

ODIMAST

Im Projekt ODIMAST (Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Kapazität und Verkehrssicherheit) erfolgten eine wissenschaftliche Analyse des Verkehrsablaufs sowie eine Ausarbeitung von Anwendungsempfehlungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit an Anschlussstellen.

Zusammenfassung der Projektergebnisse

Am hochrangigen Straßennetz stellen Anschlussstellen (AST) und insbesondere Einfädelungs- und Verflechtungsbereiche sowie der Anschluss an das untergeordnete Straßennetz maßgebende Stellen für die Bemessung und Dimensionierung dar.

Unter Einbeziehung der erstellten Anschlussstellendatenbank konnten durch die Clusteranalyse Wirkungszusammenhänge zwischen den abzuwickelnden Verkehrsmengen und den vorhandenen Anschlussstellenmerkmalen gefunden werden. Es zeigte sich, dass bei höheren Verkehrsbelastungen Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden sollten. In der Detailanalyse von drei Anschlussstellen wurde die Relevanz einer möglichst genauen Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen aufgezeigt. Speziell an den Knotenpunkten ist eine korrekte Abbildung der relationsfeinen Verkehrsstärken zu unterschiedlichen Verkehrsspitzenzeiten (Lastrichtungen) wesentlich. Mit einem Richtlinienvergleich von RVS und HBS wurden die unterschiedlichen Berechnungsergebnisse hinsichtlich Rückstaulängen dargelegt. Durch die Unfalldatenauswertung zeigten sich an den lichtsignalgeregelten Knotenpunkten aufgrund von signaltechnisch bedingt verträglich geführten Verkehrsströmen vermehrt Kollisionen beim Linksabbiegen.

Anhand der Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Gesamt- und Detailanalyse wurden Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen sowie Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit ausgearbeitet und zusätzlich in einem Methodensheet zusammengefasst.

Facts:

- Laufzeit: 07/2013-12/2014
- Forschungskonsortium:
 - IKK Kaufmann-Kribernegg ZT-GmbH
 - TU Graz – Institut für Straßen- und Verkehrswesen
- Anschlussstellendatenbank
- Clusteranalyse
- Detailanalyse von drei ausgewählten Anschlussstellen
- Anwendungsempfehlungen zur:
 - Dimensionierungsbelastung
 - Leistungsfähigkeitsberechnung
 - Verkehrssicherheit
- Methodensheet

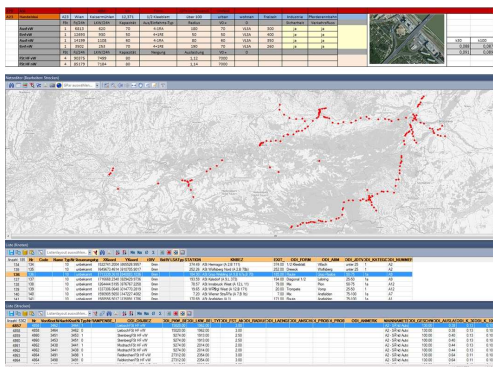


ABB 2. Anschlussstellendatenbank

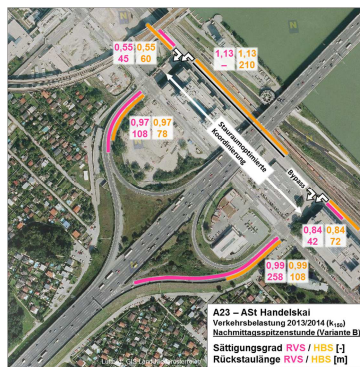


ABB 3. Rückstaulängenvergleich

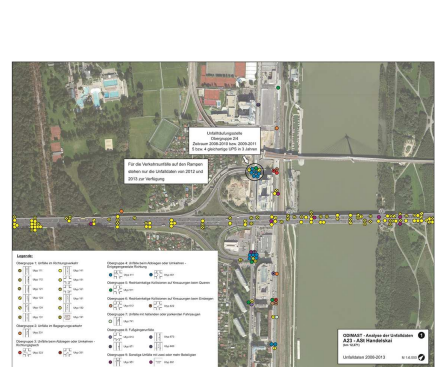


ABB 4. Unfalldatenauswertung

1 Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastung und zur Leistungsfähigkeitsberechnung	
1.1 Hauptknoten (Prioritäten vor / nach Anschlussstelle)	
Beurteilungsschritte	Richtlinien (d.g.F.) und Quellen
Bemessungslände x	Kategorieempfehlungen für Bemessungslände (BMTV, RVS 03.01.13)
• Ermittlung & Kategorisierung des Beurteilungsschritts	
J2TV - Jährlich durchschnittliche Verkehrsstärke (P _{24h}),	RVS 03.01.11
Ober- / maßgeblich stündliche Verkehrsstärke der Jahresdauerlinie zur x-ten Stunde (P _{24h}),	Dauerzählstelle
• Bemessungsfaktor [1]	
• Ermittlung anhand von Stundenwerten einer Dauerzählstelle aus dem Beurteilungsschritt bzw. Vergleichsschritt	
Leistungsfähigkeitsberechnung R. Richtlinie	RVS 03.01.11
1.2 Einbahn	
Beurteilungsschritte	Richtlinien (d.g.F.) und Quellen
Verkehrsstärke der Einfahrt s ₁ (P ₁₀ -E ₁)	
• Ermittlung anhand der Hauptfahrspur über Ansatz des k ₁ -Faktors	
Verkehrsstärke des rechten durchlaufenden Fahrstreifens der Hauptfahrspur oberhalb der Einfädelung s ₂ (P ₁₀ -E ₂)	Dauerzählstelle
• Ermittlung der Kapazitätsauslastung anhand einer Dauerzählstelle aus dem Beurteilungsschritt bzw. Vergleichsschritt	ggf. durch Mikrosimulation
• Berücksichtigung der Fahrbahnenwahl in Abhängigkeit der weiteren Fahrbahn (maßgebend bei hoher Anschlussstellenstärke)	
Leistungsfähigkeitsberechnung R. Richtlinie	HBS
• Berechnung auf Basis der ermittelten Fahrbahnauslastung HBS	
• Option: Berücksichtigung eines kooperativen Verhaltens durch Fahrerwechsel nachziehen zur Sicherung der Einfahrtabhängigkeit von den entzerrten Verkehrsstärken	Mikrosimulation
• Bei Auslastungen im kritischen Bereich empfiehlt sich eine Verkehrssimulation	

ABB 1. Methodensheet (Auszug)

Kurzzusammenfassung

Problem

Der Verkehrsablauf am hochrangigen Straßennetz in Österreich (Autobahnen und Schnellstraßen) wird maßgeblich durch die Gestaltung und Dimensionierung der Anschlussstellen bestimmt. Demnach besteht ein großes sowohl wissenschaftliches als auch gesellschaftliches Interesse daran, bessere Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen den Anschlussstellenmerkmalen und der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit zu erlangen.

Gewählte Methodik

Zur Bestimmung problembehafteter Anschlussstellen wurde unter allen österreichischen Autobahnmeistereien eine Umfrage hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit durchgeführt. In einer Gesamtanalyse wurden für alle 385 österreichischen Anschlussstellen die benötigten anlagen- und nachfrageseitigen Grundinformationen und Anschlussstellenmerkmale zusammengetragen und in einer Anschlussstellendatenbank aufbereitet (Excel und ArcGIS). Mittels statistischer Einzelanalyse und Clusteranalyse wurden sowohl die Anschlussstellenmerkmale als auch zahlreiche Merkmalskombinationen und deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit untersucht. Darauf aufbauend erfolgte eine Detailanalyse von drei leistungsfähigkeits- und sicherheitsproblematischen Anschlussstellen mit umfangreichen Leistungsfähigkeitsberechnungen und Unfalldatenauswertungen im Bereich der Hauptfahrbahn, Ein- und Ausfahrten und Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Straßennetz.

Ergebnisse

Anhand der Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Gesamt- und Detailanalyse wurden Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen sowie Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit ausgearbeitet.

Schlussfolgerungen

Mit den Projektergebnissen ist eine Qualitätssteigerung der bisherigen Praxis bei der Planung und Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit zu erwarten.

English Abstract

In the project ODIMAST a scientific analysis of traffic flow in terms of capacity and traffic safety at interchanges was conducted. At the Austrian motorway network interchanges and in particular merge and weaving areas as well as the connection to the subordinated road network are decisive points for road designing.

Based on the results from an overall and detailed analysis of interchanges, recommendations to determine the traffic volumes and the level of service as well as recommendations to traffic safety were developed.

Impressum:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

DI Dr. Johann Horvatits,
Abt. IV/ST 2 Technik und
Verkehrssicherheit
johann.horvatits@bmvit.gv.at,

DI (FH) Andreas Blust,
Abt. III/14 Mobilitäts- und
Verkehrstechnologien
andreas.blust@bmvit.gv.at,
www.bmvit.gv.at

ÖBB-Infrastruktur AG

Ing. Wolfgang Zottl, ISM;
Leitung Forschung & Entwicklung
wolfgang.zottl@oebb.at,
www.oebb.at

ASFINAG

DI Eva Hackl,
Manager International Relations
und Innovation
eva.hackl@asfinag.at,

DI (FH) René Moser, Leiter Strategie,
Internationales und Innovation
rene.moser@asfinag.at,
www.asfinag.at

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH

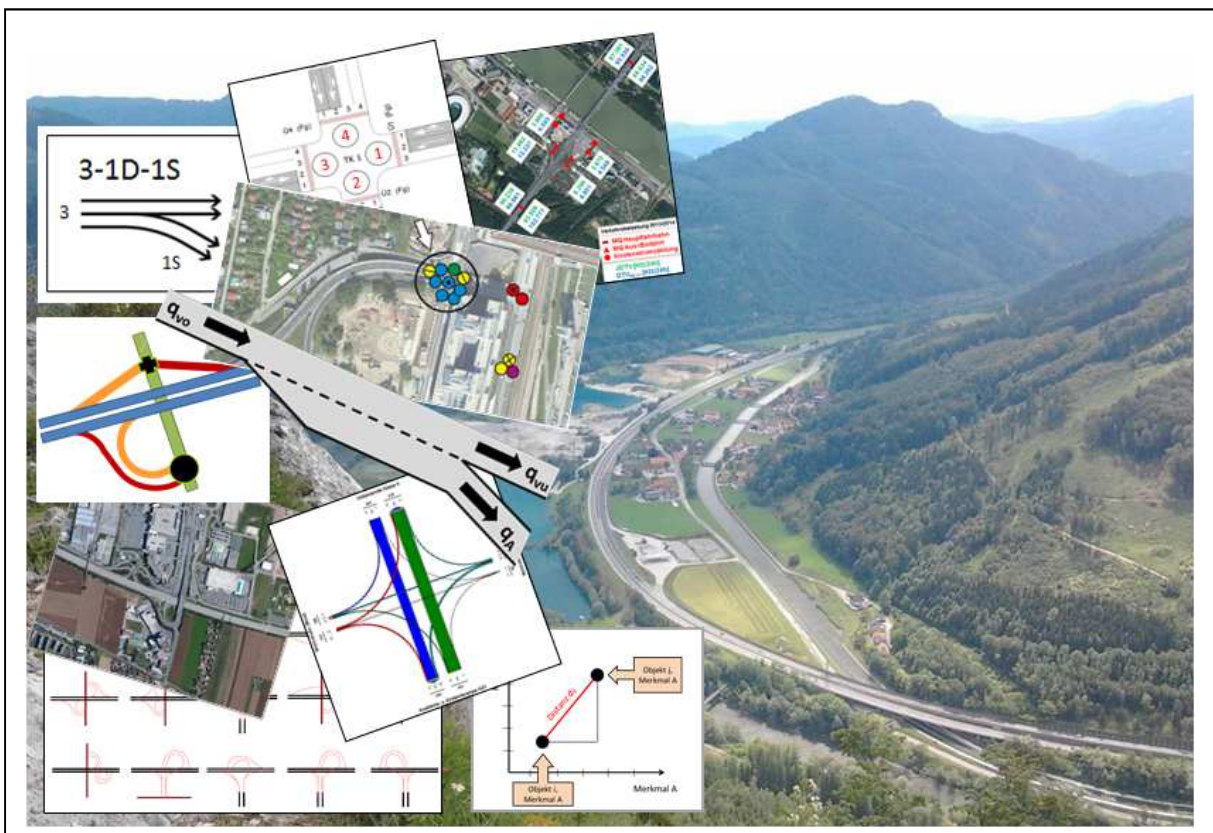
DI Dr. Christian Pecharda,
Programmleitung Mobilität
Sensengasse 1, 1090 Wien
christian.pecharda@ffg.at,
www.ffg.at

Mai, 2015

Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Kapazität und Verkehrssicherheit ODIMAST

Pilotinitiative Verkehrsinfrastrukturforschung 2012
(VIF2012)

April 2015, Version A-10



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Renngasse 5
A - 1010 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
A - 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A - 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

IKK Kaufmann-Kriiebernegg ZT-GmbH
Mariatrosterstraße 158
A - 8044 Graz



TU Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen
Rechbauerstraße 12/II
A - 8010 Graz



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Bereich Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Kapazität und Verkehrssicherheit ODIMAST

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Pilotinitiative Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF2012)

Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr.-Ing. Martin FELLENDORF

DI Roland FENZL

DI Erich GAUBE

DI Cornelia HEBENSTREIT

DI Dr. techn. Georg KRIEBERNEGG

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

IKK Kaufmann-Kriebnegg ZT-GmbH

TU Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Versionsmanagement:

Version	Datum	Bemerkung
A-10	30.04.2015	Ergebnisbericht IKK/ISV

INHALTSVERZEICHNIS

1	KURZFASSUNG	17
2	EINLEITUNG.....	28
2.1	Allgemeine Aufgabenstellung	29
2.2	Vorgangsweise	30
2.3	Arbeitspakete.....	32
3	THEORETISCHE GRUNDLAGEN KLASSIFIZIERUNGSSYSTEM.....	39
3.1	Planungsgrundlagen in Österreich und International.....	39
3.2	Klassifizierungsmöglichkeiten von Anschlussstellen	49
3.3	Weitere relevante Anschlussstellen-Merkmale.....	53
3.4	Gewähltes Klassifizierungssystem.....	54
4	ANSCHLUSSSTELLENDATENBANK	56
4.1	Verwendete Unterlagen für die ASt-Datenbank	58
4.2	ASt-Merkmale.....	59
4.3	Definition problematischer Anschlussstellen	69
4.4	Datennach Erfassung.....	70
4.5	Anschlussstellendatenbank in GIS und Excel	70
5	GRUNDLAGEN DER STATISTISCHEN ANALYSE	71
5.1	Einzel-Einflussgrößen-Analyse	71
5.2	Clusteranalyse.....	71
6	STATISTISCHE ANALYSE DES GESAMTDATENBESTANDES.....	81
6.1	Abgrenzungen für die statistische Gesamtanalyse.....	81
6.2	Analyse der ASt-Merkmale – Einzel-Einflussgrößen-Analyse	82
6.3	Kombinationsanalyse - Clusteranalyse	102
6.4	Ergebnisse der Clusteranalyse	121
7	DETAILANALYSE AUSGEWÄHLTER ANSCHLUSSSTELLEN	125
7.1	Analyserahmen.....	125
7.2	Beurteilungsmethode.....	129
7.3	Auswahl der Anschlussstellen	132
7.4	A23 Südosttangente – ASt Handelskai	134
7.5	A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg	165
7.6	A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck-Ost.....	195

8	ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR OPTIMIERUNG VON ANSCHLUSSSTELLEN AM HOCHRANGIGEN NETZ	224
8.1	Anwendungsbereich	224
8.2	Erkenntnisse aus der Clusteranalyse.....	225
8.3	Empfehlungen zur Wahl der Anlageverhältnisse.....	227
8.4	Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastungen	228
8.5	Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung	233
8.6	Empfehlungen zur Berücksichtigung der Verkehrssicherheit	236
8.7	Zusammenfassung – Methodensheet.....	239
8.8	Sonstige Hinweise, Erkenntnisse und Empfehlungen	245
9	OPTIMIERUNGSVORSCHLÄGE FÜR DIE AUSGEWÄHLTEN ANSCHLUSSSTELLEN.....	246
9.1	Allgemeines.....	246
9.2	A23 Südosttangente – ASt Handelskai	246
9.3	A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg	247
9.4	A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck-Ost.....	247
10	LITERATURVERZEICHNIS	251
11	INHALT DATEN-CD	254

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Systemskizze der Vorgangsweise	30
Abbildung 2: Gemischte Knoten.....	40
Abbildung 3: Planfreie Knoten.....	41
Abbildung 4: Ausfahrtstypen nach RVS 03.05.13.....	43
Abbildung 5: Einfahrtstypen nach RVS 03.05.13.....	44
Abbildung 6: Zulässige Verkehrsstärken für Rechtseinbiegestreifen nach RVS 03.05.13	44
Abbildung 7: Verflechtung nach RVS 03.05.13	45
Abbildung 8: Aus-, Einfädelungs- und Verflechtungsbereich nach HBS 2001/2009	46
Abbildung 9: Rampenanordnung nach HCM.....	47
Abbildung 10: Einseitige Verflechtung nach HCM 2010	48
Abbildung 11: Zweiseitige Verflechtung nach HCM 2010	48
Abbildung 12: Grafische Netzübersicht - aus der Kategorisierungsdienstanweisung	52
Abbildung 13: Klassifizierung einer Anschlussstelle	55
Abbildung 14: Erfasste Daten - Anschlussstellendatenbank.....	59
Abbildung 15: Birne – Anschlussstelle Alland – Straßenkarte und Luftbild von Google	61
Abbildung 16: Anschlussstelle Innsbruck-West - Anschlussstellenform Sonstige.....	61
Abbildung 17: Ein- und Ausfädelungsgrad	62
Abbildung 18: Zusammenhang von Radius und Geschwindigkeit	63
Abbildung 19: Beispiele Typ Ein/Ausfahrtsgeometrie	64
Abbildung 20: Beispiele für Rampenlängen (KV, Einfädeln, NR/VLSA).....	65
Abbildung 21: Kurvigkeit der Rampe.....	65
Abbildung 22: Gemittelte Grundkapazität nach maßgebender Hauptstrombelastung.....	66
Abbildung 23: Knotenauslastung - Verkehrsströme q_4 , q_6 und q_7	67
Abbildung 24: Knotenauslastung - Einfahrt Kreisverkehr	67
Abbildung 25: Problematik - Ermittlung der Abbiegebeziehungen aus Modell-Kanten.....	68
Abbildung 26: Fiktives Beispiel-Dendrogramm.....	72
Abbildung 27: Datenmatrix und Distanzmatrix.....	74
Abbildung 28: Ähnlichkeit vs. Distanz	75
Abbildung 29: Werte der Hauptfahrbahn	78
Abbildung 30: Anschlussstelle Melk	79
Abbildung 31: Anschlussstelle Böheimkirchen	79
Abbildung 32: Problematische Anschlussstellen (inkl. HAST) am A+S-Netz	84
Abbildung 33: Anschlussstellenformen und Problemfälle	85

Abbildung 34: Kleinster Radius der Ausfahrt.....	86
Abbildung 35: Kurvigkeitstypen - Ausfahrten.....	87
Abbildung 36: Fahrstreifenanzahl der Ausfahrtsrampen.....	88
Abbildung 37: Belastung in [Fz/h/FSt], k-100, für Ausfahrtsrampen	91
Abbildung 38: Ein- und Ausfahrtstypen - Hauptgruppen.....	94
Abbildung 39: Rampenlängen der Ausfahrten.....	96
Abbildung 40: Knotenform im untergeordneten Netz.....	98
Abbildung 41: Dendrogramm zur Erklärung der Gruppenbildung	105
Abbildung 42: Zuordnung zu einer problematischen Gruppe.....	105
Abbildung 43: Dendrogramm aus Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$	111
Abbildung 44: Clustergruppen aus Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$	112
Abbildung 45: Dendrogramm aus Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100}$	113
Abbildung 46: "Problemfreie" Clustergruppe aus Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100}$	114
Abbildung 47: Dendrogramm aus Clustervariante $q_{R,k100} + L_R + VO_H + Kn + N_K$	115
Abbildung 48: Clustergruppe aus Clustervariante $q_{R,k100} + L_R + VO_H + Kn + N_K$	116
Abbildung 49: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$	116
Abbildung 50: Clustergruppen aus Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$	117
Abbildung 51: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$	117
Abbildung 52: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + FSt_H$	118
Abbildung 53: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$	118
Abbildung 54: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K + Kn$	118
Abbildung 55: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,H,k30} + q_{Lkw,R,k30} + Af$	119
Abbildung 56: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100} + q_{Lkw,R,k100}$	119
Abbildung 57: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$	119
Abbildung 58: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + FSt_H + VO_H + Al_H + Kn + N_K$	120
Abbildung 59: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{Rk30} - q_{HK30} - LKW_H$	120
Abbildung 60: Leistungsfähigkeitsprobleme in Zusammenhang mit den Verkehrsstärken..	124
Abbildung 61: Varianten Leistungsfähigkeitsberechnung Einfahrt.....	130
Abbildung 62: Varianten Leistungsfähigkeitsberechnung Anschluss an das untergeordnete Netz	132
Abbildung 63: A23 – ASt Handelskai: Übersichtskarte.....	135
Abbildung 64: A23 – ASt Handelskai: Verkehrsdaten.....	135
Abbildung 65: A23 – ASt Handelskai: JDTV und DTV _W	138
Abbildung 66: A23 – ASt Handelskai: Jahresganglinie.....	139

Abbildung 67: A23 – ASt Handelskai: Tagesganglinie.....	139
Abbildung 68: A23 – ASt Handelskai: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken..	140
Abbildung 69: A23 – ASt Handelskai: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn.....	142
Abbildung 70: A23 – ASt Handelskai: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt...	143
Abbildung 71: A23 – ASt Handelskai: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz.....	145
Abbildung 72: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150}).....	147
Abbildung 73: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	147
Abbildung 74: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	148
Abbildung 75: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150}).....	148
Abbildung 76: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	149
Abbildung 77: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	149
Abbildung 78: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150}).....	150
Abbildung 79: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	150
Abbildung 80: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	150
Abbildung 81: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150}).....	151
Abbildung 82: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	151
Abbildung 83: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150}).....	151
Abbildung 84: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Knotendaten.....	152
Abbildung 85: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Knotendaten.....	153
Abbildung 86: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Knotendaten.....	153
Abbildung 87: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Knotendaten.....	154

Abbildung 88: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Signalzeitenplan	155
Abbildung 89: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Signalzeitenplan	155
Abbildung 90: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Signalzeitenplan	155
Abbildung 91: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Signalzeitenplan	156
Abbildung 92: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	157
Abbildung 93: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde	157
Abbildung 94: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	158
Abbildung 95: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde.....	158
Abbildung 96: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	159
Abbildung 97: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde.....	159
Abbildung 98: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	160
Abbildung 99: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde.....	160
Abbildung 100: A23 – ASt Handelskai: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{150}).....	162
Abbildung 101: A23 – ASt Handelskai: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{150}).....	162
Abbildung 102: A23 – ASt Handelskai: Unfalldatenauswertung	164
Abbildung 103: A09 – ASt Seiersberg: Übersichtskarte	166
Abbildung 104: A09 – ASt Seiersberg: Verkehrsdaten	166
Abbildung 105: A09 – ASt Seiersberg: JDTV und DTV _w	168
Abbildung 106: A09 – ASt Seiersberg: Jahresganglinie	169
Abbildung 107: A09 – ASt Seiersberg: Tagesganglinie	170
Abbildung 108: A09 – ASt Seiersberg: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken.	171
Abbildung 109: A09 – ASt Seiersberg: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn	172
Abbildung 110: A09 – ASt Seiersberg: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt .	174

Abbildung 111: A09 – ASt Seiersberg: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz	175
Abbildung 112: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{100}).....	178
Abbildung 113: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})	178
Abbildung 114: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	178
Abbildung 115: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	179
Abbildung 116: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{30}).....	179
Abbildung 117: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{30}).....	179
Abbildung 118: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{30}).....	180
Abbildung 119: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{30}).....	180
Abbildung 120: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Spitzenstunde Variante A (k_{100})	180
Abbildung 121: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})	181
Abbildung 122: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	181
Abbildung 123: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})	181
Abbildung 124: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Spitzenstunde Variante A (k_{30}).....	182
Abbildung 125: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{30})	182
Abbildung 126: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{30}).....	182
Abbildung 127: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{30}).....	183

Abbildung 128: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Knotendaten.....	183
Abbildung 129: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Knotendaten..	184
Abbildung 130: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Signalzeitenplan S2.0	185
Abbildung 131: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Signalzeitenplan S6.0	185
Abbildung 132: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	186
Abbildung 133: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde	186
Abbildung 134: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde.....	187
Abbildung 135: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	187
Abbildung 136: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde	188
Abbildung 137: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde.....	188
Abbildung 138: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{100}).....	190
Abbildung 139: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{100})	190
Abbildung 140: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{100}).....	191
Abbildung 141: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{30}).....	191
Abbildung 142: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{30}).....	192
Abbildung 143: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{30})	192
Abbildung 144: A09 – ASt Seiersberg: Unfalldatenauswertung.....	194
Abbildung 145: A12 – ASt Innsbruck Ost: Übersichtskarte.....	196
Abbildung 146: A12 – ASt Innsbruck Ost: Verkehrsdaten	196
Abbildung 147: A12 – ASt Innsbruck Ost: JDTV und DTV _w	199

Abbildung 148: A12 – ASt Innsbruck Ost: Jahresganglinie	200
Abbildung 149: A12 – ASt Innsbruck Ost: Tagesganglinie	201
Abbildung 150: A12 – ASt Innsbruck Ost: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken	202
Abbildung 151: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn	203
Abbildung 152: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt	205
Abbildung 153: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Zubringer.....	206
Abbildung 154: A12 – ASt Innsbruck Ost: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz	208
Abbildung 155: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{100}).....	210
Abbildung 156: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})	210
Abbildung 157: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	211
Abbildung 158: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	211
Abbildung 159: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{100}).....	212
Abbildung 160: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})	212
Abbildung 161: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	213
Abbildung 162: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100}).....	213
Abbildung 163: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Knotendaten	214
Abbildung 164: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Knotendaten	215
Abbildung 165: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde	216
Abbildung 166: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde	216

Abbildung 167: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde	217
Abbildung 168: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde.....	217
Abbildung 169: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde	218
Abbildung 170: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde	218
Abbildung 171: A12 – ASt Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{100}).....	219
Abbildung 172: A12 – ASt Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{100})	220
Abbildung 173: A12 – ASt Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{100}).....	220
Abbildung 174: A12 – ASt Innsbruck Ost: Unfalldatenauswertung	223
Abbildung 175: Symbolik für Unterscheidung von Unfalltypen (Obergruppe 0-3)	236
Abbildung 176: Symbolik für Unterscheidung von Unfalltypen (Obergruppe 4-9)	237
Abbildung 177: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Knotendaten	248
Abbildung 178: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Signalzeitenplan .	248
Abbildung 179: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{100}).....	249

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Angebots- und nachfrageseitige Merkmale.....	34
Tabelle 2: Gemischte und planfreie Knoten	49
Tabelle 3: Kategorien nach Kategorisierungsdienstanweisung, Fassung 2012	51
Tabelle 4: Kategorisierung A+S - gemäß RVS 03.01.13	52
Tabelle 5: Direkte ermittelte Daten aus verschiedenen Datenquellen	57
Tabelle 6: Berechnete Daten aus verschiedenen Datenquellen	57
Tabelle 7: Verwendete Unterlagen für die ASt-Datenbank	58
Tabelle 8: Problematische Anschlussstellen - aus der ABM-Umfrage	70
Tabelle 9: Rohdatenmatrix	73
Tabelle 10: Distanzmatrix	74
Tabelle 11: Clustervarianten zur Veranschaulichung der Funktionsweise	78
Tabelle 12: Einzel-Einflussgrößen-Analyse - einbezogene ASt-Merkmale	81
Tabelle 13: Statistische Auswertung nach Anschlussstellenform	83
Tabelle 14: Verhältnis der Anschlussstellen zu Streckenkilometer	84
Tabelle 15: Fahrstreifen auf der Hauptfahrbahn.....	89
Tabelle 16: Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn.....	90
Tabelle 17: Ein- und Ausfahrtstypus	93
Tabelle 18: Ausfädelungsgrad Gesamt und Probleme Leistungsfähigkeit.....	97
Tabelle 19: Zuordnung der Ausfahrten zur Netzkategorie	100
Tabelle 20: Auslastung der Hauptfahrbahn	100
Tabelle 21: Kombinationsmatrix für die Clusteranalyse.....	103
Tabelle 22: Erklärung zu den Tabellen "Durchgeführte Clusteranalysen".....	104
Tabelle 23: Durchgeführte Clusteranalysen – Ausfahrten	107
Tabelle 24: Durchgeführte Clusteranalysen - Ausfahrten höherbelastet.....	109
Tabelle 25: Durchgeführte Clusteranalysen (Clustervarianten) - Einfahrten.....	110
Tabelle 26: Standardisierte und reale Werte der Merkmale.....	115
Tabelle 27: A23 – ASt Handelskai: Verkehrsdaten.....	136
Tabelle 28: A09 – ASt Seiersberg: Verkehrsdaten	167
Tabelle 29: A12 – ASt Innsbruck Ost: Verkehrsdaten	197
Tabelle 30: Erkenntnisse aus der Clusteranalyse bezogen auf Ausfahrtsrampen	226

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	.....	Auslastungsgrad [-]
A	.....	Autobahn
ABM	.....	Autobahnmeisterei
ASFINAG	...	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
ASt	.....	Anschlussstelle
BMVIT	.....	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
DTV _w	.....	werktätlich durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (Mo - Fr) [Kfz/24h]
EAR	.....	Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs
ESA	.....	Erweiterte Strategische Analyse
FSt	.....	Fahrstreifen
HAS _t	.....	Halbanschlussstelle
HBS	.....	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HCM	.....	Highway Capacity Manual
HFB	.....	Hauptfahrbahn
JDTV	.....	jährlich durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h]
k _x	.....	Bemessungsfaktor [-]
Kfz	.....	Kraftfahrzeug
Kn	.....	Knoten (Kreuze bzw. Dreiecksformen)
Lkw	.....	Lastkraftwagen
ODIMAK	....	Optimiertes Dimensionierungsverfahren für Autobahnknoten
ODIMAST	..	Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Kapazität und Verkehrssicherheit
Pkw	.....	Personenkraftwagen
Pkw-E	.....	Pkw-Einheiten
q _A	.....	Verkehrsstärke der Ausfahrt [Kfz/h]
q _E	.....	Verkehrsstärke der Einfahrt [Pkw-E/h]
q _{H1}	.....	Verkehrsstärke auf dem rechten Fahrstreifen der durchgehenden Hauptfahrbahn auf Höhe des Trennselspitzes [Pkw-E/h]
Q _{Bem}	.....	Bemessungsverkehrsstärke [Kfz/h]
QSV	.....	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs
RAA	.....	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen
RFB	.....	Richtungsfahrbahn
RVS	.....	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen

S Schnellstraße
UPS Unfall mit Personenschaden
Utyp Unfalltyp
VLSA Verkehrslichtsignalanlage
 V_v Verkehrsgeschwindigkeit [km/h]
x Bemessungsstunde

1 KURZFASSUNG

Der Verkehrsablauf und damit die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit am hochrangigen Straßennetz in Österreich (Autobahnen und Schnellstraßen) wird maßgeblich durch die Gestaltung und Dimensionierung der gegenwärtig 324 Vollanschlussstellen (ASt) und 61 Halbinschlussstellen (HAST) sowie der 43 Autobahnkreuze bzw. -dreiecke bestimmt. Insbesondere Einfädelungs- und Verflechtungsbereiche sowie der Anschluss ans untergeordnete Netz stellen für die Bemessung und Dimensionierung maßgebende Stellen dar. Aufgrund des komplexen Wirkungsgefüges mit einer Vielzahl von Einflussgrößen und deren gegenseitigen Abhängigkeiten sind in den Regelwerken und Planungsgrundlagen oftmals nur Mindeststandards und allgemein gültige Grundsätze für die Planung von Anschlussstellen angeführt. Im Detail fehlen Kenntnisse über Zusammenhänge einzelner Einflussgrößen auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit.

