MSP_An	Einlesen PW Ist2019 MSP Anteilsmatrix unkalibriert
14	Matrix öffnen	 101 ÖV_MSP_Anteilsmatrix	ÖV_Ist2019kali_MSP_An	Einlesen ÖV Ist2019 MSP Anteilsmatrix unkalibriert
15	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "PW_MSP_ur		Berechnung PW Ist2019 MSP unkalibriert
16	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "ÖV_MSP_un		Berechnung ÖV Ist2019 MSP unkalibriert

Abbildung 77: Verfahrensablauf für Umstellung Spitzenstundenmodell und Berechnung «MSP unkalibriert»Matrizen

Weiter muss der entsprechende Verfahrensablauf für die MSP bzw. ASP-Berechnung in das DWV-Modell eingelesen werden (cf. Ausschnitt MSP-Verfahrensablauf in Abbildung 77). Die Verfahrensabläufe für MSP und ASP setzen sich grundsätzlich aus den gleichen Verfahrensschritten zusammen, wobei jeweils auf die für MSP und ASP differenzierten Matrizen, BDAs und Tagesganglinien zurückgegriffen wird. Im Folgenden wird deshalb beispielhaft der MSP-Verfahrensablauf genauer erläutert.

Nach dem Einlesen des Verfahrensablaufs müssen zunächst in den Netzmodellen für die Netzobjekte Strecken und Abbieger die Hochrechnungsfaktoren c angepasst werden, die im DWV-bzw. DTV-Modell die Kapazitäten zur Verwendung innerhalb der CR-Funktionen von Stundenwerten auf 24-Stunden-Werte hochrechnen. Die Hochrechnungsfaktoren sind für die Spitzenstundenmodelle demnach mit 1 zu belegen. Die Umstellung erfolgt automatisiert über einen Verfahrensschritt zu Beginn des Verfahrensablaufs der Spitzenstundenmodelle (cf. Verfahrensschritt «1» in Abbildung 77). Dieser muss nur einmalig ausgeführt werden.



Abbildung 78: Ausschnitt des Skripts für Umstellung Spitzenstundenmodell

Neben der Umstellung der Hochrechnungsfaktoren werden in diesem Verfahrensschritt zusätzlich die im Modell hinterlegte Tagesganglinie für den ÖV auf die Zeitscheibe der MSP bzw. ASP eingestellt und die restlichen Zeitscheiben gelöscht (cf. Abbildung 78). Auch werden in diesen Verfahrensschritt die Zeitintervallmenge sowie die in den Nachfragedaten hinterlegten Matrizen der Nachfragesegmente für MSP bzw. ASP entsprechend angepasst.

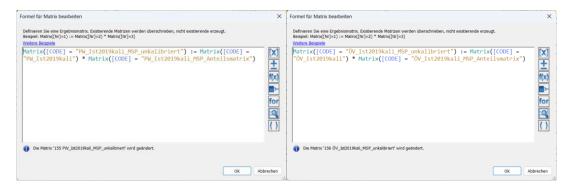


Abbildung 79: Berechnung «MSP unkalibriert»-Matrizen für den kalibrierten Istzustand 2019

Im Verfahrensablauf (cf. Abbildung 77) erfolgt im Anschluss die Berechnung der «MSP unkalibriert»-Matrizen für den kalibrierten Istzustand 2019 auf Basis der DWV-Umlegungsmatrizen und der MSP-Anteilsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 79).

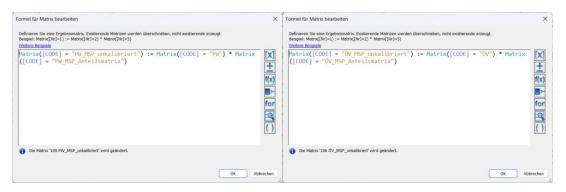


Abbildung 80: Berechnung «MSP unkalibriert»-Matrizen für den betrachteten Modellzustand

Danach werden im Verfahrensablauf (cf. Abbildung 77) die «MSP unkalibriert»-Matrizen für den betrachteten Modellzustand auf Basis der DWV-Umlegungsmatrizen und der MSP-Anteilsmatrizen des betrachteten Modellzustandes (cf. Abbildung 80) berechnet.

17	Gruppe Berechnung Ist2019 MSP kalibriert	 18 - 21	Berechnung Ist2019 MSP kalibriert
18	Matrix öffnen	 160 PW_Ist2019kali_MSP_kalibi PW_Ist2019kali_MSP_ka	Einlesen PW Ist2019kali MSP kalibriert
19	Matrix öffnen	 161 ÖV_Ist2019kali_MSP_kalibr ÖV_Ist2019kali_MSP_ka	Einlesen ÖV Ist2019kali MSP kalibriert
20	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Ist2019	Berechnung PW Ist2019 MSP kalibriert
21	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Ist2019	Berechnung ÖV Ist2019 MSP kalibriert
22	Gruppe Berechnung Ist2019 MSP Aussenver	 23 - 24	Berechnung Ist2019 MSP Aussenverkehre PW/ÖV
23	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "PW_Ist2019	Berechnung PW Ist2019 MSP Aussenverkehr
24	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "ÖV Ist2019	Berechnung ÖV Ist2019 MSP Aussenverkehr

Abbildung 81: Verfahrensablauf für Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen

Die nächsten Schritte im Verfahrensablauf dienen die Berechnung der «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes und der Ergänzung der Aussenverkehren in den Matrizen (cf. Abbildung 81). Die «MSP kalibriert»-Matrizen beinhalten dabei im Gegensatz zu den «MSP unkalibriert»-Matrizen den Kalibrationseffekt des kalibrierten Istzustandes 2019.

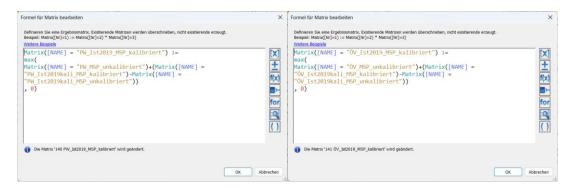


Abbildung 82: Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes

Die Berechnung der «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes erfolgt demnach über die Addition der Differenz zwischen den «MSP kalibriert»- und «MSP unkalibriert»-Matrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 auf die «MSP unkalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes (cf. Abbildung 82). Wird dabei ein zum kalibrierten Istzustand 2019 unveränderter Modellzustand betrachtet (also z.B. ein unveränderter Istzustand 2019 selbst) sind die entstehenden «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes identisch mit denen des kalibrierten Istzustandes 2019. Die Funktion ist demnach vor allem für abweichende Modellzustände bzw. Prognosezustände (z.B. Ref2040 und Str2040) vorgesehen.

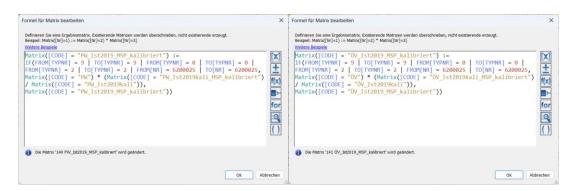


Abbildung 83: Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen der Aussenverkehre

Die Aussenverkehre der «MSP kalibriert»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes werden anschliessend hinzugefügt. Die Berechnung erfolgt im Gegensatz zum Binnenverkehr vereinfacht über die Multiplikation der DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Modellzustandes mit den kalibrierten MSP-Anteilen aus der Division von «MSP kalibriert»-Matrizen und DWV-Umlegungsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 83). Neben den Aussenverkehren werden auf diese Weise auch die MSP-Verkehre am Terminal des Flughafens Zürich sowie der deutschen Grenzgemeinden innerhalb des Modellperimeters berechnet.

25	Gruppe Berechnung Ist2019 MSP Güterver	 26 - 37	Berechnung Ist2019 MSP Güterverkehr
26	Matrix öffnen	 5 LI	 . LI_Ist2019kali_DWV.mt> Einlesen LI Ist2019 DWV
27	Matrix öffnen	 6 LW	 . LW_Ist2019kali_DWV.m Einlesen LW Ist2019 DWV
28	Matrix öffnen	 7 LZ	 . LZ_Ist2019kali_DWV.mt; Einlesen LZ Ist2019 DWV
29	Matrix öffnen	 97 LI_Ist2019kali	 . LI_Ist2019kali_DWV.mb Einlesen LI Ist2019kali DWV
30	Matrix öffnen	 98 LW_Ist2019kali	 . LW_Ist2019kali_DWV.m Einlesen LW Ist2019kali DWV
31	Matrix öffnen	 99 LZ_Ist2019kali	 . LZ_Ist2019kali_DWV.mt: Einlesen LZ Ist2019kali DWV
32	Matrix öffnen	 162 LI_Ist2019kali_MSP_kalibrie	 . LI_Ist2019kali_MSP_kalit Einlesen LI Ist2019kali MSP kalibriert
33	Matrix öffnen	 163 LW_Ist2019kali_MSP_kalibr	 . LW_Ist2019kali_MSP_ka Einlesen LW Ist2019kali MSP kalibriert
34	Matrix öffnen	 164 LZ_Ist2019kali_MSP_kalibri	 . LZ_Ist2019kali_MSP_kalil Einlesen LZ Ist2019kali MSP kalibriert
35	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "LI_Ist2019_	 . Berechnung LI Ist2019 MSP Güterverkehr
36	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "LW_Ist2019	 . Berechnung LW Ist2019 MSP Güterverkehr
37	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([CODE] = "LZ_Ist2019_	 . Berechnung LZ Ist2019 MSP Güterverkehr

Abbildung 84: Verfahrensablauf für Berechnung «MSP kalibriert»-Matrizen der Güterverkehre

Im Verfahrensablauf erfolgt danach die Berechnung der «MSP kalibriert»-Matrizen des Güterverkehrs (cf. Abbildung 84).

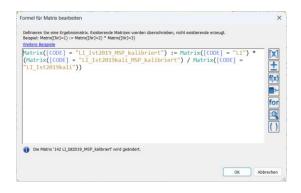


Abbildung 85: Berechnung «MSP kalibriert»-Matrix für LI

Die Berechnung erfolgt wie für die Aussenverkehre vereinfacht über die Multiplikation der DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Modellzustandes mit den kalibrierten MSP-Anteilen aus der Division von «MSP kalibriert»-Matrizen und DWV-Umlegungsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 85).

38	Gruppe Speichern Ist2019 MSP	 39 - 43	Speichern Ist2019 MSP
39	Matrix speichern	 140 PW_Ist2019_MSP_kalibrier PV	N_Ist2019_MSP_kalibri Speichern PW Ist2019 MSP kalibriert
40	Matrix speichern	 141 ÖV_Ist2019_MSP_kalibriert ÖV	V_Ist2019_MSP_kalibri Speichern ÖV Ist2019 MSP kalibriert
41	Matrix speichern	 142 LI_Ist2019_MSP_kalibriert LI_	_Ist2019_MSP_kalibrie Speichern LI Ist2019 MSP kalibriert
42	Matrix speichern	 143 LW_Ist2019_MSP_kalibrien LW	V_Ist2019_MSP_kalibri Speichern LW Ist2019 MSP kalibriert
43	Matrix speichern	 144 LZ_Ist2019_MSP_kalibriert LZ	_Ist2019_MSP_kalibrie Speichern LZ Ist2019 MSP kalibriert
44	Gruppe Prüfung MSP und ASP (ERST NACH	 45 - 59	Prüfung MSP und ASP (ERST NACH BERECHNUNG ASP-NACHF
45	Matrix öffnen	 140 PW_Ist2019_MSP_kalibrier PV	V_Ist2019_MSP_kalibri Einlesen PW Ist2019 MSP kalibriert
46	Matrix öffnen	 141 ÖV_Ist2019_MSP_kalibriert ÖV	V_Ist2019_MSP_kalibrii Einlesen ÖV Ist2019 MSP kalibriert
47	Matrix öffnen	 142 LI_Ist2019_MSP_kalibriert LI_	_Ist2019_MSP_kalibrie Einlesen LI Ist2019 MSP kalibriert
48	Matrix öffnen	 143 LW_Ist2019_MSP_kalibrier LW	V_Ist2019_MSP_kalibri Einlesen LW Ist2019 MSP kalibriert
49	Matrix öffnen	 144 LZ_Ist2019_MSP_kalibriert LZ	_Ist2019_MSP_kalibrie Einlesen LZ Ist2019 MSP kalibriert
50	Matrix öffnen	 145 PW_Ist2019_ASP_kalibriert PW	V_Ist2019_ASP_kalibric Einlesen PW Ist2019 ASP kalibriert
51	Matrix öffnen	 146 ÖV_Ist2019_ASP_kalibriert ÖV	V_Ist2019_ASP_kalibrie Einlesen ÖV Ist2019 ASP kalibriert
52	Matrix öffnen	 147 LI_Ist2019_ASP_kalibriert LI_	_Ist2019_ASP_kalibrier Einlesen LI Ist2019 ASP kalibriert
53	Matrix öffnen	 148 LW_Ist2019_ASP_kalibriert LW	V_Ist2019_ASP_kalibric Einlesen LW Ist2019 ASP kalibriert
54	Matrix öffnen	 149 LZ_Ist2019_ASP_kalibriert LZ	_Ist2019_ASP_kalibrier Einlesen LZ Ist2019 ASP kalibriert
55	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "PW_Ist2019	Prüfung MSP+ASP < DWV
56	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "ÖV_Ist2019	Prüfung MSP+ASP < DWV
57	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "LI_Ist2019	Prüfung MSP+ASP < DWV
58	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "LW_Ist2019	Prüfung MSP+ASP < DWV
59	Kombination von Matrizen und Vektoren	 Matrix([NAME] = "LZ_Ist2019	Prüfung MSP+ASP < DWV

Abbildung 86: Verfahrensablauf für Prüfung von «MSP kalibriert»-Matrix und «ASP kalibriert»-Matrix in Bezug auf die DWV-Matrix des Tages

In den abschliessenden Verfahrensschritten der Berechnung der MSP-Matrizen wird relational geprüft, ob die Nachfrage in den ermittelten MSP-Matrizen in Addition mit der Nachfrage der ASP-Matrizen nicht grösser als die Nachfrage in den jeweiligen DWV-Matrizen ist. Dazu werden die MSP-Matrizen

(und auch die ASP-Matrizen in ihren Verfahrensablauf) zunächst extern gespeichert und anschliessend MSP- und ASP-Matrizen wieder eingelesen (cf. Abbildung 86). Dies dient dem Austausch der Matrizen zwischen dem MSP- und ASP-Modell. Für die Prüfung und damit für die Berechnung der endgültigen MSP-Matrizen gilt also, dass in diesem Zusammenhang auch immer die ASP-Matrizen berechnet oder zumindest vorliegen müssen. Im Umkehrschluss gilt dies auch für die Berechnung der endgültigen ASP-Matrizen.



Abbildung 87: Prüfung von «MSP kalibriert»-Matrix und «ASP kalibriert»-Matrix auf Konsistenz in Bezug auf die DWV-Matrix für PW

Für den Fall, dass die addierte Nachfrage aus den MSP- und ASP-Matrizen grösser ist als die Nachfrage der jeweiligen DWV-Matrizen, erfolgt die Berechnung der MSP-Nachfrage für die entsprechende Relation wie im Aussen- und Güterverkehr über die Multiplikation der DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Modellzustandes mit den kalibrierten MSP-Anteilen aus der Division von «MSP kalibriert»-Matrizen und DWV-Umlegungsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 87).

60	Gruppe Umlegung IV MSP	 61 - 66			Umlegung IV MSP
61	Init Umlegung			IV	
62	Attribut ändern	 Anbindungen - Gewicht(IV)			
63	Attribut ändern	 Strecken - v0IV			
64	IV-Umlegung	 LW Lastwagen, LZ Lastzug		Sukzessivumlegung	
65	Attribut ändern	 Strecken - v0IV			
66	IV-Umlegung	 LI Lieferwagen, PW PW		Gleichgewichtsumlegung	
67	Gruppe Umlegung IV MSP Auswertung	 68 - 71			Umlegung IV MSP Auswertung
68	Attribut ändern	 Strecken - BEL_MSP_2019_LI			
69	Attribut ändern	 Strecken - BEL_MSP_2019_LW			
70	Attribut ändern	 Strecken - BEL_MSP_2019_LZ			
71	Attribut ändern	 Strecken - BEL_MSP_2019_PW			
72	Gruppe Umlegung ÖV MSP	 73 - 80			Umlegung ÖV MSP
73	Alle Filter initialisieren				
74	Skript ausführen				Setzen ÖV-Linienfilter auf Angebot Prognose
75	Init Umlegung			ÖV	
76	ÖV-Umlegung	 OeV OeV		Fahrplanfein	
77	Skript ausführen				Setzen ÖV-Linienfilter auf MSP
78	ÖV-betriebliche Kennzahlen				
79	Attribut ändern	 Strecken - BEL_OeVB			Anzahl Busse auf Strecken sichern
80	Attribut ändern	 Abbieger - BEL_OeVB			Anzahl Busse auf Abbiegern sichern
81	Gruppe Umlegung ÖV MSP Auswertung	 82 - 83			Umlegung ÖV MSP Auswertung
82	Attribut ändern	 Strecken - BEL_MSP_2019_OeV	В		
	Attribut ändern	Strecken - BEL_MSP_2019_OeV			

Abbildung 88: Verfahrensablauf für die MIV- und ÖV-Umlegung der MSP-Matrizen

Der Verfahrensablauf schliesst ab mit der Umlegungsberechnung für MIV und ÖV auf Basis der MSP-Matrizen (cf. Abbildung 88). Im Vergleich zu den Verfahrensschritten der DWV-Umlegungen wird in den Spitzenstundenmodellen im Vorfeld der Berechnung der ÖV-betrieblichen Kennzahlen noch ein ÖV-Linienfilter auf die betrachtete Zeitscheibe gesetzt.

6.2 DTV

Das DTV-Modell wird direkt aus dem DWV-Modell abgeleitet und ist ein reines Umlegungsmodell für die Nachfragesegmente PW, LI, LW, LZ und ÖV. Die Netzgrundlage bleibt gegenüber dem DWV-Modell unverändert, d.h. die Kapazitäten der Netzelemente werden im Gegensatz zu den Spitzenstundenmodellen nicht angepasst.

Die Netzbelastungen («DTV 24h») werden auf die vorhandenen DTV-Zählungen kalibriert. Dazu wird ein zweistufiges Verfahren angewendet:

- Bestimmung eines einheitlichen Umrechnungsfaktors für die Umlegungsmatrizen von DWV nach DTV mittels einer Auswertung der vorhandenen Zähldaten:
- Faktor 0.94 für PW
- Faktor 0.81 für PW
- Faktor 0.74 für LW
- Faktor 0.73 für LW

Die Umlegungsmatrizen werden anhand der o.g. Faktoren vom DWV auf den DTV umgerechnet und umgelegt.

- Anschliessend erfolgt die Kalibration der Umlegungsmatrizen auf die DTV-Querschnittzählungen anhand eines automatischen Kalibrationsverfahrens:
- Zunächst wurden die Zähldaten überprüft und unplausible Werte aufgrund von Asymmetrien, Inkonsistenzen zu den DWV-Werten oder Vorgänger-/Nachfolgerwerten ausgeschlossen.
- Anhand des Matrixkorrekturverfahrens "kleinste Quadrate" wurde die DTV-Umlegungsmatrix an die vorgegebenen DTV-Zählwerte angepasst. Das Verfahren ermittelt eine neue Matrix, die einerseits die Matrixstruktur weitestgehend beibehält und andererseits bei der Umlegung die Zählwerte innerhalb einer vorgegebenen Schwankungsbreite trifft.

Im DTV-Modell werden zusätzlich Modelle für den DTV Tag-/Nachtverkehr gebildet, indem die Matrizen über einen Faktor in die Zeitbereiche 06:00-22:00 und 22:00-06:00 Uhr aufgeteilt werden. Anschliessend wird für diese Modelle keine weitere Matrixkalibrierung vorgenommen. Damit soll gewährleistet werden, dass die Summe der Matrizen aus den beiden Modellen für den Tag-/Nachtverkehr der DTV-Matrix entspricht. Aufgrund dieser Konsistenzbedingung kann es insbesondere im DTV-Nachtverkehr zu grösseren Abweichungen zwischen Streckenbelastungen und Zählwerten kommen. Durch die simultane Umlegung der beiden Nachfragesegmente (Tag & Nacht) soll zudem erreicht werden, dass die Summe der Streckenbelastung aus Tag- und Nachtverkehr möglichst dem DTV-Wert 24h entspricht.

Matrizen DTV

	DTV
Nr.	Code
3	PW
4	ÖV
5	LI
6	LW
7	LZ
95	PW_Ist2019kali
96	ÖV_Ist2019kali
97	LI_Ist2019kali
98	LW_Ist2019kali
99	LZ_Ist2019kali
539	PW_Ist2019kali_DTV_24h
540	LI_Ist2019kali_DTV_24h
541	LW_lst2019kali_DTV_24h
542	LZ_Ist2019kali_DTV_24h
543	ÖV_lst2019kali_DTV_24h
544	PW_Ist2019kali_DTV_Tag
545	LI_Ist2019kali_DTV_Tag
546	LW_lst2019kali_DTV_Tag
547	LZ_Ist2019kali_DTV_Tag

Tabelle 25: Übersicht der notwendigen Matrizen für DTV-Modell

Für die Ableitung müssen die im DTV-Modell verwendeten Matrizen in das DWV-Modell eingelesen werden bzw. dort vorhanden sein. Eine Übersicht der für die Berechnung notwendige Matrizen findet sich in Tabelle 25.

Verfahrensablauf DTV

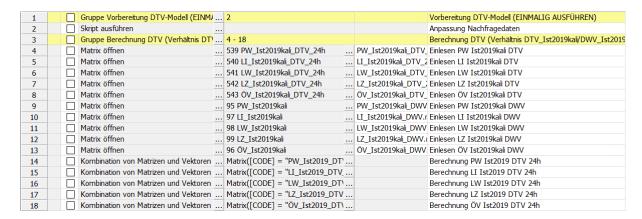


Abbildung 89: Verfahrensablauf für Umstellung DTV-Modell und Berechnung «DTV 24h»-Matrizen

Weiter muss der entsprechende Verfahrensablauf für die DTV-Berechnung in das DWV-Modell eingelesen werden (cf. Ausschnitt DTV-Verfahrensablauf in Abbildung 89). Nach dem Einlesen des Verfahrensablaufs müssen zunächst die in den Nachfragedaten hinterlegten Matrizen der Nachfrageseg-

mente für den DTV entsprechend angepasst. Die Umstellung erfolgt automatisiert über einen Verfahrensschritt zu Beginn des DTV-Verfahrensablaufs (cf. Verfahrensschritt «1» in Abbildung 89). Dieser muss nur einmalig ausgeführt werden. Für den DTV Tag-/Nachtverkehr sind die zusätzlich benötigten Nachfragesegmente bereits im DWV-Modell inklusive der Zuordnung der Umlegungsmatrizen angelegt.



Abbildung 90: Berechnung «DTV 24h»-Matrix für PW

Im Verfahrensablauf erfolgt danach die Berechnung der «DTV 24h»-Umlegungsmatrizen (cf. Abbildung 89). Die Berechnung erfolgt über die Multiplikation der DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Modellzustandes mit den kalibrierten DTV-Anteilen aus der Division von «DTV 24h»-Matrizen und DWV-Umlegungsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 90). Eine Ausnahme bilden Relationen, welche im DWV des kalibrierten Istzustandes 2019 keine oder nur eine sehr kleine Nachfrage aufweisen und für die damit keine kalibrierten DTV-Anteile berechnet wurden. Um für die Relationen bei vorliegender Nachfrage in einem betrachteten Modellzustand trotzdem DTV-Anteile berechnen zu können, werden die DTV-Anteile als Mittelwert näherungsweise aus der Division der Matrixsummen von «DTV 24h»-Matrizen und DWV-Umlegungsmatrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 gebildet.