Ziel des Projektes ODIMAST war die wissenschaftliche Analyse des Verkehrsablaufs und der wesentlichen Einflussgrößen auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit an Anschlussstellen. Die Analysen konzentrierten sich auf die Ausbildungsformen der gemischten Knoten (ASt und HAST) des hochrangigen Straßennetzes in Österreich. Planfreie Knoten (Kreuze und Dreiecke), die Autobahnen und Schnellstraßen miteinander verbinden, wurden nicht miteinbezogen. Im Bereich der Anschlussstellen wurde das Verkehrssystem bestehend aus den Hauptfahrbahnen (Freistrecke vor bzw. nach der ASt), Rampen mit Ein- und Ausfahrten und deren Anschluss an das untergeordnete Straßennetz untersucht. Der Projektablauf gliederte sich in die beiden Hauptbereiche Gesamtanalyse und Detailanalyse.

Statistische Gesamtanalyse

In der Gesamtanalyse wurden die theoretischen Grundlagen für ein Klassifizierungssystem für Anschlussstellen aufbereitet. Dafür wurden zunächst die relevanten Einflussgrößen bezüglich der Anschlussstellengestaltung unter Einbeziehung maßgeblicher Richtlinien und Planungsvorschriften bestimmt. Anschließend wurden für alle österreichischen Anschlussstellen die benötigten anlagen- und nachfrageseitigen Grundinformationen und Anschlussstellenmerkmale (ASt-Form, ASt-Elemente, Verkehrsbelastungen, etc.) zusammengetragen und in einer Anschlussstellendatenbank aufbereitet. Darüber hinaus wurden für die Autobahnen A01 West Autobahn, A02 Süd Autobahn, A03 Südost Autobahn, A04 Ost Autobahn, A07 Mühlkreis Autobahn und A08 Innkreis Autobahn eine Vielzahl

weiterer Anschlussstellenmerkmale eingearbeitet. Zusätzlich wurden alle von den Autobahnmeistereien als leistungsfähigkeitsproblematisch gemeldeten Anschlussstellen einbezogen. Dementsprechend wurden 186 der 385 ASt und somit 48,3% aller Anschlussstellen Österreichs (Autobahn- und Schnellstraßennetz) erfasst.

Die Anschlussstellendatenbank enthält folgende Merkmale: Anschlussstellenform, Anschlussstellenname, Kilometrierung, Autobahnnummer, Umfeldbeschreibung, Autobahnmeisterei, Luftbild, JDTV-Kategorie, Neigung, Geschwindigkeit, k-30 Wert (Spitzenstundenfaktor), k-100 Wert (Spitzenstundenfaktor), Belastung [Fz/24h], Kapazität [Fz/h], Lkw-Belastung [Fz/24h], Fahrstreifenanzahl, Auslastungsgrad, LKW-Anteil, Radius der Rampenfahrbahn, Geometrie der Ein/Ausfahrt, Anschluss an das untergeordnete Netz, Rampenlänge, Sicherheitsprobleme, Leistungsfähigkeitsprobleme.

Daraus konnten für die Analyse folgende weitere Daten ermittelt werden: Auslastungsgrade, Belastungswerte k-30/FSt/h, Belastungswerte k-100/FSt/h, Einfädelungsgrad, Ausfädelungsgrad, Geschwindigkeit V_{85} der Rampe, Geschwindigkeitsverhältnis V_{HFB}/V_R , Auslastungsgrad Anschluss an das untergeordnete Netz.

Zur Bestimmung problembehafteter Anschlussstellen wurde unter allen österreichischen Autobahnmeistereien eine zur Verfügung gestellte Umfrage hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit verwendet. Unter Einbeziehung der umfangreichen Anschlussstellendatenbank wurden mittels statistischer Einzelanalyse und Clusteranalyse sowohl die Einzeleinflussgrößen (Anschlussstellenmerkmale) als auch zahlreiche Merkmalskombinationen und deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit getestet. Durch die Einzelanalysen wurden erste Annahmen bestätigt oder verneint, um auf die Notwendigkeit der Einbeziehung von Daten zur Clusteranalyse schließen zu können. Durch die Clusteranalyse konnten nachfolgend Wirkungszusammenhänge zwischen den abzuwickelnden Verkehrsmengen und den vorhandenen Anschlussstellenmerkmalen, unter Einhaltung bestimmter Qualitätskriterien des Verkehrsablaufes und der Verkehrssicherheit, gefunden werden. Die Einzelanalyse und Clusteranalyse wurden für Ein- und Ausfahrten durchgeführt, signifikante Ergebnisse wurden jedoch nur für die Ausfahrtsrampen erzielt.

Die Clusteranalyse wurde als iterative Versuchsreihe aufgebaut. Merkmalskombinationen die stark korrelieren konnten durch den Aufbau einer Kombinationsmatrix ausgeschlossen werden. Für die Ausfahrten wurden 52 verschiedene Clustervarianten mit unterschiedlichen

Merkmalskombinationen durchgeführt und ausgewertet. Vor allem die Belastungen der Ausfahrtsrampe und Hauptfahrbahn hatten für die Gruppenbildung eine große Bedeutung. Jede zweite der verbliebenen Rampen wies bei folgender Ausprägung – 700 Fz/h/FSt auf der Ausfahrtsrampe bzw. 1.500 Fz/h/FSt Gesamt (gemittelte Fahrstreifenbelastung der Hauptfahrbahn und Ausfahrtsrampe gemeinsam) – ein Leistungsfähigkeitsproblem auf. Deshalb wurden für diese Rampen weitere 10 Clustervarianten ausgewertet.

Anhand dieser 62 Clustervarianten konnten folgende Erkenntnisse bezüglich Leistungsfähigkeit in der Clusteranalyse gewonnen werden:

- Höhere Belastungswerte führen zu einer Häufung von Leistungsfähigkeitsproblemen
- Bei Belastungen von 700 Fz/h/FSt auf der Ausfahrtsrampe oder 1.500 Fz/h/FSt Gesamt (gemittelte Fahrstreifenbelastung der Hauptfahrbahn und Ausfahrtsrampe gemeinsam) erhöht sich die Problemwahrscheinlichkeit signifikant (jede zweite Anschlussstelle ist problematisch)
- Bei Ausfahrtsrampen deren Belastungen kleiner 700 Fz/h/FSt auf der Ausfahrtsrampe bzw. kleiner 1.500 Fz/h/FSt Gesamt sind, liegt der Problemanteil unter 5%
- Kürzere Ausfahrtsrampen wirken sich ab mittlerer Verkehrsbelastung negativ auf den Verkehrsfluss aus
- Bei höheren Verkehrsbelastungen sollten Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden bzw. sind Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m wünschenswert
- VLSA werden häufig bei hochbelasteten Kreuzungspunkten eingesetzt
- Die Kategorisierung nach Kategorisierungsdienstanweisung (BMVIT, Fassung 2012) hat keinen Einfluss auf Leistungsfähigkeitsprobleme, jedoch lassen Kategorien mit Zusatz „a“ (Kategorien im Ballungsraum) auf hohe Verkehrsbelastungen und somit höhere Überlastungswahrscheinlichkeit schließen

Folgende Anschlussstellen-Merkmale ergaben in der Clusteranalyse keine signifikanten Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit:

- Kurvigkeit und der Radius der Rampe
- Geschwindigkeit (V_{85}) der Rampe
- Erlaubte Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn
- Geschwindigkeitsunterschiede Rampe zu Hauptfahrbahn

- Fahrstreifenanzahl auf der Hauptfahrbahn

Zum Lkw-Anteil sowohl auf der Rampe als auch auf der Hauptfahrbahn können keine eindeutigen Aussagen gemacht werden. Während der Analyse wurde festgestellt, dass im Verkehrsmodell der Lkw-Verkehr oftmals großen Schwankungen unterlag und somit keine eindeutigen Aussagen möglich sind.

Detailanalyse ausgewählter Anschlussstellen

Aufbauend auf den allgemein gehaltenen Erkenntnissen aus der Gesamtanalyse erfolgte eine Detailanalyse von drei leistungsfähigkeits- und sicherheitsproblematischen Anschlussstellen. Dazu wurden für die ausgewählten Anschlussstellen A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost unter Einbeziehung der maßgeblichen Richtlinien (RVS und HBS) umfangreiche Leistungsfähigkeitsberechnungen und Unfalldatenauswertungen im Bereich der Hauptfahrbahn, Ein- und Ausfahrten und Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz durchgeführt.

Verkehrs- und Unfalldaten

Als Grundlage für die verkehrstechnischen Nachweise wurden aktuelle Verkehrsdaten von Dauerzählstellen auf der Hauptfahrbahn und den Rampen im Bereich der drei ausgewählten Anschlussstellen für den Zeitraum eines gesamten Jahres herangezogen. Die Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Straßennetz wurden anhand von Knotenstromzählungen beurteilt. Die Unfalldaten (Unfälle mit Personenschaden) für das hochrangige und untergeordnete Straßennetz wurden für einen Zeitraum von sechs Jahren ausgewertet. Die Leistungsfähigkeitsbeurteilungen erfolgten generell für die aktuellen Bestandszahlen (2013/2014) und nicht für einen Prognosefall.

Beurteilungsmethode

Die Kategorie und Bemessungsstunde des Beurteilungsabschnitts an der jeweiligen Anschlussstelle wurde gemäß den Vorgaben in der RVS 03.01.13 bzw. Kategorisierungsdienstanweisung (BMVIT, Fassung 2012) gewählt. Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken wurde der für die jeweilige Richtungsfahrbahn bestimmte k_x -Faktor herangezogen.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn erfolgte gemäß RVS 03.01.11. Die Leistungsfähigkeit der Ein- bzw. Ausfahrt wurde gemäß HBS 2001/2009 bewertet. Die für den Einfädelnachweis benötigte Verkehrsstärke des rechten durchgehenden Fahrstreifens der Hauptfahrbahn wurde auf zwei unterschiedliche Arten bestimmt:

- Variante „Realdaten“: Ermittlung anhand der Fahrstreifenaufteilung eines Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im Beurteilungsabschnitt
- Variante „Diagramm“: Ermittlung anhand der Fahrstreifenaufteilung eines Diagramms aus der Literatur auf Basis von empirischen Untersuchungen auf der freien Strecke

Die Leistungsfähigkeit der signalisierten Knotenpunkte wurde gemäß RVS 05.04.32 und HBS 2001/2009 bewertet. Einstreifige Kreisverkehre wurden gemäß RVS 03.05.14 und HBS 2001/2009, zweistreifige Kreisverkehre gemäß HBS 2001/2009 bewertet. Zum Aufzeigen der Unterschiede zwischen den Richtlinien wurden die Berechnungsergebnisse gemäß RVS und HBS miteinander verglichen. Die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz erfolgte auf drei Varianten:

- Variante A: Bemessungsverkehrsstärke auf Basis von 24h-Daten und k_x -Faktor
- Variante B: Bemessungsverkehrsstärke auf Basis von 1h-Daten und k_x -Faktor
- Variante C: Bemessungsverkehrsstärke auf Basis von 1h-Daten und DTV_w

A23 Südosttangente – ASt Handelskai

An der ASt Handelskai weist die Leistungsfähigkeitsberechnung für die Hauptfahrbahn der A23 für beide Fahrtrichtungen Streckenabschnitte an der Kapazitätsgrenze aus.

Für die Einfahrt in Fahrtrichtung Hirschstetten ergibt sich eine geringe Leistungsfähigkeitsreserve und für die Einfahrt in Fahrtrichtung Inzersdorf eine deutliche Überlastung (Variante „Realdaten“).

Die Leistungsfähigkeitsberechnung (Variante B) der vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen am Anschluss an das untergeordnete Netz zeigt, dass die Hauptfahrrichtungen zwischen den Rampen der A23 und dem Handelskai während der Spitzenstunden an der Auslastungsgrenze bzw. überlastet sind. Auf der Ausfahrt der Richtungsfahrbahn Hirschstetten reicht die Rückstaulänge bis auf die Hauptfahrbahn der A23 zurück.

Bei den Unfällen (Unfälle mit Personenschaden) auf der Hauptfahrbahn der A23 handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten und die Unfälle sind im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. An den lichtsignalgeregelten Kreuzungen zeigen sich unterschiedliche Unfalltypenobergruppen, allerdings mit einer Mehrheit von Unfällen beim Abbiegen oder Umkehren in entgegengesetzter Richtung mit zwei oder mehr Beteiligten. Entlang des Handelskais treten im Bereich der Kreuzungspunkte Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf.

A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg

Die Leistungsfähigkeitsberechnung für die Hauptfahrbahn der A09 zeigt für beide Fahrtrichtungen Streckenabschnitte mit ausreichenden Leistungsfähigkeitsreserven. Für die Einfahrten in Fahrtrichtung Spielfeld und Voralpenkreuz ergeben sich ebenfalls Leistungsfähigkeitsreserven (Variante „Realdaten“).

Die Leistungsfähigkeitsberechnung (Variante B) der lichtsignalgeregelten Kreuzung und des Kreisverkehrs am Anschluss an das untergeordnete Netz weist während der Spitzenstunden ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven auf. Die Rückstaulängen auf der Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Voralpenkreuz reichen während der Vormittagsspitzenstunde (K₃₀-Dimensionierungsansatz) bis in einen kritischen Bereich auf Höhe der Trenninselpitze zurück.

Bei den Unfällen (Unfälle mit Personenschaden) auf der Hauptfahrbahn der A09 handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten und die Unfälle sind im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. An der lichtsignalgeregelten Kreuzung zeigen sich unterschiedliche Unfalltypenobergruppen, allerdings mit einer Mehrheit von Unfällen beim Abbiegen oder Umkehren in entgegengesetzter Richtung mit zwei oder mehr Beteiligten. Entlang der L313 treten zahlreiche Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf, wobei es sich bei etwa der Hälfte um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten handelt.

A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost

Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass sich der Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost in Fahrtrichtung Zams an der Kapazitätsgrenze befindet, die anderen Streckenabschnitte weisen noch Leistungsfähigkeitsreserven auf.

Für die Einfahrt in Fahrtrichtung Kiefersfelden ergibt sich eine geringe Leistungsfähigkeitsreserve (Variante „Realdaten“). Die Überprüfung der Verflechtungsstrecke des Zubringers in Richtung Innsbruck zeigt anhand der durchgeführten Verkehrsflusssimulation ein Leistungsfähigkeitsproblem auf, was auch durch Beobachtungen der Autobahnmeisterei bestätigt wurde.

An den beiden Kreisverkehren am Anschluss an das untergeordnete Netz treten während den Spitzenstunden teils deutliche Überlastungen mit Überstauungen der benachbarten Kreisverkehre auf. Die Rückstaulängen reichen dabei in kritische Bereiche bis auf den Zubringer und weiter in Richtung Hauptfahrbahn der A12 zurück.

Bei den Unfällen (Unfälle mit Personenschaden) auf der Hauptfahrbahn der A12 handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten und die Unfälle sind im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. An den Kreisverkehren treten Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf. Entlang der B174 zeigen sich Unfälle im Richtungsverkehr.

Erkenntnisse aus der Detailanalyse

Beim Einfädelnachweis gemäß HBS 2001/2009 zeigt der Vergleich der Varianten „Realdaten“ und „Diagramm“ einen Unterschied von bis zu zwei Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs. Demnach kommt der Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn ein maßgeblicher Stellenwert zu.

Beim Vergleich der Sättigungsgrade der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz zeigt sich, dass die Varianten B (1h-Daten, k_x) und C (1h-Daten, DTV_w) durchgehend ähnliche Ergebnisse liefern, wobei die Variante B geringfügig höhere Sättigungsgrade aufweist als die Variante C. Die Sättigungsgrade der Variante A (24h-Daten, k_x) sind entweder kleiner oder größer als die Sättigungsgrade der Varianten B und C (je nach Fahrstreifen geringe bis deutliche Unter- bzw. Überschätzung). Diese Unter- bzw. Überschätzung resultiert aus der Ermittlung der Dimensionierungsbelastung aus 24h-Daten.

Beim Richtlinienvergleich liefern die RVS und HBS an den lichtsignalgeregelten Kreuzungen grundsätzlich die gleichen Sättigungsgrade. Eine Ausnahme stellen signaltechnisch bedingt verträglich geführte Linksabbieger dar, hier liefert die HBS tendenziell höhere

Sättigungsgrade als die RVS. Bei den Rückstaulängen weist die RVS im Vergleich zur HBS bei kleineren Sättigungsgraden als etwa 95 % tendenziell geringere Rückstaulängen auf, darüber werden die Rückstaulängen der RVS zuerst überbewertet und bei einer Überlastung nicht mehr ausgewiesen.

Beim einstreifigen Kreisverkehr zeigen die Sättigungsgrade teilweise geringfügige Unterschiede zwischen RVS und HBS. Bei den Rückstaulängen weist die RVS im Vergleich zur HBS bei den vorhandenen mittleren Sättigungsgraden tendenziell geringere Rückstaulängen auf.

Bei den analysierten zweistreifigen Kreisverkehren ordnen sich die Fahrzeuge trotz einer möglichen Vorsortierung (rechter Fahrstreifen für Zielrichtung zur nächsten Ausfahrt, linker Fahrstreifen für Zielrichtung zur übernächsten Ausfahrt) bevorzugt am rechten Fahrstreifen ein, obwohl die Verkehrsbelastung zur übernächsten Ausfahrt verhältnismäßig teils größer ist als zur nächsten Ausfahrt.

An den lichtsignalgeregelten Kreuzungen am Anschluss an das untergeordnete Netz ist der am häufigsten auftretende Unfalltyp „Kollision beim Linksabbiegen“ (Unfälle mit Personenschaden), wobei diese Unfälle auf die signaltechnisch bedingt verträglich geführten Linksabbieger zurückzuführen sind. Neben einem Verkehrssicherheitsproblem stellen die bedingt verträglichen Linksabbieger bei einer Blockade des nachfolgenden geradeausfahrenden Verkehrs auch ein Leistungsfähigkeitsproblem dar.

Anwendungsempfehlungen

Anhand der Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Gesamt- und Detailanalyse wurden Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen sowie Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit ausgearbeitet. Die Empfehlungen wurden in einem Methodensheet nochmals zusammengefasst.

Empfehlungen zur Wahl der Anlageverhältnisse

Neben den Angaben zu den Anlagenelementen in den entsprechenden Richtlinien können zusätzlich anhand der Clusteranalyse die folgenden Empfehlungen zur Rampenlänge der Ausfahrt getroffen werden. Demnach sollten bei höheren Verkehrsbelastungen Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden bzw. sind Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m wünschenswert.

Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastungen

Die Wahl der maßgeblichen Bemessungsstunde erfolgt in Abhängigkeit zur Straßenkategorie des Beurteilungsabschnitts laut Kategorisierungsdienstanweisung (BMVIT, Fassung 2012). Die Bemessungsverkehrsstärke für die Hauptfahrbahn wird über Ansatz des k_x -Faktors aus der Jahresdauerlinie einer Dauerzählstelle aus dem Beurteilungsabschnitt ermittelt.

Die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke für die Ein- bzw. Ausfahrtsrampen erfolgt über Ansatz des k_x -Faktors (Ermittlungsschritte analog zur Hauptfahrbahn). Für den Einfädelnachweis gemäß HBS sollte für die Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn nach Möglichkeit immer die Fahrstreifenaufteilung eines Messquerschnitts (Realdaten) oberhalb, so nahe wie möglich an der Einfädung liegend, herangezogen werden. Wenn der Messquerschnitt nicht unmittelbar oberhalb der Einfädung liegt ist zu beachten, dass der Messquerschnitt nicht im Einflussbereich einer anderen Ein- oder Ausfahrt der gleichen oder einer benachbarten Anschlussstelle liegen soll.

Die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken für die Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz erfolgt auf Basis von Knotenstromzählungen zu den Spitzenstunden (Morgen / Abend) am zu beurteilenden Knotenpunkt. Wesentlich ist die korrekte Abbildung der Fahrrelationen hinsichtlich Verkehrsstärke zu unterschiedlichen Verkehrsspitzenzeiten. Es wird eine Normalisierung der Zählwerte eines einzelnen Erhebungstages auf maßgebliche Werte mit Bezug auf das Gesamtjahr angeraten.

Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität auf der Freistrecke (Hauptfahrbahn) vor bzw. nach der Anschlussstelle hat sich die Anwendung der RVS 03.01.11 bewährt.

Bei der Bestimmung der Verkehrsqualität bei Ein- und Ausfahrten an Anschlussstellen (Ein- und Ausfädungsvorgang) ist das HBS anzuwenden. Beim Einfädelnachweis ist auf eine korrekte Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn zu achten (siehe Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastungen).

In Grenzfällen nahe der Auslastung ist der Ansatz eines kooperativen Verhaltens auf der Hauptfahrbahn durch Fahrstreifenwechsel nach innen zur Erleichterung der Einfahrt denkbar.

Die Verkehrsqualität bei Einfahrten (Einfädelungsvorgang) an einer Anschlussstelle in dichter Folge zu anderen Anschlussstellen soll jedenfalls durch Simulation nachgewiesen werden, es sei denn es existiert eine Dauerzählstelle im unmittelbaren Einfädelungsbereich und es ist ausschließlich der Analysezustand abzubilden. In der Simulation sind die Nachbaranschlussstellen stromaufwärts und stromabwärts mit abzubilden.

Am Anschluss an das untergeordnete Netz ist für unsignalisierte Kreuzungspunkte die Berechnung des Auslastungsgrades sowie die Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung nach RVS 03.05.12 vorzunehmen.

Bei lichtsignalgeregelten Kreuzungspunkten sind die Signalzeitenpläne für die Spitzenverkehrszeiten (Morgen / Abend) gemäß RVS 05.04.32 zu bewerten. Besonderes Augenmerk ist neben der Auslastung der Einzelfahrströme auf die berechnete Rückstaulänge zu legen. Bei mittleren Auslastungsgraden werden die Längen laut RVS tendenziell unterbewertet, nahe der Auslastung kommt es hingegen zu einer Überbewertung der Rückstaulängen. Bei der Beurteilung der Rückstaulänge ist die Berechnung laut HBS gegenüber der RVS-Berechnung zu bevorzugen. Das HBS liefert hier bessere Ergebnisse durch Ansatz unterschiedlicher Berechnungsalgorithmen in Abhängigkeit des Auslastungsgrades.

Bei einstreifigen Kreisverkehrsanlagen erfolgt die Beurteilung des Auslastungsgrades sowie die Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung gemäß RVS 03.05.14. Für zweistreifige Kreisverkehrsanlagen stellt das HBS eine mögliche Beurteilungsgrundlage dar. Bei freier Fahrstreifenwahl kommt der Annahme der Fahrstreifenaufteilung auf zweistreifigen Zufahrten eine wesentliche Bedeutung zu. Gleiches gilt für die Fahrstreifenwahl auf der zweistreifigen Kreisfahrbahn. Generell gilt, dass Kreisverkehrsanlagen bei geringen und mittleren Auslastungen Vorteile hinsichtlich Wartezeit und Staulänge gegenüber einer signalgeregelten Kreuzung aufweisen können. Bei höheren Auslastungsgraden stellt der Kreisverkehr dann ein unflexibles System dar, dass gegenüber der signalgeregelten Kreuzung keine steuerungstechnischen Optimierungen oder proportionale Kapazitätserweiterungen durch zusätzliche Fahrstreifen mehr zulässt.

Ein Rückstau auf die Hauptfahrbahn der Autobahn- bzw. Schnellstraße aufgrund von Leistungsfähigkeitsengpässen im nachgeordneten Straßennetz ist unbedingt zu vermeiden.

Weiters ist zu beachten, dass sich Knotenpunkte am untergeordneten Straßennetz in unmittelbarer Aneinanderreihung gegenseitig beeinflussen können. Ist die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Knotenpunkte gravierend und nicht wie bei Verkehrslichtsignalanlagen auf Basis einer übergeordneten Steuerungsstrategie (Koordinierung) lösbar, wird zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage eine Verkehrsflusssimulation empfohlen.

Empfehlungen zur Berücksichtigung der Verkehrssicherheit

Die Verkehrssicherheitsanalyse erfolgt in Form einer Unfalldatenauswertung gemäß RVS 02.02.21. Für die systematische Auffindung von Problemstellen erweist sich die lagegenaue Darstellung der statistisch erfassten Unfälle über 3-5 Jahre auf einem Luftbild als zielführend. Die Darstellung der Unfalltypen sollte nach einer entsprechenden Symbolik erfolgen (z.B. Darstellung der Unfalloberguppen durch unterschiedliche Farben und zugehörige Unfalltypen durch unterschiedliche Muster).