40	Course Hederica IV DTV		20 25		Hede are TV DTV
19	Gruppe Umlegung IV DTV	•••	20 - 25		Umlegung IV DTV
20	Init Umlegung			IV	
21	Attribut ändern		Anbindungen - Gewicht(IV)		
22	Attribut ändern		Strecken - v0IV		
23	IV-Umlegung		LW Lastwagen, LZ Lastzug	 Sukzessivumlegung	
24	Attribut ändern		Strecken - v0IV		
25	IV-Umlegung		LI Lieferwagen, PW PW	 Gleichgewichtsumlegu	
26	Gruppe Umlegung IV DTV Auswertung		27 - 30		Umlegung IV DTV Auswertung
27	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_LI		
28	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_LW		
29	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_LZ		
30	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_PW		
31	Gruppe Umlegung ÖV DTV		32 - 38		Umlegung ÖV DTV
32	Alle Filter initialisieren				
33	Skript ausführen				Setzen ÖV-Linienfilter auf Angebot Prognose
34	Init Umlegung			ÖV	
35	ÖV-Umlegung		OeV OeV	 Fahrplanfein	
36	ÖV-betriebliche Kennzahlen				
37	Attribut ändern		Strecken - BEL_OeVB		Anzahl Busse auf Strecken sichern
38	Attribut ändern		Abbieger - BEL_OeVB		Anzahl Busse auf Abbiegern sichern
39	Gruppe Umlegung ÖV DTV Auswertung		40 - 41		Umlegung ÖV DTV Auswertung
40	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_OeVB		
41	Attribut ändern		Strecken - BEL_DTV_2019_OeV		

Abbildung 91: Verfahrensablauf für die MIV- und ÖV-Umlegung der «DTV 24h»-Matrizen

Der Verfahrensablauf führt im Anschluss die Umlegungsberechnung für MIV und ÖV auf Basis der DTV-Matrizen (cf. Abbildung 91).

42	Gruppe Berechnung DTV Tag und Nacht.	. 43 - 54		Berechnung DTV Tag und Nacht (Verhältnis DTV_Ist2019ka
43	Matrix öffnen .	. 544 PW_Ist2019kali_DTV_Tag	PW_Ist2019kali_DTV_	Einlesen PW Ist2019kali DTV Tag
44	Matrix öffnen .	. 545 LI_Ist2019kali_DTV_Tag	LI_Ist2019kali_DTV_1	Einlesen LI Ist2019kali DTV Tag
45	Matrix öffnen .	. 546 LW_Ist2019kali_DTV_Tag	LW_Ist2019kali_DTV_	Einlesen LW Ist2019kali DTV Tag
46	Matrix öffnen .	. 547 LZ_Ist2019kali_DTV_Tag	LZ_Ist2019kali_DTV_	Einlesen LZ Ist2019kali DTV Tag
47	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "PW_Ist2019_DT	١	
48	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LI_Ist2019_DTV	·	
49	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LW_Ist2019_DT	١	
50	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LZ_Ist2019_DTV	/	
51	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "PW_Ist2019_DT	١	
52	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LI_Ist2019_DTV		
53	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LW_Ist2019_DT	١	
54	Kombination von Matrizen und Vektoren .	. Matrix([CODE] = "LZ_Ist2019_DTV	/	

Abbildung 92: Verfahrensablauf für Berechnung «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Matrizen

Danach besteht im Verfahrensablauf die Möglichkeit die «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Matrizen der DTV Tag-/Nachtverkehre zu berechnen (cf. Abbildung 92). Die «DTV 24h»-Matrizen werden durch die Berechnung nicht beeinflusst.



Abbildung 93: Berechnung «DTV Tag»-Matrix für PW

Es erfolgt zunächst die Berechnung der «DTV Tag»-Matrizen über die Multiplikation der «DTV 24h»-Umlegungsmatrizen des betrachteten Modellzustandes mit den kalibrierten DTV Tag-Anteilen aus der Division von «DTV Tag»-Matrizen und «DTV 24h»-Matrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 (cf. Abbildung 93). Eine Ausnahme bilden Relationen, welche in den «DTV 24h»-Matrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 keine oder nur eine sehr kleine Nachfrage aufweisen und für die damit keine kalibrierten DTV Tag-Anteile berechnet wurden. Um für die Relationen bei vorliegender Nachfrage in einem betrachteten Modellzustand trotzdem DTV Tag-Anteile berechnen zu können, werden die DTV Tag-Anteile als Mittelwert näherungsweise aus der Division der Matrixsummen von «DTV Tag»-Matrizen und «DTV 24h»-Matrizen des kalibrierten Istzustandes 2019 gebildet.

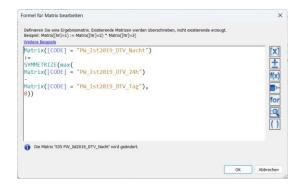


Abbildung 94: Berechnung «DTV Nacht»-Matrix für PW

Danach erfolgt die Berechnung der «DTV Nacht»-Matrizen als Differenz zwischen den «DTV 24h»-Matrizen und «DTV Tag»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes (cf. Abbildung 94). Damit soll aus Konsistenzgründen in jedem Fall sichergestellt werden, dass relational die Summe aus den «DTV Tag»-und «DTV Nacht»-Matrizen der jeweiligen «DTV 24h»-Matrix entspricht.

55	Gruppe Umlegung DTV Tag und Nacht	 56 - 61		Jmlegung DTV Tag und Nacht
56	Init Umlegung	 I	V	
57	Attribut ändern	 Anbindungen - Gewicht(IV)		
58	Attribut ändern	 Strecken - v0IV		
59	IV-Umlegung	 LW_Nacht LW_Nacht, LW_Tag LW S	Sukzessivumlegung	
60	Attribut ändern	 Strecken - v0IV		
61	IV-Umlegung	 LI_Nacht LI_Nacht, LI_Tag LI_Tag 0	Gleichgewichtsumlegu	
62	Gruppe Umlegung DTV Tag und Nacht A	 63 - 76	l	Jmlegung DTV Tag und Nacht Auswertung
63	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV0622_2019_PW		
64	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV0622_2019_LI		
65	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV0622_2019_LW		
66	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV0622_2019_LZ		
67	Skript ausführen		9	Setzen ÖV-Linienfilter auf Tag
68	ÖV-betriebliche Kennzahlen			
69	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV0622_2019_OeVB		
70	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV2206_2019_PW		
71	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV2206_2019_LI		
72	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV2206_2019_LW		
73	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV2206_2019_LZ		
74	Skript ausführen		9	Setzen ÖV-Linienfilter auf Nacht
75	ÖV-betriebliche Kennzahlen			
76	Attribut ändern	 Strecken - BEL_DTV2206_2019_OeVB		

Abbildung 95: Verfahrensablauf für die MIV-Umlegung der «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Matrizen

Der Verfahrensablauf führt im Anschluss die Umlegungsberechnung für MIV auf Basis der «DTV Tag»und «DTV Nacht»-Matrizen des betrachteten Modellzustandes durch (cf. Abbildung 95). Dabei werden
die «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Matrizen als einzelne Nachfragesegmente in einem Umlegungsverfahren auf das Netz mit Tageskapazitäten umgelegt.

Es ist im DTV-Modell speziell zu beachten, dass eventuell berechnete native VISUM-Attribute mit den Ergebnissen der «DTV 24h»-Umlegung für den MIV überschrieben werden und nur die zu Auswertungszwecken gesicherten Streckenbelastungen in den entsprechenden Strecken-BDAs erhalten bleiben.

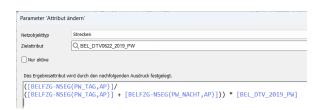


Abbildung 96: Berechnung des Strecken-BDA «BEL_DTV0622» (Tag) für PW

Beim Schreiben der Umlegungsbelastung in Strecken-BDAs zu Auswertungszwecken findet im DTV-Modell, im Gegensatz zum DWV- und Spitzenstundenmodell, kein einfacher Übertrag des Belastungswertes statt, sondern es werden die Belastungen der «DTV 24h»-Umlegung anhand der entsprechenden Anteile von «DTV Tag» und «DTV Nacht» aufgeteilt (cf. Abbildung 96). Die endgültigen «DTV Tag»-und «DTV Nacht»-Belastungen werden also erst in diesem Schritt ermittelt. Grund für diese Vorgehensweise ist aus Konsistenzgründen die Sicherstellung, dass die Summe der Streckenbelastung für «DTV Tag» und «DTV Nacht» dem «DTV 24h»-Wert entspricht.

Die nativen Belastungsattribute in VISUM (z.B. IV-Belastung (AP)) können demnach zur Auswertung NICHT verwendet werden, da die DTV Tag/-Nacht-Umlegung in Bezug auf die Belastung nur zur Ableitung die entsprechenden «DTV Tag»- und «DTV Nacht»-Anteile dient.

Prognosemodelle 2040

7.1 Gemeinsamer Teil Referenz/Strategie

7.1.1 Änderungen im Netzmodell (Massnahmen)

Das Masternetz enthält alle Massnahmen der Prognoseszenarien. Über verschiedene BDA können zwischen den Zuständen der einzelnen Szenarien geschalten werden. Die einzelnen Massnahmen der Referenz- und der Strategieprognose sind in dem techn. Bericht beschrieben.

7.1.2 Verfahren für Aktivierung Prognosenetze

Für das Nachfragemodell gibt es je eine Version für die Referenz- und die Strategieprognose.

Das Umlegungsmodell als Masternetzenthält einen Verfahrensparametersatz, in dem die entsprechenden Verfahrensparameter aktiviert werden müssen. Um die Massnahmen der Referenzprognose einzustellen muss die Gruppe «Referenzprognose Ref2040 einstellen aktiviert werden (cf. Abbildung 97).



Verfahrensparameter zur Aktivierung der Massnahmen der Referenzprognose Abbildung 97:

Eine entsprechende Gruppe gibt es auch für die Strategieprognose (cf. Abbildung 98).

35		Gruppe Strategieprognose Str2040 einstellen	 36 - 67	S	trategieprognose Str2040 einstellen	12.10.2023 11:07:15
36		Attribut ändern	 Strecken - TypNr	S	TR2040_TYP	12.10.2023 11:07:15
37		Attribut ändern	 Strecken - VSysSet	S	TR2040_VSYSSET	12.10.2023 11:07:15
38		Attribut ändern	 Strecken - AnzFahrstreifen	S	TR2040_ANZFAHRSTREIFEN	12.10.2023 11:07:17
39		Attribut ändern	 Strecken - KapIV	S	TR2040_KAPIV	12.10.2023 11:07:18
40		Attribut ändern	 Strecken - v0_PW	S	TR2040_V0IV; Geändert auf BDA v0_PW	12.10.2023 11:07:18
41		Attribut ändern	 Strecken - v0IV	S	etzen von v0IV	
42		Attribut ändern	 Strecken - VELOSTREIF	S	TR2040_VELOSTREIF	12.10.2023 11:07:18
43		Attribut ändern	 Strecken - VELOWEG	S	TR2040_VELOWEG	12.10.2023 11:07:19
44		Attribut ändern	 Strecken - BahnuebergZuschlag	S	TR2040_BAHNUEBERGZUSCHLAG	12.10.2023 11:07:19
45	_	Attribut ändern	Strecken - STEIGUNG_GESAMT	S	TR2040_STEIGUNG_GESAMT	12.10.2023 11:07:19
46	_	Attribut ändern	Strecken - OBERTYP_NEU		TR2040_OBERTYP_NEU	12.10.2023 11:07:20
47	_	Attribut ändern	Strecken - V-Regime	S	TR2040_V-REGIME	12.10.2023 11:07:20
48	_	Attribut ändern	Abbieger - VSysSet		TR2040_VSYSSET	12.10.2023 11:07:20
49	_	Attribut ändern	Abbieger - KapIV		TR2040_KAPIV	12.10.2023 11:07:27
50	_	Attribut ändern	Abbieger - t0IV		TR2040_T0IV	12.10.2023 11:07:28
51	_	Attribut ändern	Abbieger - TypNr		TR2040_ABBIEGETYPEN, Geändert von BDA Abbiegetyp	
52	_	Attribut ändern	Knoten - TypNr		TR2040_TYP	12.10.2023 11:07:29
53	_	Attribut ändern	Anbindungen - GEWICHT_MIV		TR2040_GEWICHTMIV	12.10.2023 11:07:29
54	_	Attribut ändern	Anbindungen - GEWICHT_VELO		TR2040_GEWICHTVELO	12.10.2023 11:07:29
55	_	Attribut ändern	Anbindungen - Gewicht(ÖV)		TR2040_GEWICHTOEV	12.10.2023 11:07:29
56	_	Attribut ändern	Anbindungen - VSysSet		TR2040_VSYSSET	
57	_	Attribut ändern	Anbindungen - t0-VSys(Fuss)		TR2040_T0FUSS	
58	_	Attribut ändern	Strecken - ERGAENZEND		TR2040_ERGAENZEND & STR2040_VELOHIGHCLASS; C	
59	_	Attribut ändern	Strecken - EMPFOHLEN		TR2040_EMPFOHLEN & STR2040_VELOHIGHCLASS; Ve	
60		Attribut ändern	Strecken - EMPFOHLEN		orrektur, wenn t0 Velo > 20 km/h	12.10.2023 11:07:31
61	_	Attribut ändern	Strecken - ERGAENZEND		orrektur, wenn Empfohlen & Ergänzend	12.10.2023 11:07:31
62	_	Attribut ändern	Netz - VELO_BASIS_V0		TR2040_VELO_BASIS_V0	
63	_	Attribut ändern	Netz - VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS		TR2040_VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS	
64	_	Attribut ändern	Netz - VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG		TR2040_VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_REDUKTION	
65	_	Attribut ändern	 Netz - Netz-Zustand	I	nformation über Netzzustand	12.10.2023 11:07:32
66	_	Alle Filter initialisieren			No. of the second secon	12.10.2023 11:07:32
67		Skript ausführen		S	etzen ÖV-Linlenfilter auf Angebot Str2040	12.10.2023 11:07:32

Abbildung 98: Verfahrensparameter zur Aktivierung der Massnahmen der Strategieprognose

Beide Gruppen unterscheiden sich nur im Setzen der massgeblichen Attribute aus unterschiedlichen BDA.

7.2 Anpassungen des Verkehrsverhaltens Referenzprognose

Für die Verkehrsnachfrageveränderungen der Referenzprognose 2040 auf der Basis von sozio-demographischen und siedlungsstrukturellen Entwicklungen (angebotsunabhängige Nachfrageveränderungen) sind die spezifischen Mobilitätsraten (Wege pro Person und Tag) und das damit abgebildete Mobilitätsverhalten neben den Strukturdaten wichtige Eingangsgrössen. Für die Referenzprognose 2040 wird von einer eher zurückhaltenden Veränderung des Mobilitätsverhaltens im Vergleich zum Istzustand 2019 ausgegangen. Grundsätzlich werden allerdings Entwicklungen zu leicht vermehrter Homeoffice- und Onlinehandel-Nutzung und einem gleichzeitigen leichten Wachstum der Freizeitwege berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund wurden folgende Veränderungen der Mobilitätsraten auf Grundlage der Schweizerischen Verkehrsperspektiven des Bundes mit dem Szenario «Weiter-Wie-Bisher» (WWB) und in Absprache mit dem Kanton Zürich festgelegt:

Arbeitswege: ca. -4%

(Reduktion um 10% der HO-geeigneten Beschäftigten, die im Durchschnitt über alle Zonen

bei 40% liegen)

(Bund mit WWB: 25% der HO-geeigneten Beschäftigten)

Nutzfahrten: -6% (Bund mit WWB: -6%)

Freizeitwege: +7% (Bund mit WWB: +10%)

Einkaufswege: -5% (Bund mit WWB: -12%)

Die Summe der Wege aus allen Mobilitätsraten (alle Wege pro Person und Tag) bleibt zwischen dem Istzustand und der Referenzprognose unverändert.

Die veränderten Mobilitätsraten in der Referenzprognose 2040 wurden direkt in die entsprechenden Bezirksattribute (Mobilitäts-, Quell- und Zielaufkommensraten) im Nachfragemodell eingepflegt.

Für die fahrtzweckfeinen PW-Besetzungsgrade wird zwischen dem Istzustand und der Referenzprognose keine Veränderung berücksichtigt. Eine vermehrte Nutzung von Sharing/Pooling-Angeboten wird aufgrund unklarer bzw. gegenläufiger Tendenzen in der Referenzenprognose 2040 nicht angenommen. Implizit erhöht sich der mittlerer PW-Besetzungsgrad über alle Fahrtzwecke auf Grund von veränderter Fahrzweckanteile durch die angepassten Mobilitätsraten um +1.1%.

Hinsichtlich der Parkplatzkosten werden in der Referenzprognose 2040 generell keine Veränderungen berücksichtigt. Dies gilt grundsätzlich auch für Entwicklungsgebiete sowie städtische Gebiete, wobei neue Entwicklungsgebiete mit zu erwartender hoher Siedlungsdichte in der Referenzprognose 2040 wie städtische Gebiete behandelt werden. Die Umstellung erfolgt über das Bezirks-BDA «PRO2040_PP-KORR-RTYP».

Die Parkplatzknappheit wird in konkreten Entwicklungsgebieten spezifisch und in städtischen Gebieten allgemein entlang der Velovorzugsrouten (VVR) erhöht, indem die Siedlungsdichte zur Berechnung der Parkplatzknappheit künstlich in Abhängigkeit der Zonengrösse erhöht wird. Die Erhöhung erfolgt über das Bezirks-BDA «PRO2040_PP-KORR_DICHTE». Implizit ergibt sich zudem eine leichte Erhöhung in Gebieten mit gestiegener Siedlungsdichte, wobei hier das BDA «Siedlungsdichte» im Nachfragemodell den Effekt direkt beinhaltet.

Die Entwicklung der Energiepreise (Strom, Kraftstoffe) wird für die Referenzprognose 2040 als unsicher angenommen. Daher wird keine Änderung im Kostenverhältnis MIV/ÖV berücksichtigt und die fixe bzw. variablen PW- sowie ÖV-Kosten als gleichbleibend betrachtet.

Die PW-Verfügbarkeit wird zwischen dem Istzustand 2019 und der Referenzprognose 2040 als gleichbleibend angenommen. Dies entspricht den Annahmen des Bundes im Szenario WBB der Schweizerischen Verkehrsperspektiven. Implizit reduziert sich die PW-Verfügbarkeit leicht durch eine veränderten Bevölkerungsstruktur um -0.4%.

Hinsichtlich des ÖV-Abonnement-Besitzes wird aufgrund der höheren ÖV-Affinität des Kantons Zürich im Vergleich mit der restlichen Schweiz eine stärkere Erhöhung als im Szenario WBB der Schweizerischen Verkehrsperspektiven angenommen. Der absolute Generalabonnement-Besitz (GA) erhöht sich für die Referenzprognose 2040 um +10% (Bund: +5%), der Halbtax-Abonnements-Besitz um +5% (Bund: +/-0%) und der Verbundabonnement-Besitz ebenfalls um +5% (Bund: +/-0%). Die Anpassung erfolgt in den Bezirks-BDAs «SG_GA», «SG_HTA» und «SG_VA» im Nachfragemodell. Zu beachten ist dabei, dass sich der veränderte ÖV-Abonnement-Besitz im Nachfragemodell nur direkt auf die Verkehrsmittelwahl, nicht aber auf die ÖV-Kosten auswirkt.

Die Anteile der PW-Verfügbarkeit und des ÖV-Abonnement-Besitzes werden dabei nicht direkt aus Prognosestrukturdaten entnommen, sondern aus den Strukturdaten des Istzustands hochgerechnet und auf die Prognosestrukturdaten übertragen.

Für die Flughafenverkehr wird in der Referenzprognose 2040 gemäss der Prognose des Flughafens Zürich eine Zunahme der Lokalpassagiere um +44% angenommen, d.h. eine Veränderung von 22.2 Mio. (2019) auf rund 32 Mio. (2040) Lokalpassagiere. Die Anpassung erfolgt im Bezirksattribut «AnzPersonen (200_FP)» im Nachfragemodell.

Hinsichtlich der ÖV-Angebotskenngrössen wird für die Umsteigezeiten der Referenzprognose 2040 jeweils das Minimum aus Referenzprognose 2040 und Istzustand 2019 (Verfahrensschritt 64 «ÖV: Beförderungszeitmatrix mit Umsteigewartezeit Ana19 korrigieren» in den Prognosenachfragemodellen der Abgabeversionen V22-00) verwendet. Somit wird als Annahme eine unplausible Verschlechterung der Umsteigezeiten aus fehlender Koordination vermieden.

7.3 Anpassungen des Verkehrsverhaltens Strategieprognose

Für die Verkehrsnachfrageveränderungen der Strategieprognose 2040 auf der Basis von sozio-demographischen und siedlungsstrukturellen Entwicklungen (angebotsunabhängige Nachfrageveränderungen) sind die spezifischen Mobilitätsraten (Wege pro Person und Tag) und das damit abgebildete Mobilitätsverhalten neben den Strukturdaten wichtige Eingangsgrössen. Für die Strategieprognose 2040 wird im Vergleich zum Istzustand 2019 von einer angestrebten Entwicklung des Mobilitätsverhaltens nach Handlungsprogramm zur «Digitalisierung und Nachhaltigkeit der Mobilität im Kanton Zürich» (Di-NaMo) ausgegangen. Grundsätzlich beinhaltet dies im Vergleich zur Referenzprognose eine Entwicklung zu moderat vermehrter Homeoffice- und Onlinehandel-Nutzung und gleichzeitig einem moderaten Wachstum der Freizeitwege bei einer tendenziell abnehmenden Mobilität. Vor diesem Hintergrund wurden folgende Veränderungen der Mobilitätsraten auf Grundlage der Schweizerischen Verkehrsperspektiven des Bundes mit dem «Basisszenario» (BA) und in Absprache mit dem Kanton Zürich festgelegt:

Arbeitswege: ca. -8%

(Reduktion um 20% der HO-geeigneten Beschäftigten, die im Durchschnitt über alle Zonen

bei 40% liegen)

(Bund mit BA «Basisszenario»: 50% der HO-geeigneten Beschäftigten)

Nutzfahrten: -8% (Bund mit BA: -8%)

Freizeitwege: +10% (Bund mit BA: +13%)

Einkaufswege: -7% (Bund mit BA: -13%)

Die Summe der Wege aus allen Mobilitätsraten (alle Wege pro Person und Tag) sinkt zwischen dem Istzustand und der Strategieprognose um -0.7%.

Die veränderten Mobilitätsraten in der Strategieprognose 2040 wurden direkt in die entsprechenden Bezirksattribute (Mobilitäts-, Quell- und Zielaufkommensraten) im Nachfragemodell eingepflegt.

Für die fahrtzweckfeinen PW-Besetzungsgrade wird zwischen dem Istzustand und der Strategieprognose keine Veränderung berücksichtigt. Eine vermehrte Nutzung von Sharing/Pooling-Angeboten wird

wie in der Referenzprognose 2040 grundsätzlich nicht angenommen. Implizit erhöht sich der mittlerer PW-Besetzungsgrad über alle Fahrtzwecke auf Grund von veränderter Fahrzweckanteile durch die angepassten Mobilitätsraten leicht höher als die Referenzprognose um +1.17%.

Hinsichtlich der Parkplatzkosten wird in der Strategieprognose 2040 gegenüber dem Istzustand eine Erhöhung um +20% angenommen. Dies gilt insgesamt im Modellperimeter und demnach sowohl für Entwicklungsgebiete sowie städtische Gebiete. Die Anpassung erfolgt in den Parametern der Formel des Bezirks-BDA «PP_KOSTEN» im Nachfragemodell. Neue Entwicklungsgebiete mit zu erwartender hoher Siedlungsdichte werden wie in der Referenzprognose 2040 wie städtische Gebiete behandelt (Bezirks-BDA «PRO2040_PP-KORR-RTYP» bleibt unverändert).

Die erhöhte Parkplatzknappheit in Entwicklungsgebieten und in städtischen Gebieten entlang der Velovorzugsrouten (VVR) in der Referenzprognose 2040 wird als Ausgangsbasis für die Strategieprognose 2040 übernommen (Bezirks-BDA «PRO2040_PP-KORR_DICHTE» bleibt unverändert). Implizit ergibt sich zudem die Erhöhung in Gebieten mit zusätzlich gestiegener Siedlungsdichte, wobei hier das BDA «Siedlungsdichte» im Nachfragemodell den Effekt direkt beinhaltet. Zudem wird die Parkplatzknappheit allgemein im Modellperimeter in der Strategieprognose 2040 um +20% erhöht. Dies erfolgt vor dem Hintergrund strengerer Vorgaben entsprechend der kantonalen Wegleitung zur Regelung des Parkplatzbedarfs in kommunalen Erlassen. Die Anpassung erfolgt in den Parametern der Formel im Bezirks-BDA «PP_SUCHZEIT» im Nachfragemodell.

Die Entwicklung der Energiepreise (Strom, Kraftstoffe) wird für die Strategieprognose 2040 als unsicher angenommen. Aufgrund der Annahmen im Basisszenario BA der Schweizerischen Verkehrsperspektiven des Bundes wird eine Erhöhung der variablen PW-Kosten um +6% angenommen. Dies erfolgt im BDA «PW_VARKO» des Nachfragemodells. Die fixe bzw. variablen ÖV-Kosten werden als gleichbleibend betrachtet.

Die PW-Verfügbarkeit wird zwischen dem Istzustand 2019 und der Strategieprognose 2040 aufgrund zunehmender Verstädterung als leicht sinkend um -6% angenommen. Dies entspricht den Annahmen des Bundes im Basisszenario BA der Schweizerischen Verkehrsperspektiven. Die Anpassung erfolgt im Bezirks-BDA «SG_PW» im Nachfragemodell.

Hinsichtlich des ÖV-Abonnement-Besitzes wird aufgrund der höheren ÖV-Affinität des Kantons Zürich im Vergleich mit der restlichen Schweiz eine stärkere Erhöhung als im Szenario BA der Schweizerischen Verkehrsperspektiven angenommen. Der absolute Generalabonnement-Besitz (GA) erhöht sich für die Strategieprognose 2040 um +20% (Bund: +7%), der Halbtax-Abonnements-Besitz um +10% (Bund: +6%) und der Verbundabonnement-Besitz ebenfalls um +15% (Bund: +7%). Die Anpassung erfolgt in den Bezirks-BDAs «SG_GA», «SG_HTA» und «SG_VA» im Nachfragemodell. Zu beachten ist dabei, dass sich der veränderte ÖV-Abonnement-Besitz im Nachfragemodell nur direkt auf die Verkehrsmittelwahl, nicht aber auf die ÖV-Kosten auswirkt.

Für die Flughafenverkehr wird in der Strategieprognose 2040 wie in der Referenzprognose gemäss der Prognose des Flughafens Zürich eine Zunahme der Lokalpassagiere um +44% angenommen, d.h. eine

Veränderung von 22.2 Mio. (2019) auf rund 32 Mio. (2040) Lokalpassagiere. Die Anpassung erfolgt im Bezirksattribut «AnzPersonen (200_FP)» im Nachfragemodell.

Hinsichtlich der ÖV-Angebotskenngrössen wird für die Umsteigezeiten der Strategieprognose 2040 jeweils das Minimum aus Strategieprognose 2040 und Istzustand 2019 (Verfahrensschritt 64 «ÖV: Beförderungszeitmatrix mit Umsteigewartezeit Ana19 korrigieren» in den Prognosenachfragemodellen der Abgabeversionen V22-00) verwendet. Somit wird als Annahme eine unplausible Verschlechterung der Umsteigezeiten aus fehlender Koordination vermieden.

7.4 Verfahrensablauf Prognosemodelle

7.4.1 Nachfragemodell

Der Verfahrensablauf des Nachfragemodells der Prognosemodelle entspricht im Wesentlichen dem der Nachfragemodelle und wird deshalb hier nicht weiter betrachtet – cf. Abschnitt 5.4.1. Im Verfahrensschritt «EVA-Verteilung/Moduswahl» ist für die Prognosemodelle die Projektart von Analyse auf Prognose umgestellt.

7.4.2 Umlegungsmodell

Der Verfahrensablauf im Umlegungsmodell ist so gestaltet, dass er sowohl für den Istzustand 2019 als auch für die beiden Prognoseszenarien alle notwendigen Verfahrensschritte beinhaltet. Zur Abarbeitung müssen dann nur die entsprechenden Verfahrensparameter aktiviert werden (cf. Abbildung 99).



Abbildung 99: Verfahrensparametersatz des Umlegungsmodells

Netzzustand einstellen

In einem ersten Block werden die Parameter für den Netzzustand eingestellt. Entsprechend der in Kapitel 5.4.2.1 erläuterten Einstellung des Istzustandes 2019 können auch die Referenzprognose 2040 sowie Strategieprognose 2040 als Netzzustand ausgewählt werden.

Anzahl: 23	5 usführur Aktiv	Verfahren	Bezugsobjekt(e)	Variante/Datei	eldung	Kommentar
1		Gruppe NETZZUSTAND EINSTELLEN				NETZZUSTAND EINSTELLEN
2		Gruppe Referenzprognose Ref2040 einsteller .	3 - 34			Referenzprognose Ref2040 einstellen
3		Attribut ändern .	Strecken - TypNr			REF2040_TYP
4		Attribut ändern	Strecken - VSysSet			REF2040_VSYSSET
5		Attribut ändern	Strecken - AnzFahrstreifen			REF2040_ANZFAHRSTREIFEN
6		Attribut ändern	Strecken - KapIV			REF2040_KAPIV
7		Attribut ändern	Strecken - v0_PW			REF2040_V0IV; Geändert auf BDA v0_PW
8		Attribut ändern	Strecken - v0IV			Setzen von v0IV
9		Attribut ändern	Strecken - VELOSTREIF			REF2040_VELOSTREIF
10		Attribut ändern .	Strecken - VELOWEG			REF2040_VELOWEG
11		Attribut ändern	Strecken - BahnuebergZuschlag			REF2040_BAHNUEBERGZUSCHLAG
12		Attribut ändern	Strecken - STEIGUNG_GESAMT			REF2040_STEIGUNG_GESAMT
13		Attribut ändern	Strecken - OBERTYP_NEU			REF2040_OBERTYP_NEU
14		Attribut ändern	Strecken - V-Regime			REF2040_V-REGIME
15		Attribut ändern	Abbieger - VSysSet			REF2040_VSYSSET
16		Attribut ändern	Abbieger - KapIV			REF2040_KAPIV
17		Attribut ändern	Abbieger - t0IV			REF2040_T0IV
18		Attribut ändern	Abbieger - TypNr			REF2040_ABBIEGETYPEN, Geändert von BDA Abbiegetypen
19		Attribut ändern	Knoten - TypNr			REF2040_TYP
20		Attribut ändern .	Anbindungen - GEWICHT_MIV			REF2040_GEWICHTMIV
21		Attribut ändern	Anbindungen - GEWICHT_VELO			REF2040_GEWICHTVELO
22		Attribut ändern .	Anbindungen - Gewicht(ÖV)			REF2040_GEWICHTOEV
23		Attribut ändern .	Anbindungen - VSysSet			REF2040_VSYSSET
24		Attribut ändern .	Anbindungen - t0-VSys(Fuss)			REF2040_T0FUSS
25		Attribut ändern	Strecken - ERGAENZEND			REF2040_ERGAENZEND & REF2040_VELOHIGHCLASS; Cityring Winterthur
26		Attribut ändern	Strecken - EMPFOHLEN			REF2040_EMPFOHLEN & REF2040_VELOHIGHCLASS; Veloschnellroute Winterthur
27		Attribut ändern	Strecken - EMPFOHLEN			Korrektur, wenn t0 Velo > 20 km/h
28		Attribut ändern	Strecken - ERGAENZEND			Korrektur, wenn Empfohlen & Ergänzend
29		Attribut ändern	Netz - VELO_BASIS_V0			REF2040_VELO_BASIS_V0
30		Attribut ändern	Netz - VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS	5		REF2040_VELO_BASIS_V0_AUSSERORTS
31		Attribut ändern	Netz - VELO_WIDERSTAND_STEIGUN	(REF2040_VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_REDUKTION
32		Attribut ändern .	Netz - Netz-Zustand			Information über Netzzustand
33		Alle Filter initialisieren				
34		Skript ausführen				Setzen ÖV-Linienfilter auf Angebot Ref2040
35		Gruppe Strategieprognose Str2040 einstellen	36 - 67			Strategieprognose Str2040 einstellen
68		Gruppe Analyse Ist2019 einstellen	69 - 98			Analyse Ist2019 einstellen

Abbildung 100: Verfahrensschritte zur Einstellung des Netzzustands der Referenzprognose 2040

Abbildung 100 zeigt beispielhaft die Verfahrensschritte für die Einstellung des Netzzustandes für die Referenzprognose 2040. Die Verfahrensschritte zur Einstellung der Strategieprognose sind grundsätzlich identisch und unterscheiden sich nur durch den Zugriff auf die differenzierten BDAs der Modellzustandes. Die Einstellung eines jeweiligen Netzzustandes überschreibt dabei in den Abgabeversionen (V22-00) alle Einstellungen eines zuvor eingestellten Netzzustandes.

Berechnung Prognose

166	Gruppe BERECHNUNG Ref2040		BERECHNUNG Ref2040
167	Gruppe Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen	168 - 172	Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen
173	Gruppe Initial: KGM speichern	174 - 178	Initial: KGM speichern
179	Gruppe Nachfragematrizen einlesen	180 - 183	Nachfragematrizen einlesen
184	Gruppe PW: Hochrechnung Nachfrage	185 - 190	PW: Hochrechnung Nachfrage
191	☑ Gruppe ÖV: Hochrechnung Nachfrage	192 - 197	ÖV: Hochrechnung Nachfrage
198	☑ Gruppe Nachfragematrizen bearbeiten	199 - 200	Nachfragematrizen bearbeiten
201	Gruppe Umlegung IV	202 - 210	Umlegung IV
211	Gruppe Umlegung IV Auswertung	212 - 215	Umlegung IV Auswertung
216	Gruppe Umlegung Velo	217 - 221	Umlegung Velo
222	☑ Gruppe Umlegung Velo Auswertung	223	Umlegung Velo Auswertung
224	☑ Gruppe Umlegung ÖV	225 - 229	Umlegung ÖV
230	☑ Gruppe Umlegung ÖV Auswertung	231 - 232	Umlegung ÖV Auswertung

Abbildung 101: Verfahrensschritte Berechnung Referenzprognose 2040

Die Berechnung der Referenzprognose 2040 wird in der Verfahrensgruppen in Abbildung 101 durchgeführt. Für die Berechnung der Strategieprognose 2040 sind äquivalente Verfahrensgruppen (Nr.-Bereich: 100-165) angelegt. Im Folgenden wird deshalb beispielhaft der Verfahrensablauf der Referenzprognose 2040 genauer erläutert.

166	Gruppe BERECHNUNG Ref2040			BERECHNUNG Ref2040
167	Gruppe Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen	168 - 172		Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen
168	Matrix öffnen	201 DIS (Velo Velo)	Velo_2019.DIS	
169	Matrix öffnen	202 IMP (Velo Velo)	Velo_2019.IMP	
170	Matrix öffnen	301 DIS (PW PW)	PW_2019.DIS	
171	Matrix öffnen	302 TTC (PW PW)	PW_2019.TTC	
172	Matrix öffnen	303 IMP (PW PW)	PW_2019.IMP	
173	Gruppe Initial: KGM speichern	174 - 178		Initial: KGM speichern
174	Matrix speichern	201 DIS (Velo Velo)	Velo_2040Ref.DIS	
175	Matrix speichern	202 IMP (Velo Velo)	Velo_2040Ref.IMP	
176	Matrix speichern	301 DIS (PW PW)	PW_2040Ref.DIS	
177	Matrix speichern	302 TTC (PW PW)	PW_2040Ref.TTC	
178		303 IMP (PW PW)	PW_2040Ref.IMP	
		100 100		AL 16 11 11

Abbildung 102: Verfahrensschritte Initiale KGM Velo und PW Ref2040

In den ersten beiden Gruppen dieses Teils der Verfahrensparameter werden die aktuellen Kenngrössenmatrizen (KGM) 2019 für Velo und PW eingelesen sowie die Initialen KGM 2040 gespeichert (cf. Abbildung 102). Wenn beide Gruppen aktiv sind, werden die Kenngrössenmatrizen 2019 als initiale KGM für die Referenzprognose 2040 genutzt.

179	Gruppe Nachfragematrizen einlesen	180 - 183	Nachfragematrizen einlesen
180	Matrix öffnen	11 Fuss EVA_Ref2040 01_Fuss_EVA_2040R	
181	Matrix öffnen	12 Velo EVA_Ref2040 02_Velo_EVA_2040R	
182	Matrix öffnen	13 PW EVA_Ref2040 03_PW_EVA_2040Re	
183	Matrix öffnen	14 ÖV EVA_Ref2040 04_ÖV_EVA_2040Ref	
184	✓ Gruppe PW: Hochrechnung Nachfrage	185 - 190	PW: Hochrechnung Nachfrage
185		Matrix([NAME] = "PW_Schalter"):=	PW: Prognose Schalter
186		Matrix([NAME] = "PW_Ref2040_Ab	PW: Prognose absolut
187		Matrix([NAME] = "PW_Ref2040_Re	PW: Prognose relativ
188		Matrix([NAME] = "PW_Schalter"):=	PW: Prognose Schalter Nachkorrektur
189		Matrix([NAME] = "PW"):= IF(Matrix	PW: Erstellung Umlegungsmatrix
190		Matrix([CODE] = "PW") := SYMME"	PW: Symmetrisieren und addieren Zusatznachfrage für Kenngrössenkorrektur
191	✓ Gruppe ÖV: Hochrechnung Nachfrage	192 - 197	ÖV: Hochrechnung Nachfrage
192	Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([NAME] = "ÖV_Schalter"):=!	ÖV: Prognose Schalter
193		Matrix([NAME] = "ÖV_Ref2040_Ab	ÖV: Prognose absolut
194		Matrix([NAME] = "ÖV_Ref2040_Rei	ÖV: Prognose relativ
195		Matrix([NAME] = "ÖV_Schalter"):=	ÖV: Prognose Schalter Nachkorrektur
196		Matrix([NAME] = "ÖV"):= IF(Matrix	ÖV: Erstellung Umlegungsmatrix
197		Matrix([CODE] = "ÖV") := SYMME1	ÖV: Symmetrisieren
198	☑ Gruppe Nachfragematrizen bearbeiten	199 - 200	Nachfragematrizen bearbeiten
199		Matrix([CODE] = "Fuss") := SYMME	Fuss: Hochrechnen & symmetrisieren
200	X Kombination von Matrizen und Vektoren	Matrix([CODE] = "Velo") := SYMME	Velo: Hochrechnen & symmetrisieren

Abbildung 103: Verfahrensschritte zur Bearbeitung der Nachfragematrizen Ref2040

In den folgenden Gruppen erfolgt die Hochrechnung der EVA-Matrizen auf die Umlegungsmatrizen (cf. Abbildung 103), äquivalent zur Vorgehensweise für den Istzustand 2019 (cf. Kapitel 5.4.2.3).



Abbildung 104: Verfahrensschritte zur Umlegung der einzelnen Modi Ref2040

In den drauffolgenden Verfahrensgruppen (cf. Abbildung 104) wird die Nachfrage für PW, Velo sowie den ÖV umgelegt und die Ergebnisse zur Auswertungszwecken in entsprechend angelegte Strecken-BDAs geschrieben. Die Vorgehensweise ist dabei äquivalent zu der im Istzustand 2019 (cf. Kapitel 5.4.2.4, 5.4.2.5 und 5.4.2.6). Ebenso erfolgt in diesen Verfahrensgruppen die Berechnung der Kenngrössenmatrizen, die im Rahmen der Rückkopplung mit dem Nachfragemodell benötigt werden.

7.5 Abgeleitete Prognosemodelle

7.5.1 Spitzenstundenmodelle (Prognosen)

Die Modelle der Morgenspitzenstunde (MSP) und Abendspitzenstunde (ASP) werden für die Referenzund Strategieprognose 2040 direkt aus dem jeweiligen DWV-Prognosemodell abgeleitet. Sie sind wie im Istzustand 2019 reine Umlegungsmodelle für die Nachfragesegmente PW, LI, LW, LZ und ÖV.

Die Vorgehensweise bei der Ableitung der Modelle sowie bei der anschliessenden Berechnung und Umlegung der Nachfrage entspricht für die Referenz- und Strategieprognose 2040 der des Istzustandes, welche in Kapitel 6.1 beschrieben wird.

Die in Tabelle 24 dargestellte Übersicht der benötigten Matrizen für die Berechnungen gilt auch für die Spitzenstundenmodelle der Referenz- und Strategieprognose 2040. Es ist nur zu beachten, dass für die Matrizen im Nummernbereich 3-7 die entsprechenden DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Prognosezustandes eingelesen werden.

7.5.2 DTV (Prognosen)

Die DTV-Modelle der Referenz- und Strategieprognose 2040 werden direkt aus dem jeweiligen DWV-Prognosemodell abgeleitet. Sie sind wie im Istzustand 2019 reine Umlegungsmodelle für die Nachfragesegmente PW, LI, LW, LZ und ÖV. Die Netzgrundlage bleibt wie im Istzustand 2019 gegenüber dem jeweiligen DWV-Prognosemodell unverändert.

Die Vorgehensweise bei der Ableitung der Modelle sowie bei der anschliessenden Berechnung und Umlegung der Nachfrage entspricht für die Referenz- und Strategieprognose 2040 der des Istzustandes, welche in Kapitel 6.2 beschrieben wird.

Die in Tabelle 25 dargestellte Übersicht der benötigten Matrizen für die Berechnungen gilt auch für die DTV-Modelle der Referenz- und Strategieprognose 2040. Es ist nur zu beachten, dass für die Matrizen im Nummernbereich 3-7 die entsprechenden DWV-Umlegungsmatrizen des betrachteten Prognosezustandes eingelesen werden.

8 Auswertungsverfahren

8.1 Allgemeines

Die automatisierten Standardauswertungen folgen den Vorgaben des Amtes für Mobilität. Das Auswertetool ist Excel basiert und ist sowohl für die Berechnung der Nachfrage als auch für die Auswertung der Umlegung konzipiert. Derzeit ist nur eine Auswertung möglich. Das Excel-Tool wird daher gegenwärtig als Postprozess nach der Umlegung angewandt.

Zur Auswertung werden verschiedene Layouts, Filter und Verfahrensparameter angesprochen. Deshalb ist es notwendig, einen Projektpfad zu definieren, in dem die Ablageorte der Dateien definiert werden.

8.2 Aufbereitung der Umlegungsversion

Zur Auswertung sind einige Vorbereitungen der Version notwendig. Diese sind in der übergebenen Version schon entsprechend integriert und werden hier noch einmal **nachrichtlich** erwähnt.

8.2.1 Matrizen

Die Nummerierung der Matrizen ist fest vorgegeben. Diese sollten auch nicht verändert werden, da es ansonsten zu Seiteneffekten kommen kann und die Auswertung abgebrochen wird. Insbesondere in Verfahrensparametern ist teilweise in VISUM ein direkter Bezug auf Matrixnummern notwendig. Somit genügt es nicht, Matrixnummern im Auswertetool anzupassen.

Die verwendeten Nachfragematrizen entsprechen folgender Nummerierung:

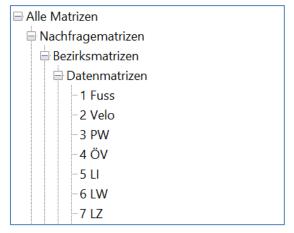


Abbildung 105: Nachfragematrizen des Auswertetools

Die Oberbezirksmatrizen entsprechen folgender Nummerierung:



Abbildung 106: Oberbezirksmatrizen des Auswertetools

8.2.2 Gebiete und Oberbezirke

Die Gebiete und Oberbezirke sind identisch. Die Oberbezirke werden für eine Auswertung auf Matrixebene benötigt. Die Gebiete für Auswertungen der Fahrleistungen. Die Daten werden als Shape-Datei zur Verfügung gestellt und müssen als Oberbezirke sowie als Gebiete eingelesen werden.



Abbildung 107: Oberbezirke und Gebiete des Auswertetools

8.2.3 Benutzerdefinierte Attribute

Zur Auswertung werden eine ganze Reihe benutzerdefinierter Attribute (BDA) genutzt. Diese sind in der Umlegungsversion bereits angelegt, können aber bei Bedarf aus der Datei UDA_Tool.net additiv eingelesen werden.

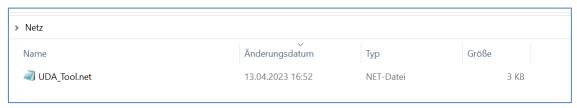


Abbildung 108: Datei der BDA für das Auswertetool

Diese Attribute werden an den Objekten

Oberbezirken,

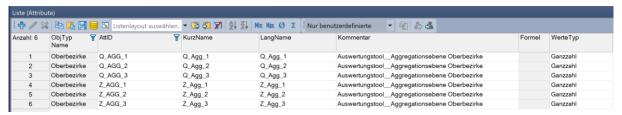


Abbildung 109: BDA der Oberbezirke des Auswertetools

Bezirken,

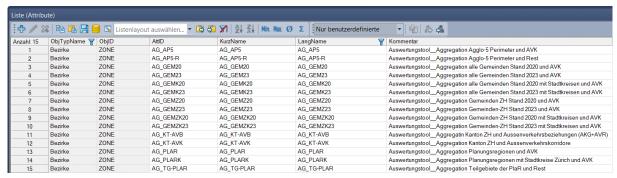


Abbildung 110: BDA der Bezirke des Auswertetools

Gebieten sowie

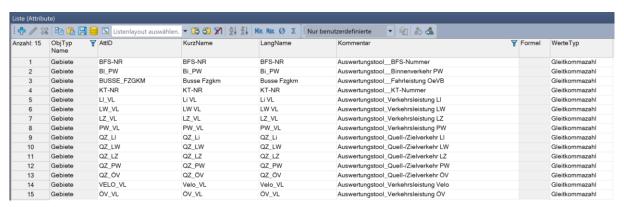


Abbildung 111: BDA der Gebiete des Auswertetools

Strecken angelegt.



Abbildung 112: BDA der Strecken des Auswertetools

Das BDA der Strecke ist das einzige Formel-Attribut, Es multipliziert die Anzahl der Fahrten der Busse mit der Länge der Strecke (cf. Abbildung 113)

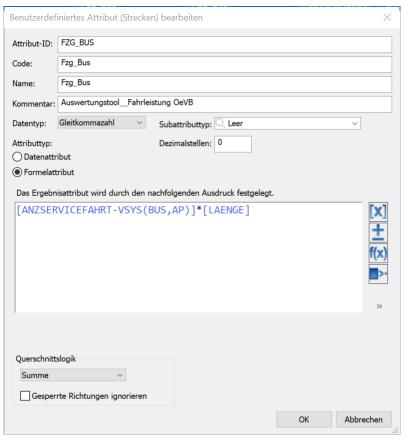


Abbildung 113: Formel-Attribut für die Auswertung der Fzg-km Bus im Auswertetool

Die Attribute der Bezirke, der Oberbezirke sowie das Attribut «BFS-NR» der Gebiete müssen befüllt sein. Sie dienen der Filterung bzw. der Zuordnung bei der Auswertung. Alle anderen Attribute werden im Laufe der Abarbeitung des Auswertetools gefüllt.