Bei lichtsignalgeregelten Knotenpunkten sollte auf bedingt verträglich geführte Verkehrsströme (z.B. Linksabbiegerdurchsatz durch Gegenverkehr) verzichtet werden. Dreiecksinseln, welche die Vorrangregelung zwischen Linksabbiegern und Rechtsabbiegern zu Gunsten des Linksabbiegestroms umkehren, können an dieser Stelle problematisch werden. Sprechen Leistungsfähigkeitsbetrachtungen für diese Umkehr, so sollte besser ein echter Bypass mit Einfädelungstreifen für den Rechtsabbiegestrom eingerichtet werden.

Bei Kreisverkehrsanlagen ist dem einstreifigen Kreisverkehr mit Bypassanordnung gegenüber zweistreifigen Kreisverkehrsanlagen der Vorrang zu geben, sofern die 90-Grad abbiegenden Verkehrsströme ausreichend hohe Verkehrsbelastungen aufweisen. An Kreisverkehrsanlagen ist auf eine ausreichende Ablenkung durch die Mittelinsel im Zuge der Einfahrt zu achten, damit das Geschwindigkeitsniveau gering gehalten wird. Gestaltungsvorgaben zu den Knotenpunkten finden sich in den entsprechenden RVS.

2 EINLEITUNG

Das System des hochrangigen Straßennetzes in Österreich (Autobahnen und Schnellstraßen) besteht aus den Hauptfahrbahnen (Freistrecke) und Knoten bzw. Anschlussstellen mit Rampen (Ein- und Ausfahrten) und deren Anschluss an das untergeordnete Straßennetz. Die Gestaltung der Anschlussstellen mit deren Merkmalen (ASt-Merkmale) beeinflusst maßgeblich das Verkehrsgeschehen am hochrangigen Netz. Insbesondere Einfädelungs- und Verflechtungsbereiche sowie der Anschluss ans untergeordnete Netz stellen für die Bemessung und Dimensionierung maßgebende Stellen dar. Dabei ist der Verkehrsablauf geprägt durch die geometrischen und physikalischen Randbedingungen des Fahrbahn-Fahrzeugsystems sowie von der Bandbreite an Verhaltensmuster der Fahrzeuglenkerinnen und Fahrzeuglenker.

Durch das komplexe Wirkungsgefüge mit einer Vielzahl von Einflussgrößen und deren gegenseitigen Abhängigkeiten sind eindeutige Wirkungszusammenhänge zwischen den ASt-Merkmalen und der Leistungsfähigkeit bzw. Verkehrssicherheit in den Regelwerken allerdings nur sehr allgemein abgebildet. Hinzu kommt, dass Richtlinien und Vorschriften für Standardfälle gemacht werden. In der Realität müssen aufgrund vieler beschränkender Randbedingungen jedoch oftmals Sonderlösungen geplant und umgesetzt werden.

In den letzten Jahren wird ein weiteres Problem immer stärker sichtbar: Die bestehenden Straßenanlagen werden und wurden für eine bestimmte Zeit (Prognosezeitpunkt) mit einer angenommenen verkehrlichen Entwicklung (Prognoseverkehrsstärken) gebaut. Durch die sehr langen Lebensdauern über den Prognosezeitpunkt hinaus und durch die sich (anders als angenommen) verändernden raumstrukturellen Randbedingungen wurden vielfach die ursprünglich angenommenen Bemessungsverkehrsstärken vor allem in den Ballungsräumen unterschätzt. Das führt bei vielen Anschlussstellen zu einem dringenden Optimierungs- bzw. Verbesserungsbedarf. Dabei verhindern die knappen Ressourcen einerseits und die einschränkenden räumlichen Gegebenheiten andererseits im Regelfall sehr leistungsfähige und großzügige Standard-Lösungen. Vielmehr muss versucht werden, die bestehenden Anlagen durch verhältnismäßig geringen Aufwand mit tragbaren Sonderlösungen oder gänzlich neuen Ansätzen dennoch funktionstüchtig zu erhalten.

Demnach besteht ein großes sowohl wissenschaftliches als auch gesellschaftliches Interesse daran, bessere Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen den ASt-

Merkmale und der Leistungsfähigkeit sowie Verkehrssicherheit zu erlangen. Erst dadurch können dann gezielt innovative und ressourcenschonende Verbesserungsvorschläge und Optimierungsmaßnahmen für Anschlussstellen entwickelt werden.

2.1 Allgemeine Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens ist die wissenschaftliche Analyse des Verkehrsablaufs und der wesentlichen Einflussgrößen auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit an Anschlussstellen. Mit ODIMAST sollen mathematisch beschreibbare Wirkungszusammenhänge zwischen den abzuwickelnden Verkehrsmengen und den vorhandenen ASt-Merkmalen, unter Einhaltung bestimmter Qualitätskriterien des Verkehrsablaufes und der Verkehrssicherheit, entwickelt werden. Unter ASt-Merkmalen werden als Überbegriff alle denkbaren anlagen- und nachfrageseitigen Bestimmungsmerkmale von Anschlussstellen bezeichnet (ASt-Form, ASt-Elemente, Lage der ASt im Raum, Verkehrsbelastungen, Beschilderung, etc). Des Weiteren sind diese Zusammenhänge mit den aktuellen Inhalten bestehender Regelwerke abzugleichen. Dabei sind etwaige Mängel in den bestehenden Regelwerken aufzuzeigen, wobei bei Bedarf Verbesserungsvorschläge angegeben werden sollen. Das Anwendungsgebiet umfasst sowohl Neuplanungen als auch Ausbau- und Umbauplanungen von Anschlussstellen.

In einer Gesamtanalyse von einer ausreichend großen Anzahl an Anschlussstellen werden zunächst die Grundlagen und Wirkungszusammenhänge der ASt-Merkmale erarbeitet. Darauf aufbauend werden in einer Detailanalyse von ausgewählten Anschlussstellen die Hauptaugenmerke neben den Leistungsfähigkeitsnachweisen und der Unfalldatenauswertung auf die Ausarbeitung von Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen sowie von Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit gelegt. Mit der Entwicklung einer standardisierten Methode zur Evaluierung und Optimierung von Anschlussstellen soll eine einfache Überführung der Forschungsergebnisse in die Praxis ermöglicht werden.

Zusammengefasst sind aus dem Projekt ODIMAST empirisch unterlegte, wissenschaftlich fundierte, teilweise mathematisch formalisierbare Erkenntnisse zum Verkehrsablauf im Bereich von Anschlussstellen im hochrangigen Straßennetz zu erwarten. Mit den

Ergebnissen ist eine Verbesserung der bisherigen Praxis bei der Planung im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit zu erwarten.

2.2 Vorgangsweise

Aufgrund des laufenden Erkenntniszuwachses während der Projektbearbeitung hat sich die Vorgangsweise gegenüber den im Projektantrag angeführten Arbeitsschritten wie folgt gewandelt. In der Abbildung 1 ist schematisch die Grundstruktur der Vorgangsweise dargestellt.

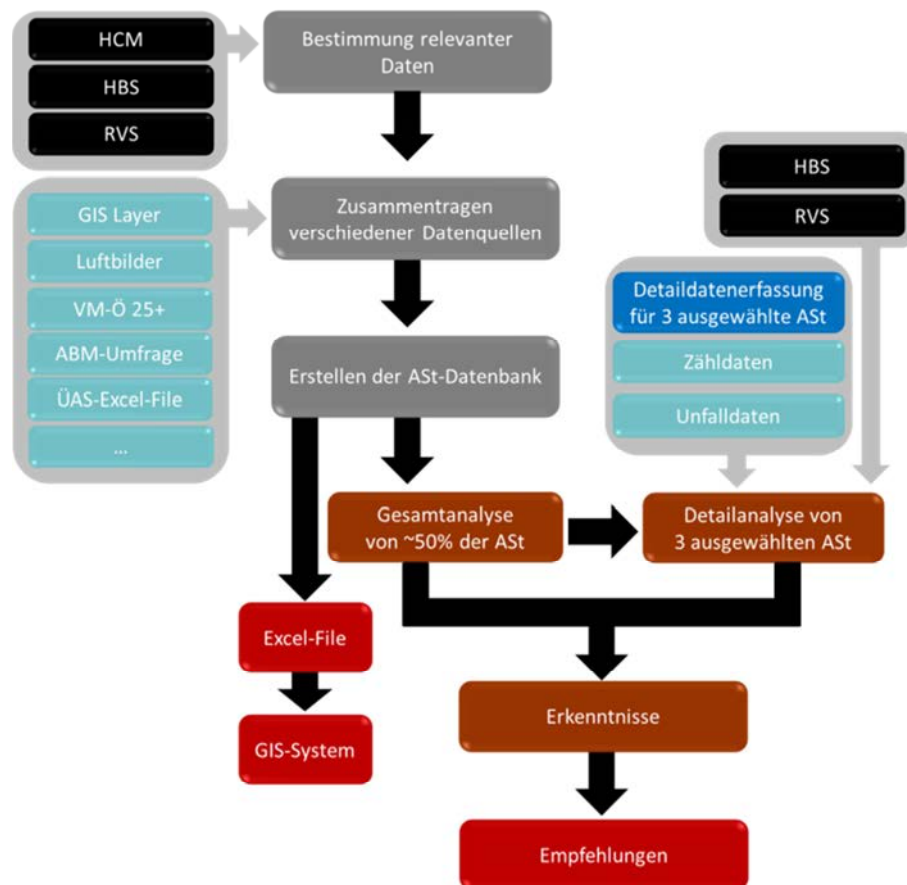


Abbildung 1: Systemskizze der Vorgangsweise

Die Vorgangsweise im Projekt ODIMAST gliedert sich in die beiden Hauptbereiche Gesamtanalyse und Detailanalyse. Im ersten Teil der Gesamtanalyse wurden die theoretischen Grundlagen für ein Klassifizierungssystem für Anschlussstellen aufbereitet. Dafür wurden zunächst die relevanten Einflussgrößen bezüglich der Anschlussstellengestaltung unter Einbeziehung maßgeblicher Richtlinien und

Planungsvorschriften (RVS, HBS, HCM etc.) bestimmt. Anschließend wurden für alle österreichischen Anschlussstellen (Voll- und Halbanchlussstellen) die benötigten anlagen- und nachfrageseitigen Daten und ASt-Merkmale (ASt-Form, Fahrstreifenanzahl HFB und Rampen, JDTV Kategorie, Sicherheits- und Leistungsfähigkeitsprobleme, Umfeld, Luftbild etc.) aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Diese Grundinformationen für alle Anschlussstellen wurden in einer Anschlussstellendatenbank erfasst und aufbereitet. Zusätzlich wurden die Daten für rund die Hälfte aller Anschlussstellen noch weiter vervollständigt. Unter Einbeziehung der umfangreichen Anschlussstellendatenbank wurden mittels Clusteranalyse zahlreiche Merkmalskombinationen und deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit getestet. Durch die Clusteranalyse sollten ähnliche Ein- bzw. Ausfahrten gefunden und mit der ABM-Umfrage abgeglichen werden. Bei der ABM-Umfrage erhielten die Autobahnmeistereien (ABM) Österreichs von der ASFINAG einen Fragebogen zu Leistungsfähigkeits- und Verkehrssicherheitsproblemen der in ihrem Zuständigkeitsbereich liegenden Anschlussstellen. Die Auswertung dieser Fragebögen wird im Weiteren als ABM-Umfrage bezeichnet. Durch den Abgleich mit den Ergebnissen der ABM-Umfrage sollten jene Merkmalskombinationen gefunden werden, die starke Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben. Die Anschlussstellendatenbank ist als Excel-File und Shape-File (GIS) vorhanden und kann ASFINAG-intern weiter bearbeitet und verwendet werden.

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Gesamtanalyse erfolgte im zweiten Teil des Projektes eine Detailanalyse von drei leistungsfähigkeits- und sicherheitsproblematischen Anschlussstellen. Im Vorfeld zur Detailanalyse wurden Arbeitshypothesen zur Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit im Bereich von Anschlussstellen aufgestellt, die es zu verifizieren galt. Dazu wurden für die ausgewählten Anschlussstellen A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost umfangreiche Leistungsfähigkeitsberechnungen und Unfalldatenauswertungen im Bereich der Hauptfahrbahn, Ein- und Ausfahrten und am Anschluss ans untergeordnete Netz durchgeführt. Bei den Analysen wurden die maßgeblichen Richtlinien (RVS und HBS) verwendet und bei den Knotenpunkten am Anschluss ans untergeordnete Netz miteinander verglichen. Als Grundlage für die verkehrstechnischen Nachweise dienten aktuelle Verkehrsdaten vom hochrangigen Netz und von den Knotenpunkten am Anschluss ans untergeordnete Netz, die von der ASFINAG bzw. jeweiligen Stadt zur Verfügung gestellt wurden. Nicht vorhandene Daten wurden durch eigene Verkehrszählungen erhoben. Aktuelle Unfalldaten wurden vom Kuratorium für

Verkehrssicherheit bereitgestellt. Abschließend wurden anhand der durchgeführten Leistungsfähigkeitsbeurteilungen und Unfalldatenauswertungen Optimierungs- bzw. Verbesserungsmaßnahmen für die jeweiligen Problembereiche an den drei ausgewählten Anschlussstellen vorgeschlagen.

Anhand der Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Gesamt- und Detailanalyse wurden Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastungen sowie Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit ausgearbeitet. Die Empfehlungen wurden in einem Methodensheet nochmals zusammengefasst, welches eine Handlungsanweisung darstellt, mit der Schritt für Schritt eine nachvollziehbare Bewertung und Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit erfolgen kann.

Nachfolgend sind die einzelnen Arbeitspakete mit den fachlich durchgeführten Arbeiten kurz beschrieben, die zu dem Forschungsergebnis geführt haben. Das Arbeitspaket „Projektmanagement und Dissemination“ mit der organisatorischen, wissenschaftlichen und kaufmännischen Projektabwicklung ist nicht näher beschrieben.

2.3 Arbeitspakete

2.3.1 AP Grundlagenaufbereitung

Theoretische Grundlagen und Klassifizierungssystem

Ziel des Arbeitspaketes „Grundlagenaufbereitung“ war es, die theoretischen Grundlagen vorzubereiten, um darauf aufbauend ein Klassifizierungssystem für Anschlussstellen zu ermöglichen. Dafür wird eine Anschlussstellendatenbank benötigt, die verschiedene ASt-Merkmale sowie Unfall- und Verkehrsdaten vereint und eine Analyse der Leistungsfähigkeit und des Unfallgeschehens erlaubt.

Grundsätzlich wurden alle Anschlussstellen (Halb- und Vollanschlussstellen) in Österreich betrachtet. Anschlüsse (geradlinige Anbindung von Autobahn oder Schnellstraße an z.B. Bundesstraßen) sowie Autobahn-/Schnellstraßen-Knoten wurden nicht in die Aufbereitung miteinbezogen.

Die Daten wurden manuell aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Für eine effiziente und effektive Analyse dieses Wirkungsgefüges wurden im Vorfeld alle wesentlichen

Richtlinien und Planungsvorschriften, wie beispielsweise RVS, HBS, RAA sowie das HCM auf relevante Einflussgrößen bezüglich der Anschlussstellengestaltung (ASt, aber auch Anknüpfung an das untergeordnetes Netz) sowie die untersuchungsrelevanten ASt-Merkmale als Ausgangspunkt definiert. Durch teilweise nur schwer zugängliche bzw. nicht vorhandene Datengrundlagen wurden zwei Analysestufen festgelegt:

Das „grobe“ Niveau enthält weniger ASt-Merkmale, dafür wurde eine möglichst große ASt-Anzahl analysiert. Diese Analyse wird im weiteren Text als Gesamtanalyse bzw. Analyse des Gesamtdatenbestandes bezeichnet. Für knapp 50 % der österreichischen Anschlussstellen wurden dafür ASt-Merkmale manuell, getrennt nach Anschlussstelle als Ganzes, Hauptfahrbahn, Einfahrts- und Ausfahrtsrampe erfasst.

Das „detaillierte“ Niveau betrachtet drei ausgewählte Anschlussstellen, welche umfassend und detailliert mit möglichst vollständigen Datengrundlagen sowohl bezüglich der Anlageverhältnisse als auch bezüglich der Verkehrsnachfrage analysiert wurden. Diese Analyse wird im weiteren Text als Detailanalyse bezeichnet.

Eine Anschlussstelle ist ein komplexes Gefüge, das durch verschiedene Elemente gebildet wird. Für die Datenerfassung und Analyse wird die Anschlussstelle in folgende Teilbereiche untergliedert:

- Anschlussstelle Gesamt
- Ausfahrtsrampe(n)
- Einfahrtsrampe(n)
- Hauptfahrbahnen (HFB)

Die Hauptfahrbahn wird für die Analyse immer in Verbindung mit der zugehörigen Ein- bzw. Ausfahrt betrachtet. Ausfahrten und Einfahrten werden durch die unterschiedlichen Berechnungsvorgänge und verkehrstechnischen Probleme für die Analyse immer getrennt voneinander behandelt.

Als Anschlussstellenmerkmale werden angebotsseitige oder nachfrageseitige Merkmale einer Anschlussstelle oder mit ihr in Verbindung stehender Merkmale bezeichnet. Diese werden in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Angebots- und nachfrageseitige Merkmale

Angebots-basierende Faktoren	Nachfrage-basierende Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Zulässige Geschwindigkeit - Rampe, Hauptfahrbahn - Lage im Netz - Verflechtungsstrecke - Anschlussstellendichte - Markierung / Wegweisung - Überholverbote - Knotengeometrie <ul style="list-style-type: none"> o Kreisradien / Kurvigkeit o Sichtweite o Elementlänge o Neigung - Fahrstreifenanzahl <ul style="list-style-type: none"> o Hauptrichtung, Ein- / Ausfahrt - Abstand nächster nachgeordneter Knoten 	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahrene Geschwindigkeit - Lkw-Anteil - Verkehrsstärke / Verkehrsdichte - Ballungsraum - Ortskenntnis - Fahrzeugkollektiv <ul style="list-style-type: none"> o Motorisierung o Beschleunigung / Bremsvermögen o Fahrzeugtypen (Abmessung,...) o Straßenlage - Fahreigenschaften <ul style="list-style-type: none"> o Fahrkönnen, Sicherheitsbewusstsein, o Physische/psychische Belastbarkeit o Reaktions-, Seh-, Schätzvermögen
<p>Sonstige Faktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umfeld <ul style="list-style-type: none"> o Witterung (Sonne, Regen, Schnee, Nebel, Wind, Glätte, ...) o Helligkeit / Dunkelheit 	

Im Idealfall wären alle Einflussgrößen, welche auf Verkehrsteilnehmer/Netzbetreiber wirken bekannt, dementsprechend könnte daraus eine vollständige Zustandsbeschreibung der Ortsveränderung (=Trajektorie) aller Verkehrsteilnehmer berechnet werden.

Anschlussstellendatenbank

Die Inhalte und der Aufbau der Anschlussstellendatenbank (ASt-DB), die als zentrale Datenbank für die Gesamtanalyse dient, wurden in Abstimmung mit der ASFINAG und dem BMVIT festgelegt. Die ASt-DB wurde für alle Anschlussstellen Österreichs aufgebaut, wobei die festgelegten Attribute vollständig für knapp 50 % der ASt erfasst werden konnten. Die Grundinformationen (Name der ASt, Straßennummer, Luftbild, Bundesland, Autobahnmeisterei (ABM), Anschlussstellenform, Luftbild, Umfeld, Fahrstreifenanzahl HFB und Rampe, Ein/Ausfahrtstyp, JDTV Kategorie sowie gemeldete Problemfälle bezüglich Leistungsfähigkeit und Sicherheit) wurden für alle ASt und HAST Österreichs erfasst.

Dazu wurden vorhandene Daten der ASFINAG (z.B. GIS) und des BMVIT, aber auch Luftbilder aus Google/Bing gesichtet, vervollständigt und aufbereitet. Bezüglich der Verkehrsdaten war vorgesehen, die Ein- und Ausfädelungen automatisiert aus dem Verkehrsmodell Österreich der ASFINAG herauszuschreiben und durch standardisierte Tagesganglinien auf Stundenverkehrsstärken herunter zu brechen sowie Auslastungsgrade für die berichteten Unfallzeiten zu schätzen. Dies wurde jedoch nach gründlicher Datenanalyse nicht gemacht, da das Verkehrsmodell unvollständig ist und das automatisierte Einlesen durch ungenaue Bezeichnungen zu unverhältnismäßig hohem manuellen Bearbeitungsaufwand geführt hätte.

2.3.2 AP Modelltechnische und statistische Analyse

Ziel der statistischen Gesamtanalyse war es, vorhandene Zusammenhänge zwischen ASt-Merkmalen zu finden, welche Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben.

Im Arbeitspaket „Modelltechnische und statistische Analyse“ wurden zwei verschiedene statistische Auswertungen durchgeführt:

- Einzel-Einflussgrößen-Analyse
- Kombinationsanalyse = Clusteranalyse

Bei der Einzel-Einflussgrößen-Analyse wurden verschiedene Einflussgrößen einzeln analysiert. Das Ziel der Einzel-Einflussgrößen-Analyse war es, festzustellen ob eine Einflussgröße Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit hat. Wurden Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit festgestellt, so wurde die Einflussgröße (= ASt-Merkmal) in die Clusteranalyse miteinbezogen. Wurden keine Auswirkungen festgestellt, so wurden Einflussgrößen nur dann für die Clusteranalyse berücksichtigt, wenn Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit in Zusammenhang mit anderen Einflussgrößen zu erwarten waren.

Um Merkmalskombinationen und deren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit zu finden, wurde im nächsten Schritt auf die Clusteranalyse (multivariate Analyseverfahren) zurückgegriffen. Die Clusteranalyse ist eine Methode, um Ähnlichkeitsstrukturen in großen Datenmengen zu entdecken. In ODIMAST war es Ziel der Clusteranalyse, Gruppen zu identifizieren, die einen möglichst hohen Anteil von entweder leistungsfähigkeitsproblemfreien oder leistungsfähigkeitsproblematischen Rampen beinhalten.

Diese statistische Analyse der Anschlussstellen wurde immer getrennt nach Einfahrten und Ausfahrten durchgeführt. Durch die Anwendung der hierarchischen Clusteranalyse (grobes

Niveau) sollten ähnliche Aus- bzw. Einfahrten entdeckt werden und mit der von der ASFINAG erhaltenen Umfrage zur Leistungsfähigkeit und Sicherheit österreichischer Anschlussstellen (ABM-Umfrage) abgeglichen werden. Schwellenwerte für ASt-Merkmale wurden somit systematisch überprüft. Für die statistische Analyse richtet sich die Auswahl vor allem nach der guten Qualität der Verkehrsdaten, wodurch die Chancen zu statistisch gesicherten Aussagen erhöht werden. Objekte mit unplausiblen, fehlerhaften oder fehlenden Daten wurden aus der Analyse ausgeschlossen.

Durch die Möglichkeiten verschiedene Objekte (Ausfahrten oder Einfahrten) mit unterschiedlichen Merkmalen zu clustern, sollten Clustergruppen gefunden werden, welche die Ergebnisse der ABM-Umfrage möglichst gut widerspiegeln. Die verwendeten Merkmale der Clustervariante, welche die ABM-Umfrage gut abbilden, wurden weiter analysiert, um Merkmalskombinationen ausfindig zu machen, die starke Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben.

2.3.3 AP Optimierungsmethode und Verbesserungsvorschläge

Detailanalyse ausgewählter Anschlussstellen

Als Basis für die Detailanalyse dienten die Erkenntnisse aus der Gesamtanalyse (Kapitel 3 bis Kapitel 6). Mit diesen Erkenntnissen wurden im Vorfeld zur Detailanalyse Arbeitshypothesen zur Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit im Bereich von Anschlussstellen aufgestellt, die es anhand der verkehrstechnischen Nachweisführung zu verifizieren galt.

Das Hauptaugenmerk bei der Detailanalyse lag auf den Leistungsfähigkeitsberechnungen und der Unfalldatenauswertung, der Ausarbeitung von Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastung sowie auf der Ausarbeitung von Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit. Die Detailanalyse erfolgte für die drei ausgewählten Anschlussstellen A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost. Das Untersuchungsgebiet an der jeweiligen Anschlussstelle umfasste die Hauptfahrbahn, Rampen und den Anschluss an das untergeordnete Straßennetz.

Bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit wurde weitgehend das österreichische Regelwerk (RVS – Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen)

angewandt. Bei Nachweisen, zu denen keine österreichische Richtlinie existierte, wurde auf eine entsprechende deutsche Richtlinie (HBS – Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen) zurückgegriffen. Zum Aufzeigen der Unterschiede zwischen den Richtlinien wurden bei den Knotenpunkten am Anschluss ans untergeordnete Netz die Berechnungsergebnisse gemäß RVS und HBS miteinander verglichen.

Als Grundlage für die verkehrstechnischen Nachweise wurden von der ASFINAG aktuelle Verkehrsdaten (Juli 2013 bis Juli 2014) von Dauerzählstellen auf der Hauptfahrbahn und den Rampen im Bereich der drei ausgewählten Anschlussstellen zur Verfügung gestellt. Die Knotenpunkte am Anschluss ans untergeordnete Straßennetz wurden anhand von bereitgestellten Knotenstromzählungen beurteilt. Nicht vorhandene Daten wurden durch eigene Verkehrszählungen erhoben. Die Unfalldaten (Unfälle mit Personenschaden) von den Jahren 2008 bis 2013 für das hochrangige und untergeordnete Straßennetz der drei ausgewählten Anschlussstellen wurden vom Kuratorium für Verkehrssicherheit zur Verfügung gestellt.

Anwendungsempfehlungen zur Dimensionierungsbelastung, Leistungsfähigkeitsberechnung und Verkehrssicherheit, Methodensheet

Zwecks Entwicklung eines einfach anzuwendenden Methodensheets zur standardisierten Bewertung und Optimierung von vorhandenen und geplanten Anschlussstellen in Österreich wurden die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den vorigen Arbeitspaketen strukturiert und zusammengefasst. Die Empfehlungen gliedern sich in die Themen Ermittlung der Dimensionierungsbelastung, Leistungsfähigkeitsberechnung und Verkehrssicherheit, welche weiter nach den Anlagenelementen Hauptfahrbahn, Ein- und Ausfahrt sowie Anschluss ans untergeordnete Netz untergliedert sind.

Das Methodensheet stellt eine Handlungsanweisung dar, mit der Schritt für Schritt eine nachvollziehbare Bewertung und Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit erfolgen kann. Dazu wurden auch die jeweils erforderlichen Datengrundlagen, die anzuwendenden Regelwerke und alle anderen Inputs sowie die zu erwartenden Outputs beschrieben.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden den Vertretern des Auftraggebers (ASFINAG und BMVIT) vorgestellt, mit ihnen diskutiert und die Inputs aus dem Workshop in den Abschlussbericht aufgenommen.

Verbesserungsvorschläge für die ausgewählten Anschlussstellen

Anhand der durchgeführten Leistungsfähigkeitsbeurteilungen und Unfalldatenauswertungen für die drei ausgewählten Anschlussstellen A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost wurden Optimierungs- bzw. Verbesserungsmaßnahmen für die jeweiligen Problembereiche vorgeschlagen. Das Ziel war das Aufzeigen von möglichen Optimierungsvorschlägen unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, wobei eine verkehrstechnische Überprüfung im Sinne einer Wirkungsprognose (geometrische Ausbildung, Leistungsfähigkeitsberechnung etc.) der Optimierungsvorschläge nicht durchgeführt wurde.

3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN KLASSIFIZIERUNGSSYSTEM

3.1 Planungsgrundlagen in Österreich und International

3.1.1 Österreich

Die Ausbildung und Dimensionierung von Anschlussstellen (ASt) wird in Österreich durch die RVS 03.05.13 (Knoten – Gemischte und Planfreie Knoten) geregelt. In der Richtlinie finden sich Verweise auf die RVS 03.03.23 (Trassierung – Linienführung) und auf die RVS 03.03.31 (Querschnitte – Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum). Wesentliche Entwurfselemente werden darin in Abhängigkeit von der Projektierungsgeschwindigkeit (V_P) festgelegt. Die Linienführung ist im Regelfall so zu wählen, dass sich die Projektierungsgeschwindigkeit nicht abrupt ändert. Bei der Neutrassierung von Rampenfahrbahnen am hochrangigen Straßennetz kommt die Mindestprojektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h nur noch in begründeten Ausnahmefällen zur Anwendung – der Regelfall ist mindestens 50 km/h gemäß interner ASFINAG-Vorgaben. Die Länge von Beschleunigungsstreifen an Einfahrten bzw. Verzögerungsstreifen an Ausfahrten sind unabhängig einer Bemessungsverkehrsstärke als Regelwerte festgelegt, die Länge von Verflechtungsstrecken wird auf Basis der maßgeblichen stündlichen Verkehrsbelastung bestimmt. In der RVS 03.01.11 Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen (BVS) ist ein Verfahren ausgewiesen, mit dem die Anlageverhältnisse einer bestehenden oder geplanten Straße gemäß ihrer räumlich-verkehrlichen Funktion überprüft werden können. Für Autobahnen gilt der Ansatz für die freie Strecke und es sind keine Hinweise zur Berücksichtigung des Einflusses von Anschlussstellen zu finden. Für den Anschluss an das untergeordnete Straßennetz kommen die RVS 03.05.11 (Knoten – Planungsgrundsätze), die RVS 03.05.12 (Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen), die RVS 03.05.14 (Plangleiche Knoten – Kreisverkehre) und die RVS 05.04.32 (Planen von Verkehrslichtsignalanlagen) zum Einsatz. Nachfolgend wird auszugsweise auf die RVS 03.05.13 eingegangen.

Gemischte und planfreie Knoten

Eine Anschlussstelle nach Definition der RVS ist die Verbindung zweier Straßen, wobei im Zuge einer Straße keine plangleichen Überschneidungen der einzelnen Verkehrsströme erfolgen. Anschlussstellen gehören zu den gemischten Knoten. Die RVS definiert folgende Anschlussstellen als gemischte Knoten.

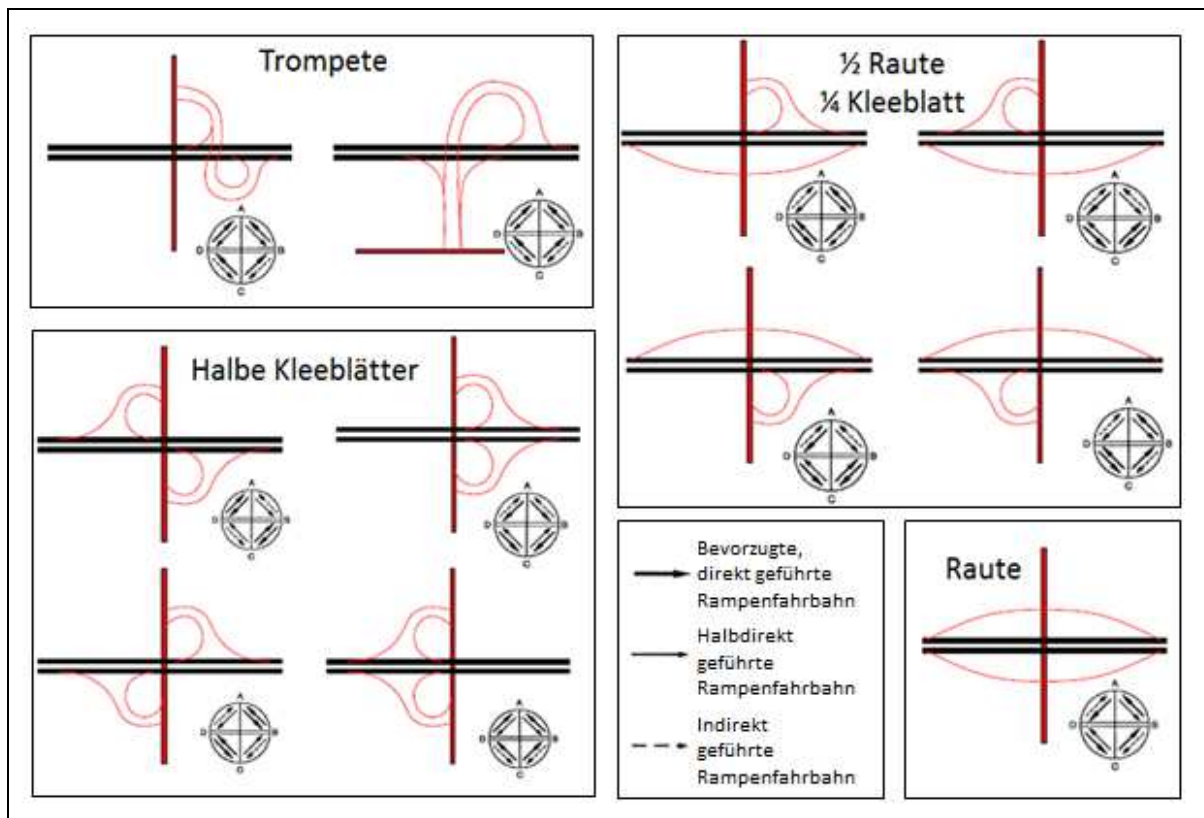


Abbildung 2: Gemischte Knoten

Sonstige gemischte Knoten sind Sonderformen, die nicht in der Abbildung oberhalb dargestellt wurden. Sie dürfen nur dann zum Einsatz kommen, wenn dies durch besondere Gegebenheiten zu begründen ist.

Bei planfreien Knoten erfolgen die Überschneidungen der einzelnen Verkehrsströme immer in zwei oder mehreren Ebenen. In der nachfolgenden Grafik werden die planfreien Knoten dargestellt. Beim Kleeblatt definiert die RVS auch eine Möglichkeit mit halbdirekt geführter(n) Rampenfahrbahn(en).

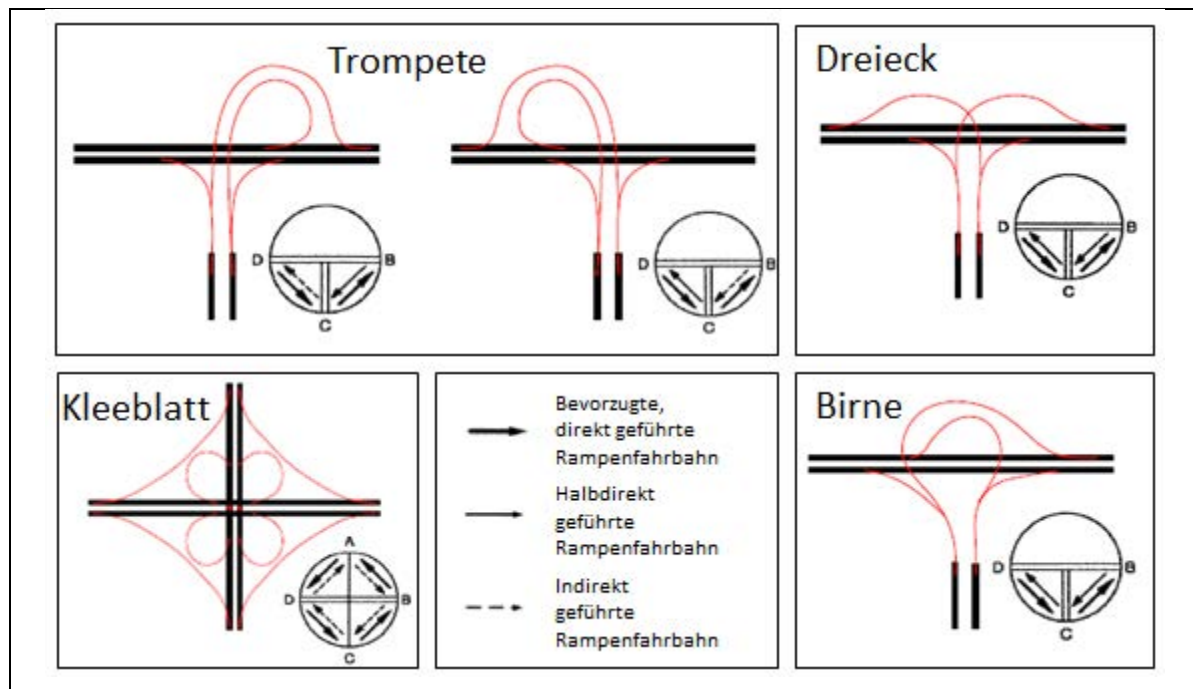


Abbildung 3: Planfreie Knoten

Planfreie Knoten werden nur in das Projekt miteinbezogen, wenn es sich um eine Verbindung von Autobahn oder Schnellstraße zum nachgeordneten Netz handelt. Verbindungen von Autobahn zu Autobahn, Schnellstraße zu Schnellstraße oder Autobahn zu Schnellstraße werden nicht betrachtet, da es sich hierbei der Definition nach um keine Anschlussstelle handelt.

Des Weiteren definiert die RVS für die Systemwahl die Netzkonzeption, Verkehrsströme, Verkehrsstärken, Abbiegerelationen, Verkehrssicherheit, Leistungsfähigkeit, Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit/Baukosten, Betriebskosten, Anzahl der Konfliktpunkte, Begreifbarkeit, Erkennbarkeit, Lage der zu verbindenden Straßen, Topographie, Flächenbedarf, Zwangspunkte, Kreuzungsabstände und die Wegweisung als Einflussfaktoren, sie sind dementsprechend zu berücksichtigende Größen, jedoch werden diese nicht näher definiert.

Elemente gemischter und planfreier Knoten

Alle Elemente sind so zu wählen, dass bei der maßgebenden Verkehrsstärke kein Rückstau auf der bzw. den übergeordnete/n Straße/n entsteht/en. Plangleiche Knoten (zum untergeordneten Netz) sind nach den entsprechenden RVS zu entwerfen.

Rampenfahrbahnen

Sie sind die Verbindungsfahrbahnen in einem gemischtem bzw. planfreien Knoten und beginnen/enden entweder bei den Trenninselspitzen (theoretischer Schnittpunkt der Fahrbahnränder) oder dort, wo die Aufspaltung in zwei separat trassierte Richtungsfahrbahnen erfolgt. Zubringer (Strecke zwischen Rampenfahrbahn und plangleichem Knoten) sind entsprechend den Bestimmungen der Rampenfahrbahnen oder nach RVS 03.03.23 zu trassieren. (Welche Richtlinie zu verwenden ist, ist im Einzelfall unter Rücksichtnahme auf die Länge des Zubringers zu treffen – das gilt sinngemäß auch für die Querschnittsgestaltung).

Rampenfahrbahnen werden in direkte Rampenfahrbahn, semidirekte Rampenfahrbahn und indirekte Rampenfahrbahn unterschieden. Die RVS definiert auch die Projektierungsgeschwindigkeit (V_P), welche durch die Zusammenhänge zwischen Radius und Geschwindigkeit (V_{85}) sowie Längsneigung und Geschwindigkeit (V_{85}) ermittelt wird. Der kleinere Wert bzw. der gesetzlich zulässige Wert ist maßgebend. Mit der Projektierungsgeschwindigkeit werden die Mindestlängen der Klothoiden, der Ausrundungen (Längenschnitt), der Querneigungen und die Mindestsichtweiten bestimmt. Die RVS legt fest, dass Rampenfahrbahnen so zu trassieren sind, dass die Projektierungsgeschwindigkeit (V_P) im hochrangigen Straßennetz 40 km/h (ASFINAG Richtlinie 50 km/h) und bei allen übrigen Straßen 30 km/h nicht unterschreitet.

Folgender Satz „Im Hinblick auf den Flächenbedarf sind bei Rampenfahrbahnen möglichst kleine Radien anzuwenden“ ist in Bezug auf die Verkehrssicherheit als kritisch anzusehen.

Bezüglich der Längsneigung definiert die RVS folgende Maximalwerte:

Steigungsstrecken: 8 %

Gefällestrecken: 6 % (in begründeten Ausnahmefällen 8 %)

Im hochrangigen Straßennetz beträgt die maximale Längsneigung 6 %.

Bezüglich Neigungsbrüche definiert die RVS Mindestkuppen- und Mindestwannenradien. Die Querschnitte für einstreifige Rampenfahrbahnen/Richtungsfahrbahnen von Zubringern dürfen 4 m nicht unterschreiten. Die Werte orientieren sich am Radius der Fahrbahn. Die RVS definiert auch die Querneigung, welche in der Geraden 2,5 % betragen muss. Die maximale Querneigung für Rampenfahrbahnen beträgt zwischen 6 und 7 %, abhängig vom Straßentyp, auch die maximale Querneigung bei hoher Längsneigung sowie die Anrampung und Verwindung (mit Regel- und Sonderfall) als auch Entwurfselemente der Sicht sind in der RVS gegeben. Auf diese wird hier jedoch nicht näher eingegangen.

Ausfahrt

Eine Ausfahrt kann durch einen Rechtsabbiegestreifen (RA), eine Fahrstreifensubtraktion (S) oder eine Kombination beider erfolgen. Der Rechtsabbiegestreifen setzt sich aus der Fahrstreifenwechselstrecke und der Verzögerungsstrecke zusammen. Die Breite ist der RVS 03.03.31 zu entnehmen. Die RVS 03.05.13 unterscheidet zwischen folgenden Ausfahrtstypen.

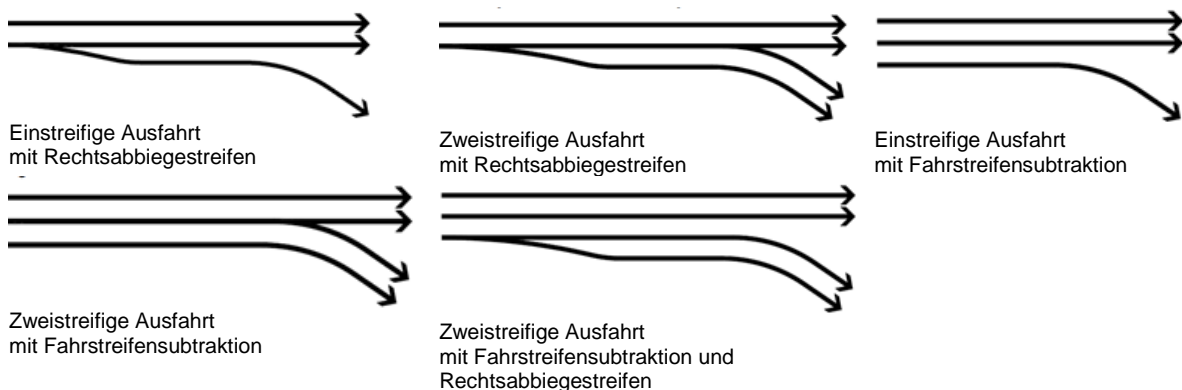


Abbildung 4: Ausfahrtstypen nach RVS 03.05.13

Einfahrt

Eine Einfahrt kann durch einen Rechtseinbiegestreifen (RE), eine Fahrstreifenaddition (A) oder über eine Kombination beider erfolgen. Der Rechtseinbiegestreifen setzt sich aus der Einfahrtsstrecke, Manöverstrecke und Verziehungsstrecke zusammen. Die Breite ist der RVS 03.03.31 zu entnehmen. Folgende Einfahrtstypen werden in der RVS 03.05.13 definiert.

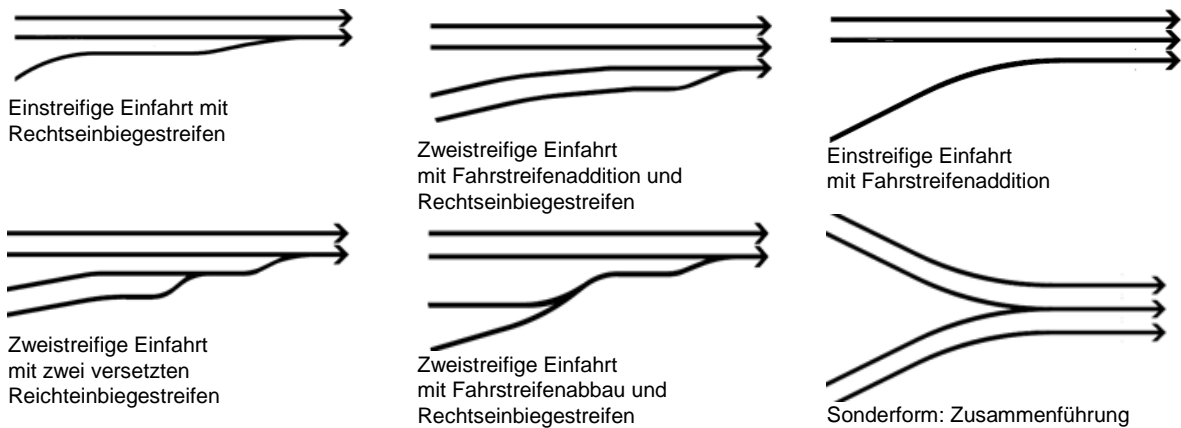


Abbildung 5: Einfahrtstypen nach RVS 03.05.13

Die Abschätzung der zulässigen Verkehrsstärke Q_N auf der Rampenfahrbahn für einen Rechtseinbiegestreifen ist der Abbildung unterhalb (aus der RVS) zu entnehmen. Bei höheren vorhandenen Verkehrsstärken sinkt die Verkehrsgeschwindigkeit und Verkehrsqualität. Die Leistungsfähigkeit einer Einfahrt mit Rechtseinbiegestreifen (Verkehrsstärke des rechten durchgehenden Fahrstreifens nach der Einfahrt) beträgt 2.200 Fz/h.

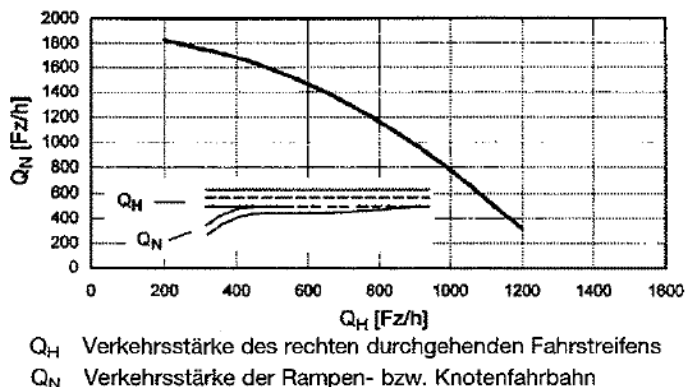


Abbildung 6: Zulässige Verkehrsstärken für Rechtseinbiegestreifen nach RVS 03.05.13

Verflechtung

Als Verflechten wird das gegenseitige Durchsetzen zweier sich in gleicher Fahrtrichtung bewogender Verkehrsströme verstanden. Die RVS definiert drei verschiedene Verflechtungstypen:

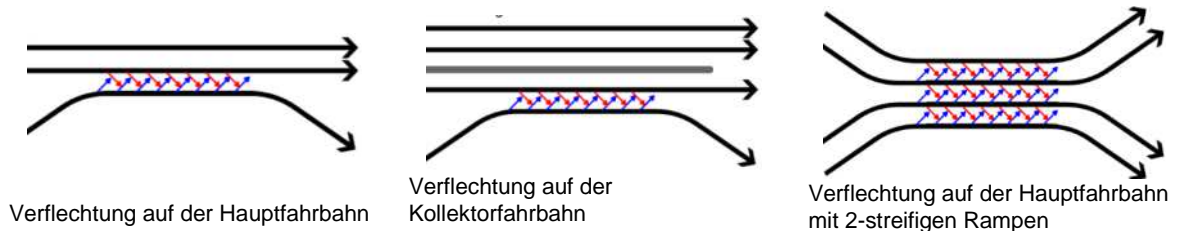


Abbildung 7: Verflechtung nach RVS 03.05.13

Die RVS gibt auch eine Berechnungsweise sowie Grenzwerte an. Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Größen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Mit dem Diagramm kann die Länge der Verflechtung (L_v) über die angestrebte mittlere Geschwindigkeit des verflechtenden Verkehrs (V_v) bzw. mittlere Geschwindigkeit des nicht verflechtenden Verkehrs (V_{nv}) errechnet werden.

Ist die Länge bekannt, so kann die mittlere Geschwindigkeit des verflechtenden bzw. nicht verflechtenden Verkehrs ermittelt werden. Sinkt die mittlere Geschwindigkeit des nicht verflechtenden Verkehrs unter einen angestrebten Wert, so kann durch die Anordnung einer Kollektorfahrbahn eine Verbesserung erzielt werden.

Die Verflechtung ist ein sehr komplexes Thema das durch die Gesamtanalyse nicht abgedeckt werden konnte, da Verflechtungen im eigentlichen Sinne nicht an einer einzelnen Anschlussstelle vorhanden sind, die Gesamtanalyse jedoch einzelne Anschlussstellen betrachtet. Beeinflussungen einer ASt durch eine andere ASt wurden nicht miteinbezogen.

Im Forschungsprojekt ODIMAK (IKK ZT-GmbH und Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz, 2014) wurde ein Bemessungsverfahren für Verflechtungen mit mehrmaligen Fahrstreifenwechseln (Sondertypen der Verflechtung) entwickelt. Aufgrund der Erkenntnisse der Forschungsarbeit wurde eine Überarbeitung des gegenwärtigen Bemessungsdiagrammes der RVS 03.05.13 (Standardtyp der Verflechtung) empfohlen.

3.1.2 Deutschland und Schweiz

In Deutschland wurde 2008 mit der RAA (Richtlinie für die Anlage von Autobahnen) eine einzige umfassende Richtlinie für alle Entwurfsaufgaben von Autobahnen und planfreien Knotenpunkten herausgegeben. Die RAA enthält für den Anwender einen Ermessensspielraum. Die Qualität des Verkehrsablaufs wird auf Grundlage des HBS (der aktuellen Fassung) geprüft, wobei derzeit (01/2015) nur sehr generelle Angaben zur Rampenleistungsfähigkeit gegeben sind. Da der Einfluss planfreier und gemischter Knoten auf die Leistungsfähigkeit des Systems „Autobahn“ erkannt wurde, laufen derzeit einige Forschungsvorhaben bei der BAST sowohl zur Rampengruppe I (planfrei-planfrei) als auch II (planfrei-plangleich) (z.B. Zimmermann, 2011; Geistefeldt et.al. 2012 und FE 03.442).

Das HBS 2014 wird kurz nach Projektabschluss verfügbar sein und bietet diesbezüglich mit hoher Wahrscheinlichkeit detailliertere Informationen.

Ähnlich wie in Deutschland wird auch in der Schweiz die Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten derzeit im Projekt namens WEAVE untersucht.

Das HBS 2001/2009 teilt eine Anschlussstelle in drei verschiedene Bereiche ein:

- Ausfädelung
- Einfädelung
- Verflechtung

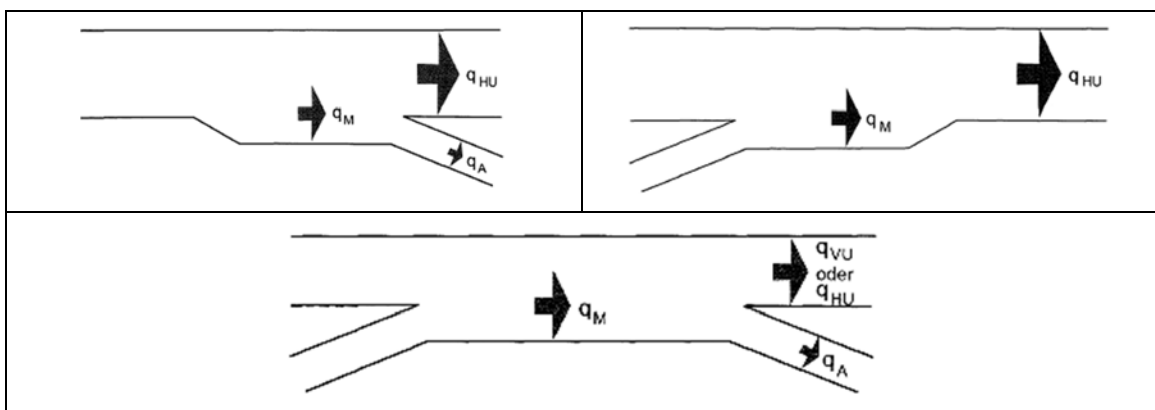


Abbildung 8: Aus-, Einfädelungs- und Verflechtungsbereich nach HBS 2001/2009

3.1.3 USA

In den USA regelt das Highway Capacity Manual (HCM) die Bemessung der Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes.

Das HCM definiert Rampen und Hauptfahrbahn. Es werden zwei verschiedene Typen von Rampenanordnungen angegeben:

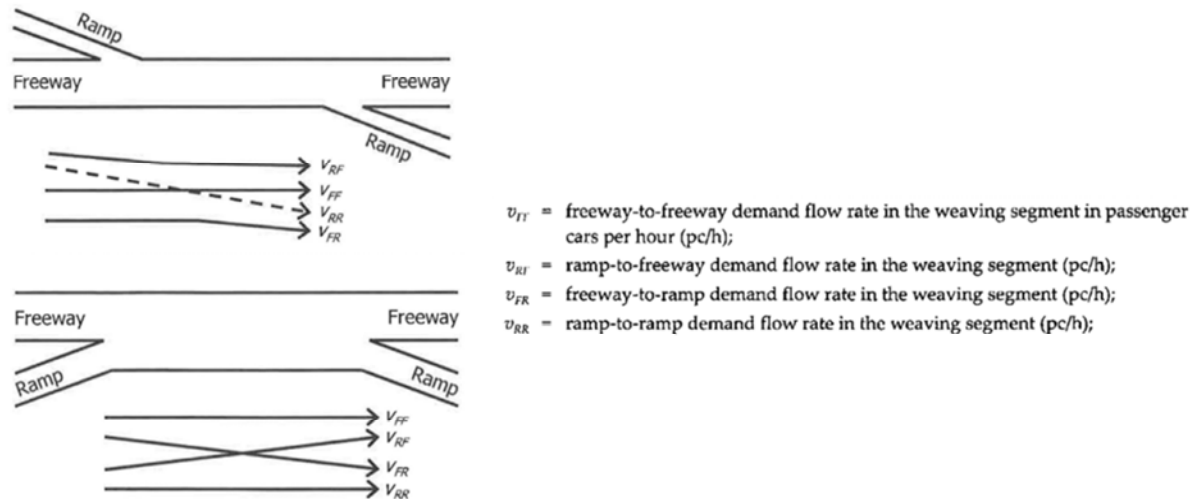


Abbildung 9: Rampenanordnung nach HCM

Ob eine Rampe die gewünschte LOS-Stufe erreicht wird beim HCM in 8 Schritten bestimmt:

Schritt 1 → Eingangsdaten

Schritt 2 → Adaptieren der Verkehrsstärke (nach HCM)

Schritt 3 → Bestimmen der Konfigurations-Charakteristik (1- oder 2-streifige Verflechtung)

Schritt 4 → Bestimmen der maximalen Verflechtungsstreckenlänge

Schritt 5 → Bestimmen der Kapazität der Verflechtungsstrecke

Schritt 6 → Bestimmen der Fahrstreifen-Wechsel-Raten (Seite 146 – HCM_Vol2)

Notwendige Fahrstreifenwechsel durch Verflechtende Fahrzeuge

Optionale Fahrstreifenwechsel durch verflechtende Fahrzeuge

Optionale Fahrstreifenwechsel durch durchfahrende Fahrzeuge

Schritt 7 → Bestimmen der Durchschnittsgeschwindigkeit von verflechtenden und nicht verflechtenden Fahrzeugen im Verflechtungsbereich (Seite 149 – HCM_Vol2)

Schritt 8 → Bestimmen der Stufe nach LOS

Des Weiteren definiert das HCM drei Bereiche, welche den Verflechtungsvorgang hauptsächlich beeinflussen:

- Länge der Verflechtungsstrecke
- Anzahl der durchgehenden Fahrstreifen innerhalb der Verflechtungsstrecke
- Lage und Größe der Einfahrts- bzw. Ausfahrtsrampe

Bei Verflechtungsstrecken unterscheidet das HCM zwei Arten:

Einseitige Verflechtungsstrecken, bei denen Einfahrtsrampe und Ausfahrtsrampe auf der gleichen Seite liegen.

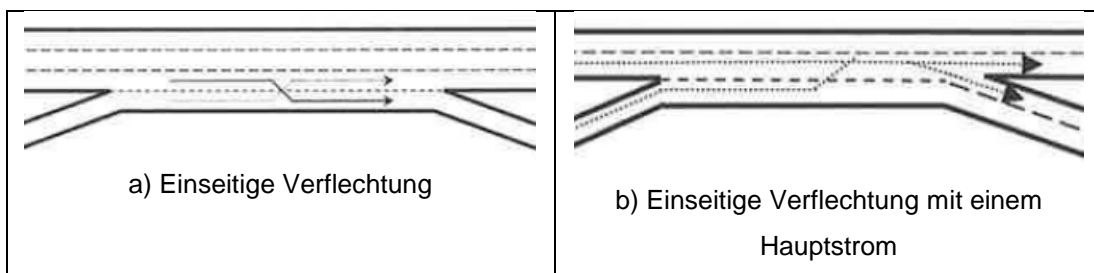


Abbildung 10: Einseitige Verflechtung nach HCM 2010

Zweiseitige Verflechtungsstrecken, bei denen die Einfahrtsrampe und die Ausfahrtsrampe an den gegenüberliegenden Seiten liegen. Des Weiteren kann noch eine Hauptverflechtungsrichtung angegeben werden. Diese ist abhängig von der Anzahl der Fahrstreifen auf der Einfahrt und der Ausfahrt.