8.3 Aufbau des Auswertetools

Das Auswertetool besteht grundsätzlich aus verschiedenen Arten von Tabellenblättern («sheets»),

- einem «sheet» mit dem fest vorgegebenen Namen «automatischer Lauf» sowie
- den «dashboard-sheets»

8.3.1 Sheet «automatischer Lauf»

Dieses Blatt enthält die wesentlichen Angaben zur Abarbeitung. Dazu gehören

- der VISUM-Projektpfad (Projektverzeichnis),
- die Versionsnummer der VISUM-Version sowie
- die Angaben zur Auswertung

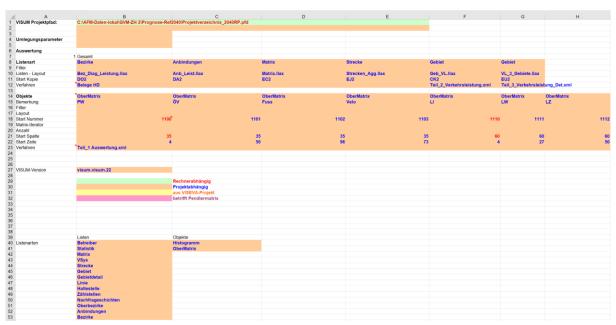


Abbildung 114: Aufbau des Tabellenblattes «automatischer Lauf»

Wie in Abbildung 114 ersichtlich, wird in der oberen Zeile das Projektverzeichnis festgelegt. Dort sind die entsprechenden Verfahrensparameter, Layouts und Filter zu finden.

Das Auswertetool wertet vor allem Listen aus. Diese werden standardisiert abgearbeitet. Es können Filter, Listen-Layouts und Verfahrensparameter zur Befüllung der Listen vorgegeben werden. Die möglichen Listenarten sind in dem Block «Listenarten» zu finden.

In der Abbildung wird beispielsweise in der Spalte 2 eine Auswertung über eine Bezirksliste durchgeführt. Dabei wird das Listenlayout «Bez_Diag_Leistung.llax» verwendet und im Dashboard-sheet ab Spalte «DO» und Zeile 2 ausgegeben. Der Verfahrensparameter «Belege HD» wird dafür aufgerufen und abgearbeitet. Ein Filter wird nicht verwendet.

Neben den Listen können derzeit Histogramme und Obermatrizen ausgegeben werden. Diese werden in dem Block Objekte definiert. Dabei werden wie schon bei den Listen Filtern, Layouts und Verfahrensparametern verwendetet, aber auch weitere Angaben benötigt. Im vorliegenden Fall sind dies:

- Matrixnummern in Zeile 18. Da diese fortlaufend nummeriert sind genügt es, jeweils die rot markierten Spalten anzupassen.
 - Bitte auch hier beachten: Wenn Änderungen in der Nummerierung der Matrizen erfolgt müssen auch die zugehörigen Verfahrensparameter angepasst werden.
- Die Spalten und Zeilen der Position, wo die Matrix im Dashboard-sheet abgelegt wird ist in diesem Block getrennt. Auch die Spalte wird numerisch festgelegt.

Alle weiteren Zeilen dieses Blocks sind für die Darstellung von Histogrammen vorgesehen und werden hier nicht verwendet.

Beide Auswerteblöcke werden sukzessive abgearbeitet bis jeweils in der ersten Zeile (Listenart oder Objekte) ein Element ohne Eintrag gefunden wird. Im Beispiel für die Listen ist dies «H8».

In Zeile 27 wird der Versionsname von VISUM festgelegt. Derzeit wird VISUM 22 verwendet.

8.3.2 Dashboard-sheets

Es können mehrere Dashboard-sheets angelegt werden. Die Namen können frei gewählt werden. Da diese Blätter ebenfalls einen fixen Aufbau haben ist es notwendig, ein vorhandenes Blatt zu kopieren, wenn ein neuer Fall ausgewertet werden soll.

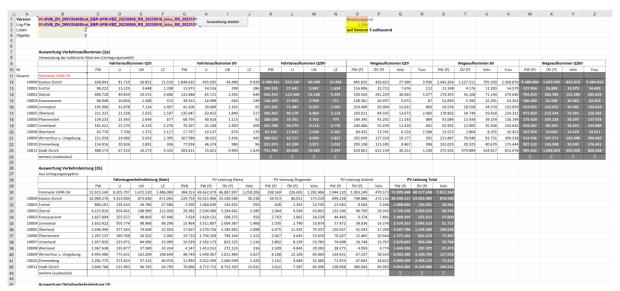


Abbildung 115: Aufbau eines Dashboard-sheets

Wie in Abbildung 115 aufgezeigt wird in der oberen Zeile der Versionsname angegeben. Dabei ist es notwendig, den Namen **ohne** die Endung «.ver» anzugeben. Die Auswertung ist, wie schon in Abschnitt 8.1 erwähnt für Nachfrageberechnung und Umlegung vorgesehen. Dabei würde die Umlegung unter dem im Blatt vorgegebenen Namen mit «_u.ver» ergänzt und gespeichert werden. Berechnung und Auswertung sind getrennt. So ist auch eine Auswertung ohne Umlegung möglich.

Gegenwärtig ist nur eine Auswertung möglich. Aus diesem Grund wird bei der Auswertung ein Dateiname erwarte, der dem in Zeile 1 entspricht, ergänzt um «_u.ver».

Der Eintrag in Zeile 2 wird für die Speicherung des Log-Files genutzt und ist nur in der Nachfrageberechnung aktiv. Damit ist dieser Teil gegenwärtig inaktiv. Wenn dieses Feld leer ist wird kein separates Log-File gespeichert.

In der zweiten Spalte der Zeilen 3 und 4 wird die Art der Berechnung gesetzt. Standradmässig kann hier gewählt werden zwischen

- 0 Nachfrageberechnung ohne Auswertung (gegenwärtig nicht möglich)
- 1 Nachfrageberechnung mit Auswertung (gegenwärtig nicht möglich)
- 2 nur Auswertung

Dabei wird zwischen Listenauswertung und Auswertung nach Objekten unterschieden. Sinnvoll erscheint nur eine Auswertung beider Auswerteobjekte. Deshalb sollte, wie im Beispiel aufgezeigt, beide Felder dieselbe Nummer erhalten, gegenwärtig die «2».

Im Feld «O2» wird der Besetzungsgrad festgelegt. Dieser wird in der Auswertung Detailverkehrsleistung für die Umrechnung der PW in P verwendet.

Gestartet wird die Auswertung für das Blatt mit dem Button «Auswertung starten».

Das Blatt ist so aufgebaut, dass im ersten Teil des Blattes bis Spalte «Z» eine Übersicht über die wesentlichen Kennzahlen in tabellarischer Form gegeben wird. Diese Daten werden i.A. berechnet und aggregiert.

In den nachfolgenden Spalten werden die Original-Matrizen bzw. Listen angelegt und z.T. durch Berechnungen ergänzt.

8.4 Auswertung Verkehrsaufkommen nach Gebieten

Die Auswertung der Verkehrsaufkommen erfolgt über die Nachfragematrizen. Diese werden aggregiert. Die Aggregation erfolgt über Oberbezirke. Dabei werden folgende Nachfragematrizen zusammengefasst:

- PW, ÖV, Velo und Fuss sowie
- LI, LW und LZ.

Die Auswertung erfolgt über die Planungsregionen. Diese sind im Bezirksattribut «AG_PLAR» gespeichert.

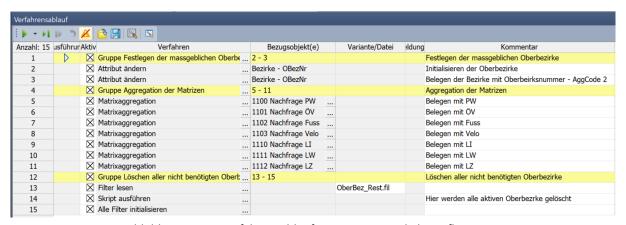


Abbildung 116: Verfahrensablauf Auswertung Verkehrsaufkommen

Im Auswertetool werden diese Matrizen temporär Über einen Verfahrensablauf befüllt (cf. Abbildung 116) und die Matrizen in das «dashboard-sheet» übertragen (cf. Abbildung 117).

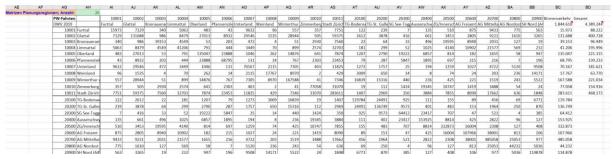


Abbildung 117: Auszug Matrix PW aus dem Dashboard

In den angrenzenden Spalten werden die Binnenverkehre sowie die Gesamtverkehre der Planungsregionen berechnet. Aus diesen Werten wird dann die Tabelle 2a Auswertung Verkehrsaufkommen befüllt.

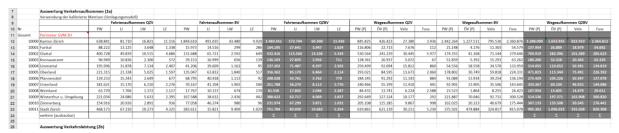


Abbildung 118: Tabelle 2a – Auswertung Verkehrsaufkommen nach Planungsregionen

8.5 Auswertung Verkehrsleistung nach Gebieten

Die Auswertung der Verkehrsleistung nach Gebieten erfolgt über mehrere Schritte. Die eigentliche Verkehrsleistung wird über die Gebiete berechnet. Dazu wird ebenfalls ein spezieller Verfahrensparameter genutzt (cf. Abbildung 119).

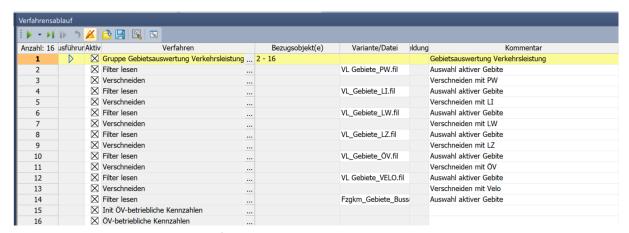


Abbildung 119: Verfahrensparameter Auswertung Verkehrsleistung Gebiete

Ziel ist es dabei, die Verkehrsleistungen in den Gebieten zu ermitteln.

Gebietsauswertung Verkehrsleistung (2b)

Es sind standardmässig folgende Gebiete auszuwerten:

- Kanton Zürich
- Planungsregionen
- Weitere Gebiete sind bei Bedarf zu berücksichtigen

Pro Gebiet sind folgende Werte zu ermitteln:

- Verkehrsleistung Personen im PW im Total
- Verkehrsleistung Personen im ÖV im Total
- Verkehrsleistung Personen mit Velo im Total
- Verkehrsleistung PW im Total
- Verkehrsleistung LI im Total
- Verkehrsleistung LW im Total
- Verkehrsleistung LZ im Total
- Verkehrsleistung ÖV-Busse im Total

Abbildung 120: Vorgaben Gebietsauswertungen Verkehrsleistung

Die Verkehrsleistung der Personen im PW werden durch einen durchschnittlichen Besetzungsgrad hochgerechnet.

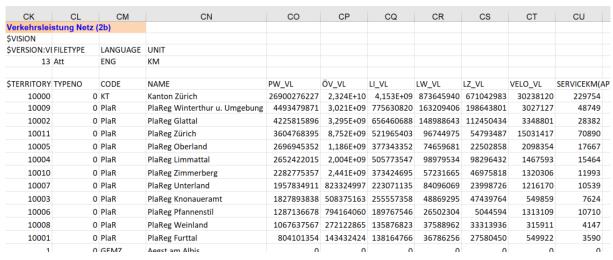


Abbildung 121: Gebietsauswertungen Verkehrsleistung

Neben den in Abbildung 120 vorgegebenen Gebietsauswertungen sind noch die Verkehrsleistungen im nicht umgelegten Zonen-Binnenverkehr sowie auf den Anbindungen zu ermitteln. Diese werden bei den Gebietsauswertungen in VISUM nicht berücksichtigt. Dazu werden Bezirkslisten geschrieben, die die entsprechenden Attribute enthalten. In weiteren Spalten werden die Werte entsprechend berechnet. Damit die Distanzen der Matrix-Diagonalen berechnet werden können, müssen die Kenngrössenmatrizen (DIS) in der Umlegungsversion berechnet und gespeichert sein.

Abbildung 122 zeigt einen Auszug aus der Tabelle der Ermittlung der Verkehrsleistung auf den Anbindungen.

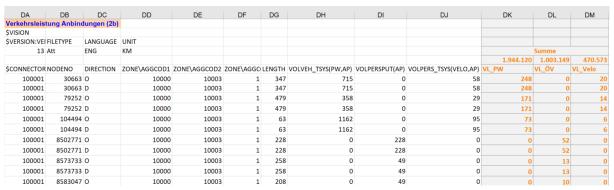


Abbildung 122: Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung auf den Anbindungen

Abbildung 123 zeigt einen Auszug aus der Tabelle zur Ermittlung der Verkehrsleistung im Binnenverkehr.

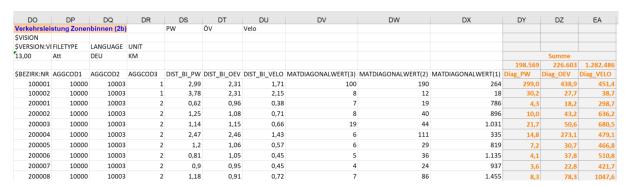


Abbildung 123: Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung im Binnenverkehr

Eine Besonderheit stellt die Berechnung der Gesamtverkehrsleistung dar (Abbildung 125 Zeile 30). Diese Werte werden über eine separate Tabelle ermittelt. Diese enthält die Verkehrsleistungen der einzelnen VSys der Strecken aggregiert nach Typ-Nr.

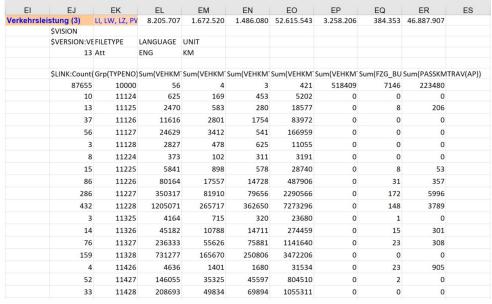


Abbildung 124: Auszug aus Tabelle Verkehrsleistung der Strecken aggregiert nach Typ

Die erste Zeile enthält die Summe der Fzg.-km der einzelnen VSys und wird direkt in die Tabelle der Verkehrsleistung (2b) übertragen.

Aus diesen Tabellen wird die Tabelle Auswertung der Verkehrsleistung (2b) befüllt (cf. Abbildung 125). Dabei werden die Nummern der Planungsregionen in den Bezirkslisten als Aggregationscode genutzt.

26	Auswertung Verkehrsleis	tung (2b)																
27	Aus Umlegungsergebnis																	
28	28		Fahrzeugv	erkehrsleisti	ung (Netz)		PV	-Leistung (Ne	tz)	PV-L	eistung Diago	onale	PV-	Leistung Anb	ind.	P\	V-Leistung To	tal
29		PW	LI	LW	LZ	ÖVB	PW (P)	ÖV (P)	Velo	PW (P)	ÖV (P)	Velo	PW (P)	ÖV (P)	Velo	PW (P)	ÖV (P)	Velo
30	Perimeter GVM-ZH	52.615.543	8.205.707	1.672.520	1.486.080	384.353	69.662.979	46.887.907	3.258.206	198.569	226.603	1.282.486	1.944.120	1.003.149	470.573	71.805.668	48.117.658	5.011.26
31	10000 Kanton Zürich	26.900.276	4.153.004	873.646	671.043	229.754	35.615.966	23.240.586	30.238	34.913	66.011	573.219	899.238	748.886	275.132	36.550.117	24.055.483	878.59
32	10001 Furttal	804.101	138.165	36.786	27.580	3.590	1.064.630	143.432	550	628	1.355	14.745	23.582	8.564	5.266	1.088.840	153.351	20.56
33	10002 Glattal	4.225.816	656.461	148.989	112.450	28.382	5.594.980	3.294.642	3.349	2.064	4.564	63.862	132.186	94.709	29.345	5.729.230	3.393.915	96.55
34	10003 Knonaueramt	1.827.894	255.557	48.869	47.440	7.624	2.420.131	508.375	550	2.763	3.862	28.559	46.460	9.374	7.891	2.469.354		37.00
35	10004 Limmattal	2.652.422	505.774	98.980	98.296	15.464	3.511.807	2.004.387	1.468	1.035	2.790	33.874	57.472	38.036	16.376	3.570.313	2.045.213	
36	10005 Oberland	2.696.945	377.343	74.660	22.503	17.667	3.570.756	1.185.902	2.098	6.475	11.435	79.337	120.557	41.043	27.200	3.697.788	1.238.380	108.63
37	10006 Pfannenstiel	1.287.137	189.768	26.502	5.045	10.710	1.704.169	794.164	1.313	2.667	4.645	55.650	70.267	32.465	20.944	1.777.102	831.274	77.90
38	10007 Unterland	1.957.835	223.071	84.096	23.999	10.539	2.592.173	823.325	1.216	3.802	8.139	53.785	74.688	24.744	15.767	2.670.663	856.208	70.76
39	10008 Weinland	1.067.638	135.877	37.589	33.314	4.147	1.413.552	272.123	316	2.509	4.843	20.383	28.275	4.959	4.774	1.444.336	281.925	
40	10009 Winterthur u. Umgebung	4.493.480	775.631	163.209	198.644	48.749	5.949.367	3.021.489	3.027	8.188	12.108	85.469	134.831	67.107	38.543	6.092.386	3.100.704	127.03
41	10010 Zimmerberg	2.282.775	373.425	57.232	46.976	11.993	3.022.395	2.440.599	1.320	2.162	4.684	52.460	71.953	47.842	18.632	3.096.509	2.493.125	72.41
42	10011 Stadt Zürich	3.604.768	521.965	96.745	54.793	70.890	4.772.713	8.752.350	15.031	2.622	7.587	85.096	138.968	380.043	90.393	4.914.303	9.139.980	190.52
43	weitere (ausbaubar)															Σ	Σ	Σ

Abbildung 125: Tabelle 2b – Auswertung der Verkehrsleistung für die Planungsregionen

8.6 Auswertung Detailverkehrsleistung nach Gebieten

Auch bei diesen Auswertungen werden die Verkehrsleistungen nach Gebieten ausgewertet. Die Gebiete sind

- Kanton Zürich sowie
- Planungsregionen.

Weitere Gebiete können bei Bedarf berücksichtigt werden. In dem Fall müssen die Tabellen im Dashboard sowie die Filter angepasst.

Pro Gebiet werden folgende Werte ermittelt:

- Verkehrsleistung Personen im PW im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr (DV)
- Verkehrsleistung Personen im ÖV im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr (DV)
- Verkehrsleistung PW im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr
 (DV)
- Verkehrsleistung LI im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr (DV)
- Verkehrsleistung LW im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr
 (DV)
- Verkehrsleistung LZ im Quell-/Ziel-Verkehr (QZV), Binnenverkehr (BV), Durchgangsverkehr (DV)

Diese Berechnungen erfordern im Allgemeinen sehr viel Zeit. Zum einen liegt das daran, dass die Berechnungen über Beziehungsfilter durchgeführt werden. Der Grossteil der Rechenzeit wird aber dadurch benötigt, dass jede Verkehrsart (Binnen- sowie Quell-/Zielverkehr) für jedes Gebiet separat

berechnet werden muss. Die Ergebnisse werden dann in BDA gespeichert und über eine Gebietsliste ausgegeben.

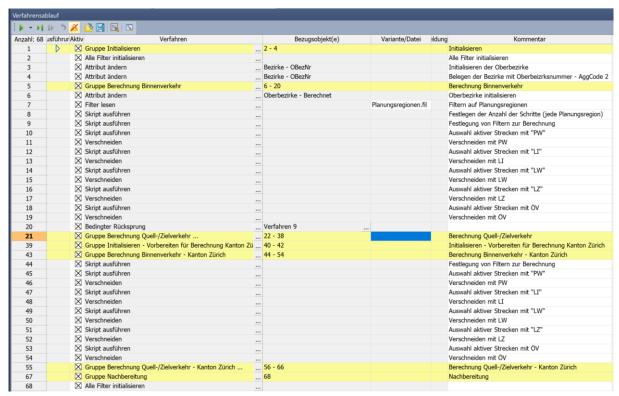


Abbildung 126: Verfahrensparameter Auswertung Detailverkehrsleistung Gebiete

Abbildung 126 zeigt den Verfahrensablauf. Wesentliche Gruppen sind aufgeklappt. Die nicht aufgeklappten Gruppen sind adäquat definiert.

Die Gruppe «Initialisieren» belegt das BDA «berechnet» der Oberbezirke mit «O». Hierbei wird davon ausgegangen, dass Gebiete und Oberbezirke identisch sind.

Die Gruppe «Berechnung Binnenverkehr» berechnet für jede Planungsregion den Binnenverkehr. Dabei wird ein Filter auf alle Oberbezirke der Planungsregionen gesetzt (cf. Abbildung 127).

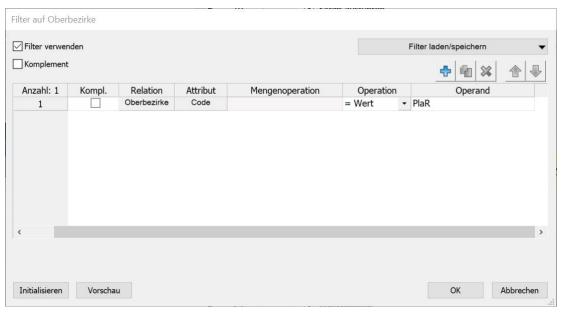


Abbildung 127: Filter auf Planungsregionen

Im Verfahrensschritt 8 wird über ein Skript eine Liste der Planungsregionen aufgebaut.

Im Verfahrensschritt 9 wird ein Filter definiert, der

- Das Gebiet auswählt sowie
- Den Beziehungsfilter für die Verkehrsart setzt.

Mit dem Beziehungsfilter werden die Belastungen der Strecken für die Verkehrsart gefiltert, z.B. auf den Binnenverkehr.

In den folgenden Verfahrensschritten werden für die einzelnen Verkehrssysteme über das Verfahren Verschneiden die Fahrzeug-km-Leistung des Gebietes berechnet und in entsprechende BDA gespeichert.

Im Verfahrensschritt 20 erfolgt ein Rücksprung, der sicherstellt, dass alle gefilterten Gebiete berechnet werden.

Eine adäquate Berechnung wird für den Quell-/Zielverkehr durchgeführt. Die Berechnung für das Kanton Zürich schliesst sich an. Hier ist kein Rücksprung erforderlich.

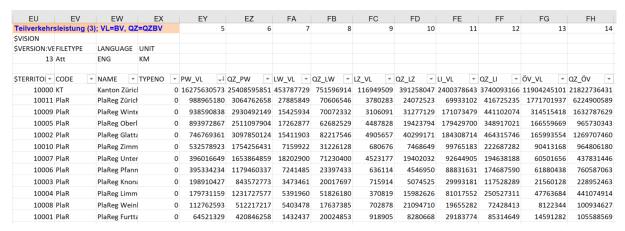


Abbildung 128: Tabelle Gebietsauswertungen Detailverkehrsleitungen

Abbildung 128 zeigt die Tabelle der Verkehrsleistung, getrennt nach Binnen- sowie Quell-/Zielverkehr. Aus dieser Tabelle wird dann die Tabelle im vorderen Teil des Dashboards zusammengestellt (cf. Abbildung 129).