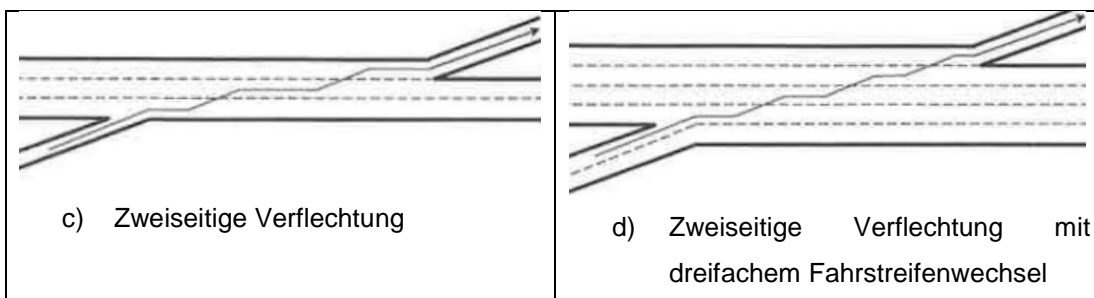


Abbildung 11: Zweiseitige Verflechtung nach HCM 2010

Da das HCM auch oft für sehr komplizierte Anschlussstellen angewendet wird und nicht für den Europäischen Raum geprüft wurde, wird im Projekt ODIMAST das Augenmerk auf die RVS und das HBS gelegt.

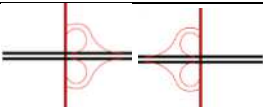
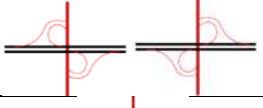

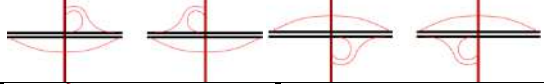
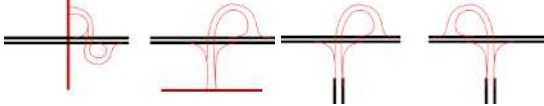
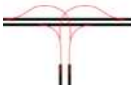
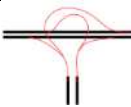
3.2 Klassifizierungsmöglichkeiten von Anschlussstellen

Zwecks Systematisierung bei der Auswahl möglicher Ansatzpunkte für die Analysen im Forschungsprojekt und der Optimierung von Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit erfolgt eine Gliederung top-down, das heißt von generellen ASt-Merkmalen bis zu Detailelementen.

Grundformen von Anschlussstellen

Eine Klassifizierung der Anschlussstellen als Anbindung des hochrangigen an das untergeordnete Straßennetz erfolgt in der RVS 03.05.13. Darin werden die in Tabelle 2 gelisteten Systeme unterschieden, die für ODIMAST übernommen wurden.

Tabelle 2: Gemischte und planfreie Knoten

Halbes Kleeblatt	
Halbes Diagonales Kleeblatt	
Raute	
Halbe Raute und Viertel Kleeblatt	
Trompete	
Dreieck	
Birne	

Für die Wahl des Knotensystems sind eine große Anzahl an Einflussfaktoren wie beispielsweise Netzkonzeption, Verkehrsströme, -stärken und -relationen, Verkehrssicherheit, Leistungsfähigkeit, Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit (Bau- und Betriebskosten), Anzahl der Konfliktpunkte, Begreifbarkeit, Erkennbarkeit, Lage der zu verbindenden Straßen, Topographie, Flächenbedarf, Zwangspunkte und Wegweisung ausschlaggebend.

Besonders relevant für die Leistungsfähigkeit sind auch die Knotenpunkte Rampe - untergeordnetes Netz mit den Knotenpunktabständen und Aufstellflächen für wartende Fahrzeuge, die von der Wahl des Grundsystems abhängig sind. Leider konnten nur sehr wenige Daten zu den Rampenfahrbahnen für die Analyse auf grobem Niveau erfasst werden, da hier keine Datenbank geführt wird und somit die Datenerhebung enorm hohen Aufwand mit sich brachte.

Elemente einer Anschlussstelle

Hauptelemente einer Anschlussstelle (ASt) sind die Rampenfahrbahnen, unterteilt in Ein- und Ausfahrt sowie die Hauptfahrbahn. Wesentlich bei der Elementauswahl ist, dass bei der maßgebenden Verkehrsstärke ein Rückstau auf die Hauptfahrbahn der Autobahn/Schnellstraße vermieden wird.

Systematisch analysierbare Anlageverhältnisse

Die RVS 03.05.13 unterteilt Entwurfs-elemente in die Kategorien Lage, Höhenlage, Querschnitt und Sicht. Bezüglich der Verkehrssicherheit finden sich zusätzliche Hinweise in der ESAS 2002 Empfehlung für das Sicherheitsaudit von Straßen. Die Vielzahl der Einflussgrößen für ein mögliches Klassifizierungssystem zeigt schon eine Auflistung gemäß RVS 03.05.13 und ESAS 2002 in Hinblick auf ein Verkehrssicherheitsaudit an Autobahnen:

- Abstand der Knotenpunkte am hochrangigen Straßennetz
- Rampentyp (siehe RVS 03.05.13, Abb. 12) und Rampenlänge
- Ablenkungswinkel bei Rampenbefahrung abhängig vom Rampentyp (bis 120° direkte Rampe, bis 200° semidirekte Rampe und bis 300° bei indirekter Rampe) – *anstatt dem Ablenkungswinkel wurden die Rampen für ODIMAST in Kurvigkeitsstufen eingeteilt, um eine bessere Zuteilung der Rampe aus den zwei „Feldern“ Anschlussstellenform und Kurvigkeitstyp zu ermöglichen.*
- Krümmung der Hauptfahrbahn und Rampenfahrbahn, Kreisbogenradien
- Länge und Ausbildung des Verzögerungstreifens bei der Ausfahrt
- Länge und Ausbildung des Beschleunigungstreifens bei der Einfahrt
- Längsneigung von Hauptfahrbahn und Rampenfahrbahn
- Fahrbahnbreiten mit Fahrfläche und befestigten Seitenstreifen / Pannenfahrestreifen
- Vorhandene, minimale Sichtweite auf der Rampenfahrbahn
- Verordnete Geschwindigkeitsbegrenzung u. Überholverbote auf der Hauptfahrbahn

- Kreuzungsform und Knotenpunktabstände an der Anbindung an das untergeordnete Straßennetz, z.B. unsignalisierte Kreuzung, Kreisverkehr oder Verkehrslichtsignalanlage
- Vorhandensein von Nebenanlagen für Fußgänger, Radfahrer, Wartung und Betrieb
- Verkehrserzeuger in ASt-Nähe (z.B. Einkaufszentren)

Diese Vielzahl an Einflussgrößen kann im Projekt ODIMAST nicht vollständig abgedeckt werden, da Informationen zu den Anlageverhältnissen von Anschlussstellen nicht gesammelt in Form einer Datenbank vorliegen. Die Informationen müssten je nach ASt aus unterschiedlichen Quellen manuell mit enormen Aufwand zusammengetragen werden, was im Rahmen dieses Projektes nicht möglich war. Welche Einflussgrößen Berücksichtigung finden wird im Kapitel 4 behandelt.

Klassifizierung unter Berücksichtigung der Kategorisierungsdienstanweisung

Die Kategorisierungsdienstanweisung (Dienstanweisung zur Kategorisierung des Bundesstraßennetzes nach der räumlich-verkehrlichen Funktion gemäß RVS 03.01.13), Fassung 2012, teilt das Bundesstraßennetz entsprechend der räumlich-verkehrlichen Funktion ein. Das Bundesstraßennetz wird demnach in fünf Kategorien (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4) eingeteilt:

Tabelle 3: Kategorien nach Kategorisierungsdienstanweisung, Fassung 2012

Kategorie I	Transnationales Netz Großräumige Verbindungen der neun österreichischen Zentral- und Wirtschaftsräume mit den sieben benachbarten, für Österreich maßgeblichen europäischen Wirtschaftsräumen einschließlich der österreichischen TEN-Strecken
Kategorie Ia	Transnationaler Netzabschnitt im Ballungsraum
Kategorie II	Transregionales Netz Großräumige Verbindungen zwischen den neun österreichischen Zentral- und Wirtschaftsräumen oder grenzüberschreitende Verbindungen zu bedeutenden benachbarten Regionen.
Kategorie IIa	Transregionaler Netzabschnitt im Ballungsraum
Kategorie III	Zentralörtliches Netz Überregionale Verbindungen zwischen Bezirkshauptorten oder von Bezirkshauptorten zu Landeshauptstadt. Verbindungen von Bezirkshauptorten zu weiteren Arbeits-, Versorgungs- und Tourismuszentren.

Tabelle 4: Kategorisierung A+S - gemäß RVS 03.01.13

Kategorie	Querschnitt *	Knotenform	StVO-Typ	V _{zul} [km/h]	Bemessungsstunde x	V _v [km/h]
I	FStr.-Anzahl gem. Bemessung, RFB mit baulicher Mitteltrennung	planfrei	Autobahn	130	30	80
Ia	FStr.-Anzahl gem. Bemessung, RFB mit baulicher Mitteltrennung	planfrei	Autobahn	80 - 130	100	70
II	FStr.-Anzahl gem. Bemessung, RFB mit baulicher Mitteltrennung	planfrei	Autobahn / Autostraße	100 - 130	50	70
Ila	FStr.-Anzahl gem. Bemessung, RFB mit baulicher Mitteltrennung	planfrei	Autobahn / Autostraße	80 - 100	150	70
III	FStr.-Anzahl gem. Bemessung, RFB mit baulicher Mitteltrennung	planfrei	Autostraße	100	100	60

*¹) Die angegebenen Querschnittsmerkmale beziehen sich nur auf Vollausbauten (nicht auf Teilrealisierungen). Diese Tabelle enthält die Regelfälle, aufgrund topografischer oder verkehrlicher Gegebenheiten kann in Einzelfällen abgewichen werden (z.B. S 16).

Der Hauptanteil der A+S wird von der Kategorie I – Transnationales Netz getragen. In Abbildung 12 ist eine grafische Netzübersicht für Österreich, wie in der Kategorisierungsdienstanweisung gegeben, dargestellt.

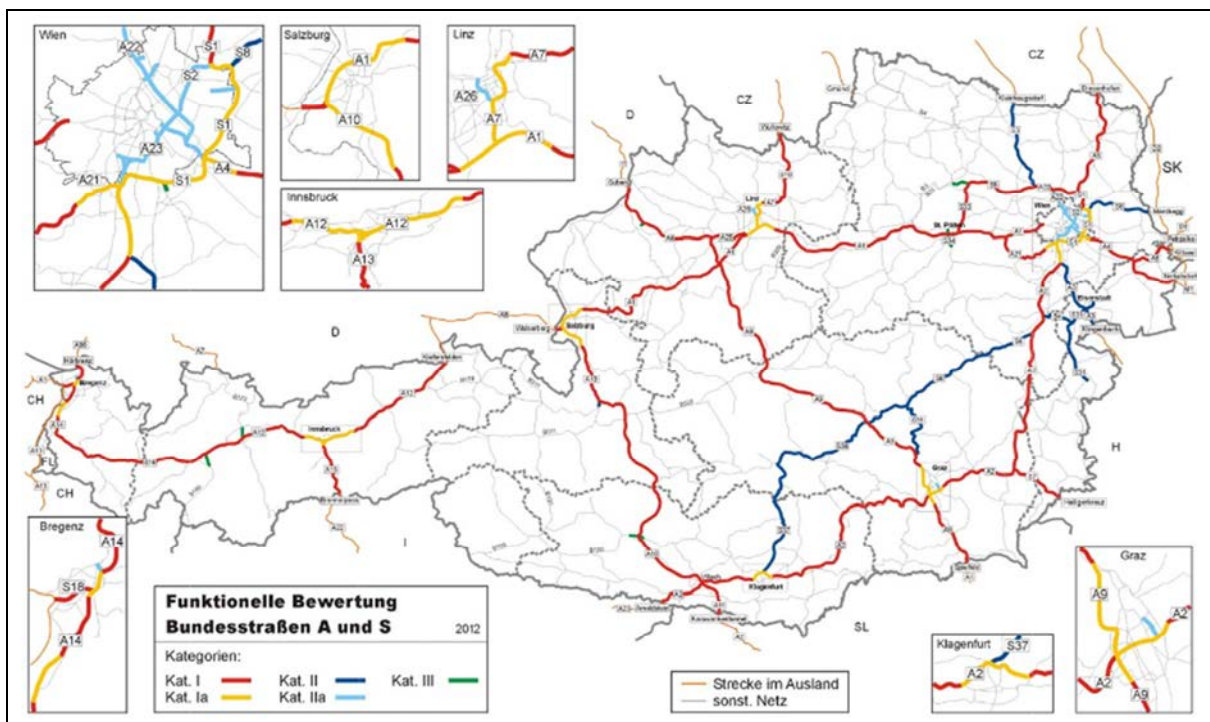


Abbildung 12: Grafische Netzübersicht - aus der Kategorisierungsdienstanweisung

3.3 Weitere relevante Anschlussstellen-Merkmale

Straßenausrüstung

Zur Straßenausrüstung gehören: Wegweisung, Beschilderung, Markierung, Beleuchtung, Blendschutzeinrichtungen, Wildzäune, Bepflanzung, Leiteinrichtungen, Sonderausstattungen zur Bestimmung von Witterung bzw. Fehlfahrten, usw. Die weitgehende standardisierte Straßenausrüstung hat einen wesentlichen Einfluss auf den Verkehrsablauf. Beispielsweise kann mit der Bodenmarkierung in hoch ausgelasteten Anschlussstellen- und Knotenbereichen durch gezielte Vorsortierung und Einschränkung von möglichen Fahrstreifenwechselzonen eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit erreicht werden. Bezüglich der Bodenmarkierung und Vorwegweisung sind zahlreiche Versuchsanordnungen in der Praxis anzufinden. Es fehlen wissenschaftlich fundierte Vorgaben.

In anderen Ausbildungsformen ist die Straßenausrüstung von lokalen Gegebenheiten wie beispielsweise Topografie, Zwangsgegebenheiten, exponierte Witterungslage sowie Kunstbauten abhängig und steht in keinem direkten Zusammenhang mit der gewählten Anschlussstellenform. Bezogen auf das Forschungsvorhaben ist außerdem anzumerken, dass beispielsweise beim Verkehrssicherheitsaudit im Vorprojekt als Zeitpunkt der prinzipiellen Festlegung der Anlagenform, die Straßenausrüstung nicht Bestandteil der Analyse (RVS 02.02.33, Road Safety Audit - Abb. 4) ist. Die Straßenausrüstung wurde nicht in die Analysen des Projektes ODIMAST miteinbezogen.

Fahrbahnbeschaffenheit und Witterungseinfluss

Der Witterungseinfluss hat in erster Linie Einfluss auf die Verkehrssicherheit. Anlagenseitig ist er nur auf Basis meteorologischer Aufzeichnungen und Durchschnittsdaten bestimmbar. Zweckmäßiger erscheint daher die Auswertung und Klassifizierung auf Seiten der Unfalldaten. Für ODIMAST wurde weder die Fahrbahnbeschaffenheit noch Witterungseinflüsse miteinbezogen, da diese zu fahrdynamischen Sicherheitsproblemen führen, die nicht mit den im Projekt angebotenen Methoden überprüft werden können.

Auslastungsgrad und Rückstaulängen

Der Auslastungsgrad und die Rückstaulängen als Kennwerte zur Beurteilung der Flüssigkeit und Sicherheit des Verkehrsablaufes werden in der Regel aus gemessenen Verkehrsbelastungen und den vorzufindenden ASt-Merkmalen rechnerisch oder

simulationstechnisch ermittelt. Rückstaulängen können zusätzlich zur Prüfung der Rechenergebnisse über Beobachtungen stichprobenartig gemessen werden. Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit und der Rückstaulängen können die Verfahren gemäß RVS, HBS und Hinweise aus den ASFINAG-Planungshandbüchern (ESA V 3.1, Stand September 2013 und VG-VBA, Stand Oktober 2007) herangezogen werden.

Weitere Erkenntnisse lassen sich aus den Forschungsprojekten WEAVE (Schweiz) und den deutschen BAST-Projekten FE 03.460 und 03.442 holen.

Bei den Anknüpfungen ist eine Unterscheidung zwischen Standardformen und Sonderformen erforderlich, da in der Realität auf Grund enger räumlicher Verhältnisse oder sonstiger einschränkender Rahmenbedingungen oftmals Sonderformen anzutreffen sind. Darüber hinaus erfolgen die Anknüpfungen in Ballungsräumen häufig über lichtsignalgeregelte Kreuzungen.

3.4 Gewähltes Klassifizierungssystem

Anschlussstellen können als ein Objekt betrachtet werden. Für das Projekt ODIMAST ist das jedoch nicht zielführend. Deshalb wird jede Anschlussstelle in Teilbereiche untergliedert. Eine typische Anschlussstelle (unterhalb ist die Anschlussstellenform Halbe Raute und Viertel Kleeblatt dargestellt) hat jeweils eine Einfahrt, Ausfahrt und Hauptfahrbahn je Richtung. Jeder Ein- oder Ausfahrt wird ein untergeordneter Knoten zugeteilt. Es können alle Ein- und Ausfahrten am selben untergeordneten Knoten enden, aber auch an verschiedenen.

Abbildung 13 zeigt zwei untergeordnete Knotenpunkte (eine plangleiche Kreuzung und einen Kreisverkehr). Eine plangleiche Kreuzung kann entweder mit Signalisierung oder ohne Signalisierung geregelt werden. Um eine Anschlussstelle ausreichend detailliert zu betrachten, sollte auch das untergeordnete Netz miteinbezogen werden, da dieses für die Funktionstüchtigkeit einer Anschlussstelle, vor allem für Ausfahrten bei hoher Auslastung, eine bedeutende Rolle spielen kann (Rückstau auf die Hauptfahrbahn).

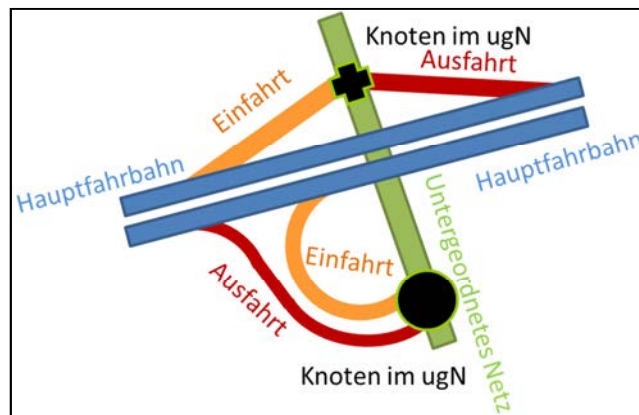


Abbildung 13: Klassifizierung einer Anschlussstelle

Um eine Anschlussstelle analysieren zu können, mussten verschiedenste Daten (geometrische Merkmale, Merkmale der Belastung, etc.) erfasst bzw. zusammengetragen werden. Die Daten wurden so gruppiert, dass sie einem der verschiedenen Objekte (Ein-, Ausfahrt, Knoten, Hauptfahrbahn, etc.) oder der Anschlussstelle als Ganzes zugeordnet werden konnten.

Die Klassifizierung gemäß RVS 03.05.13 wurde für das Projekt berücksichtigt. Zusätzlich wurde die im HBS 2001/2009 gegebene Einteilung nach Ausfädelungsbereich (Ausfahrt), Einfädelungsbereich (Einfahrt) und Verflechtung als zielführend erachtet. Die Rampen werden diesbezüglich immer getrennt nach Einfahrten und Ausfahrten analysiert. Wird die Anschlussstelle als Ganzes analysiert, so kommt die Anschlussstellenform zu tragen.

4 ANSCHLUSSSTELLEN DATENBANK

Unter Berücksichtigung aller nachfolgend im Detail erläuterten Datenquellen wurden verschiedene Größen erfasst und vorerst in einem Excel-Dokument zusammengetragen. Tabelle 5 beinhaltet Größen, welche aus diesen Datenquellen (meist manuell) ausgelesen und in die Datenbank aufgenommen wurden. Die vollständige Datenerfassung wurde für die unterhalb aufgelisteten Autobahnen durchgeführt. Auch die Autobahnen A05 Nord Autobahn und A06 Nordost Autobahn sollten vollständig erfasst werden, jedoch war das aufgrund fehlender Daten zu diesen Autobahnen nur teilweise möglich, da hier keine Daten im VISUM-Verkehrsmodell der ASFINAG bzw. GIS-Modell verfügbar waren. Zusätzlich zu den vollständig erfassten Autobahnabschnitten wurden alle leistungsfähigkeitsproblematischen Anschlussstellen aller Autobahnen Österreichs vollständig erfasst.

- A01 West Autobahn 41 ASt/HASt
- A02 Süd Autobahn 57 ASt/HASt
- A03 Südost Autobahn 6 ASt/HASt
- A04 Ost Autobahn 12 ASt/HASt
- A07 Mühlkreis Autobahn 14 ASt/HASt
- A08 Innkreis Autobahn 7 ASt/HASt

137 ASt/HASt → von 385 ASt/HASt insgesamt → 35,6% aller ASt/HASt

+ 49 problematische ASt/HASt → = 186 von 385 → 48,3 % aller ASt/HASt

Aus diesen knapp 50 % von Anschlussstellen wurden 283 Ausfahrten für die Clusteranalyse weiter verwendet, da einige Ausfahrten aufgrund fehlender oder unplausibler Daten ausgeschlossen werden mussten. Es wurden 56,2 % der Ausfahrten von Anschlussstellen an Autobahnen miteinbezogen, jedoch keine Ausfahrten von Anschlussstellen an Schnellstraßen. Insgesamt ergibt sich dadurch eine Stichprobe von 42,2 % aller Ausfahrten (A+S).

In den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 5 und Tabelle 6) werden die erfassten und daraus berechneten Daten aufgelistet.

Tabelle 5: Direkte ermittelte Daten aus verschiedenen Datenquellen

	Anschlussstelle Gesamt	Hauptfahrbahn	Ausfahrtsrampe	Einfahrtsrampe
Anschlussstellenform	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Anschlussstellename	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Anschlussstellentyp	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Kilometrierung	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Autobahnnummer	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Umfeld-Beschreibung	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Autobahnmeisterei	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
Luftbild	<input checked="" type="checkbox"/> *	X	X	X
JDTV-Kategorie	<input checked="" type="checkbox"/>	X	X	X
Neigung	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X	X
Geschwindigkeit	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X#,*	X#,*
k-30 Wert (Spitzenstundenfaktor)	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X	X
k-100 Wert (Spitzenstundenfaktor)	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X	X
Belastung [Fz/24h]	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kapazität [Fz/h]	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LKW-Belastung [Fz/24h]	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fahrstreifenanzahl	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Auslastungsgrad	X	<input checked="" type="checkbox"/> **	X#	X#
LKW-Anteil	X	<input checked="" type="checkbox"/> **	X#	X#
Radius	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Geometrie der Ein/Ausfahrt	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input checked="" type="checkbox"/> *
Anschluss an das ug Netz	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rampenlänge	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sicherheitsprobleme	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> ***	<input checked="" type="checkbox"/> ***
Leistungsfähigkeitsprobleme	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> ***	<input checked="" type="checkbox"/> ***
* nicht in Clusteranalyse einbezogen	** Größen können sowohl berechnet als auch direkt ausgelesen werden, die Werte unterscheiden sich			
*** Ziel-Kriterium, keine Clustervariable	# Werte können nicht direkt ausgelesen, aber berechnet werden			

Tabelle 6: Berechnete Daten aus verschiedenen Datenquellen

	Anschlussstelle Gesamt	Hauptfahrbahn	Ausfahrtsrampe	Einfahrtsrampe
Geschwindigkeit	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Auslastungsgrad	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Belastungswerte k-30 / FSt/ h	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Belastungswerte k-100 / FSt / h	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einfädlungsgrad	X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>
Ausfädungsgrad	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X
Geschwindigkeitsverh. VHFB/VR	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Erlaubte Geschw. der Rampe	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Auslastung Anschluss ug Netz	X	X	<input checked="" type="checkbox"/>	X

4.1 Verwendete Unterlagen für die ASt-Datenbank

Tabelle 7 listet die im Projekt verwendeten Datenquellen auf und gibt deren Herkunft bekannt. Grundsätzlich mussten die zu erfassenden Daten für die Analyse über eine Vielzahl von Anschlussstellen wegen des hohen Datenbeschaffungsaufwandes eingeschränkt werden. Detaillierte Informationen zu Anschlussstellen benötigen hohen Beschaffungsaufwand, da es keine Datenbank zu Anschlussstellen gibt.

Tabelle 7: Verwendete Unterlagen für die ASt-Datenbank

Unterlagen	Herkunft	
API-Auswertung (= ABM-Umfrage)	ASFINAG, Netzplanung	Umfrage der ASFINAG
VISUM Verkehrsmodell (Visum Netz) Übergabe_Teil-AUT_MS_OE25_Szenario_ REF_10_BP11-2011-03-21.ver	ASFINAG, Verkehrssteuerung	Verkehrsmodell der ASFINAG
Berechnete k-Werte und Auslastungen	ASFINAG, Verkehrssteuerung	
Liste der Autobahnmeister	ASFINAG, Netzplanung	Kontakte der ASFINAG
GIS – Shapefiles (Achsen, Rampenbezeichnung, Längsneigung, FSt-Anzahl, ASt, Routen)	ASFINAG, Bestandsmanagement	GIS der ASFINAG
Luftbilder aus Google.maps und Bing.maps	Gängige Internetportale (Bilder = Stand 2014)	
Verkehrsdatenerhebung_Kaernten	Heruntergeladen von: www.ktn.gv.at/234918_DE	
ASFINAG Basiskarte 2013 – JDTV 2012	Heruntergeladen von www.laerminfo.at	
ASFINAG Basiskarte 2012 – JDTV 2011		
Shopping Center Performance Report Österreich 2012	Heruntergeladen von: http://www.ses-european.com/fileadmin/user_upload/SCPROE_-_Presseinformation_2012-04-23_-_ohne_Regionalisierung.pdf	
Die 15 Orte mit dem meisten Kfz-Verkehr Österreichs	Heruntergeladen von: http://www.vcoe.at/de/presse/aussendungen-archiv/details/items/vcoe-untersuchung-suedosttangente-ist-meist-befahren-ue-autobahn-oesterreichs-18032013	
Die 15 Orte mit dem meisten LKW-Verkehr in Österreich		
Geschwindigkeit auf der HFB (Liste)	ASFINAG, Netzplanung	
Autobahn und Schnellstraßen Übersichtskarten (Stand 2013)	Per E-Mail erhalten nach E-Mail an st1@bmvit.gv.at	
Statistik Straße & Verkehr (Jan 2014 und 2015)	http://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/strasse/downloads/statistik_strasseverkehr2015.pdf	
Kategorisierungsdienstanweisung	http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/autostrasse/planung/downloads/kategorisierung.pdf	
E-Mail Rückfragen bei den ABM	Gesendet durch Cornelia Hebenstreit (TU Graz)	

4.2 ASt-Merkmale

Ein Merkmal, auch als Charakteristikum bezeichnet, unterscheidet eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang von anderen.

Um eine Anschlussstelle ideal beurteilen zu können, müssten alle Einflussgrößen (Merkmale), welche auch nur im Geringsten auf Verkehrsteilnehmer und Netzbetreiber wirken, bekannt sein.

Dementsprechend müssten alle möglichen Einflussgrößen erfasst werden, was jedoch einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellen würde.

Für das Projekt ODIMAST wurden die in Abbildung 14 gelisteten und in späterer Folge erklärten Daten verwendet.

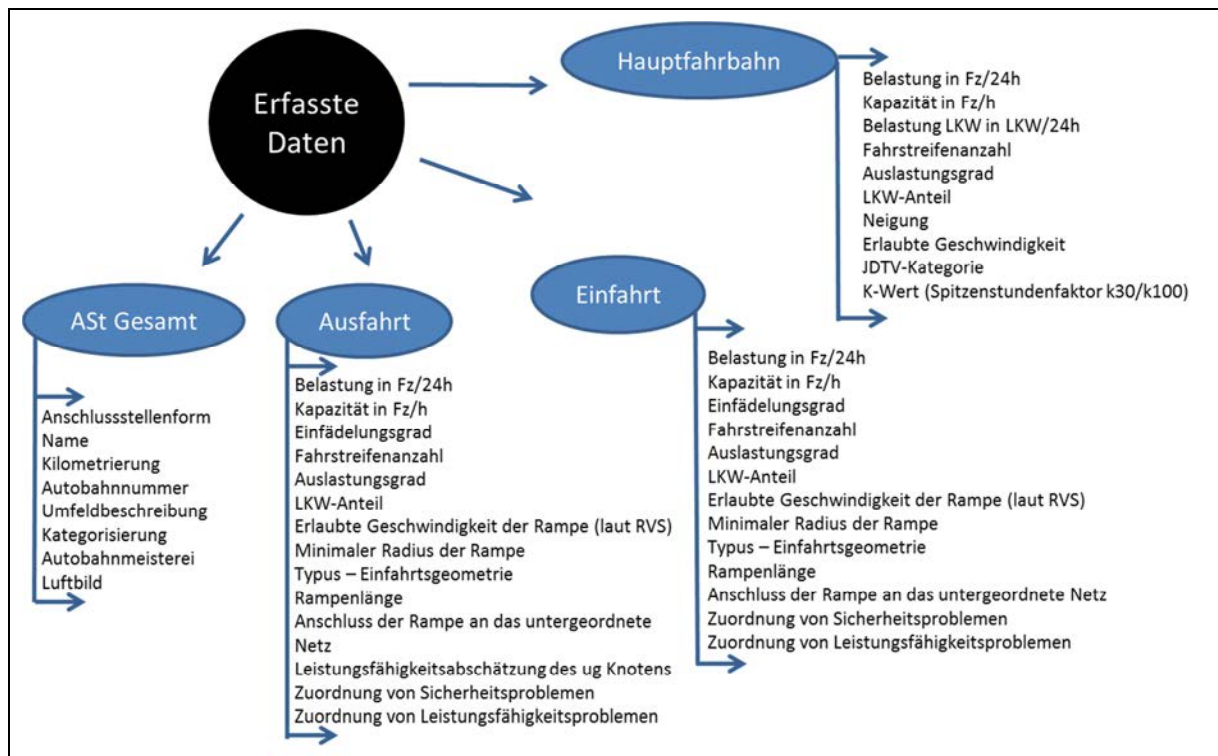


Abbildung 14: Erfasste Daten - Anschlussstellendatenbank

4.2.1 Name

Der verwendete Anschlussstellename ermöglicht eine eindeutige Zuordnung der Anschlussstelle.

4.2.2 Kilometrierung

Die Kilometrierung gibt die Lage der Anschlussstelle an, für ODIMAST war die exakte Lage im Netz jedoch nicht ausschlaggebend.

4.2.3 Autobahnnummer/Schnellstraßennummer

Die Autobahn- oder Schnellstraßennummer gibt die allgemein bekannte Nummerierung der Bundesstraßen an.

4.2.4 Umfeldbeschreibung

Bei der Umfeldbeschreibung wurde in Stichworten beschrieben, wie das Umfeld der Anschlussstelle, bezogen auf die Nutzungsstrukturen, aussieht. Die Beschreibung bezieht sich auf eine Luftbildanalyse und soll als Anhaltspunkt dienen.

4.2.5 Kategorisierung

Die Netzkategorie wurde der Kategorisierungsdienstanweisung entnommen. Die Kategorisierung richtet sich demnach nach der räumlich-verkehrlichen Funktion.

4.2.6 Autobahnmeisterei

Die betreuende Autobahnmeisterei wurde aus der Umfrage zur Sicherheit und Leistungsfähigkeit (kurz ABM-Umfrage) entnommen.

4.2.7 Luftbild

Als Luftbildaufnahmen wurden Satellitendaten oder Straßenkartendaten von Google oder Bing verwendet.

4.2.8 Anschlussstellenform

Die Anschlussstellenform wurde RVS-konform erfasst und aus verschiedenen Luftbildern und Straßenkartendaten ermittelt. Für Luftbildaufnahmen wurden entweder Satellitendaten oder Straßenkartendaten von Google oder Bing verwendet. Die Einteilung für die Anschlussstellendatenbank erfolgte in folgende Typen: Kleeblatt, Diagonal Halbes Kleeblatt, Halbes Kleeblatt, Raute, Halbe Raute und Viertel Kleeblatt, Trompete, Birne und Dreieck.



Abbildung 15: Birne – Anschlussstelle Alland – Straßenkarte und Luftbild von Google

Nachfolgend ist eine Anschlussstelle dargestellt (A12 ASt Innsbruck-West) die sich unter anderem unter dem Begriff Sonstige eingliedert, da sie keiner in der RVS definierten Anschlussstellenform zugeordnet werden konnte.



Abbildung 16: Anschlussstelle Innsbruck-West - Anschlussstellenform Sonstige

4.2.9 Kfz-Belastung in Fz/24h

Für die Kfz-Belastungen wurde folgendes VISUM-Modell für Österreich verwendet, welches von der ASFINAG im November 2013 übermittelt wurde: „Übergabe_Teil-AUT_MS_OE25_Szenario_REF_10_BP11-2011-03-21.ver“. Belastungen und Kapazitäten wurden immer getrennt für Einfahrten, Ausfahrten und Hauptfahrbahnen ermittelt. Es handelt sich um Daten aus dem Verkehrsmodell Österreich 2025. Das Modell umfasst den Prognoseverkehr 2010 (kein Analysejahr) mit JDTVW-Werten (Werktagsverkehr außerhalb des Ferien- und Urlaubszeitbereiches) und ausschließlich den Individualverkehr der in Pkw und Lkw gegliedert ist (im Lkw-Anteil sind RoLa-Anteile inkludiert).

4.2.10 Kapazität in Fz/h

Für die Kapazität wurden Standardwerte aus dem VISUM-Verkehrsmodell verwendet, da im Modell keine exakten Kapazitätswerte, sondern Standardwerte hinterlegt sind. Dementsprechend beziehen sich Kapazitäten nicht auf genaue Messdaten oder ortsspezifische Daten.

4.2.11 Einfädelungsgrad / Ausfädelungsgrad

Aus der Hauptfahrbahnbelastung und Rampenbelastung konnten Verhältniswerte der Ein- und Ausfädelungsverkehrsstärke zur Verkehrsstärke auf der Hauptfahrbahn ermittelt werden. In Abbildung 17 werden zwei verschiedene Varianten zur Ermittlung eines Ein- bzw. Ausfädelungsgrades dargestellt.

	Ausfädelungsgrad	Einfädelungsgrad
Variante 1	$\frac{(q_A / FSt_A)}{(q_{HFB} / FSt_{HFB}) + (q_A / FSt_A)}$	$\frac{(q_E / FSt_E)}{(q_{HFB} / FSt_{HFB}) + (q_E / FSt_E)}$
Variante 2	$\frac{(q_A)}{(q_{HFB} + q_A)}$	$\frac{(q_E)}{(q_{HFB} + q_E)}$

Abbildung 17: Ein- und Ausfädelungsgrad

Bei Variante 1 wurde das Verhältnis von auf der Hauptfahrbahn auf einem gemittelten Fahrstreifen fahrenden Fahrzeugen (Mittelwert über Fahrstreifenanzahl) zu den entweder einfahrenden oder ausfahrenden Fahrzeugen (ebenfalls gemittelt auf einen Fahrstreifen) herangezogen. Die auf einem Fahrstreifen fahrenden Fahrzeuge wurden wie in Abbildung 17 ermittelt. Das somit berechnete Verkehrsstärkenverhältnis wird in weiterer Folge als Einfädelungs- bzw. Ausfädelungsgrad (= Variante 1) bezeichnet.

Bei Variante 2 wird die Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn als Querschnittswert und die Verkehrsstärke der Aus- oder Einfahrt ebenfalls als Querschnittswert zur Berechnung des

Verhältnisses herangezogen. Die Variante 2 wurde als Einflussgröße nur in der vertieften Auswertung der höherbelasteten Ausfahrten getestet.

4.2.12 Auslastungsgrad der Hauptfahrbahn

In der statistischen Analyse wurden Auslastungsgrade aus zwei unterschiedlichen Quellen herangezogen:

- VISUM-Verkehrsmodell auf Basis Verkehrsbelastungen 2010
- ASFINAG-interne Angaben auf Basis von Verkehrsprognosen für das Jahr 2015

In der ASt-Datenbank sind die Auslastungsgrade der ASFINAG angeführt.

4.2.13 Lkw-Anteil bzw. Lkw-Belastung

Der Lkw-Anteil kann aus der Lkw-Belastung aus dem VISUM-Verkehrsmodell (Lkw/24h) und der Fahrzeug-Belastung (Fz/24h) berechnet werden.

4.2.14 Minimaler Radius der Rampe

Der minimale Radius der Rampe wurde vom GIS-Netz händisch herausgemessen und gerundet. Der Wert stellt keinen exakten, jedoch einen für die Clusteranalyse ausreichend genauen Wert dar.

4.2.15 Geschwindigkeit der Rampenfahrbahn

Die Geschwindigkeit wurde durch den Zusammenhang mit dem Radius der Rampe aus Tabelle 1 der RVS 03.05.13 ermittelt.

**Tab.1 aus RVS 03.05.13:
Zusammenhang Radius (R) und Geschwindigkeit (V₈₅)**

R (m)	15	30	50	80	130	200	400	800
V ₈₅ (km/h)	30	40	50	60	70	80	100	130

Abbildung 18: Zusammenhang von Radius und Geschwindigkeit

4.2.16 Anschluss der Rampe (nächstmöglicher Halt) ans untergeordnete Netz

Rampenanschlüsse wurden eingeteilt in Kreisverkehr (KV), plangleiche Kreuzung ohne VLSA (NR), Kreuzung mit VLSA (VLSA), Einordnen/Einfädeln und planfreier Anschluss. Die

Einteilung wurde anhand von Luftbildern und Straßenkartendaten sowie Abgleich mit dem GIS-Graphen vorgenommen.

Herangezogen wurde immer der erstmögliche Halt, d.h. sollte z.B. vor der Einfahrt in einen Kreisverkehr ein Einordnen/Einfädeln notwendig werden, ist das ein möglicher Halt und der Anschluss der Rampe wird als Einordnen/Einfädeln bezeichnet (siehe auch Abbildung 20).

4.2.17 Ein-/Ausfahrtsgeometrie

Die Fahrstreifenaufteilung der ASt wurde aus dem Luftbild ausgewertet. Der Typ der Ein-/Ausfahrtsgeometrie wurde für jede ASt und jede Ein- bzw. Ausfahrt separat herausgelesen. Ein- und Ausfahrtsgeometrien haben in der Anschlussstellendatenbank einen wiedererkennbaren Schlüssel, der nachfolgend laut Abbildung 19 erläutert wird.

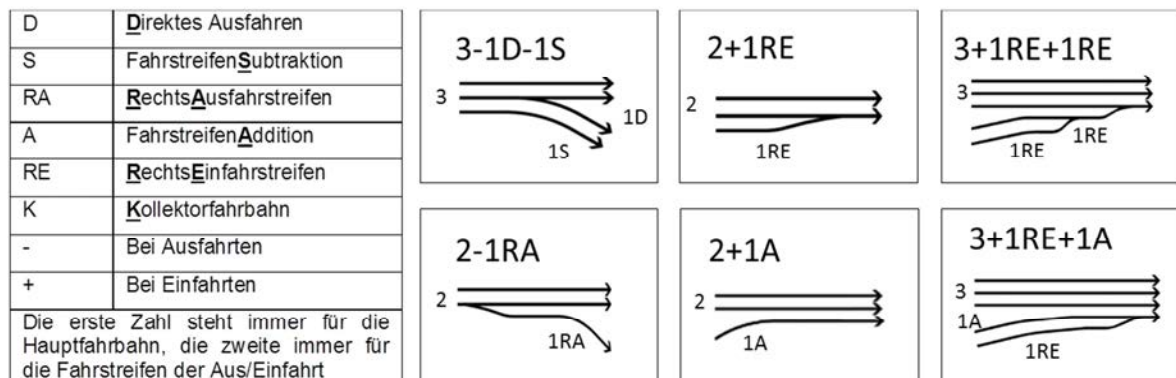


Abbildung 19: Beispiele Typ Ein-/Ausfahrtsgeometrie

4.2.18 Rampenlänge

Als Rampenlänge wird im Projekt ODIMAST die Länge vom nächstmöglichen Halt bis zur Trenninselspitze verstanden. In Abbildung 20 wird die Länge der Rampe durch einen roten Pfeil symbolisiert. Somit geht die Rampenlänge im mittleren Bild z.B. von der Trenninselspitze zu einer Einfädelung.

Die Längen wurden aus einer Kombination von Datenquellen erstellt. Sie wurden aus Bing und dem GIS-System herausgemessen. Nachfolgend werden Beispiele zur Verdeutlichung dargestellt.

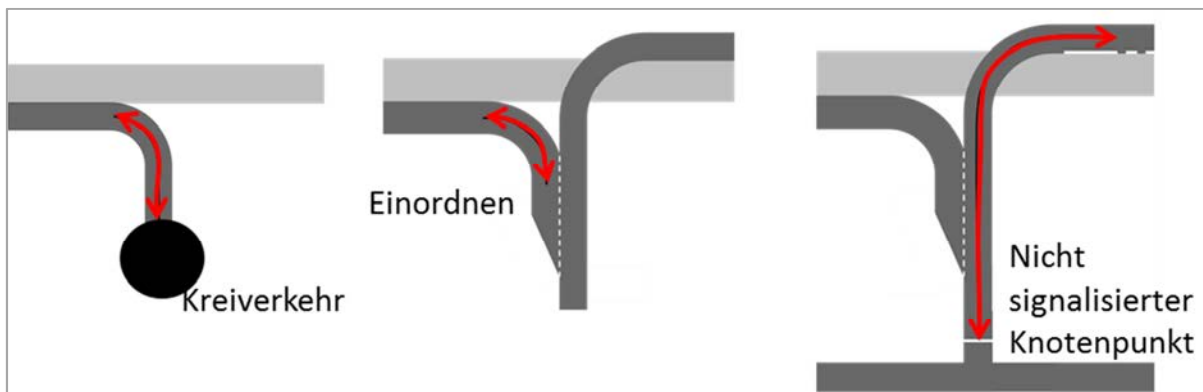


Abbildung 20: Beispiele für Rampenlängen (KV, Einfädeln, NR/VLSA)

4.2.19 Kurvigkeit der Rampe

Die Kurvigkeit der Rampe wurde optisch aus Luftbildern überprüft. Die Zuteilung erfolgte nach den in Abbildung 21 angegebenen Kriterien. Der Winkel wurde abgeschätzt. Im Gegensatz zu den definierten Werten von maximal 120° für direkte Rampen, maximal 200° für semi-direkte Rampen und 300° für indirekte Rampen wurden die in Abbildung 21 aufgezeigten Werte verwendet. Je weniger Winkel durchfahren werden muss, desto gerader ist die Rampenfahrbahn der Anschlussstelle. Die Kurvigkeit wurde demnach in drei Bereiche unterteilt.

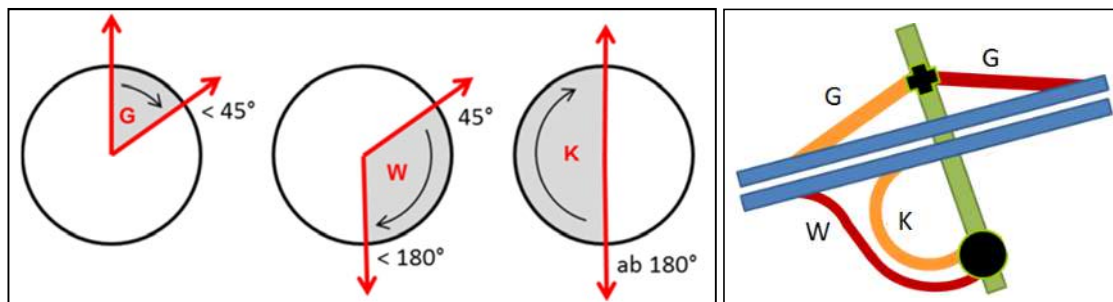


Abbildung 21: Kurvigkeit der Rampe

4.2.20 Fahrstreifenanzahl

Die Fahrstreifenanzahl wurde anhand einer optischen Luftbildanalyse eingepflegt. Die Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn wurde mit dem GIS der ASFINAG abgeglichen.

4.2.21 Leistungsfähigkeitsabschätzung des untergeordneten Knotens

Es wurde versucht, als Näherung eine vereinfachte Leistungsfähigkeitsberechnung der untergeordneten Knoten durchzuführen. Ziel war es, die Auslastung des Knotens im untergeordneten Netz (Ströme zur und von der Autobahn/Schnellstraße) abzuschätzen. Damit sollte der nachgereichte Knoten besser miteinbezogen werden, da nicht nur die Form, sondern dessen Kapazität ausschlaggebend ist. Da beim Anschluss der Rampe an das untergeordnete Netz mit VLSA Regelung keine gesammelten Signalprogramme vorlagen, und die Beschaffung zu viel Zeit gekostet hätte, wurde hier eine Abschätzung des Grünzeit-Anteils vorgenommen. Dabei wurde die Fahrstreifenaufteilung am Knoten miteinbezogen. Für die Ausfahrten wurde auf Basis der RVS ein vereinfachtes Berechnungsverfahren angewandt, um die Auslastung des Knotens für den betroffenen Verkehrsstrom festzustellen. Diese vereinfachte Berechnung wurde für 35 % der Anschlussstellen nach folgendem Schema durchgeführt.

T-Kreuzung

Für T-Kreuzungen wurde als Vereinfachung die Grenzzeitlücke und Folgezeitlücke aus HBS 2001/2009-Angaben gemittelt, die Grenzzeitlücke beträgt t_g 6,650 s und die Folgezeitlücke t_f 3,375 s (ähnlich den Diagrammen in der RVS). Daraus ergibt sich mit der Formel laut HBS folgende gemittelte Beziehung:

$$G_i = \frac{3600}{t_f} * e^{-\frac{q_p}{3600} * (t_g - \frac{t_f}{2})}$$

- mit G_i = Grundkapazität des Verkehrsstroms i [Pkw-E/h]
- q_p = maßgebende Hauptstrombelastung [Fz/h]
- t_g = mittlere Grenzzeitlücke [s]
- t_f = mittlere Folgezeitlücke [s]

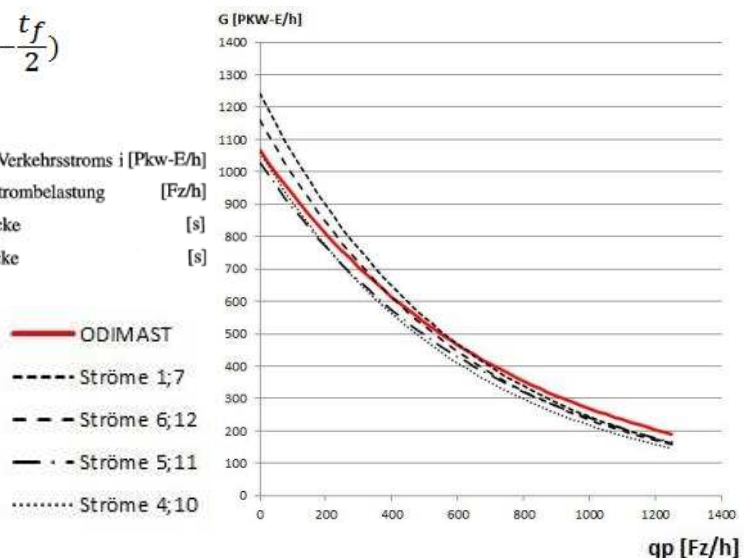


Abbildung 22: Gemittelte Grundkapazität nach maßgebender Hauptstrombelastung

Daten des VISUM-Verkehrsmodells wurden für die Berechnung herangezogen. Folgende Ströme wurden auf ihre Auslastung überprüft:

q_4 ... Linkseinbiegen q_6 ... Rechtseinbiegen q_7 ... Linksabbiegen

Abweichend von der RVS wurde immer mit Fz/h gerechnet, da die Verwendung von Pkw-E/h den doppelten Erfassungsaufwand bedeutet hätte und die Lkw Angaben im Verkehrsmodell weniger exakt abgebildet sind als die Fahrzeugbelastungen.

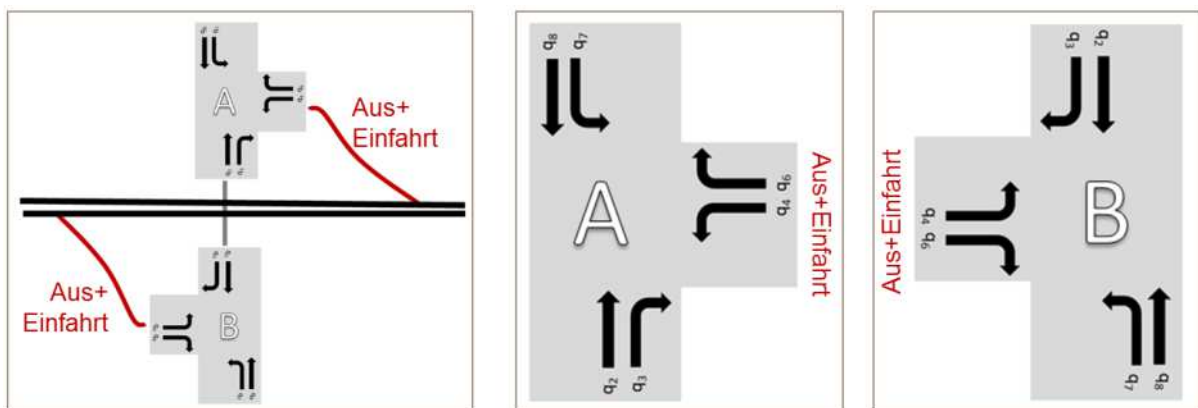


Abbildung 23: Knotenauslastung - Verkehrsströme q_4 , q_6 und q_7

Kreisverkehr

Die Daten des VISUM-Verkehrsmodells wurden auch für die Leistungsfähigkeitsberechnung der Kreisverkehre verwendet. Für den Kreisverkehr wurde nur der von der Autobahn ausfahrende Verkehrsstrom analysiert. Die Berechnung wurde anhand der RVS 03.05.14 durchgeführt.

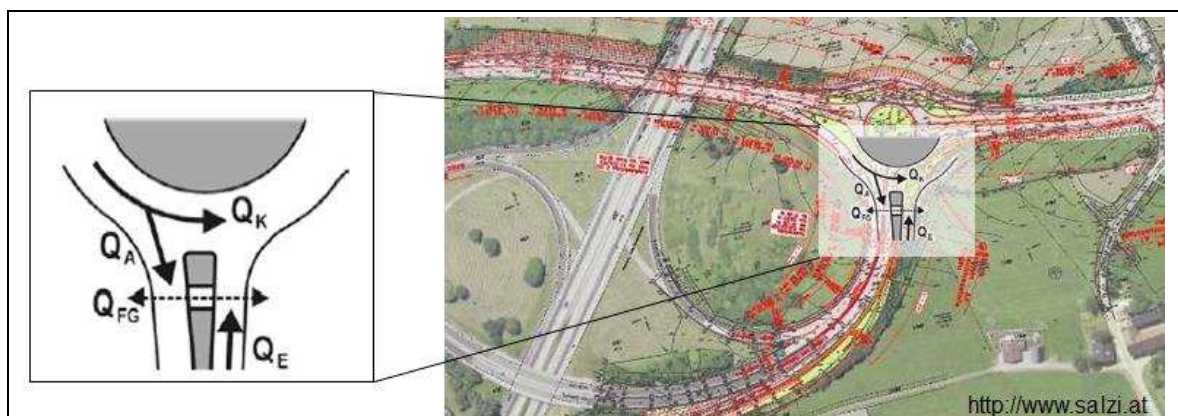


Abbildung 24: Knotenauslastung - Einfahrt Kreisverkehr

Lichtsignalgeregeltte Knotenpunkte

Es wurde angenommen, dass die Kapazität eines Fahrstreifens einer Lichtsignalanlage 1.800 – 2.000 Fz/h/FSt beträgt. Ausgehend von einem Grünanteil von 1/3 (Annahme, dass der stärkste Strom der von der Autobahn abfahrende ist) kann eine Kapazität von 660 – 666 Fz/h pro Fahrstreifen (VLSA) ermittelt werden. Dieser Ansatz muss für jede VLSA angepasst werden, je nach Fahrstreifenanzahl und Abbiegeverhältnissen.

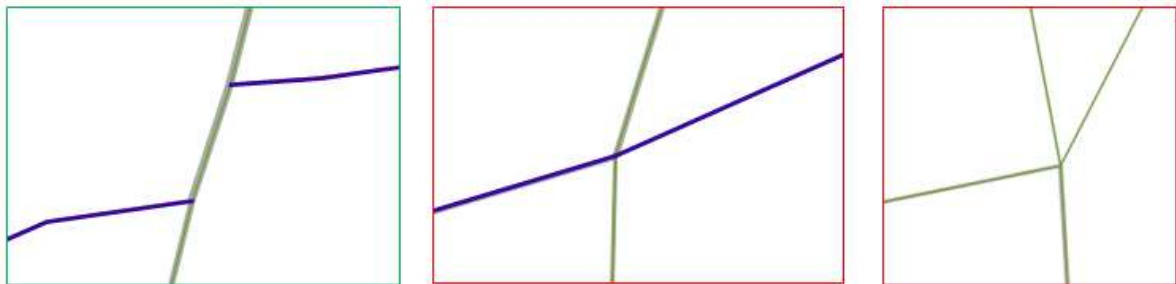


Abbildung 25: Problematik - Ermittlung der Abbiegebeziehungen aus Modell-Kanten

Ein Problem bei der vereinfachten Berechnung stellen die teilweise unbekanntes Abbiegebeziehungen dar. Im linken (grün umrandeten) Bild in Abbildung 25 können die Abbiegebeziehungen aus dem Modell berechnet werden. Blaue Kanten stellen je eine Rampe (Ein- oder Ausfahrt) dar, dementsprechend können die Abbiegebeziehungen ermittelt werden. Bei den rot umrandeten Bildern sind die Abbiegebeziehungen nicht berechenbar. Des Weiteren gibt das Modell nur Tageswerte aus, weshalb der k-100 bzw. k-30 Faktor der Autobahn für die Ermittlung von Stundenwerten verwendet wurde. Obwohl der Berechnungsansatz an nachgeordneten Knotenpunkten teilweise funktionierte, wurde festgestellt, dass die Ausgangsdaten des untergeordneten Netzes stark variierende und unzureichende Qualität bezüglich der Belastungsverhältnisse (links, rechts, geradeaus) aufwies. Die Berechnung lieferte somit in vielen Fällen kein plausibles Ergebnis. Es wurde versucht, die Daten im untergeordneten Netz händisch, nach Plausibilität zu adaptieren (Abbiegeverhältnisse). Ergebnisse wurden sowohl mit der ABM-Umfrage als auch anhand der statistischen Analyse überprüft. Trotz der Daten-Adaptierung ist die Datengenauigkeit unzureichend und führt zu keinem Ergebnis, das einen Mehrwert für die Analyse darstellt. Die Auslastung des untergeordneten Knotens kann somit nicht in die Gesamtanalyse (= Clusteranalyse) miteinbezogen werden, da keine ausreichend genauen Daten für alle Anschlussstellen vorliegen und die Datenbeschaffung entweder zu aufwändig ist oder noch keine exakten Daten vorliegen und erst erhoben werden müssten.

4.2.22 Zuordnung von Leistungsfähigkeits- und Sicherheitsproblemen

Zuordnung von Leistungsfähigkeitsproblemen

Die Zuordnung von Leistungsfähigkeitsproblemen wurde von den Autobahnmeistereien in einer Umfrage der ASFINAG durchgeführt (inklusive Nacherfassung der Rampenzuordnung).

Zuordnung von Sicherheitsproblemen

Die Zuordnung von Sicherheitsproblemen wurde von den Autobahnmeistereien in einer Umfrage der ASFINAG durchgeführt (inklusive Nacherfassung der Rampenzuordnung).