Abbildung 129: Auswertung Detailverkehrsleistung (3)

9 Anwendungen mit Umlegungsmodell

9.1 Nachfragedaten

Dier Nachfragedaten in Visum beziehen sich im Wesentlichen auf Nachfragemodelle, Matrizen sowie Ganglinien (cf. Abbildung 130).

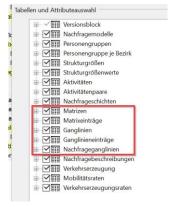


Abbildung 130: Nachfragedaten in Visum

Im Betriebskonzept des GVM-ZH19 wird zwischen Nachfrage- und Umlegungsmodell unterschieden. Um die Daten effektiv zu speichern sind im Umlegungsmodell nur die Elemente des Nachfragemodells gespeichert, die dort benötigt werden. Diese sind in Abbildung 130 in Rot gekennzeichnet und umfassen

- Matrizen sowie
- Ganglinien.

Anpassungen dieser Objekte werden in der Regel im Rahmen von Kalibrierungsaufgaben durchgeführt und sind nicht Gegenstand dieses Handbuches.

9.2 Änderungen Netzmodell

9.2.1 Einfügen neuer Strecken

Wenn neue Strecken in das Netzmodell eingefügt werden, muss folgendes beachtet werden:

- Zuordnen eines Streckentyps («TypNr»).
- Übertrag der Standardwerte aus der Streckentypenliste in die Streckenattribute «VSysSet», «AnzFahrstreifen», «KapIV», «vO_PW, «V-Regime» und «ORTSLAGE».
- Bei Bedarf, manuelle Ergänzung gewählter Werte für die Streckenattribute «VELOSTREIF», «VELOWEG», «BahnuebergZuschlag», «STEIGUNG_GESAMT» und «OBERTYP_NEU».
- Überprüfen, ob die Abbiegebeziehungen und ihre relevanten Abbiegerattribute («VSysSet», «KapIV», «tOIV» und «TypNr») für die neuen Strecken korrekt gesetzt sind.

Da im GVM-ZH alle Modellzustände in einer Version hinterlegt sind, sind beim Einfügen neuer Strecken zudem immer alle Sicherungs-BDAs der Modellzustände (Ist2019, Ref2040, Str2040) zu aktualisieren,

sowohl der Strecken wie auch der Abbieger und ggf. Anbindungen. Eine Übersicht der Attribute ist in Tabelle 26 gegeben.

9.2.2 Einfügen neuer Knoten

Wenn neue Knoten in das Netzmodell eingefügt werden, muss folgendes beachtet werden:

- Zuweisen von Knotentypen («TypNr»)
- Ermitteln der Z-Koordinate der Knoten durch Interpolation oder aus MapsGoogle.
- Zuweisen der knotenspezifischen Abbiegebeziehungen und Einfügen der relevanten Abbiegerattribute («VSysSet», «KapIV», «tOIV» und «TypNr»).

Da im GVM-ZH alle Modellzustände in einer Version hinterlegt sind, sind beim Einfügen neuer Strecken zudem immer alle Sicherungs-BDAs der Modellzustände zu aktualisieren. Eine Übersicht der Attribute ist in Tabelle 26 gegeben.

9.2.3 Einfügen neuer Anbindungen

Beim Einfügen einer neuen Anbindung ist folgendes zu beachten:

- Anbindung an gewünschten Knoten setzen.
- Bei ÖV-Anbindungen ist zu beachten, dass die Anbindungen an Knoten gesetzt werden, die Haltestellenbereichen zugeordnet sind. Der Zugang zum Haltepunkt erfolgt nur über den Haltestellenbereich.
- Für Richtung und Gegenrichtung zulässige Verkehrssysteme auswählen
- Anbindungsgewichte setzen. Beim Einfügen wird das Gewicht auf 1 gesetzt, die Gewichtungsverteilung muss überprüft und angepasst werden. Der Berechnungsvorgang für die Anbindungsgewichte ist nicht in den Verfahrensablauf integriert.
- Zur Berechnung der Anbindungslänge und Anbindungszeit siehe Kapitel 3.5.
- Für ÖV-Umlegung beachten: Die Verwendung der ÖV-Gewichte ist nur möglich, wenn im Verfahrensschritt «ÖV-Umlegungsverfahren» auf dem Reiter «Basis» das entsprechende Häkchen aktiviert ist (ist im Umlegungsmodell realisiert):

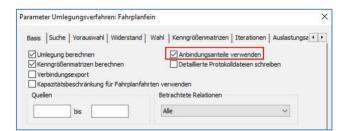


Abbildung 131: ÖV-Anbindungsanteile in Umlegung verwenden

Für ÖV-Umlegung beachten: Sollte sich das Angebot an einem Anbindungsknoten so ändern, dass keine Abfahrten bzw. Ankünfte mehr existieren, muss das Anbindungsgewicht auf Null gesetzt werden, da die Fahrten entsprechend des Anbindungsgewichtes sonst nicht im Netz umgelegt werden können und dadurch fehlen.

9.2.4 Einfügen neuer Haltestellen

Bei Einfügen neuer Haltestellen ist folgendes zu beachten

- Setzen eines neuen Haltepunkts auf einen Knoten oder eine Strecke.
- Den Haltestellenbereich und die Haltestelle falls gewünscht ebenfalls erzeugen lassen, andernfalls den Haltepunkt einem vorhandenen Haltestellenbereich zuordnen.
- Dem Haltestellenbereich einen Zugangsknoten zuordnen.
- Linienverläufe, Fahrzeitprofile etc. ggfs. anpassen.

9.3 Aktivierung / Deaktivierung von Prognosemassnahmen

Bei der Vorgehensweise hinsichtlich der Aktivierung bzw. Deaktivierung von Prognosemassnahmen ist zu unterscheiden, ob alle oder nur einzelne Prognosemassnahmen eines Prognosezustandes aktiviert bzw. deaktiviert werden sollen.

Prinzipiell ist zu beachten, dass bei allen vorgenommenen Änderungen im Netzzustand neben den für die Umlegung relevanten nativen Attributen bzw. BDAs auch immer gleichzeitig die Sicherungs-BDAs aller Netzzustände entsprechend aktualisiert werden müssen. Eine Übersicht der Attribute ist in Tabelle 26 gegeben.

Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit sollte bei dauerhaften Netzänderungen in einem Modellzustand das Netz-BDA «Netz-Zustand» neu benannt und der entsprechende Verfahrensschritt zum Setzen dieses Attributes in der jeweiligen Verfahrensgruppe unter «Netzzustand einstellen» angepasst werden.

Netzobjekt	Relevantes Attribut für Umlegung	Sicherungsattribut für Netzzustand
Strecken	TypNr	IST2019/STR2040/REF2040 _TYP
Strecken	VSysSet	IST2019/STR2040/REF2040 _VSYSSET
Strecken	AnzFahrstreifen	IST2019/STR2040/REF2040 _ANZFAHRSTREIFEN
Strecken	KapIV	IST2019/STR2040/REF2040 _KAPIV
Strecken	v0_PW	IST2019/STR2040/REF2040 _V0IV
Strecken	VELOSTREIF	IST2019/STR2040/REF2040 _VELOSTREIF
Strecken	VELOWEG	IST2019/STR2040/REF2040 _VELOWEG
Strecken	BahnuebergZuschlag	IST2019/STR2040/REF2040 _BAHNUEBERGZUSCHLAG
Strecken	STEIGUNG_GESAMT	IST2019/STR2040/REF2040 _STEIGUNG_GESAMT
Strecken	OBERTYP_NEU	IST2019/STR2040/REF2040 _OBERTYP_NEU
Strecken	V-Regime	IST2019/STR2040/REF2040 _V-REGIME
Abbieger	VSysSet	IST2019/STR2040/REF2040 _VSYSSET
Abbieger	KapIV	IST2019/STR2040/REF2040 _KAPIV
Abbieger	tOIV	IST2019/STR2040/REF2040 _T0IV
Abbieger	TypNr	IST2019/STR2040/REF2040 _ABBIEGETYPEN
Knoten	TypNr	IST2019/STR2040/REF2040 _TYP
Anbindungen	GEWICHT_MIV	IST2019/STR2040/REF2040 _GEWICHTMIV
Anbindungen	GEWICHT_VELO	IST2019/STR2040/REF2040 _GEWICHTVELO
Anbindungen	Gewicht(ÖV)	IST2019/STR2040/REF2040 _GEWICHTOEV
Anbindungen	VSysSet	IST2019/STR2040/REF2040 _VSYSSET
Anbindungen	t0-VSys(Fuss)	IST2019/STR2040/REF2040 _T0FUSS
Strecken	ERGAENZEND	IST2019/STR2040/REF2040 _ERGAENZEND
		-/STR2040/REF2040 _VELOHIGHCLASS
Strecken	EMPFOHLEN	IST2019/STR2040/REF2040 _EMPFOHLEN
		-/STR2040/REF2040 _VELOHIGHCLASS
Netz	VELO_BASIS_V0	IST2019/STR2040/REF2040 _VELO_BASIS_V0
Netz	VELO_BASIS_VO_AUSSERORTS	IST2019/STR2040/REF2040 _VELO_BASIS_VO_AUSSERORTS
Netz	VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_REDUKTION	IST2019/STR2040/REF2040 _VELO_WIDERSTAND_STEIGUNG_REDUKTION

Tabelle 26: Übersicht der umlegungsrelevanten Netzattribute und der entsprechenden Sicherungsattribute zur Bereitstellung der Netzzustände

Bei Aktivierung bzw. Deaktivierung aller Prognosemassnahmen eines Prognosezustandes ist folgendes zu beachten:

- Die Aktivierung aller Prognosemassnahmen kann durch die einfache Ausführung der entsprechenden Verfahrensgruppe zur Einstellung des Netzzustandes des betrachteten Prognosezustandes erfolgen (cf. Kapitel 5.4.2.1).
- Die Deaktivierung erfolgt durch die einfache Ausführung der Verfahrensgruppe zur Einstellung des Istzustandes 2019. Es kann bei Bedarf aber auch direkt ein anderer Prognosezustand eingestellt werden, d.h. eine temporäre Einstellung des Istzustandes 2019 ist nicht notwendig.

Bei Aktivierung bzw. Deaktivierung einzelner Prognosemassnahmen ist folgendes zu beachten:

- Die einzelne Prognosemassnahmen k\u00f6nnen auf Strecken-, Abbieger-, Knoten- und Anbindungsebene \u00fcber die BDAs «Ref2040_Projektnummer» bzw. «Ref2040_Projektname» oder «Str2040_Projektnummer» bzw. «Str2040_Projektname» gefiltert werden.
- Bei Aktivierung einer einzelnen Prognosemassnahme z.B. im Istzustand ist für alle in Tabelle 26 dargestellten Sicherungsattribute und ausschliesslich für die gefilterten Netzelemente der Prognosemassnahme ein Übertrag der Werte zwischen den Sicherungsattributen vorzunehmen. Der Übertrag kann dabei manuell über eine Listendarstellung als Kopieren der Werte des Prognosezustandes der Prognosemassnahme auf die Werte des Istzustandes vorgenommen werden (beispielsweise ersetzt der «REF2040_KAPIV»-Wert dann den «IST2019_KA-PIV»-Wert für die gefilterten Netzelemente).

- Bei Deaktivierung einer einzelnen Prognosemassnahme z.B. im Referenzzustand ist für alle in Tabelle 26 dargestellten Sicherungsattribute und ausschliesslich für die gefilterten Netzelemente der Prognosemassnahme ebenfalls ein Übertrag der Werte zwischen den Sicherungsattributen vorzunehmen. Der Übertrag kann hierbei ebenfalls manuell über eine Listendarstellung als Kopieren der Werte des Istzustandes auf die Werte Prognosezustandes der Prognosemassnahme vorgenommen werden (beispielsweise ersetzt der «IST2019_KAPIV»-Wert dann den «REF2040_KAPIV»-Wert für die gefilterten Netzelemente).
- Um die relevanten Attribute für die Umlegung nach der Aktivierung bzw. Deaktivierung einer einzelnen Prognosemassnahme ebenfalls zu aktualisieren, ist der Verfahrensablauf zur Einstellung der betrachteten Netzzustandes danach neu auszuführen.
- Zu prüfen ist zudem, ob eine allfällige Aktivierung bzw. Deaktivierung einer einzelnen Prognosemassnahme im Hinblick auf die Verkehrssystemfreigaben («VSysSet») zu Konflikten mit dem Routing des ÖV führt.

9.4 Berechnung einer Umlegung

Die Abgabeversionen (V22-00, cf. Abschnitt 2.3 bzw. Tabelle 3) der Umlegungsmodell sind zur Umlegungsberechnung bereits vorbereitet. Diese beinhalten entsprechende Verfahrensparameter, wobei die notwendigen Verfahrensschritte aktiviert sind. In Abbildung 132 sind beispielhaft die aktiven Verfahrensparameter für eine Umlegungsrechnung in der Version «GVM_ZH_2040Strat_MSP» dargestellt. Als weitere notwendige Vorbereitung sind die entsprechenden Umlegungsmatrizen in den Abgabemodellversionen bereits hinterlegt und ihren Nachsegmenten zu geordnet.

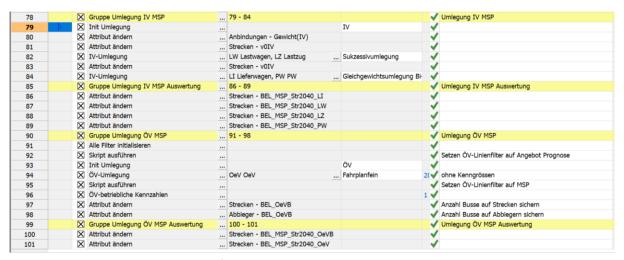


Abbildung 132: Beispiel Verfahrensschritte Umlegungsberechnung Strategieprognose, MSP

Nach der Umlegung der einzelnen Modi werden die Ergebnisse zur Auswertungszwecke in entsprechende BDA der Strecken geschrieben und somit auch nach der Initialisierung einer Umlegung gesichert. Damit kann eine sehr schlanke Version vorgehalten werden.

Eine Besonderheit stellen die Belastungen der Busse an den Strecken und Abbiegern dar («BEL_OeVB»). Die Busse werden nicht mit dem IV umgelegt, stellen aber auf bestimmten Strecken einen nicht unerheblichen Anteil an der Belastung dar. Ihre Belastung wird nachträglich aus den ÖV-betrieblichen

Kennzahlen ermittelt sowie in das BDA «BEL_OeVB» geschrieben und fliesst in die Gesamtbelastung «BEL_MFZ_*» als Gesamtanzahl der motorisierten Fahrzeuge mit ein.

Zusammenfassend sind folgende Aspekte im Vorfeld ein Umlegungsrechnung zu prüfen:

- Korrekter Netzzustand ist eingestellt (vgl. Netz-BDA «Versionsstand»).
- Notwendige Umlegungsmatrizen sind in Version vorhanden und mit korrekten Nachfragesegmenten verknüpft.
- Notwendige Verfahrensschritte zur Umlegungsrechnung sind aktiviert.

9.5 Erzeugen eines Teilnetzes

Mit dem VISUM Teilnetzgenerator kann ein Teilnetz mit zugehörigen Teilmatrizen aus dem Gesamtnetz in solcher Weise erzeugt werden, dass sich für das Teilnetz in der Regel vergleichbare Umlegungsresultate ergeben.

Das Erzeugen eines Teilnetzes ist i.A. für das Umlegungsmodell sinnvoll. Aus einem Nachfragemodell kann i.A. kein Teilnetz erzeugt werden. Das liegt vor allem daran, dass das Nachfragemodell in seiner Struktur als Ganzes kalibriert worden ist. Bei einem Teilnetz ergeben sich komplett andere Beziehungen zwischen Modellraum und Kordonraum. In diesem Fall müssten die Mobilitätsraten des Modellraumes neu berechnet und angepasst werden und das gesamte Teilmodell einer Rekalibrierung unterzogen werden. Dieser Aufwand ist enorm.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich somit ausschliesslich auf die Generierung eines Teilnetzes aus dem **Umlegungsmodell**.

Um ein Teilnetz zu generieren ist es erforderlich, die gewünschten Netzobjekte aktiv zu setzen. Sinnvoll erweist sich z.B. die Mehrfachauswahl über Gebiete. Die Wege der vorhandenen Umlegung im Originalnetz werden berücksichtigt, indem an den Schnittstellen des Teilnetzes virtuelle Grenzbezirke (Kordonanbindungen) erzeugt werden, welche die Verkehrsströme beinhalten, die an den Grenzen ins Netz ein- bzw. daraus herausfahren.

Vor dem Schneiden ist noch zu entscheiden, welche umgelegten Nachfragesegmente übernommen werden sollen. Bei der Übernahme des ÖV ist zudem zu entscheiden, in welcher Form das Angebot übernommen wird. Es besteht die Möglichkeit:

- Die gesamte Linienroute von Start- bis End-Haltepunkt zu übernehmen,
- die Linienroute an den Grenzen des Untersuchungsgebietes abzuschneiden oder
- die Linienroute zu schneiden, aber die Kordonhaltestelle hinzuzunehmen.

Die Wahl entscheidet über die Anzahl der Kordonzonen sowie die Verteilung der Nachfrage auf die Angebote. Ein guter Kompromiss ist die Wahl des dritten Punktes.

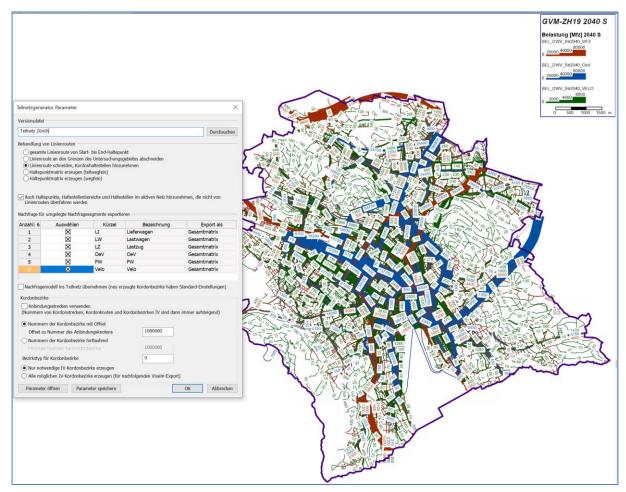


Abbildung 133: Teilnetzgenerator

Beim Teilnetz-schreiben ist zu berücksichtigen, dass nur aktive Objekte exportiert werden. Insbesondere Filter sollten initialisiert werden. Ansonsten kann es passieren, dass im ausgewählten Gebiet Kordonzonen neu entstehen, um Lücken in der Infrastruktur mit Nachfrage zu füllen.

9.6 Verwendung GVM-ZH19 für verkehrstechnische Untersuchungen

Als Grundlage für verkehrstechnische Untersuchungen werden Kenntnisse über die Verkehrsnachfrage benötigt, die in den betrachteten Netzabschnitten auftritt oder in Zukunft zu bewältigen sein wird. Für Anlagen des MIV ist die Bemessungsverkehrsstärke des Mfz-Verkehrs und der dazugehörige Schwerverkehrsanteil zu bestimmen. Als Schwerverkehr gelten Lastwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von >3.5 t sowie Busse und Lastzüge. Für bestimmte Fragestellungen kann die Verkehrsstärke über Umrechnungsfaktoren in Pkw-Einheiten (cf. Abbildung 134) ausgegeben werden. Die Einstellung für die Umrechnung wird bei den Verkehrssystemen hinterlegt.

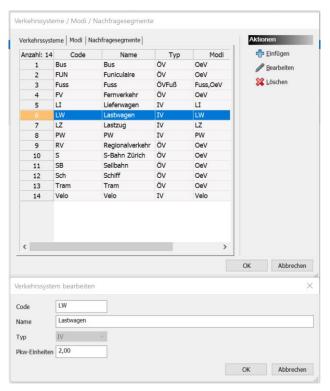


Abbildung 134: Einstellung Pkw-Einheiten für LW

Die erforderlichen Angaben zur Bemessungsverkehrsstärke für einzelne Netzabschnitte oder Knotenpunkte in Zürich können aus dem Verkehrsmodell abgeleitet werden. Bei Verwendung der Daten ist allerdings zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Modell um ein grossräumiges, kantonales Modell handelt, das nicht auf einzelne Knotenströme kalibriert wurde. Auch Strassenquerschnitte konnten nur dort kalibriert werden, wo entsprechende Vergleichszähldaten verfügbar waren. Dies gilt sowohl für das Tages- als auch für die Spitzenstundenmodelle. Die Verkehrsströme an den betroffenen Knotenpunkten und Netzabschnitten einer verkehrstechnischen Untersuchung sollten auf alle Fälle anhand von Knotenpunkt- bzw. Querschnittzählungen plausibilisiert und nachkalibriert werden. Die relativen Veränderungen vom Istzustand bis zum Prognosezeitpunkt können dann auf die Knotenströme übertragen werden.

Beispiel Knoten Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse.

Im Folgenden wird beispielhaft für den Knoten Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse dargestellt, wie die Ergebnisse des Modells für eine verkehrstechnische Untersuchung genutzt werden können.

Basis sind die mit dem Istzustand und den Prognosemodellen zur Verfügung gestellten Verkehrsbelastungen, die ausser den Verkehrsstärken auch die Quelle-Ziel-Beziehungen, die über den Knotenpunkt verlaufen, ausweisen. Die gewünschten Daten sind aus den folgenden Modellen zu ermitteln:

- DWV-Morgenspitzenmodelle 2019, 2040
- DWV-Abendspitzenmodelle 2019, 2040



Abbildung 135: Darstellung Knotenströme Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse MSP Strategieprognose 2040

Zunächst werden aus den Morgenspitzenstunden- und aus dem Abendspitzenstundenmodellen 2019 und 2040 die Knotenströme für den Knoten abgeleitet. Über den Menüpunkt Grafik -> Knotenströme wird der Dialog Grafikwerkzeuge Knotenströme aktiviert. Der Knotenpunkt Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse muss im Netzeditor markiert und die Grafikparameter bei dem Netzobjekt Abbieger entsprechend einstellt werden. In Abbildung 135 sind die Knotenströme des Knotens Kalkbreitestrasse/Seebahnstrasse in Pkw-Einheiten dargestellt. In den Grafikparametern kann ausgewählt werden, in welcher Einheit (PW, LW, Pkw-E, Mfz) die Ausgabe erfolgen soll (cf. Abbildung 136 -> Skalierungsattribut).

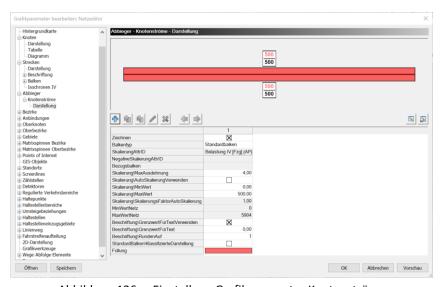


Abbildung 136: Einstellung Grafikparameter Knotenströme

Mit einem Rechtsklick auf den Knotenstrom wird das Kontextmenü geöffnet. Dort können Parameter für den Export der Knotenströme festgelegt und der Export selbst ausgelöst werden.

Es empfiehlt sich, die Knotenströme aus dem Istzustand 2019 anhand aktueller Erhebungsdaten zu validieren und nachzukalibrieren, um die Korrektheit der Basisdaten zu gewährleisten. Gegebenenfalls sind die Spitzenstunden neu zu erheben und als Grundlage zu verwenden.