4.3 Definition problematischer Anschlussstellen

Eine Anschlussstelle kann in zwei Hinsichten Probleme aufweisen. Probleme bezüglich der Leistungsfähigkeit, z.B. wenn die Kapazität während den Spitzenzeiten zu gering ist und sich bei Ausfahrten ein Rückstau auf der Hauptfahrbahn bildet. Bei Einfahrten, wenn das Einfahren auf die Hauptfahrbahn kaum mehr möglich ist. Gründe dafür können zu hohe Auslastung auf der Hauptfahrbahn (Einfahrt) oder ein langer Rückstau im untergeordneten Netz sein. Auch Probleme bezüglich der Sicherheit wurden erfasst. Diese treten z.B. bei Abkommens-Unfällen und Kollisionen auf. Solche Unfälle müssen nicht immer trassierungsbedingt oder belastungsbedingt auftreten, sie können auch durch Unachtsamkeit des/r Fahrer/in vorkommen.

Anhand einer Umfrage bei Österreichs Autobahnmeistereien, durchgeführt von der ASFINAG, wurden mit Hilfe eines Fragebogens alle Anschlussstellen abgefragt, um Kenntnis über relevante problematische Anschlussstellen zu erhalten. Diese Umfrage wird als ABM-Umfrage bezeichnet. In der ABM-Umfrage wurden die Leistungsfähigkeit und die Verkehrssicherheit an Anschlussstellen erhoben. Bei der Leistungsfähigkeit sollten Überlastungserscheinungen zeitlich zugeordnet werden, mit Information (Längenangabe) zum Rückstau auf die Hauptfahrbahn. Bei der Verkehrssicherheit wurden Unfallhäufungen angegeben. Anschlussstellen waren dann relevant, wenn mehr als 5 gleichartige Unfälle pro Jahr oder mehr als insgesamt 10 Unfälle pro Jahr im Bereich der Anschlussstelle stattgefunden haben (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Problematische Anschlussstellen - aus der ABM-Umfrage

Verkehrsleistungsfähigkeit											
Überlastungen									Rückstau auf Hauptfahrbahn		
täglich	morgens	abends	Zeit	wöchentlich	Zeit	Urlaubs- verkehr	andere Zeiten	nein	ja	Länge [m]	nein
Unfallhäufungen (> 10 Unfälle / Jahr)						gleichartige Unfälle (> 5 Unfälle / Jahr)					
ja	Anzahl		Nein			ja	Anzahl		nein		

4.4 Datennacherfassung

Zusätzlich zu den in Tabelle 7: erfassten Datenquellen wurde zur Datenvervollständigung weiterer Erfassungsaufwand benötigt.

Von 90 Anschlussstellen lag ausschließlich die Information vor, dass Leistungsfähigkeits- bzw. Sicherheitsprobleme bestehen, jedoch nicht die Zuordnung auf die betroffene Rampe. Deshalb wurden alle 27 betroffenen betreuenden Autobahnmeistereien kontaktiert, um die Informationen der Rampenzuordnungen zu erhalten. Von 6 der 27 Autobahnmeistereien (22 %) konnte während des Projektes keine Rückmeldung erzielt werden. Demnach konnten Problemstellen bei 22 Anschlussstellen (24%) nicht rampengenau zugeordnet werden. Die nicht rampengenau zugeordneten Problemfälle wurden aber dennoch in der Gesamtanalyse berücksichtigt.

4.5 Anschlussstellendatenbank in GIS und Excel

Die Anschlussstellendatenbank wird auf der Daten-CD mitgeliefert. Auf der Daten-CD befindet sich ein Tabellenblatt, das die verschiedenen Daten enthält. Alle vollständig erfassten Daten wurden auch in GIS-Shapefiles implementiert, das sind jene Daten, die für die Gesamtanalyse Niveau herangezogen wurden. Im Excel-File befinden sich alle Anschlussstellen, wobei für rund 50 % keine vollständige Datenerfassung durchgeführt wurde. Die in der Datenbank erfassten Werte sind keine berechneten Werte, sondern ausschließlich die aus den verschiedenen Datenquellen ausgelesenen Werte. Andere im Projekt verwendeten Werte können aus den in der Anschlussstellendatenbank befindlichen Werten berechnet werden.

5 GRUNDLAGEN DER STATISTISCHEN ANALYSE

5.1 Einzel-Einflussgrößen-Analyse

Bei der Einzel-Einflussgrößen-Analyse wurden die Einflussgrößen, die in der Anschlussstellendatenbank erfasst wurden einzeln analysiert, um daraus erste Erkenntnisse für die Clusteranalyse zu gewinnen. Dafür wurden meist die Anzahl der problematischen Elemente (sowohl Leistungsfähigkeit als auch Sicherheit) mit der Gesamtanzahl aller Elemente gegenübergestellt, um Verteilungen zu analysieren.

5.2 Clusteranalyse

Die Clusteranalyse wurde ausgewählt, weil sie das Zusammenwirken mehrerer Einflussgrößen berücksichtigt. Unter Clusteranalyse versteht man ein Verfahren zur Entdeckung von Ähnlichkeitsstrukturen, meist für große Datenmengen. Eine gefundene Gruppe von ähnlichen Objekten (= Rampen) wird als Cluster bezeichnet. Durch die Clusteranalyse sollen die in der Anschlussstellen-Datenbank erfassten Daten verwendet werden, um möglichst homogene Gruppen zu bilden.

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die nicht eigens verfassten Inhalte der Clusteranalyse auf das Buch „Multivariate Analysemethoden“ [Backhaus; Erichson; Plinke; Weiber, 2003].

5.2.1 Begriffsdefinitionen

Um die Methodik der Clusteranalyse im Detail erläutern zu können, werden vorab einige Begriffsdefinitionen benötigt:

Als **Cluster** wird eine gefundene Gruppe von ähnlichen Objekten bezeichnet.

Als **Objekt** wird eine bestimmte Ausfahrts-/Einfahrtsrampe bezeichnet.

Als **Merkmal** wird eine das Objekt beschreibende Eigenschaft bezeichnet. Merkmale sind zum Beispiel die Rampenbelastung, Auslastung, Länge, Radius etc.

Die **Merkmalsausprägung** ist der Wert des Merkmals x an Objekt y . Die Merkmalsausprägung wurde standardisiert, um die Werte besser vergleichbar zu machen.

Eine **Merkmalskombination** bezeichnet die verschiedenen in die Clusteranalyse miteinbezogenen Merkmale. Sie ist die Zusammenstellung der Merkmale zur Durchführung einer Clustervariante.

Ein **Dendrogramm** ist ein Baumdiagramm. In Abbildung 26 ist ein fiktives Dendrogramm dargestellt. Mit diesem fiktiven Beispiel werden die Inhalte eines Dendrogramms erläutert. Die in schwarz dargestellten Linien des Dendrogramms der Abbildung 26 zeigen ein Dendrogramm wie es z.B. die Software „R“ ausgibt. Auf der Ordinate ist die Distanz angegeben, auf der Abszisse die Objekte (= Rampen). Rampe 1 und Rampe 2 (rot dargestellt) haben exakt die gleichen Merkmalsausprägungen, da ihre Distanz zueinander „0“ ist. Somit befinden sie sich immer in einer Gruppe. Rampe 6, Rampe 7 und Rampe 8 (grün dargestellt) werden bei einer Distanz von 6 vereinigt (ab einer Distanz von 6 bilden sie eine Gruppe). Wenn sich alle 10 Rampen in einer Gruppe wiederfinden, beträgt die Distanz 10 (blau dargestellt). Alle in die Analyse miteinbezogenen Objekte (= Rampen) haben zueinander demnach eine maximale Distanz von 10.

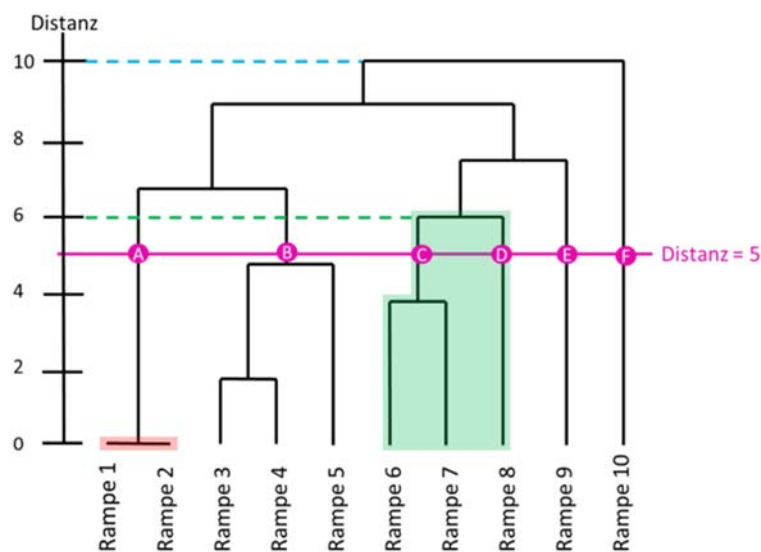


Abbildung 26: Fiktives Beispiel-Dendrogramm

Die **Clustergruppe** (auch Cluster genannt) bezeichnet eine durch die Clusteranalyse gefundene Gruppe die n Objekte beinhaltet. Wie in Abbildung 26 in pink dargestellt, erzielt diese Clustervariante bei einer Distanz von 5, sechs Clustergruppen (A-F).

- Gruppe A) Rampe 1 und 2
- Gruppe B) Rampe 3, 4 und 5
- Gruppe C) Rampe 6 und 7

- Gruppe D) Rampe 8
- Gruppe E) Rampe 9
- Gruppe F) Rampe 10

Die **Clustervariante** bezeichnet die Durchführung der Clusteranalyse für eine bestimmte Merkmalskombination.

Die **Rohdatenmatrix** (s. Tabelle 9) ist eine Matrix mit k Objekten (Einfahrtsrampen oder Ausfahrtsrampen), die durch j Merkmale (z.B. Rampenbelastung, Fahrstreifen der HFB,...) beschrieben wird. In dieser Matrix stehen die objektbezogenen metrischen Merkmalsausprägungen.

Tabelle 9: Rohdatenmatrix

	Merkmal a (z.B. Rampenbelastung von Wien in Fz/h)	Merkmal b (z.B. Fahrstreifen der HFB)	-	-	Merkmal j
Objekt a (z.B. HAST Graz Nord, Rampe A)					
Objekt b (z.B. ASt Gratkorn Süd, Rampe B)					
-					
-					
Objekt k					

Um aus der Rohdatenmatrix Ähnlichkeiten zwischen Objekten zu quantifizieren, wird die Rohdatenmatrix in eine Distanzmatrix überführt.

Die **Distanzmatrix** zeigt die Abstände von Objekten zu anderen Objekten. Sie ist eine symmetrische quadratische Matrix der Dimension $n \times n$, die in der Diagonalen Nullen enthält, da der Abstand eines Objektes zu sich selbst Null ist (siehe Abbildung 27). Die Distanzmatrix enthält Distanzwerte zwischen den betrachteten Objekten, die unter Verwendung der Rohdatenmatrix (in Abbildung 27 als Datenmatrix A bezeichnet) und eines Proximitätsmaßes (Distanz d_{ij}) berechnet wird.

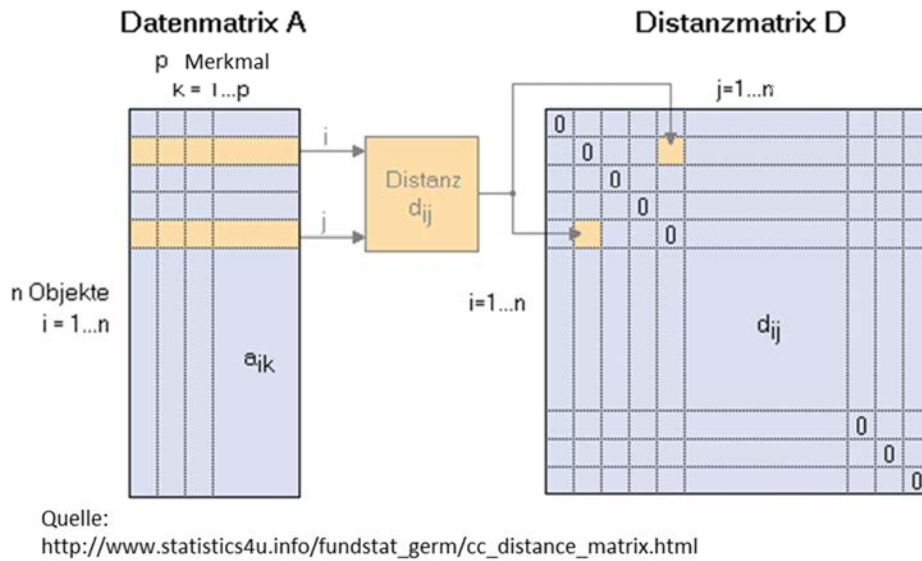


Abbildung 27: Datenmatrix und Distanzmatrix

Die Distanzmatrix (s. Abbildung 27 und Tabelle 10) zeigt die Abstände der Distanzen der Eigenschaften (= Ausprägungen der ASt-Merkmale) der Objekte (= Aus- oder Einfahrts-Rampen) zueinander. Um aus einer Rohdatenmatrix die Distanzmatrix zu generieren wird ein Proximitätsmaß benötigt.

Tabelle 10: Distanzmatrix

	Objekt a	Objekt b	-	-	Objekt k
Objekt a	0				
Objekt b		0			
-			0		
-				0	
Objekt k					0

Das **Proximitätsmaß** wird zur Ähnlichkeitsbestimmung verschiedener Objekte herangezogen. Je nach Skala werden in der Clusteranalyse unterschiedliche Proximitätsmaße eingesetzt. Da im Projekt ODIMAST metrische Skalen vorliegen, kann entweder ein Distanzmaß oder ein Ähnlichkeitsmaß für die Ähnlichkeitsbestimmung herangezogen werden.

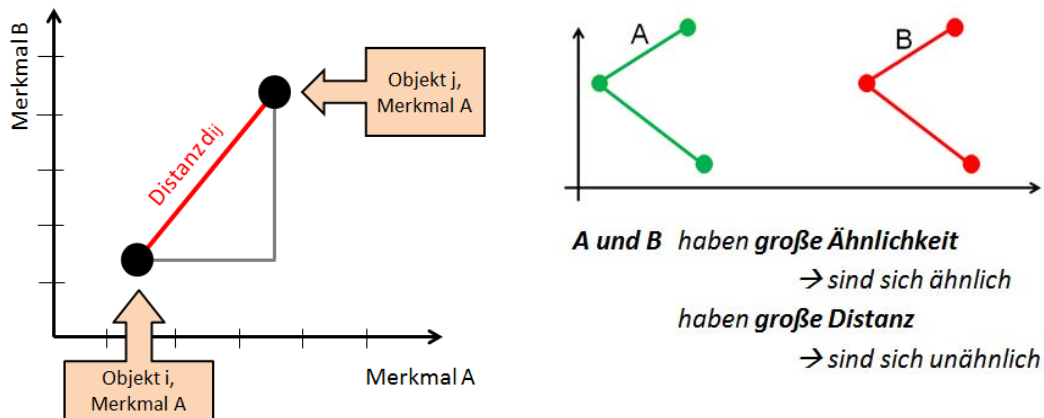


Abbildung 28: Ähnlichkeit vs. Distanz

Das **Distanzmaß** (Euklidische Distanz) verwendet zur Ähnlichkeitsbestimmung die Distanz zwischen den Merkmalsausprägungen der Merkmale (= Einflussgrößen) der Objekte (= Rampen). Je größer die Distanz, desto unterschiedlicher sind die Beobachtungen, zwischen denen die Distanz ermittelt wurde.

Das **Ähnlichkeitsmaß** verwendet zur Ähnlichkeitsbestimmung die Ähnlichkeit zwischen den Merkmalsausprägungen der Merkmale der Objekte. Je größer die Ähnlichkeit, desto ähnlicher sind die Beobachtungen, zwischen denen die Ähnlichkeit ermittelt wurde.

In Abbildung 28 werden zwei Objekte mit verschiedenen Merkmalen dargestellt. Wird das Distanzmaß herangezogen, so sind sich die Objekte unähnlich, da sie unterschiedliche Merkmalsausprägungen besitzen. Wird das Ähnlichkeitsmaß herangezogen, so sind sich die Objekte ähnlich, da nicht die Merkmalsausprägung, sondern die Ähnlichkeit (Verhältnis der Merkmalsausprägungen zueinander) zur Bestimmung der Ähnlichkeit herangezogen wird.

Für Rampen ist demnach das Distanzmaß wichtig, um eine Distanzmatrix zu erstellen. Eine gering belastete Ausfahrt, welche beispielsweise im gleichen Verhältnis ausfahrende Fahrzeuge zu Fahrzeugen auf der Hauptfahrbahn und zum Radius hätte, würde bei der Distanzmatrix unähnlich erscheinen, wenn die Belastungen keine ähnlichen Werte aufweisen. Bei der Ähnlichkeitsmatrix wäre dies jedoch auch dann der Fall, wenn die Zahlen total verschieden sind, da das Verhältnis für die Ähnlichkeitsbestimmung wichtig ist.

Für das Projekt ODIMAST wurde deshalb die Euklidische Distanz (ein Distanzmaß) als Proximitätsmaß zur Clusterung verwendet. Die Distanz d_{ij} zwischen zwei Objekten ist der kürzeste Abstand der zum Objekt gehörigen Merkmalsausprägungen.

Die euklidische Distanz wird wie folgt gebildet:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

5.2.2 Ziel der Clusteranalyse

Das Ziel der Clusteranalyse im Projekt ODIMAST war es, homogene Gruppen mit starker Trennwirkung zu finden, die eine eindeutige Zuordnung von „problemfreien“ und/oder „problembehafteten“ Gruppen in Bezug auf die Leistungsfähigkeit ermöglichen. Es sollten jene Einflussgrößen (= ASt-Merkmale) gefunden werden, die signifikante Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben. Starke Trennwirkung ist dann gegeben, wenn die Merkmalsausprägungen der Objekte (= Rampen) in einer Gruppen möglichst homogen sind (geringe Varianz), eine Gruppe zu einer anderen Gruppe jedoch wenig Ähnlichkeit (möglichst große Distanz) hat. Im besten Fall würden alle problembehafteten Anschlussstellen in einem Cluster zu finden sein und alle problemfreien in einem anderen.

5.2.3 Methode der Clusteranalyse

Ausgangspunkt für die Clusteranalyse stellt die Rohdatenmatrix (s. Tabelle 9) dar. Die Rohdatenmatrix wird durch die Euklidische Distanz (= Proximitätsmaß) in eine Distanzmatrix umgewandelt (s. Tabelle 10).

Um die Distanzmatrix zu berechnen, wurde das open-source Statistikprogramm „R“ verwendet. Um die Distanzen der verschiedenen Merkmale vergleichbar zu machen, wurden die Daten vorab standardisiert. Zur Standardisierung der Daten benötigt man den Mittelwert jeder Merkmalsgruppe sowie die Standardabweichung jeder Merkmalsgruppe.

$$z_{kj} = \frac{x_{kj} - x_j}{s_j}$$

x_{kj} = Ausprägung von Merkmal j bei Objekt k

x_j = Mittelwert von Merkmal j

s_j = Standardabweichung von Merkmal j

Durch die Standardisierung wird erreicht, dass alle Variablen einen Mittelwert von 0 und eine Varianz von 1 haben.

Als Fusionierungsalgorithmen der Clusteranalyse wurden vorerst die drei Verfahren, Single-Linkage, Complete-Linkage und Ward ausprobiert und schlussendlich das Complete-Linkage-Verfahren für alle Clusterungen eingesetzt. Wegen der kleinen Gruppenbildung bietet das Complete-Linkage-Verfahren die Möglichkeit, kleine Distanzen zwischen Objektgruppen zu finden und somit Problemfälle in Gruppen zusammenzufassen.

Das *Single-Linkage*-Verfahren vereinigt Objekte mit der kleinsten Distanz zueinander und wird auch als Nearest-Neighbour-Verfahren bezeichnet. Es ist geeignet um Ausreißer in den Datensätzen zu erkennen.

Das *Complete-Linkage*-Verfahren wählt die Abstände mit der größten Distanz und wird deshalb auch als Furthest-Neighbour-Verfahren bezeichnet. Es tendiert zur Bildung von kleinen Gruppen und kann Ausreißer nicht erkennen.

Das *Ward*-Verfahren gruppiert nach der geringsten Verschlechterung der Heterogenitätsmaße (= Varianz). Es werden jeweils nur diejenigen Objekte zu Gruppen, welche die Streuung/Varianz innerhalb einer Gruppe möglichst wenig erhöhen, bis schlussendlich wieder alle Gruppen als Gesamtes vereinigt sind.

Die Clusteranalyse im Projekt ODIMAST

Die Clusteranalyse bringt Erkenntnisse über das Zusammenwirken mehrerer Einflussgrößen (= Merkmale). Es können Aussagen über mögliche Einflussgrößen getroffen werden, ob diese einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben oder nicht. Im Projekt ODIMAST werden knapp 50 % aller Anschlussstellen Österreichs, genauer gesagt 280 Einfahrten und 283 Ausfahrten in die Analyse miteinbezogen.

Da Ein- und Ausfahrtsrampen verkehrstechnisch zu differenzieren sind, wird die Anschlussstelle in ihre Einfahrten und Ausfahrten unterteilt. Bei der Aus- und Einfahrt wird zusätzlich die Hauptfahrbahn (HFB) in die Analyse miteinbezogen. Die gegebenen Werte der

Hauptfahrbahn beziehen sich immer auf das Teilstück der Hauptfahrbahn, das zwischen der Ausfahrt und Einfahrt liegt (s. Abbildung 29).

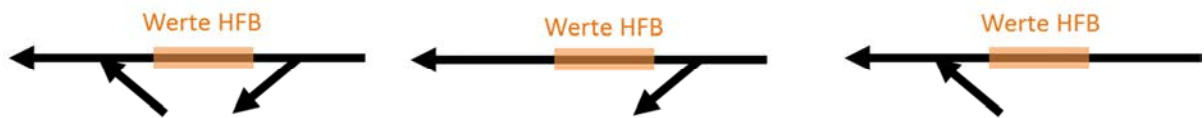


Abbildung 29: Werte der Hauptfahrbahn

Die Complete-Linkage-Clustervariante wurde für die iterative Versuchsreihe angewandt. Vorab wurde ein Versuchsplan erstellt, der eine Kombinationsmatrix beinhaltet. Die Kombinationsmatrix stellt sicher, dass widersinnige Merkmalszusammenstellungen nicht für die Clusteranalyse herangezogen werden. Um eine Verfälschung der Ergebnisse für die Clusteranalyse zu vermeiden, werden nur sinnvoll ausgewählte Merkmale miteinander geclustert. Wird z.B. mit dem k-30 Wert gerechnet, so sollen nur k-30 Werte für eine Clusterung herangezogen werden, jedoch keine k-100 Werte. Des Weiteren sollen Merkmale, die mit großer Wahrscheinlichkeit stark korrelieren, (z.B. Radius der Rampe und Geschwindigkeit auf der Rampe, welche direkt voneinander abhängen) nicht gemeinsam innerhalb einer Clustervariante betrachtet werden. Direkt in Verbindung stehende Merkmale wurden für ein gemeinsames Clustern ausgeschlossen (nähere Informationen zur Kombinationsmatrix, s. Kapitel 6.3).

Beispiel zur Funktionsweise der Clusteranalyse

Bevor im Kapitel 6.2 genau auf die Auswertung der Clusteranalyse eingegangen wird, wird hier ein Beispiel zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Clusteranalyse gezeigt.

Tabelle 11: Clustervarianten zur Veranschaulichung der Funktionsweise

	Merkmale je ASt						
	R _{Ausl} k-30	HFB _{Ausl} k-30	R _R	V _R /V _{HFB}	Rampe LKW-Anteil	HFB LKW-Anteil	
Cluster	✓	✓	✓	✓	✓	✓	V-1
	✓	✓	x	✓	✓	✓	V-2
	✓	✓	x	x	✓	✓	V-3

Tabelle 11 zeigt drei verschiedene Clustervarianten. Variante V-1 beinhaltet die Merkmale Rampenauslastung (R_{Ausl} k-30), Auslastung der Hauptfahrbahn (HFB_{Ausl} k-30), den minimalen Radius der Rampe (R_R), das Geschwindigkeitsverhältnis der Rampe zur

Hauptfahrbahn (V_R/V_{HFB}), den Lkw-Anteil der Rampe und der Hauptfahrbahn (Rampe Lkw-Anteil, HFB Lkw-Anteil). Bei Variante V-2 wurde der Radius der Rampe (R_R) nicht in die Analyse miteinbezogen und bei Variante V-3 wurden Radius der Rampe und das Geschwindigkeitsverhältnis aus der Analyse ausgeschlossen (in Tabelle 11 gekennzeichnet durch \times).

Anhand der Ausfahrtsrampen der Anschlussstelle Melk (s. Abbildung 30) und der Anschlussstelle Böheimkirchen (s. Abbildung 31) wird nun die Funktionsweise erklärt.

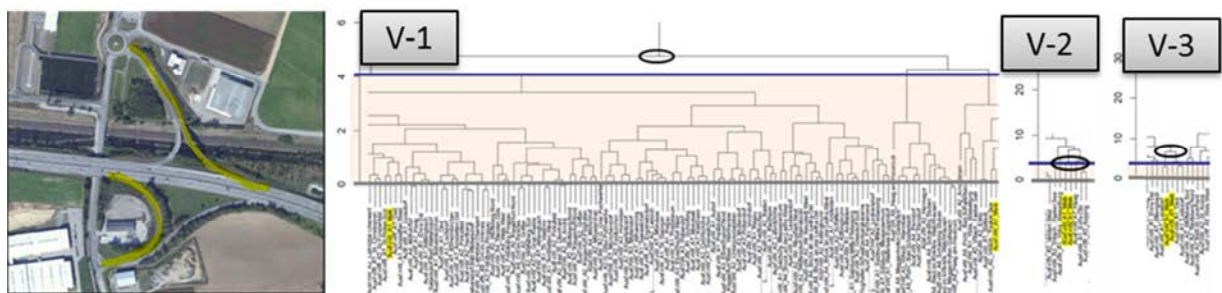


Abbildung 30: Anschlussstelle Melk

Die Ausfahrten der Anschlussstelle Melk (in Abbildung 30 gelb markiert) unterscheiden sich stark im Radius der Rampe. Die Varianten V-1 (wo der Radius in die Analyse miteingeht) zeigt demnach, dass die beiden Ausfahrten Melk weiter voneinander entfernt liegen (Distanz = 4). Die blaue Linie der Dendrogramme in Abbildung 30 kennzeichnet die Distanz. Bei der Variante V-2 und V-3 (Radius geht nicht in die Analyse mit ein) liegen die gelb markierten Ausfahrtsrampen direkt nebeneinander (Distanz = 3).

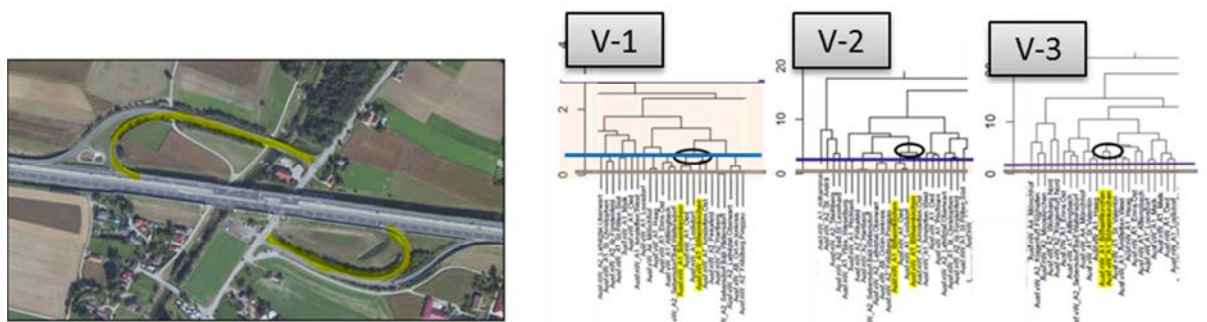


Abbildung 31: Anschlussstelle Böheimkirchen

Bei den Ausfahrten der ASt Böheimkirchen (in Abbildung 31 gelb markiert) sind sich sowohl Radius als auch Auslastungsgrad ähnlich. Die Distanz liegt bei 0,5 (V-1), 2 (V-2) und 1,5 (V-

3). Merkmale mit größerer Distanz zueinander bringen demnach eine geringere Ähnlichkeit mit sich. Dennoch sind sich die beiden Ausfahrten der ASt Böhheimkirchen bei allen drei Varianten ähnlich. Kaum andere Anschlussstellen (in der Abbildung ohne gelbe Markierung) sind den Ausfahrtsrampen Böhheimkirchen ähnlicher.