Die relativen Veränderungsfaktoren für die Fortschreibung auf den Prognosehorizont können aus dem Vergleich der Werte 2019 mit 2040 ermittelt und auf die nachkalibrierten Knotenströme des Istzustandes 2019 addiert werden um eine Bemessungsverkehrsstärke 2040 zu erhalten.

Anhand dieser Datengrundlage können anschliessend Leistungsfähigkeitsberechnungen oder signaltechnische Untersuchungen aufgebaut werden.

Als Grundlage für schalltechnische Untersuchungen können die lärmrelevanten Bemessungsgrundlagen aus den folgenden Modellen abgeleitet werden:

- DTV-Modelle 2019, 2040
- DTV-Modelle 2019, 2040 Tagesverkehr 06:00-22:00 Uhr
- DTV-Modelle 2019, 2040 Nachtverkehr 22:00-06:00 Uhr

Für die Erstellung von Verkehrsfluss-Simulationsmodellen mit VISSIM für einzelne Knotenpunkte oder ganze Streckenabschnitte kann aus den Daten der VISUM-Modelle über eine Schnittstelle ein abstrahiertes Netzmodell (ANM) exportiert werden und in VISSIM eingelesen und bearbeitet werden.

10 Anwendungen mit Nachfragemodell

10.1 Änderung von Strukturdaten und Mobilitätsannahmen

Strukturdaten können zur einfacheren Bearbeitung von VISUM nach Excel exportiert, dort bearbeitet und von Excel zurück in VISUM importiert werden (Abbildung 137). Die Daten können auch in VISUM direkt (-> Bezirksliste) geändert werden.

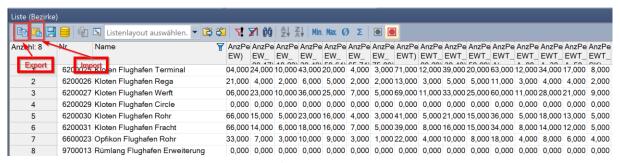


Abbildung 137: Export/Import Listen über Zwischenablage

Je nach Veränderung der Siedlungsstruktur innerhalb der Zonen müssen auch die Anbindungen überprüft und ggf. die Anbindungsgewichte neu gesetzt, bzw. neue Anbindungen hinzugefügt werden.

Bei Änderung der Strukturdaten muss die Nachfrage neu berechnet werden.

10.2 Disaggregation von Zonen

Eine Zonenverfeinerung (Disaggregation) bietet die Möglichkeit, dass Modell bei Bedarf lokal detaillierter zu gestalten und eine verbesserte Übereinstimmung mit den lokal gemessenen Werten zu erreichen. Dabei muss zunächst festgelegt werden, ob die Disaggregation nur in der Umlegungsversion oder auch in der Nachfrageversion erfolgen soll. In vielen Modellanwendungsfällen, wie z.B. lokalen IV-Infrastrukturuntersuchungen, reicht die Bearbeitung des Umlegungsmodells.

Soll hingegen die Gesamtnachfrage neu berechnet und Modalsplit-Veränderungen berücksichtigt werden, muss die Disaggregation der Zonen synchron sowohl in der Nachfrageversion als auch in der Umlegungsversion durchgeführt werden. Hierzu gibt es allerdings bisher kaum praktische Erfahrungen.

10.2.1 Disaggregation einer Zone in Visum

In VISUM wird die Disaggregation einer markierten Zone unter anderem über die rechte Maustaste ermöglicht (cf. Abbildung 138).

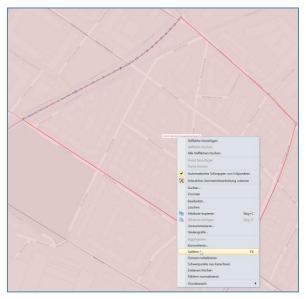


Abbildung 138: Disaggregation eines Bezirkes über die rechte Maustaste

Im nachfolgenden Dialogfeld werden die beiden neuen Zonen festgelegt sowie die Gewichte für Quelle und Ziel (cf. Abbildung 139). Diese Gewichte wirken ausschliesslich auf die Matrizen. Alle anderen Daten werden mit Standardwerten belegt. Dies trifft insbesondere auch auf die Eingangsdaten des Nachfragemodells zu.

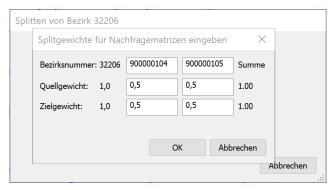


Abbildung 139: Dialog zur Festlegung der Splitgewichte

Nach einer Bestätigung, dass alle Matrizen ebenfalls gesplittet werden, werden beide Zonen in VISUM angelegt. Dabei behält die erste Zone die Fläche und der zweite erhält nur einen Schwerpunkt. In einem nächsten Schritt sollten beide Flächen neu digitalisiert werden. Darauf wird hier nicht weiter eingegangen.

Der beschriebene Schritt kann auch in einem externen GIS-Tool vorgenommen werden. Dort ist zumeist eine bessere Unterstützung bei der Digitalisierung der Bezirksgrenzen vorhanden. Ein Austausch mit VISUM erfolgt dann am besten über eine Shape-Datei. Der einzige Vorteil des Splittens in VISUM ist, dass die Matrizen (in diesem Fall insbesondere die der externen Verkehre) gemäss der Splitgewichte aufgeteilt werden. Damit diese Information nicht verlorengeht, sollte man bei Verwendung eines externen Tools darauf achten, die Nummer der gesplitteten Zone weiter zu verwenden.

10.2.2 Übertragen der notwendigen Daten

Es gibt verschiedene Arten von Daten, die für das Nachfragemodell übertragen werden müssen.

Bezugspersonen

Die Bezugspersonen müssen auf die gesplitteten Zonen aufgeteilt werden. Im einfachsten Fall wird eine entsprechende gleiche Verteilung der Bezugspersonen angenommen.

Dazu werden in einer Bezirkstabelle alle Bezugspersonen angelegt.

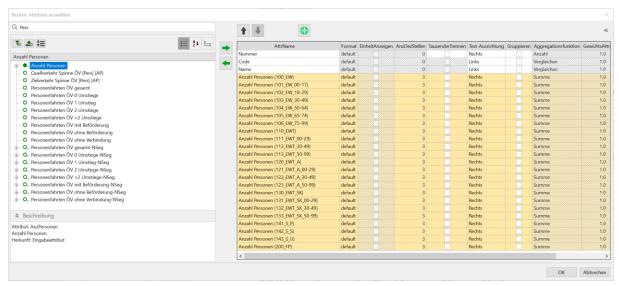


Abbildung 140: Auswahl der Bezugspersonen für die Disaggregation von Zonen

Abbildung 140 zeigt, wie man einfach alle Spalten einer Liste auswählen kann. Über den Filter kann man die Attributanzeige einschränken (hier «Pers»). Man klappt die Auswahl der vielen Unterattribute zusammen und wählt das Attribut «Personen» aus. Über den grünen Pfeil werden sofort alle Unterattribute in die Tabelle eingetragen. Diese können dann z. B. nach Excel übertragen werden. Vorher sollte der zu splittende Bezirk gefiltert werden.

Über verschiedene Anteile für den Güterverkehr und den Personenverkehr kann die Anzahl der Personen auf die einzelnen Zonen aufgeteilt werden.



Abbildung 141: Aufteilung der Personen nach der Disaggregation

Abbildung 141 zeigt einen Auszug aus Excel, wo so eine Aufteilung beispielhaft vorgenommen worden ist.

Strukturdaten

Bei den Strukturdaten funktioniert die Aufteilung vergleichbar.

In Abbildung 142 werden die Strukturdaten ausgewählt. Über den Filter «Str» werden die Attribute eingeschränkt und «Wert der Strukturgrösse» markiert. Über den grünen Pfeil werden alle Spalten in die Bezirksliste kopiert.

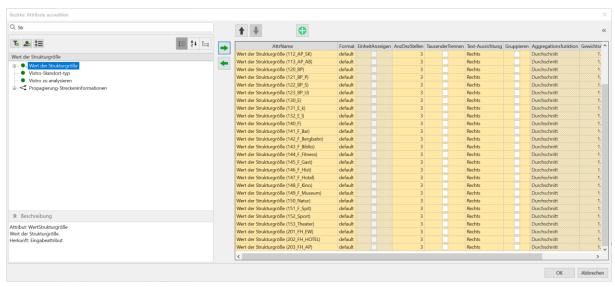


Abbildung 142: Auswahl der Strukturgrössen für das Splitten von Zonen

In der Excel-Datei können dann die entsprechenden Werte verteilt werden (cf. Abbildung 143).

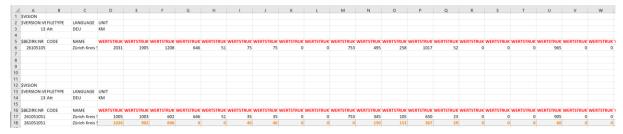


Abbildung 143: Aufteilung der Strukturgrössen nach dem Splitten

In diesem Fall wird die Verteilung manuell vorgenommen.

Mobilitätsdaten

Die Mobilitätsdaten werden i. A. für alle gesplitteten Zonen aus der Ursprungszone übernommen. Im Einzelnen handelt es sich dabei um folgende Attribute:

- Mobilitätsrate
- Quellaufkommensrate
- Zielaufkommensrate
- Untersuchungsraumanteil Heimat
- Untersuchungsraumanteil Quelle
- Untersuchungsraumanteil Ziel

Diese Attribute lassen sich in vergleichbarer Weise, wie oben beschrieben, als Spalten in eine Tabelle integrieren.

Diese Werte werden dann für die gesplitteten Zonen übernommen.

Weitere Daten

Es gibt eine Reihe von Bezirksattributen, die ebenfalls Bestandteil des Nachfragemodells sind. Dabei handelt es sich vor allem um benutzerdefinierte Attribute. Diese müssen ebenfalls entsprechend für die gesplitteten Zonen angepasst werden. Im Einzelnen handelt es sich dabei um die in Abbildung 143 ausgewählten Attribute. Diese sind enorm wichtig für das Funktionieren der Nachfrageberechnung.

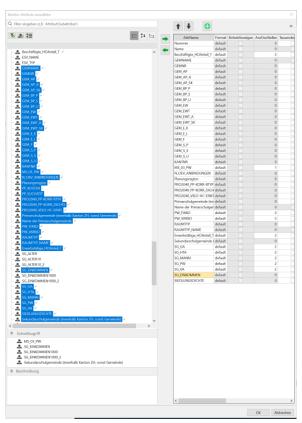


Abbildung 144: Auswahl BDA der Zonen für Splitten, Beispielhaft für Nachfrageversion

In Excel kann dann die Übernahme erfolgen. Entsprechend der Bedeutung der Attribute müssen diese entweder aufgeteilt oder direkt übernommen werden.

Für die **Umlegungsversion** ist es bei einem Splitten der Bezirke besonders wichtig, die BDA für die Auswertung entsprechend zu übernehmen und zu befüllen. Um die Aggregations- und Auswertemöglichkeiten beizubehalten, sind dabei insbesondere die Bezirks-BDA für die Aggregation (AG_...) auf die neuen Zonen zu übertragen.

Nach dem Splitten müssen Anbindungen für die neuen Bezirke definiert werden.

10.3 Berechnung der Nachfrage inklusive Umlegung

Die gelieferten Versionen (V22-00, cf. Abschnitt 2.3 bzw. Tabelle 3) der Nachfragemodelle sind zur Nachfrageberechnung vorbereitet. Alle notwendigen Verfahrensschritte zur Berechnung sind in den entsprechenden Verfahrensparametern bereits aktiviert. In Abbildung 145 sind beispielhaft die aktiven Verfahrensparameter für eine Umlegungsrechnung in der Version «GVM-ZH19_DWV-2019_NF_V22-00» dargestellt.

Anzahl: 188	Ausführung	Aktiv	Verfahren	Bezugsobjekt(e)	Kommentar
1	Ď	X	Gruppe Initialisierung	2 - 3	Initialisierung
4		X	Gruppe Initiale Kenngrössen	5	Initiale Kenngrössenmatrizen berechnen
6			Gruppe # Fixe Kenngrössen		# Fixe Kenngrössenmatrizen einlesen & bearbeiten #
7		X	Gruppe Besetzungsgrade &	8 - 24	Besetzungsgrade & Wegetypen
25		\times	Gruppe Attraktionsvariablen	26 - 47	Attraktionsvariablen (Zielwahl)
48		X	Gruppe Fuss	49 - 56	Fuss
57		X	Gruppe ÖV	58 - 79	ÖV
80			Gruppe # Erzeugung #		# Erzeugung #
81		X	Gruppe Erzeugung mit Teilra	82 - 88	Erzeugung mit Teilraumausgleich (Nachfragemodell Personenverkehr; QZG mit Zweck BSP)
89		X	Gruppe Erzeugung mit Teilra	90 - 96	Erzeugung mit Teilraumausgleich (Nachfragemodell Personenverkehr; QZG mit Zweck BSS)
97		X	Gruppe Erzeugung ohne Tei	98	Erzeugung ohne Teilraumausgleich (Nachfragemodell Personenverkehr; übrige QZG)
99		X	Gruppe Erzeugung (Nachfra		Erzeugung (Nachfragemodell Flughafen)
101		X	Gruppe # Start Rückkopplun	102	# Start Rückkopplung ************************************
103			Gruppe # Variable Kenngrös		# Variable Kenngrössenmatrizen einlesen & bearbeiten #
104		X	Gruppe Velo	105 - 112	Velo
113		X	Gruppe PW	114 - 141	PW
142			Gruppe # Verteilung & Aufte		# Verteilung & Aufteilung #
143		X	Gruppe Bewertung (Nachfra		Bewertung (Nachfragemodell Personenverkehr)
145		X	Gruppe Bewertung (Nachfra		Bewertung (Nachfragemodell Flughafen)
147		X	Gruppe Ziel- und Verkehrsmi	148	Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Personenverkehr)
149		X	Gruppe Ziel- und Verkehrsmi		Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfragemodell Flughafen)
151		X	Gruppe # Aggregation, Spei	152 - 160	# Aggregation, Speichern
161		X	Gruppe # PW- & Velo-Umle	162	# PW- & Velo-Umlegungen #
163		X	Gruppe # Rücksprung Rückl	164 - 167	# Rücksprung Rückkopplung #
168			Gruppe # Ende Rückkopplur		# Ende Rückkopplung ************************************

Abbildung 145: Übersicht der aktiven Verfahrensgruppen für die Berechnung der Nachfrage in Version «GVM-ZH19_DWV-2019_NF_V22-00»

Als weitere notwendige Vorbereitungen für die Berechnung der Nachfrage sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Projektverzeichnis: Es muss ein Projektverzeichnis mit Pfaden angelegt bzw. übernommen werden, dass die Ordner festlegt, in denen die für die Berechnung der Nachfrage notwendigen Matrizen, Verfahrensparameter, Umlegungsversionen sowie das Projektverzeichnis selbst zu finden ist. Diese Projektverzeichnis ist auch in die Nachfrageversion einzulesen.
- Dateinamen: In einer bereits angelegten benutzerdefinierten Tabelle «Versionen» ist der Name des Projektverzeichnisse unter «Pfad» und der Versionsname des Umlegungsmodell unter «Ver» einzutragen (cf. Abbildung 146). Die weiteren Felder der Tabelle benennen die Dateinamen der Verfahrensparameter, die zur Nachfrageberechnung in die Umlegungsversion eingelesen werden. Für ein standardmässige Nachfrageberechnung müssen diese nicht angepasst werden. Es ist nur zu beachten, dass über das Projektverzeichnis auf den Ordner mit den entsprechenden Verfahrensparametern zugegriffen wird.

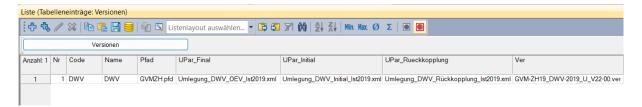


Abbildung 146: Benutzerdefinierten Tabelle «Versionen» im Nachfragemodell

• Matrizen: Als Startlösung werden für die Nachfrageberechnung ein erster Satz an Kenngrössenmatrizen für PW und Velo benötigt. In den gelieferten Versionen (V22-00) wird hier standardmässig auf die Kenngrössenmatrizen des Istzustandes 2019 zurückgegriffen. Die entsprechenden Matrizen («Velo_2019.DIS», «Velo_2019.IMP», «PW_2019.DIS», «PW_2019.TTC» und «PW_2019.IMP») sind im durch das Projektverzeichnis festgelegten Ordner für Matrizen bereitzustellen. Eine Änderung der Dateinamen der Matrizen muss im Umlegungsmodell in der Verfahrensgruppe «Initial: Aktuelle KGM 2019er einlesen» vorgenommen werden (cf. Verfahrensschritte 238-242 in Abbildung 54). Die Kenngrössenmatrizen des ÖV werden hingegen bereits initial im betrachteten Modellzustand neu berechnet. Speziell die ÖV-Kostenmatrix bleibt allerdings im gesamten Berechnungsverlauf und gegenüber dem Istzustand 2019 unverändert.

Die Neuberechnung der Nachfrage für die Ermittlung der Wirkungen von konkreten Massnahmen oder siedlungsstrukturellen Entwicklungen stellt für das EVA-Modell auch im Istzustand eine «Prognose»-Berechnung dar. Für eine solche Berechnung im Horizont Istzustand 2019 muss demnach in den Verfahrensschritten der EVA-Verteilung/Moduswahl (Personen- und Flughafenverkehre) die Projektart von Analyse auf Prognose umgeschaltet werden. In den Nachfragemodellen der Prognosen ist diese Umstellung bereits erfolgt.

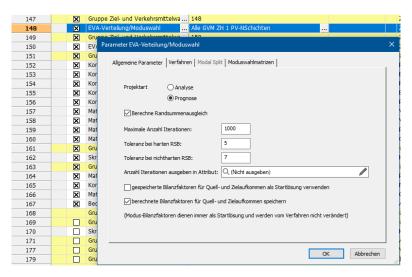


Abbildung 147: Einstellung Analyse-/Prognoseberechnung im Nachfragemodell

Insgesamt ist zu beachten, dass die Nachfrageberechnung als Rückkopplungsrechnung zwischen dem Nachfrage- und dem Umlegungsmodell durchgeführt wird. Es muss zum Start einer Berechnung allerdings nur das Nachfragemodell geöffnet werden. Das Umlegungsmodell wird iterativ aus dem Nachfragemodell aufgerufen und wieder geschlossen.

1	>	X	Gruppe Initialisierung 2 - 3	•	Initialisierung
2		\times	Attribut ändern Netz - GG_Iterationsschritt		Rückkopplung: Iterationsschritt wird initialisiert
3		X	Skript ausführen		Rückkopplung: Tabelle_Auswertung und GG_Schaetzzeit wird i
4		\times	Gruppe Initiale Kenngrössen 5		/ Initiale Kenngrössenmatrizen berechnen
5		X	Skript ausführen		/ Initiale KGM in externer Umlegungsversion berechnen

Abbildung 148: Initiale Verfahrensgruppen der Nachfrageberechnung

Der Aufruf des Umlegungsmodells erfolgt im Verfahrensablauf des Nachfragemodells einmal zu Beginn für den Bezug der initialen Kenngrössenmatrizen (cf. Verfahrensschritt 5 in Abbildung 148). Hierbei werden die Verfahrensparameter in der benutzerdefinierten Tabelle «Versionen» unter dem Feld «U-Par_Initial» aufgerufen.

164	×	Gruppe # PW- & Velo-Umle	165		✓	# PW- & Velo-Umlegungen #
165	X	Skript ausführen			✓	KGM und Umlegungen in externer Umlegungsversion berechnen
166	×	Gruppe # Rücksprung Rückl	167 - 170		V	# Rücksprung Rückkopplung #
167	×	Matrix öffnen	1301 1301_PW_Fahrtzeit	PW_2040Ref.IMP	: 🕰	PW: Fahrtzeitmatrix einlesen
168	×	Kombination von Matrizen u	Matrix([NR] = 1335) := MSA(Matrix([NR] = 1301)		~	Mitteln der Kenngrösse PW-Fahrzeit
169	×	Matrix speichern	1335_1335_PW_Fahrzeit_Mittel	PW_2040Ref.IMP	~	Glättung über MSA
170	×	Bedingter Rücksprung	Verfahren 104		V	Abbruchprüfung Rückkopplung

Abbildung 149: Verfahrensgruppen zur Umlegungsrechnung und Gleichgewichtsprüfung innerhalb der Nachfrageberechnung

Danach erfolgt Aufruf des Umlegungsmodells im Verfahrensablauf des Nachfragemodells iterativ innerhalb der Rückkopplung (cf. Verfahrensschritt 165 in Abbildung 149). Hierbei werden die Verfahrensparameter in der benutzerdefinierten Tabelle «Versionen» unter dem Feld «UPar_Rueckkopplung» aufgerufen.

Als Ergebnis der Nachfrageberechnung werden die EVA-Matrizen für die Modi PW, ÖV, Velo und Fuss sowie die Kenngrössenmatrizen für PW, ÖV und Velo im durch das Projektverzeichnis festgelegten Ordner für Matrizen gespeichert.

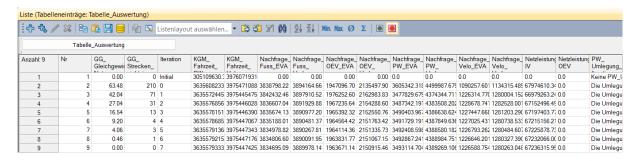


Abbildung 150: Ergebnisdarstellung in der benutzerdefinierten Tabelle «Tabelle_Auswertung» im Nachfragemodell

Zudem werden im Nachfragemodell in der benutzerdefinierten Tabelle «Tabelle_Auswertung» als Ergebnisübersicht die Matrixsummen der Nachfragematrizen der einzelnen Modi, die IV- und ÖV-Netzleistungen sowie ausgewählte Kenngrössenmatrizen je Iterationsschritt dargestellt (cf. Abbildung 150).

11 Modellierung zukünftiger Mobilitätsformen

Nach Ansicht vieler Experten wird die Entwicklung der Digitalisierung und des automatisierten Fahrens die Mobilität der Menschen weitreichend verändern. In vielfältiger Art und Weise werden sich dadurch nicht nur das Verkehrs- und Mobilitätsverhalten im engeren Sinne verändern, sondern auch gesellschaftliche Belange beeinflusst werden. Die möglichen Auswirkungen sind Gegenstand aktueller wissenschaftlicher Untersuchungen und umfassen unter anderem:

- technische Veränderungen und daraus resultierende verkehrliche Auswirkungen
- Änderung des Mobilitäts- und Verkehrsverhaltens der Menschen
- siedlungsstrukturelle Auswirkungen
- Aspekte der Verkehrssicherheit
- rechtliche, ethische und gesellschaftliche Aspekte

Für die zukünftigen Modellanwendungen stellen die technologischen Entwicklungen und ihre Implementierung eine Herausforderung dar. Hier stellen einerseits die technischen Entwicklungen wie z.B. autonomes Fahren und die damit verbundenen Folgen für den individual und öffentlichen Verkehr aber anderseits auch die Akzeptanz und Verhaltensänderungen infolge von solchen Entwicklungen noch immer eine grosse Unbekannte.

In diesem Arbeitspaket werden die Anforderungen an die Modellierung solcher Angebotsformen sowie dem Vorgehen für die Implementierung im GVM-ZH19 zusammengestellt.

Mit Hinblick auf die Verkehrsmodellierung im Allgemeinen sowie auf die Abbildbarkeit dieser neuen Technologien innerhalb des GVM-ZH19 lassen sich daraus folgende Bereiche ableiten, in denen es jeweils unterschiedliche Erweiterungen notwendig sind:

- Anpassung des Verkehrsangebots (neue Verkehrssysteme, Kapazitäten, Knotenwartezeiten, ÖV-Angebot sowie ÖV-Mobilitätskonzepte, Zu- und Abgangszeiten, Kosten, intermodalen Umsetzungskonzeptes etc.)
- Anpassung der Nachfragesegmentierung (Verhaltenshomogenen Schichten für den PW-Besitz und Mobilitätsraten) und Verhaltensparameter (Verkehrsmittelwahl, Bewertung der Reisezeit und Zu- und Abgangszeit, Zuverlässigkeit, Akzeptanz etc.)
- Anpassung des Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodells (neue Verkehrssysteme, neue Angebotskomponenten etc.)
- Anpassung der **Umlegungsmodelle** (Nachfragestreuung auf die Route, Bewertung der Reisezeitkomponenten etc.)
- Anpassung der siedlungsstrukturellen Merkmale (Siedlungsstrukturelle Veränderungen wie z.B. mögliche Verstärkung der polyzentrischen Stadtstruktur, Attraktivitätssteigerung von Wohngebieten in der Agglomeration)

Hier ist zu beachten, dass sowohl Erfahrungen als auch der Stand der Wissenschaft zu diesen Fragen beschränkt sind.

Besonderes Augenmerk wird dabei auf die prognostische Modellierung neuer Mobilitätsformen der nachfolgenden Punkte gelegt.

11.1 Autonomes Fahren

Das Umsetzungskonzept "Autonomes Fahren", wie z.B. Teilautomatisierung, Vollautomatisierung oder Mischverkehr, stellt unterschiedliche Anforderungen an die Umsetzung des Konzepts im Verkehrsmodell. Damit verlangt die Umsetzung von solchen Mobilitätsformen eine klare Szenariodefinition.

In Hinblick auf das **Verkehrsangebot** ist davon auszugehen, dass es positive verkehrliche Wirkungen gibt, die sich kapazitätssteigernd auf den Strassenverkehr auswirken. Dazu zählen die Verstetigung des Verkehrsflusses, die Erhöhung der Kolonnengeschwindigkeit sowie ein Zeitgewinn an LSA (Verringerung der Verlustzeiten), besonders dann, wenn Fahrzeuge miteinander kommunizieren können. Des Weiteren bietet autonomes Fahren Entwicklungsmöglichkeiten für gänzlich neue Mobilitätskonzepte als Ergänzung zum leistungsfähigen, schienengebundenen ÖV.

Hinsichtlich Nachfragesegmentierung und Verhaltensparameter sind Auswirkungen auf die Moduswahl zu erwarten, die durch unterschiedliche Einflüsse entstehen. Zum einen ermöglicht autonomes Fahren den Zugang zum MIV auch Personengruppen ohne Führerausweisbesitz sowie Personen, die bisher aufgrund des Alters, aufgrund körperlicher Einschränkungen oder anderer Nutzungshemmungen zur Gruppe der Personen ohne PW-Verfügbarkeit zählen (dies ist gerade auch in Hinblick auf eine älter werdende Bevölkerung von grosser Bedeutung). Zum anderen wird sich die Bewertung der Reisezeit deutlich verändern, da diese für andere Tätigkeiten als das Fahren genutzt werden kann und deshalb weniger stark als Zeitverlust empfunden wird. Zudem ist davon auszugehen, dass subjektive Einflussfaktoren wie Komfortsteigerung, Sicherheitsgewinn, Zuverlässigkeit der Reisezeit einen stärkeren Einfluss haben werden. Dazu müssen weitere Nachfragesegmente für Personenwagen (PW) eingeführt werden. Diese bieten die Möglichkeit bei Prognoserechnungen Annahmen und Parameter für verschiedene PW-Typen zu setzen, beispielsweise wenn sich aus der Automatisierung und Elektrifizierung der Flotten unterschiedliche Nutzungseigenschaften und Nutzerkosten ergeben.

Die oben genannten Folgen für das Verkehrsangebot und das Mobilitätsverhalten führen auch dazu, dass **siedlungsstrukturelle Änderungen** zu erwarten sind. In den aktuellen Forschungen wird mit Blick auf die Einführung des autonomen Fahrens für Mitteleuropa von folgenden zwei möglichen Entwicklungstendenzen ausgegangen:

- Weiterhin zunehmende Ausprägung von Mobilitätsknoten als Verknüpfungspunkt unterschiedlichster (neuer) Verkehrsangebote, in deren Nähe sich Stadtquartiere entwickeln; insgesamt Verstärkung der polyzentrischen Stadtstruktur.
- Trotz Verdichtung der Innenstädte Wachstum suburbaner Gebiete mit geringer Dichte aufgrund steigender Attraktivität von Wohngebieten in der Agglomeration, da autonome Fahrzeuge den Standortnachteil kompensieren.

11.2 Sharing und Pooling

Derzeit ist das Ride-Sharing noch ein Nischenprodukt und hat einen Modal-Split-Anteil von wesentlich unter einem Prozent. Sharing lässt sich im GVM-ZH19 abbilden. Dazu sind folgende Schritte bei der Implementierung zu beachten:

- Abbildung des Angebotes
- Einbau der Kennzahlen
- Ermittlung der Nachfrage
- Plausibilisierung der Ergebnisse

Bei der Abbildung des **Angebotes** muss entschieden werden, ob ein stationsgebundenes Car Sharing mit der Rückgabe am Abholort oder einem beliebigen Rückgabeort modelliert werden soll.

Im Folgenden wird das stationsgebundene Carsharing betrachtet. In diesem Fall müssen in einem ersten Schritt die Stationen in das Modell eingebaut werden und über Anbindungen an den jeweils nächsten geeigneten Knoten des Netzmodells angebunden werden.

Es werden folgende Kenngrössen bei der Bewertung zu berücksichtigen sein:

Kenngrösse	Herleitung
Verfügbarkeit von Fzg.	Für jeden Bezirk wird die Anzahl angebundener Fahrzeuge geteilt durch den Mittelwert aus Einwohner und Beschäftigten.
Zugangszeit	Für jede Bezirksbeziehung wird die Zeit vom Schwerpunkt zur nächsten Station (min. 2 Minuten, max. 30 Minuten) betrachtet.
Auslastung	Für jeden Bezirk wird die Anzahl Fahrten mit Sharing-Fahrzeugen durch die Anzahl vorhandener Fahrzeuge geteilt.
Reisezeit	Für jede Bezirksbeziehung wird die PW-Reisezeit betrachtet.
Abgangszeit	Für jede Bezirksbeziehung wird die Zeit zum Schwerpunkt von der nächsten Station (min. 2 Minuten, max. 30 Minuten) betrachtet.
Kosten	Die Kosten werden abhängig vom Fahrtzweck und der gefahrenen Distanz berechnet.

Tabelle 27: Kenngrössen der Bewertung von «sharing»

Die Ermittlung der Nachfrage erfolgt über einen zusätzlichen Modus, z.B. «sharing», im EVA-Modell.

In einem ersten Schritt ist die Berechnung des Gesamtverkehrs aus Bevölkerungsdaten und Mobilitätsdaten vorzunehmen.

Die Bewertung erfolgt anhand der Kenngrössen (cf. Tabelle 27). Dabei werden die Parameter für die Verfügbarkeit, die Reisezeit sowie die Kosten analog dem vorhandenen Modus PW verwendet. Die Parameter der Zu- und Abgangszeit wird analog dem vorhandenen Modus ÖV angewandt. Die zusätzliche Komponente Auslastung beinhaltet die Abbildung der Kapazitäten an den Standorten und bildet einen dämpfenden Effekt auf die mögliche Anzahl der Fahrten pro Fahrzeug ab.

Die Verkehrsmittel- und Zielwahl wird über den Modal-Split entsprechend abgebildet.

Die Erarbeitung von Möglichkeiten zur Abbildung von Ride-Pooling-Angeboten in makroskopischen Verkehrsmodellen wurde im Rahmen des Forschungsprojektes SVI 2019/004 «Sharing in Verkehrsmodellen» untersucht.

11.3 Integration neuer Verkehrssysteme

Die Abbildung des Modus Park & Ride in Verkehrsmodellen bittet sich insbesondere in Gebieten mit stark rural Charakteristiken an, wo ein leistungsfähiger ÖV nicht kosteneffizient bereitgestellt werden kann. Dafür muss ein neuer Modus mit mindestens zwei Verkehrssystemen (PW und ÖV) und entsprechende P&R-Anlagen definieren werden.

In VISUM ist eine Erweiterung für Park & Ride auch für das Nachfragemodell möglich. Durch die Vorgaben von Preisen und Stellplatzkapazitäten können realistische Annahmen abgebildet werden und auch zur Analyse verschiedener Standorte von P&R-Anlagen eignet sich diese Erweiterung.

In Hinblick auf die Regeln im schweizerischen Strassenverkehr werden E-Bikes und Pedelecs (Akronym in Englisch «pedal electric bicycle») bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h und maximal 500 Watt Antriebleistung den Fahrrädern gleichgestellt. Insbesondere auf der letzten Meile zu den Bahnhöfen ruralen Gegenden und bei hügeligem Gelände können die E-Bikes eine sehr attraktive Alternative sein. Hier würde es sich anbieten, die E-Bikes als eigener Modus mit spezifischen Ergänzungen wie Reichweite, Steigung etc. zu etablieren und vom Modus Velo zu separieren.

11.4 Unterschiedliche Ausprägung von Mobility Pricing

Bei der Abbildung von Mobility-Pricing in Nachfragemodellen geht es vorrangig darum, die Nachfrage nach Mobilität mit preislichen Mitteln zu beeinflussen. Dabei besteht die Möglichkeit, die Mobilitätskosten der Nutzer sowohl im MIV als auch im ÖV zu beeinflussen.

Hierbei sind insbesondere zusätzliche Verhaltensdaten, wie z.B. Zahlungsbereitschaft bei zusätzlichen Kostenkomponenten wie MP, zu erheben.

Im ÖV werden die Kosten über ein Tarifmodell abgebildet. Aus den durchfahrenen Zonen werden die Fahrpreise abgeleitet. Eine Anpassung des Tarifmodells hat somit unmittelbaren Einfluss auf die Routen- als auch in der Moduswahl.

Im PW gibt es die Möglichkeit, die Nutzerkosten über Road-Pricing oder Parkplatzgebühren abzubilden. Gegenwärtig werden die Nutzerkosten im PW über die Komponenten Fixkosten, Kilometerkosten und Distanz pauschal ermittelt und danach Fahrzweckspezifisch bewertet. Damit lassen sich globale Anpassungen des Pricing, wie Anpassungen der variablen PW-km-Kosten direkt abbilden.

Parkkosten lassen sich ebenfalls relativ einfach über ein benutzerdefiniertes Attribut an den Zonen abbilden. Diese Kosten müssen danach im Nachfragemodell in die Formeln zur Berechnung der Nutzerkosten des Modus PW eingearbeitet werden.

Neben den globalen Anpassungen gibt es noch verschiedene weiter Strategien des Road Pricings, wie

Objektpricing
 Dieses Szenario wird eine Maut für einzelnen Objekte oder Abschnitte eingeführt. Dies dient insbesondere der Finanzierung von Neubauten der Infrastruktur.

Zonenmodell

In Agglomerationen und besonders verkehrsbelasteten Gebieten wird Road Pricing für einzelne oder mehrere zusammenhängende Zonen eingeführt. Bei Anwendungen in Städten wird der Begriff «City Maut» für das Zonenmodell verwendet.

Netzmodell

Auf dem übergeordneten Strassennetz, d.h. auf den Nationalstrassen und kantonalen Autobahnen oder Hauptstrassen, die für das Verkehrsmanagement auf den Nationalstrassen von Bedeutung sind, werden distanzabhängige Benützungsabgaben eingeführt.

Die oben genannten Strategien lassen sich direkt in VISUM umsetzen. Zonen werden als Polygone definiert und über das Objekt «Regulierte Verkehrsbereiche» in VISUM abgebildet. Dabei gibt es unterschiedliche Typen von Regulierten Verkehrsbereichen, wie Fahrverbot, Flächenmaut oder Matrixmaut. Insbesondere die Matrixmaut wird dabei für geografisch zusammenhängende Teilnetze verwendet, wie Autobahnkorridore mit Ein- und Ausfahrten. Dieser Typ könnte beispielsweise für Objektpricing verwendet werden.

Neben der räumlichen Unterscheidung gibt es noch die Möglichkeit der zeitlichen Unterscheidung der Bepreisung. In diesem Falle kann man überlastete Streckenabschnitte sowohl im IV als auch im ÖV mit unterschiedlichen Preisen versehen. Voraussetzung für eine derartige Unterscheidung sind unter anderem fein aufgegliederte Ganglinien der Nachfrage zwischen denen dann in Skripten die Nachfrage verschoben wird. Es werden die Kenngrössen für jede Zeitscheibe berechnet und bewertet. Die Anwendung eines solchen Szenarios erfordert neben den Anfangs genannten Bedingungen auch eine sehr genaue Kenntnis der zeitlichen Nachfrageverteilung. Im zur Zeit laufenden ASTRA-Forschungsprojekt Erstellung von Grundlagen für die Beeinflussung von Tagesganglinien VPT_20_01C_01 werden neue Grundlagen zu dem Thema erstellt.

11.5 Starke Digitalisierung des Verkehrs

Die starke Digitalisierung des Verkehrs umfasst vor allem folgende Themenbereiche:

- Smartphone-Nutzung im Öffentlichen Verkehr
 Die Nutzung des Smartphones im ÖV und da insbesondere bei den weiteren Fahrten in der
 Bahn hat in den letzten Jahren sprunghaft zugenommen. Wie z. B. Schätzungen mit der Holländischen SP gezeigt haben, empfinden die Passagiere die Fahrzeit als geringer negativ und
 der Zeitwert sinkt. Dies könnte zu Anpassungen der Zeitwerte bei Kosten-Nutzen-Analysen
 führen, mit der Folge, dass Investitionen in Geschwindigkeitssteigerungen weniger attraktiv
 werden.
- Intelligente Steuerung der LSA im MIV
- Mobility as a Service (MaaS)
 - (MaaS) ist ein Ansatz, Mobilität und Transport mit eigenen Fahrzeugen durch ein auf den Bedarf abgestimmtes Angebot verschiedener Mobilitätsdienste zu ersetzen. Dies kann z.B. folgende Dienste umfassen: Carsharing, ÖV, Carpooling, Bike-Sharing und Scooter-Sharing, Taxis, Ride-Hailing oder Ridepooling-Dienste. Mobilitätsdienste können verschiedenen Anbie-

tenden bereitgestellt werden und sollen als ein kombinierter, multimodaler Service angeboten und abgerechnet werden. Die PTV hat zu diesem Thema viele Innovationen in Visum implementiert. Eine solche Erweiterung müsste aber als eigens Projekt definiert werden.

12 Quellenangaben

Im Folgenden werden die Quellen für die Datengrundlagen, die im Rahmen der Modellerstellung verwendet wurden, angegeben. Quellenangaben zu weiterführender Literatur, die in Auswertungen und Handbuch eingeflossen sind, werden in Fussnoten im Text referenziert.

Attribut	Quelle
Obertyp	Obertypen gemäss GIS-ZH und diverser ausserkanto- naler Datensätze (AG, GL, SG, SH, TG, SZ, ZG)
	Obertypen gemäss stadtzürcher Datensatz
	Kommunaler Richtplan Winterthur
Abbiegetypen	SVI 2017/007, Knoten in makroskopischen
	Verkehrsmodellen
Modellgeschwindigkeit	TomTom-Netz
Signalisierte Geschwindigkeit (V-Regime)	TomTom-Netz
Fahrstreifen	NPVM 2017
Ortslage	Siedlungsgebiet gemäss swissTLM ^{3D}
	Ortslage der Kantonsstrassen gemäss GIS-ZH (TBA_STR_INNER_AUSSERORTS_L)
Streckentypen	Herleitung
Streckenkapazität	SN 40 018a, SN 40 0120a
Bahnübergang	Bahnübergänge aus data.sbb.ch
Steigungsklasse	Swisstopo-Datensatz DHM25
Strasseneigentümer	Strasseneigentum gemäss GIS-ZH (TBA_STR_ACHS_L)
	Strasseneigentum gemäss diverser ausserkantonaler Datensätze (AG, GL, SG, SH, TG, ZG)
Velonetz	«Veloinfrastruktur Radwege und Radstreifen» der Stadt und des Kantons Zürich; GIS-Layer «Veloab- schnitte» der Stadt Winterthur

Tabelle 28: Quellenangaben

Anhang

Strecken

Obertyp		Fahrstreifen		Ortsl	age	V-Regime		
Ausprä- gung	Codie- rung	Ausprä- gung	Codierung	Ausprä- gung	Codie- rung	Ausprä- gung	Codie- rung	
HLS-RT	11000	1	100	innerorts	10	≤ 20	1	
HLS	12000	2	200	ausserorts	20	30	2	
HLS-T	13000	3	300			40	3	
HLS-R	14000	4	400			50	4	
HVS	20000	5	500			60	5	
RVS	30000					70/80	6	
LVS	40000					90/100	7	
SS	50000					120	8	
ES	60000							
OEV	70000							
FUSSVELO	80000							

Tabelle 29: Streckentypen

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Strecken	AUSL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Auslastung %
Strecken	BEL_ASP_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Strecken	AUSL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Auslastung %
Strecken	BEL_ASP_2019_IV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL ASP REF2040 IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MFZ	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MIV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL DTV0622 2019 MFZ	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL DTV0622 2019 MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_IV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL DTV2206 REF2040 IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_REF2040_MIV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV2206_STR2040_MIV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL DTV REF2040 IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_REF2040_MFZ	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL DTV REF2040 MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL DTV STR2040 MIV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_2019_MFZ	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_2019_MIV	Modellergebnisse Formel: Belastung
Strecken	BEL DWV REF2040 IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DWV_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MFZ	ModellergebnisseBelastung
Strecken	BEL_MIV	ModellergebnisseBelastung
Strecken	BEL_MSP_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Strecken	AUSL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Auslastung %
Strecken	BEL_ASP_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_MSP_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_PW	ModellergebnisseBelastung
Strecken	BEL_VELO	ModellergebnisseBelastung
Strecken	FZG_BUS	AuswertungstoolFahrleistung OeVB
Strecken	GEH_FZG	ModellergebnisseGEH
Strecken	GEH_OEV	ModellergebnisseGEH
Strecken	IST2019_ANZFAHRSTREIFEN	BasisdatenBasis=AnzFahrstreifen
Strecken	IST2019_BAHNUEBERGZUSCHLAG	BasisdatenBasis=ZuschlagfürBahnübergänge
Strecken	IST2019_EMPFOHLEN	BasisdatenBasis=VeloEmpfohlen
Strecken	IST2019_ERGAENZEND	BasisdatenBasis=VeloErgänzend
Strecken	IST2019_KAPIV	BasisdatenBasis=IV-Kapazität
Strecken	IST2019_OBERTYP_NEU	BasisdatenBasis=Streckenobertyp
Strecken	IST2019_STEIGUNG_GESAMT	BasisdatenBasis=Steigung_Gesamt
Strecken	IST2019_TYP	BasisdatenBasis=TypNr
Strecken	IST2019_V-REGIME	BasisdatenBasis=V-Regime (Benutzerdefiniertes Attribut)
Strecken	IST2019_V0IV	BasisdatenBasis=v0 IV
Strecken	IST2019_VELOSTREIF	BasisdatenBasis=Velostreifen
Strecken	IST2019_VELOWEG	BasisdatenBasis=Veloweg
Strecken	IST2019_VSYSSET	BasisdatenBasis=Vsys-Set
Strecken	N_VELOTYPEN	BasisdatenSumme spezieller Velotypen
Strecken	REF2040_ANZFAHRSTREIFEN	BasisdatenRef2040=AnzFahrstreifen
Strecken	REF2040_BAHNUEBERGZUSCHLAG	BasisdatenRef2040=ZuschlagfürBahnübergänge
Strecken	REF2040_EMPFOHLEN	BasisdatenBasis=VeloEmpfohlen
Strecken	REF2040_ERGAENZEND	BasisdatenBasis=VeloErgänzend
Strecken	REF2040_KAPIV	BasisdatenRef2040=IV-Kapazität
Strecken	REF2040_OBERTYP_NEU	Basisdaten Ref2040=Streckenobertyp

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Strecken	AUSL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Auslastung %
Strecken	BEL_ASP_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	REF2040_STEIGUNG_GESAMT	BasisdatenRef2040=Steigung_Gesamt
Strecken	REF2040_TYP	BasisdatenRef2040=TypNr
Strecken	REF2040_V-REGIME	BasisdatenRef2040=V-Regime
Strecken	REF2040 VOIV	Basisdaten Ref2040=v0 IV
Strecken	REF2040_VELOSTREIF	BasisdatenRef2040=Velostreifen
Strecken	REF2040_VELOWEG	BasisdatenRef2040=Veloweg
Strecken	REF2040_VSYSSET	BasisdatenRef2040=Vsys-Set
Strecken	REL_DIFF_MIV	Hilfsattribute (Umrechnungen)Rel_Diff_MIV
Strecken	REL_DIFF_OEV	Hilfsattribute (Umrechnungen)Rel_Diff_OeV
Strecken	STR2040_ANZFAHRSTREIFEN	BasisdatenStr2040=AnzFahrstreifen
Strecken	STR2040_BAHNUEBERGZUSCHLAG	BasisdatenStr2040=ZuschlagfürBahnübergänge
Strecken	STR2040_EMPFOHLEN	BasisdatenBasis=VeloEmpfohlen
Strecken	STR2040_ERGAENZEND	BasisdatenBasis=VeloErgänzend
Strecken	STR2040_KAPIV	BasisdatenStr2040=IV-Kapazität
Strecken	STR2040_OBERTYP_NEU	BasisdatenRef2040=Streckenobertyp
Strecken	STR2040_STEIGUNG_GESAMT	BasisdatenRef2040=Steigung_Gesamt
Strecken	STR2040_TYP	BasisdatenStr2040=TypNr
Strecken	STR2040_V-REGIME	BasisdatenStr2040=V-Regime
Strecken	STR2040_V0IV	BasisdatenStr2040=v0 IV
Strecken	STR2040_VELOSTREIF	BasisdatenStr2040=Velostreifen
Strecken	STR2040_VELOWEG	BasisdatenStr2040=Veloweg
Strecken	STR2040_VSYSSET	BasisdatenStr2040=Vsys-Set
Strecken	T_AUS_V_GEWUENSCHT	EntwicklerFormel: Fahrzeit berechnet aus
		LAENGE und V_GEWUENSCHT.
Strecken	V0_SV	ModellberechnungSV-v0-Geschwindigkeit
Strecken	VELO_T0	ModellberechnungVelo-t0
Strecken	VELO_V0	ModellberechnungVelo-v0-Geschwindigkeit
Strecken	VELO_WIDERSTAND	ModellberechnungVelo-Widerstand
Strecken	VELO_WIDERSTAND_FAKTOR_MIV	ModellberechnungVeloparameter MIV-Be- lastung
Strecken	VELO_WIDERSTAND_FAKTOR_STEIGUNG	ModellberechnungVeleoparameter Steigung

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Strecken	AUSL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Auslastung %
Strecken	BEL_ASP_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_REF2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_ASP_STR2040_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_2019_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	BEL_DTV0622_REF2040_IV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Strecken	ZVV_ABW_ASP_REL	ÖVGrundlagen nicht öffentlichKalibrations- wert öV MSP (17-18) für ZVV-Netz (Bus & Tram)
Strecken	ZVV_ABW_DTV_REL	ÖVGrundlagen nicht öffentlichKalibrations- wert öV MSP (17-18) für ZVV-Netz (Bus & Tram)
Strecken	ZVV_ABW_DWV_REL	ÖVGrundlagen nicht öffentlichKalibrations- wert öV MSP (17-18) für ZVV-Netz (Bus & Tram)
Strecken	ZVV_ABW_MSP_REL	ÖVGrundlagen nicht öffentlichKalibrations- wert öV MSP (17-18) für ZVV-Netz (Bus & Tram)

Tabelle 30: Übersicht Strecken-BDAs in Umlegungsmodell

Knoten

Knotentyp- Nr.	Knotentyp
1	Ungeregelt (Vorfahrtsknoten, Rechtvortritt)
2	Kreisel
3 (bzw. 5)	LSA
4	Ungeregelt (Rechtvortritt)
97	Knoten ohne Arme (isoliert)
98	Endknoten (Knoten mit 1 Arm)
99	Zwischenknoten (Knoten mit 2 Armen)

Tabelle 31: Knotentypen

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Knoten	IST2019_TYP	BasisdatenIst2019
Knoten	REF2040_TYP	BasisdatenRef2040
Knoten	STR2040_TYP	BasisdatenStr2040

Tabelle 32: Übersicht Knoten-BDAs in Umlegungsmodell

Abbieger

Abbieger- typ-Nr.	Abbiegertyp-Nr. gemäss Quelle aus Tabelle 28	Knotentyp	Abbiegertyp Beschreibung
0	1	Ungeregelt	${\sf HS} o {\sf HS}, {\sf HS} o {\sf NS}$ rechts, ${\sf HS} o {\sf NS}$ geradeaus
1	2	Ungeregelt	$HS \rightarrow NS$ links
2	3	Ungeregelt	NS o HS rechts, $NS o HS$ geradeaus
3	4	Ungeregelt	NS o HS links, $NS o NS$
4	5	Kreisel	rechts
5	6	Kreisel	geradeaus
6	7	Kreisel	links
7	8	LSA	$HS \rightarrow HS$
8	9	LSA	$HS \rightarrow NS$
9	10	LSA	$NS \rightarrow HS$, $NS \rightarrow NS$

Tabelle 33: Abbiegertypen (HS = Hauptstrecke, NS = Nebenstrecke)

Objekttyp	Attribut-ID	Kommentar
Abbieger	BEL_MFZ	ModellergebnisseFormel: Belastung
Abbieger	BEL_MIV	ModellergebnisseFormel: Belastung
Abbieger	IST2019_KAPIV	BasisdatenIst2019
Abbieger	IST2019_T0IV	BasisdatenIst2019
Abbieger	IST2019_VSYSSET	BasisdatenIst2019
Abbieger	REF2040_KAPIV	BasisdatenRef2040
Abbieger	REF2040_T0IV	BasisdatenRef2040
Abbieger	REF2040_VSYSSET	BasisdatenRef2040
Abbieger	STR2040_ABBIEGETYPEN	BasisdatenStr2040
Abbieger	STR2040_KAPIV	BasisdatenStr2040
Abbieger	STR2040_T0IV	BasisdatenStr2040
Abbieger	STR2040_VSYSSET	BasisdatenStr2040

Tabelle 34: Übersicht Abbieger-BDAs in Umlegungsmodell

Massnahmen Referenzprognose 2040 MIV

Projektnummer ² Richtung			
Hin	Rück	_ Massnahme	Beschreibung
29	30	N1 Aarau Ost – Birrfeld, PUN	
31	32	N1 Limmattal, PUN	
33	34	A1 Ausbau Nordumfahrung Zürich	6-Spurausbau Limmattaler Kreuz bis Stelzentunnel
35	36	A1, PUN Limmattaler Kreuz	Temporärer Kapazitätsausbau (PUN), N1, Kreuz Limmattal und N3/4 bis Urdorf Süd
39	40	A1 Pannenstreifenumnutzung (PUN) Zürich-Nord/Brüttisellen	Permanente Pannenstreifenumnutzung (d.h. Erweiterung der Stammachse auf fast durchgängig drei Fahrspuren)
41	42	A1, Effretikon – Winterthur-Ohringen	Verschiedene Massnahmen, u.a. PUN Winterthur- Töss – Winterthur-Nord als Übergangslösung bis 6- Spurausbau
43	44	A4, Ausbau Weinland Süd	A4, Kleinandelfingen – Verzweigung Winterthur Nord; 4-Spurausbau
51	52	N14 Buchrain – Rütihof, PUN	
53	54	N4 Blegi – Rütihof	6-Spur (eigentlich schon im Istzustand)
55	56	N4, 2. Röhre Fäsenstaubtunnel	(Schaffhausen-Süd - Herblingen)
81	82	A1/36 Anschluss Schlieren	Anschluss Schlieren – Europabrücke (Grünau), Verschiedene Massnahmen zur Optimierung Verkehrsführung
130	131	A3 Wädenswil - Richterswil	Verschiedene Massnahmen, u.a. temporäre Umnutzung von Pannenstreifen PUN zwischen den Anschlüssen Richterswil und Wädenswil
142	143	A1, PUN Oberwinterthur	A1, Winterthur-Ohringen - Oberwinterthur, PUN in Betrieb seit ca. 2020 zwischen Winterthur-Ohringen und Oberwinterthur
204	205	Umfahrung Näfels	
301		H-Anschluss N3 Schindellegi	Vollanschluss, inkl. Zubringer Freienbach
302		Anschluss N3 Wangen Ost	
311		H-Anschluss A4 Rotkreuz Süd	
314		V-Anschluss A4 Arth	
318		Anschluss Wil-West	
327		Umfahrung Cham-Hünenberg	Kammern A, C
339		Schaffhausen Verbindungsstrasse & FlaMa	2. Röhre Fäsenstaubtunnel

_

 $^{^{2}}$ Unterscheidung zwischen Hin- und Rückrichtung nur für Massnahmen auf Nationalstrassen.

Projektnummer ² Richtung			
Hin	Rück	Massnahme	Beschreibung
435		A1 Anschluss Wil-West, Will	Netzergänzung Nord, Umfahrungsstrasse
442	443	Südumfahrung Küssnacht SZ	Teil Nord, i.B. seit 2020
478	479	Tangente Zug/Baar	i.B. seit 2021
504	505	Südwestumfahrung Sins	i.B. seit 2021
508	509	Lenzburg, A1-Zubringer und An- schluss N1 Ri Ost	i.B. seit 2021
520	521	Ostumfahrung Bad Zurzach	i.B. seit 2023
522	523	Südwestumfahrung Brugg	i.B. seit 2021
524	525	Umfahrung Mellingen	i.B. seit 2022
534	535	Umfahrung Wattwil Süd	i.B. seit 2022
536	537	Umfahrung Bütschwil	i.B. seit 2020
538	539	Umfahrung Netstal	
860	861	Umfahrung Jestetten	
1010		Autobahnzubringer Obfelden & Ottenbach	Neue Umfahrungsstrasse, i.B. seit 2023
1012		FlaMa AZ Obfelden/Ottenbach	FlaMa: T30 und Umgestaltung Ortsdurchfahrten Ottenbach
1020		4-Spur-Ausbau Hardwald	4-Spur-Ausbau Hardwald, mit Ausbau Kreisel Chrüzstrasse (Unterführung)
1030		Anpassungen Strassennetz für Limmattalbahn Killwangen	Bahntunnel Zürcherstrasse Killwangen, unterirdische Querung der Strasse; i.B. seit 2022
1032		Anpassungen Strassennetz für Limmattalbahn Dietikon	Strassenunterführung Mutschellenknoten, niveaugetrennte Führung von Bahn und MIV; i.B. seit 2022
1034		Anpassungen Strassennetz für Limmattalbahn Dietikon	Strassenunterführung Bunkerknoten, niveaugetrennte Führung von Bahn und MIV; i.B. seit 2022
1036		Anpassungen Strassennetz für Limmattalbahn Schlieren	Engstringerkreuzung, niveaugetrennte Führung des Strassenverkehrs (Projekt Kanton Zürich)
1038		Anpassungen Strassennetz für Limmattalbahn Schlieren	Diverse Strassenanpassungen und Steuerungsmass- nahmen auf Zürcher-/Badenerstrasse und Über- land-/Bernstrasse; i.B. seit 2022
1040		Dietikon, Ausbau Mutschellen-/Sil- bernstrasse	zwischen Silbernstr. und HLS-Auffahrt Richtung Nord, 3Streifen, Knoten Rechtsabbieger mehr Kapa- zität, ansonsten sind Aufweitungen an Knotenzu- fahrten nicht Teil des GVMs
1050		A50 Instandsetzung Umfahrung Glattfelden	A50 Instandsetzung Umfahrung Glattfelden, Kapazitätsreduktion
1060		Weiningen, Niederholzstrasse	Umfahrung Fahrweid (Niederholz-Überlandstrasse)
1070		LSA Wiesendangen	neue LSA Frauenfelder / Rietstrasse
1072		Sperrung Kistenpass	Sperrung Verbindung Wiesendangen – W. Hegi

Projektnummer ² Richtung		Massnahme	Beschreibung
Hin	Rück	_ Massnanme	Beschreibung
1080		Anschluss A1/A15 Dietlikon	Ausbau Anschluss A1/A15, bis Brandbachstr.
1084		Dietlikon, Knoten Flamingo	Umbau Kreuzung in 2 T-Knoten (Stationsstr, Brüttisellerstr.), i.B. seit 2022
1086		Dietlikon, Industrie Süd	Dietlikon, Neues Verkehrsregime Industrie Süd (Einbahnring), i.B. seit 2022
1088		Unterführung Faisswiesenstrasse	Im Zusammenhang STEP 2035 (SBB)
1090		Eigentalstrasse	Sperrung; nur noch Velo
1100		Verkehrsregime Bahnhof Regensdorf Nord	Spange Trockenlootstrasse, Umbau Wehnta- lerstrasse mit diversen neuen LSA
1110		Dielsdorf Busbeschleunigung	Neue LSA Schwenkelberg-/Niederhasli-/Neera- cherstrasse; Schwenkelberg-/Wehntalerstrasse
1120		Uster, Längere Schliesszeit Winterthurerstrasse	24 statt 16 Züge/h
1121		Uster, Längere Schliesszeit Gschwaderstr.	24 statt 16 Züge/h
1122		Uster, Längere Schliesszeit Zürichstrasse	24 statt 16 Züge/h
1123		Uster, Längere Schliesszeit Brunnenstr.	16 statt 12 Züge/h
1124		Uster, Längere Schliesszeit Wermatswilerstrasse	16 statt 12 Züge/h
1126		Uster, Längere Schliesszeit Aathalstrasse	16 statt 12 Züge/h
1130		Wädenswil: T30 im Zentrum	T30 im Zentrum vom Kreisel in Richtung Zugerstrasse (ca. 300 m), Seestrasse in beide Richtungen (ca. 200 m)
1132		T-30 Ortsdurchfahrt Embrach (ca. 600m)	
1134		T-30 Ortsdurchfahrt Eglisau (ca. 900m)	
1144		LW-Verbot Hermikon	LW-Verbot zwischen Dübendorf und Schwerzenbach; i.B. seit 2022
1201		Neue Tempo 30 Zonen (seit 2020)	Verfügte T30-Zonen im Kanton
1202		Neue Begegnungszonen (seit 2020)	Verfügte Begegnungszonen im Kanton
1666		SBB MSZW A4 Bassersdorf	Neue Verkehrsführung von/nach Bassersdorf wegen Brüttenertunnel (Mehrspur Zürich-Winterthur)
1777		Anbindungen Niderfeld Dietikon	Zugänge Entwicklungsgebiet Niderfeld
1888		Anbindungen InnoPark Dübendorf	Zugänge Innovationspark

Projekto	Projektnummer ²				
Richtung		Massashma	Docebraibung		
Hin	Rück	_ Massnahme	Beschreibung		
2010		Anpassungen Strassennetz für Tram Affoltern	Verschiedene Anpassungen u.a. Abbieger, U-Turns o.ä.		
2020		Gegenverkehr Uraniastrasse	Spurabbau MIV beide Richtungen		
2022		Gegenverkehr Uraniastrasse	Sperrung Sihlstrasse und weitere FlaMa		
2030		Umgestaltung Triemli Zürich	Aufhebung Kreisverkehr, LSA-Anlage südseitig		
2034		Umgestaltung Albisriederstrasse	Umgestaltung Quartierzentrum Albisriederstrasse		
2042		Manesse- und Stauffacherstrasse	Veloangebot in beide Richtungen, Abbau Fahrspur MIV		
2050		Umgestaltung Vorderberg	Umgestaltung Vorderberg und Toblerstrasse		
2060		Sperrung Bahnübergang Seebach	für MIV		
2070/72		Umlegung Dreispitzstrasse	Verlegung der Achse, Anbindung an Wallisellenstrasse		
2076		Verkehrsarme Langstrasse	Sperrung MIV Abschnitt Brauer- bis Dienerstr.		
2999		T30 Stadt Zürich	Strassenlärmsanierung (STRB Dez. 21), Layer: T30		
3010		T30 in der Kernstadt Winterthur	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen, nur klare T30 Strecken, nicht T30 oder T50		
3020		T30 Wülflingen	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen		
3030		T30 Breiti	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3040		T30 Veltheim	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3050		T30 Mattenbach	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3060		T30 Seen	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3070		T30 Oberwinterthur	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3080		T30 Töss	Gem. Zielbild Temporegime Etappe Morgen,		
3100		Konzept	6 neue LSA und (z.T.) Knotenumgestaltungen		
3204		Umgestaltung Technikumstrasse	Neue LSA Turnhaldenstrasse		
3210		Umgestaltung Zürcherstrasse	T-30 Töss, Schneidergass bis untere Briggerstrasse		
3214		Umgestaltung Zürcherstrasse	Abbau Abbiegebeziehung MIV		
3240		Wülflingerstrasse (Härti-Neftenba- cherstrasse)	Neu als LSA		
3250		Wülflingerstrasse (Härti-Neftenba- cherstrasse)	Neu als LSA		
3260		Strassenunterbrechungen Winterthur Emil-Klöti-Strasse	Für MIV		
3270		Strassenunterbrechungen Winterthur Zur Kesselschmiede	Für MIV		
3280		Fahrverbotszone Stadthausstrasse			

Tabelle 35: Berücksichtigte MIV-Massnahmen in der Referenzprognose 2040

Massnahmen Strategieprognose 2040 MIV

Projektnummer ³ Richtung		Massnahme	Beschreibung
Hin	Rück	_	
35	36	Erweiterung N3/4 Westumfahrung Zürich	6-Spurausbau zwischen Verzweigung Limmattal – Urdorf-Süd
128		A3 Wollishofen – Thalwil (PUN)	temporäre Umnutzung von Pannenstreifen zwi- schen den Anschlüssen Wollishofen – Thalwil
332		N15, Lückenschliessung Oberland- autobahn	Neubau Autobahn 2x2 Streifen, FlaMa Variante Tunnel tief
5010		Umfahrung Grüningen	Neue Umfahrungsstrasse mit Sperrung historischer Ortskern
5020		Strassenverlegung Neeracher Ried	Neue Strassenführung inkl. Umfahrung Höri, Rückbau bestehender Kreisel im Ried
5030		Neue Greifenseestrasse	Neue Strasse Greifensee – Zürichstrasse, FlaMa Vol- ketswil Industrie
5040		Moosackerstrasse Uster	Neue Strasse, Sperrung Zentralstrasse (Abklassierung), Umbau Nüsslikreisel zum Stadtplatz
5050		Umfahrung Eglisau	Neue Strasse von südlich Seglingen bis nördlich Eglisau mit neuer Rheinbrücke; Abklassierung bestehende HVS (mit teilw. Begegnungszone)
5060		Uster FlaMa STEP 2035 (Bahn- übergänge)	Unterführung Winterthurerstrasse, Sperrung Bahn- übergang Wermatswilerstrasse, Bahnhofstrasse Us- ter T30
5100		Weitere T30-Abschnitte im Kanton	Auf Kantonsstrassen bzw. relevanten HVS / RVS in: Aesch ZH, Horgen, Adliswil, Obfelden (2), Ottenbach (2), Küsnacht (3), Männedorf, Hombrechtikon (2), Rüti (3), Wald, Bäretswil, Wetzikon (2), Oberhittnach, Schwerzenbach, Greifensee (2), Fällanden, Maur, Egg, Oetwil, Mönchaltdorf (2), Gossau (2), Uster (6), Oetwil (2), Oberengstringen, Dietikon, Embrach (2), Lufingen, Hochfelden, Höri, Oberglatt, Bassersdorf, Wangen-Brüttisellen, Kloten, Steinmaur.
6010		Gegenverkehr Kreuzstrasse Zürich	statt 2x Ri Nordost
6030		Bellerivestrasse Spurreduktion	Auf 2x1
7010		Zentrumserschliessung Neuhegi- Grüze inkl. FlaMa	Umbau Knoten Frauenfelder-/Wiesendanger-/Stadtlerstrasse (2d)> 2Spurausbau; neue HVS 50km/h, Anschluss Knoten Höhe Rietstrasse mit LSA
7020		Umsetzung Verkehrskonzept Grüze	Rudolf-Diesel-Strasse (Verzicht auf Linksabbieger für MIV in Industriestr.); Grüzefeld-/Industriestrasse (Neuanordnung Knoten und LSA); Ohrbühlkreisel

 $^{^{3}}$ Unterscheidung zwischen Hin- und Rückrichtung nur für Massnahmen auf Nationalstrassen.

Projektnummer ³ Richtung		Massnahme	Beschreibung
Hin	Rück	- 110001	.
			und -strasse (Umgestaltung zu LSA, Verlegung Ohrbühlstr.
7030		Geiselweidstrasse	Ein-Richtungsverkehr
7040		Umgestaltung Frauenfelderstrasse	Velostreifen und Sperren der Abbieger Leimengg- und Hegistrasse
7100		Zielbild Temporegime	Vision 2040

Tabelle 36: Berücksichtigte MIV-Massnahmen in der Strategieprognose 2040

Massnahmen Referenzprognose 2040 Velo

Projektn	Projektnummer ⁴			
Richtung		Massnahme	Beschreibung	
Hin	Rück		ŭ	
1501		Brüttisellen-Dietlikon	Veloroute entlang Bahn (09_070)	
1510		Netzlücke Bahnhof Wallisellen	Schliessung Netzlücke Bahnhof Wallisellen (02_003), Teil der Veloschnellroute Wallisellen-Dübendorf	
1520		Bike-Line Glattbrugg	Glattpark-Glattbrugg-Flughofstrasse	
1531		Velohauptverbindung Kloten - Bassersdorf	Velohauptverbindung Kloten (zu Glattalbahnverlängerung)	
1541		Veloschnellroute Limmattal über Niederfeld	VVR Niederfeld, Annahme für GVM: Schliessung der Lücke gem. Velonetzplan	
1571		Radweg Dübendorf – Gockhausen	Radweg parallel zu Hauptstrasse	
2501		Velotunnel HB	Rampen Sihlquai, Kasernen- und Konradstrasse, Tunnel	
2511		Quartierverbindung Zürich Kreis 4/5	Gleisquerung für Langsamverkehr von PJZ zu Josefwiese	
2531		Seestrasse und Mythenquai	Zweirichtungsradweg	
2541		Sihlquai	Zweirichtungsradweg	
2551		Birchstrasse Velostreifen	Velostreifen beide Richtungen	
2561		Einbahnstrassen Gegenverkehr	Öffnung von Einbahnstrassen im Gegenverkehr für Velo	
2571		Umsetzung Velovorzugsrouten (VVR)	Gemäss Umsetzungsplan TAZ, Stand 24.11.2022	
2581		VVR Andreasstrasse		
2591		Winterthurerstrasse	Verbesserung der Veloinfrastruktur, Belagsersatz in Fahrbahn und Trottoir Velostreifen und Spurabbau	
3501		Busquerung Grüze	Winterthur: Zusätzliche Veloverbindung	
3511		Ausbau Veloschnellroutennetz	Winterthur: Veloschnellroute als «schnelle Route» klassieren (d.h. +2km/h); City-Ring als «empfohlene Route» (d.h. +1km/h)	

Tabelle 37: Berücksichtigte Velo-Massnahmen in der Referenzprognose 2040

_

 $^{^{\}rm 4}$ Unterscheidung zwischen Hin- und Rückrichtung nur für Massnahmen auf Nationalstrassen.

Massnahmen Strategieprognose 2040 Velo

Projektnummer ⁵ Richtung		Massnahme	Beschreibung
Hin	Rück		
5540		Veloschnellroute (VSR) Limmattal A	Bahnweg, Wiesenstrasse, Überlandstrasse (Goldschlägistrasse bis Limmatbrücke)
n.V.		Veloschnellroute Limmattal B	Überlandstrasse (Bleicherstrasse bis Limmatbrücke); Goldschlägistrasse
n.V.		VSR Uster	Veloschnellroute Ost-West Ortsdurchfahrt, inkl. Velounterführungen Brunnen-, Wermatswilerstr.
n.V.		VSR Pfannenstiel	Erlenbach – Zürich
n.V.		VSR Opfikon	Veloschnellroute
n.V.		HV Effretikon-Wangen	Velohauptverbindung
n.V.		HV Elgg-Elsau	Velohauptverbindung

Tabelle 38: Berücksichtigte Velo-Massnahmen in der Strategieprognose 2040

Massnahmen Referenzprognose 2040 ÖV

Die berücksichtigten Prognoseangebote im ÖV werden hier nur zusammengefasst aufgelistet. Für Details ist der technische Bericht zu konsultieren.

- Bahnangebot STEP 2035 / AK2035 (Stand 2021)
 - Brüttenertunnel (Mehrspur Zürich-Winterthur)
 - Zimmerberg-Basistunnel II
 - Ausbau Bhf. Stadelhofen 4.Gleis
 - S-Bahn Zürich gem. 2G Konzept ZVV (Stand 2018)
 - Bahnhaltestelle Winterthur Grüze Nord
- Limmattalbahn Schlieren Killwangen, inkl. Busnetz
- Verlängerung Glattalbahn Kloten Industrie
- Tram Affoltern Bucheggplatz Holzerhurd
- Tram Nordtangente Holzerhurd Oerlikon Stettbach
- Anpassungen Busnetz VBZ auf Tramausbauten
- Optimierte Anbindung Spitalcluster Balgrist
- Diverse geplante Ausbauten Busnetz in den Regionen
- Stadtbus Winterthur, Teile von Angebotsstrategie 2035
- Verlustzeitberücksichtigung öV bei T30-Abschnitten

⁵ Unterscheidung zwischen Hin- und Rückrichtung nur für Massnahmen auf Nationalstrassen.

• Umsteigezeiten: Minimum von Ist- und Prognose (Eliminierung fehlende Anschlusskoordination)

Massnahmen Strategieprognose 2040 ÖV

Die berücksichtigten Prognoseangebote im ÖV werden hier nur zusammengefasst aufgelistet. Für Details ist der technische Bericht zu konsultieren.

Die Strategieprognose enthält alle Angebote der Referenzprognose und zusätzlich folgende Angebote:

- SOB-Haltestelle Reidbach
- Glattalbahn ab Stettbach Dübendorf Dietlikon
- Glattalbahn Kloten Bassersdorf
- Tramverlängerung Schwamendingen Wallisellen
- Tram Flur-/Gutstrasse
- Tramverbindung Bahnhof Altstetten
- Angebot gemäss VBZ NES 2040, Etappe 1
- Zoo-Seilbahn Stettbach Zoo Zürich
- Stadtbus Winterthur, Angebotsstrategie 2035 komplett
- Standseilbahn Horgen Horgen Oberdorf
- Aufwertung und Ergänzung regionales Busangebot
 - Erhöhung Grundtakt auf ¼ h, ausgenommen ländliche Regionen (½ h)
 - Ergänzende Buslinien zur Behebung von Verbindungsdefiziten im ÖV in den Agglomerationen