Anhand dieser zwei Beispiele kann man erkennen, dass die Clusteranalyse die Distanz der Objekte zueinander ausgibt und die ähnlichsten Objekte miteinander im Baumdiagramm verknüpft. Durch die Distanz wird die Ähnlichkeit angegeben, durch die Verästelung im Baum wird dargestellt, welche Objekte sich am ähnlichsten sind bzw. bei welcher Distanz sie ein und derselben Gruppe angehören.

6 STATISTISCHE ANALYSE DES GESAMTDATENBESTANDES

Die Statistische Analyse des Gesamtdatenbestandes wurde in zwei verschiedene Analyse-Schritte unterteilt:

- Einzel-Einflussgrößen-Analyse
- Clusteranalyse

6.1 Abgrenzungen für die statistische Gesamtanalyse

Bei der Einzel-Einflussgrößen-Analyse, zu sehen in Tabelle 12, wurden je nach ASt-Merkmal unterschiedlich viele Objekte (Rampe, Anschlussstelle,...) analysiert. Die Anzahl der analysierten Objekte richtet sich nach den in der ASt-Datenbank erfassten Daten. Da vor allem bei Belastungsdaten unplausible Werte entfernt werden müssen, wurden nicht alle erfassten Ausfahrten in die Analyse miteinbezogen.

Tabelle 12: Einzel-Einflussgrößen-Analyse - einbezogene ASt-Merkmale

Einzel-Einflussgrößen-Analyse		
ASt-Merkmal	Detaillierung	Anzahl
Kategorisierung	Alle Ausfahrten der Autobahn	540
Anschlussstellenform	Alle Anschlussstellen der Autobahn und Schnellstraßen	385
Rampen-Belastung	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Ausfädelungsgrad	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Lkw-Anteil/Lkw-Belastung	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Minimaler Radius der Rampe	Ausfahrten	336
Geschwindigkeit der Rampenfahrbahn und der Hauptfahrbahn	Ausfahrten	336
Anschluss der Rampe an das untergeordnete Netz	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Ein-/Ausfahrtsgeometrie	Alle A+S Einfahrten Alle A+S Ausfahrten	709 723
Rampenlänge	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Kurvigkeit der Rampe	Einfahrten A + S Ausfahrten A + S	642 641
Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283
Fahrstreifenanzahl der Rampe	Nur Ausfahrten die auch für die Clusteranalyse verwendet wurden	283

Bei der Clusteranalyse, aber auch bei der Einzel-Einflussgrößen-Analyse wurden oftmals genau 283 Ausfahrten miteinbezogen. Diese beziehen sich auf knapp 50 % der in der ASt-Datenbank vollständig erfassten Anschlussstellen Österreichs, mit Abzug unplausibler und fehlender Daten. Die fehlenden Daten können auf unterschiedliche ASt-Merkmale zutreffen. Da für die Clusteranalyse verschiedene Merkmale miteinander kombiniert werden, wurden nur solche Ausfahrten betrachtet, wo alle ASt-Merkmale vollständig erfasst und plausible Merkmalsausprägungen beinhaltet sind.

Für die Clusteranalyse wurden Anschlussstellen nicht als Gesamtes, sondern getrennt nach Aus- und Einfahrt analysiert. Das heißt von den 168 erfassten Anschlussstellen (48,3 % aller österreichischer ASt) konnten 283 Ausfahrten mit vollständig erfassten und plausibel erscheinenden ASt-Merkmalen in die Clusteranalyse miteinbezogen werden.


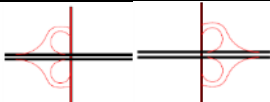

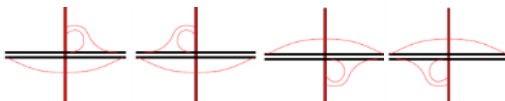
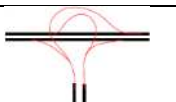
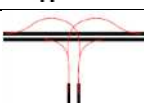
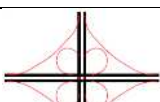
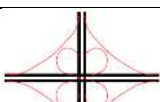
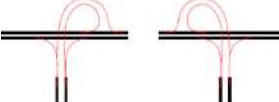
6.2 Analyse der ASt-Merkmale – Einzel-Einflussgrößen-Analyse

Die Anschlussstellen-Merkmale wurden zuerst einzeln analysiert, um zu ermitteln, ob eine Betrachtung und Einbeziehung bei der Clusteranalyse sinnvoll erscheint. Einige Merkmale wurden nicht in die Clusteranalyse miteinbezogen, da eine verfälschende Wirkung zu erwarten war. Die in Tabelle 12 aufgelisteten ASt-Merkmale wurden in der Einzelanalyse ausgewertet.

6.2.1 Anschlussstellenform – Anschlussstellen am österreichischen A+S-Netz

Am österreichischen Straßennetz wurden in der Anschlussstellendatenbank 385 Anschlussstellen erfasst, wovon 324 Vollanschlussstellen und 61 Halbanschlussstellen sind (s. Tabelle 13).

Tabelle 13: Statistische Auswertung nach Anschlussstellenform

Anschlussstellenart	Ges	Anteil Gesamt	Anzahl Problem S	Anzahl Problem L	Insgesamt Problematisch
Raute 	71	18,4 %	10 Stk 14,1%	14 Stk 19,7%	19 Stk 26,8%
Halbe Kleeblätter 	36	9,4 %	8 Stk 22,2%	11 Stk 30,6%	14 Stk 38,9%
Diagonal ½ Kleeblatt 	55	14,3 %	3 Stk 5,5%	14 Stk 25,5%	16 Stk 29,1%
¼ Kleeblatt, ½ Raute 	24	6,2 %	1 Stk 4,2%	4 Stk 16,7%	4 Stk 16,7%
Birne 	8	2,1 %	0 Stk 0 %	0 Stk 0 %	0 Stk 0 %
Dreieck 	4	1,0 %	0 Stk 0%	2 Stk 50 %	2 Stk 50 %
Halbanschlussstelle 	61	15,8%	1 Stk 1,6%	3 Stk 4,9%	4 Stk 7,0%
Kleeblatt 	2	0,5 %	1 Stk 50 %	1 Stk 50%	1 Stk 50%
Trompete 	84	21,8 %	9 Stk 10,7	15 Stk 17,9	19 Stk 22,6%
Verteilerkreis 	2	0,5 %	0 Stk 0 %	1 Stk 50 %	1 Stk 50 %
Sonstige 	38	10,0 %	4 Stk 10,5%	7 Stk 18,4%	8 Stk 21,1%
	385	100%	37 Stk 9,6 %	72 Stk 18,7 %	88 Stk 22,9 %

Von den 385 Anschlussstellen wurden 88 problembehaftete Anschlussstellen von den verschiedenen Autobahnmeistereien bekanntgegeben.

Die Problemfälle wurden in Leistungsfähigkeitsprobleme und Sicherheitsprobleme unterteilt. Insgesamt funktionieren ca. 77 % der Anschlussstellen somit problemfrei, jedoch heißt das auch, dass jede vierte Anschlussstelle entweder ein Sicherheitsproblem, Leistungsfähigkeitsproblem oder beides aufweist.

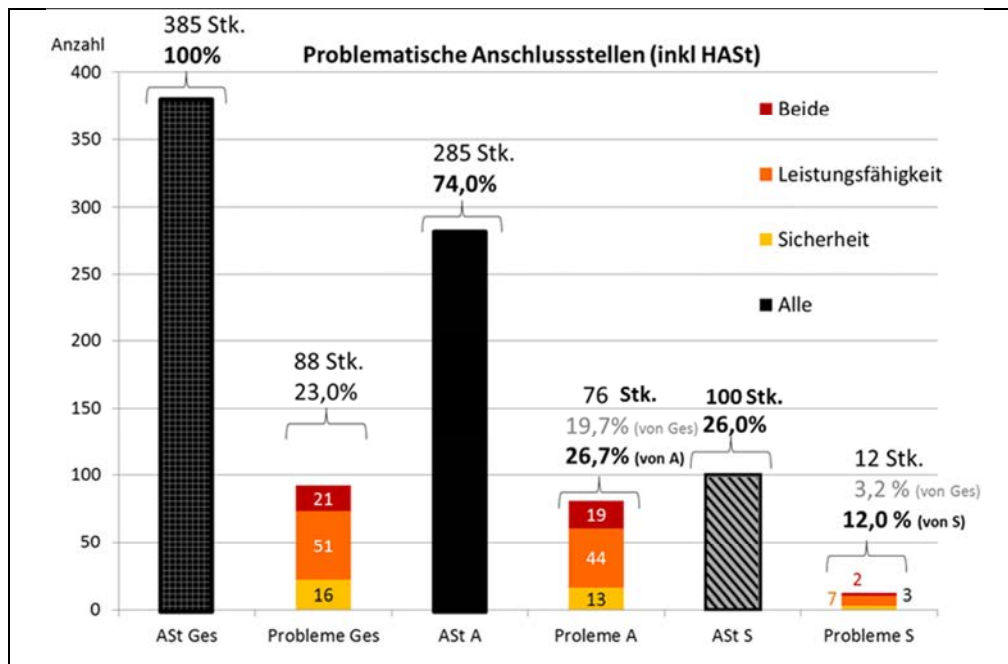


Abbildung 32: Problematische Anschlussstellen (inkl. HAST) am A+S-Netz

In Österreich befinden sich rund 285 Anschlussstellen (ASt) auf der Autobahn und rund 100 Anschlussstellen auf der Schnellstraße (s. Abbildung 32). Die 285 ASt befinden sich auf ca. 1.720 Streckenkilometern Autobahn und 465 Streckenkilometern Schnellstraße. Stellt man die Anschlussstellenanzahl den Streckenkilometern gegenüber, so erhält man das in Tabelle 14 angegebene Verhältnis für Autobahnen und Schnellstraßen.

Tabelle 14: Verhältnis der Anschlussstellen zu Streckenkilometer

Straßentyp	Strecken-km	ASt	Strecken-km / ASt
Autobahn	1.720	285	~ 6,05 km / ASt
Schnellstraße	465	100	~ 4,65 km / ASt

Wird dieses Verhältnis mit den problematischen Anschlussstellen verglichen, so wird klar, dass mit 12 % unterproportional wenige Anschlussstellen am Schnellstraßennetz Probleme bereiten ($100/385 \rightarrow 26\%$ aller ASt am Schnellstraßennetz, 74 % am Autobahnnetz). Dadurch und aus der Tabelle der Anschlussstellenform (Tabelle 13) ist ersichtlich, dass die Analyse einer Anschlussstelle und des Straßentyps im Gesamten nicht ausreichen, um eine Anschlussstelle bewerten zu können. Eine Anschlussstelle ist ein Begriff, welcher mehrere Komponenten zusammenfasst. So setzt sich eine Anschlussstelle aus mehreren Elementen zusammen, welche auch separat betrachtet werden sollten. Welche geometrische Form eine solche Anschlussstelle aufweist, ist von der Art der Anschlussstelle, von den

topographischen Gegebenheiten, von der Verkehrsmenge und vielen weiteren Faktoren abhängig.

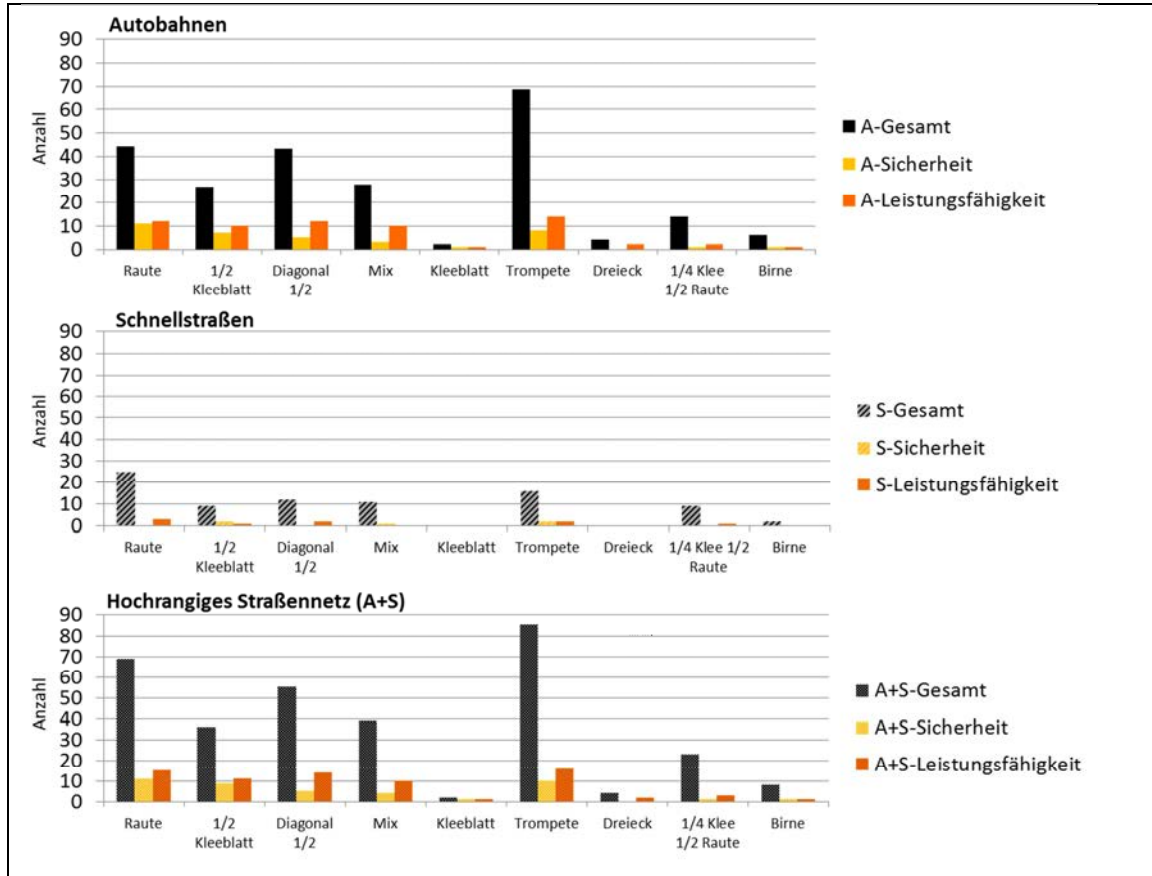


Abbildung 33: Anschlussstellenformen und Problemfälle

Da aus Abbildung 33 und Tabelle 13 nicht hervorgeht wie die Rampenfahrbahn der von Problemen betroffenen Rampe aussieht und keine Anschlussstellenform eine signifikante Problemhäufung erkennen lässt, wurden weitere Elemente sowohl von Aus- als auch Einfahrten statistisch ausgewertet. Zuerst werden Elemente (Einflussgrößen) der Ausfahrt analysiert.

6.2.2 Kleinster Radius der Ausfahrt

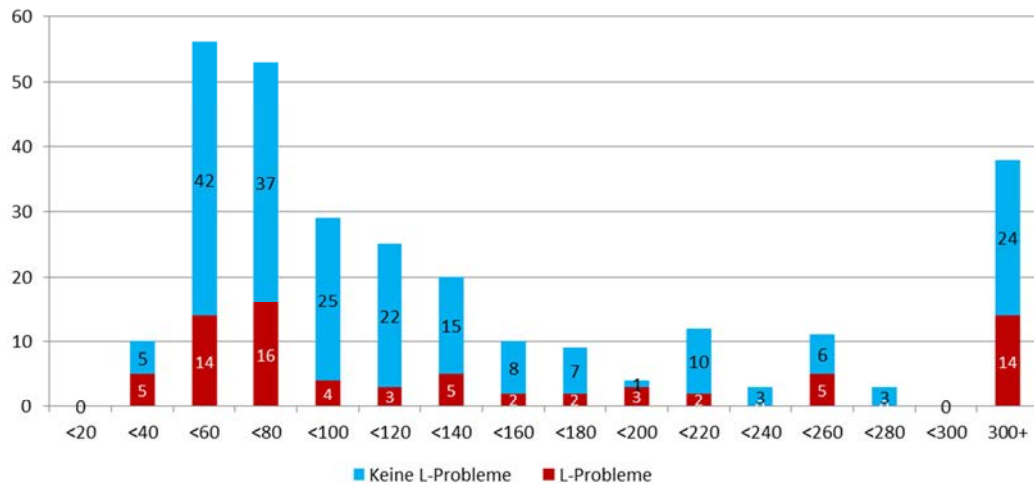


Abbildung 34: Kleinster Radius der Ausfahrt

Annahme: Vom Radius der Ausfahrtsrampe wird eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit (auch Sicherheit, jedoch hier nicht ausgewertet) erwartet. Der Radius hat unterschiedlich starke Auswirkungen auf den Faktor Sicherheit oder Leistungsfähigkeit, kleine Radien sind kritischer für die Sicherheit.

Analyse: In Abbildung 34 ist der Radius in Gruppen nach 20 m Schritten gegeben. Die zwei größten Gruppen (<60 und <80) beinhalten auch die meisten Leistungsfähigkeits-Problemfälle. Auffällig ist, dass die Problemfälle bei sehr großen Radien wieder zunehmen. Dennoch können aus der Einzel-Einflussgrößen-Analyse keine signifikanten Auswirkungen des Radius auf die Leistungsfähigkeit festgestellt werden.

Fazit: Obwohl sich keine signifikanten Auswirkungen des Radius auf die Leistungsfähigkeit bei der Einzelanalyse feststellen ließen, soll der Radius in Zusammenhang mit anderen Einflussgrößen in der Clusteranalyse überprüft werden.

6.2.3 Kurvigkeitstyp der Ausfahrt

Annahme: Der Kurvigkeitstyp in Kombination mit dem geringsten Radius der Rampe könnte eine die Leistungsfähigkeit beeinflussende Einflussgröße sein, da bei größerer Kurvigkeit und geringerem Radius nur geringere Fahrgeschwindigkeiten möglich sind.

Analyse:

Kurvigkeit der Elemente auf der Ausfahrt			
	Gesamt	Problem_S	Problem_L
K	132	24	38
W	334	38	66
G	152	20	33
Sonstige	23	2	11

Kurvigkeit der Ausfahrt anteilmäßig			
	Gesamt	Problem_S	Problem_L
K	20,6%	28,6%	25,7%
W	52,1%	45,2%	44,6%
G	23,7%	23,8%	22,3%
Sonstige	3,6%	2,4%	7,4%

| 100% 100% 100%

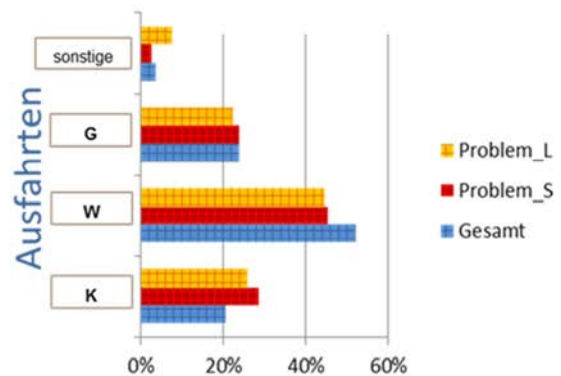


Abbildung 35: Kurvigkeitstypen - Ausfahrten

In Abbildung 35 ist in der oberen Tabelle jeweils nach Kurvigkeitstyp die Anzahl der Ausfahrten dieser Gruppe angegeben. Darunter befindet sich eine weitere Tabelle, die jeweils 100 % pro Spalte ergibt. D.h. von allen sicherheitsproblematischen Ausfahrten (Problem_S) werden 45,2 % der Kurvigkeitsgruppe W (mittlere Kurvigkeit) zugeordnet. Von allen leistungsfähigkeitsproblematischen Ausfahrten (Problem_L) werden 44,6 % dem Kurvigkeitstyp W zugeordnet. Aus dem Balkendiagramm in Abbildung 35 lässt sich erkennen, dass in „W“ bei den Ausfahrten ca. 7 % weniger Sicherheitsprobleme und ca. 8 % weniger Leistungsfähigkeitsprobleme vorliegen. Es scheint, als wäre dieser Prozentanteil zu „K“ gewandert (+ 8 % Sicherheitsprobleme, + 5 % Leistungsfähigkeitsprobleme).

Fazit: Der Kurvigkeitstyp alleine lässt keine stark signifikanten Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit erkennen, dennoch wurde er zu Testzwecken mit dem kleinsten Radius der Ausfahrt kombiniert und in der Clusteranalyse untersucht. Da für die Kombination aus Kurvigkeitstyp und kleinstem Radius der Ausfahrt auch bei der Clusteranalyse kein signifikanter Einfluss auf die Leistungsfähigkeit festgestellt wurde, wird der Kurvigkeitstyp im Bericht von nun an nicht weiter berücksichtigt.

6.2.4 Fahrstreifenanzahl der Ausfahrtsrampe

Annahme: Es wird vermutet, dass zweistreifige Ausfahrten höhere Verkehrsbelastungen aufweisen als einstreifige. In weiterer Folge wird erwartet, dass die zweistreifigen Ausfahrten bei der Einzel-Einflussgrößen-Analyse als problematischer bewertet werden, da auch die Abwicklung im untergeordneten Netz aufgrund der größeren Verkehrsmengen vermehrt zu Problemen führt.

Analyse: In der Einzel-Einflussgrößen-Analyse scheint sich diese Annahme zu bestätigen, da immerhin bei 7 der 11 zweistreifigen Rampen (siehe Abbildung 36), das sind 63 %, von den Autobahnmeistereien ein Leistungsfähigkeitsproblem gemeldet wurde. Bei den einstreifigen Rampen (1 FSt) sind es 25 %.

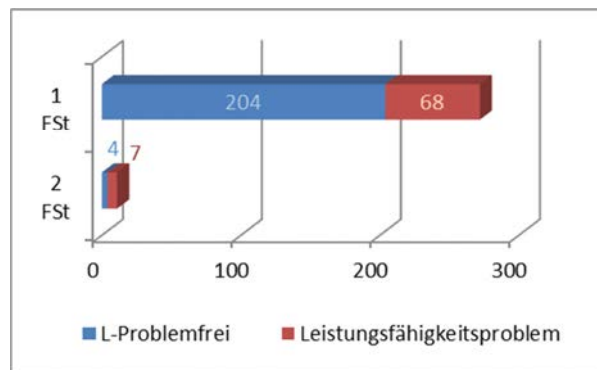


Abbildung 36: Fahrstreifenanzahl der Ausfahrtsrampen

Fazit: Dementsprechend wurde die Fahrstreifenanzahl der Rampen in die Clusteranalyse miteinbezogen. Allerdings konnte auch mit mehrmaligen Clusterversuchen und verschiedenen Clustervarianten kein signifikanter Einfluss festgestellt werden, und daher wird der Einfluss der Anzahl an Fahrstreifen bei den Ausfahrtsrampen nicht weiter verfolgt.

6.2.5 Fahrstreifenanzahl auf der Hauptfahrbahn

Annahme: Drei- oder vierstreifige Hauptfahrbahnen haben eine höhere Kapazität. Dort wo drei- oder vierstreifige Hauptfahrbahnen geplant wurden, ist im Regelfall auch die Verkehrsbelastung dementsprechend hoch. Leistungsfähigkeitsprobleme gibt es im Regelfall dort, wo hohe Verkehrsbelastungen vorherrschen. Demnach soll überprüft werden, ob drei- oder vierstreifige Hauptfahrbahnen einen höheren Anteil an leistungsfähigkeitsproblematischen Rampen aufweisen, als zweistreifige Abschnitte.

Analyse: Tabelle 15 listet Fahrstreifen nach ihrer Anzahl und ihrer Häufigkeit (Gesamt und nach leistungsfähigkeitsproblematischen Rampen). Die Tabelle ist jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da lediglich die Autobahnen A01 bis A08 (mit Ausnahme von A05 und A06) vollständig analysiert wurden. Bei allen anderen Autobahnen wurden nur die Problemfälle mit einbezogen. Folglich wurden beispielsweise an der Südosttangente nur die Problemanschlussstellen berücksichtigt. Dementsprechend sind vier- und fünfstreifige Autobahnabschnitte meist nur von problematischen Anschlussstellen erfasst.

Tabelle 15: Fahrstreifen auf der Hauptfahrbahn

Fahrstreifen	Gesamt	Anzahl Problem L	Prozentanteil
1 auf 2	2	1	50,0 %
2	185	34	18,4 %
2 auf 3 bzw. 3 auf 2	15	4	26,7 %
3	63	22	34,9 %
3 auf 4 bzw. 4 auf 3	6	2	33,3 %
4	10	8	80,0 %
5	2	2	100 %
Gesamt	283	74	26,1 %

- 2 auf 3 –innerhalb dem Bereich der Anschlussstelle, wird die Fahrstreifenanzahl von 2 auf 3 erweitert
- 3 auf 2 –innerhalb dem Bereich der Anschlussstelle, wird die Fahrstreifenanzahl von 3 auf 2 verringert
- 3 auf 4 –innerhalb dem Bereich der Anschlussstelle, wird die Fahrstreifenanzahl von 3 auf 4 erweitert
- 4 auf 3 –innerhalb dem Bereich der Anschlussstelle, wird die Fahrstreifenanzahl von 4 auf 3 verringert

Fazit: Als Test wurde die Anzahl an Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in die Clusteranalyse miteinbezogen. Nach vollständiger Analyse (verschiedene Clustervarianten) erwies sich der Einfluss jedoch als wenig signifikant. Ob eine Ausfahrt überlastet ist oder nicht, hat demnach nichts mit der Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn zu tun, sondern mit der Belastung der Rampe und der Hauptfahrbahn. Die Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn korreliert demnach nicht ausreichend mit den Hauptfahrbahn- und Rampenbelastungen (gemittelt auf einen Fahrstreifen), um hier eine erhöhte Problemwahrscheinlichkeit in Bezug auf die Leistungsfähigkeit festzustellen.

6.2.6 Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn

Annahme: Oft wird in Bereichen, wo die Kapazität ihre Grenzen erreicht, eine Geschwindigkeitsreduktion auf der Hauptfahrbahn eingeführt. Demensprechend ist zu erwarten, dass mehr leistungsfähigkeitsproblematische Ausfahrtsrampen in Bereichen mit geringerer Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn zu finden sind.

Analyse: Erste Auswertungen des Einflusses der Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn haben gezeigt, dass die Geschwindigkeit einen möglichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben könnte. Beispielsweise weisen 52,1 % der Ausfahrten mit erlaubten 80 km/h auf der Hauptfahrbahn gemäß ABM-Umfrage ein Problem auf.

Tabelle 16: Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn

V HFB	Gesamt	Problematisch L	Prozentanteil
80 km/h	48	25	52,1 %
100 km/h	35	14	40,0 %
130 km/h	200	35	17,5 %
Gesamt	283	74	26,1 %

Fazit: Die Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn wurde in die Clusteranalyse miteinbezogen, um ihre Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit in Zusammenhang mit anderen Einflussgrößen zu testen. Im Gegensatz zu den Erwartungen konnte in der Clusteranalyse jedoch statistisch kein signifikanter Einfluss der Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn auf die Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Die Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn ist, auch in Kombination mit anderen Einflussgrößen, für Ausfahrten dementsprechend kein Kriterium, um verbesserte Aussagen über die Leistungsfähigkeit machen zu können.

6.2.7 Fahrzeugbelastungswerte - Hauptfahrbahn und Ausfahrtsrampe

Annahme: Grundsätzlich führen hohe Verkehrsbelastungen schneller zu einer Überlastung als geringere Belastungen. Verkehrsbelastungen auf der Ausfahrtsrampe haben demnach starken Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, jedoch sind sie nicht alleiniges Kriterium, ob eine Ausfahrt Leistungsfähigkeitsprobleme aufweist oder nicht. Hohe Verkehrsstärken auf der Hauptfahrbahn sind nicht alleine ausschlaggebend für die Überlastung einer Rampe.

Analyse: Die Fahrzeugbelastungswerte wurden aus dem VISUM-Verkehrsmodell entnommen. Dort sind ausschließlich 24h-Werte gegeben. Durch die Verwendung des k-30 bzw. k-100 Wertes wurden daraus die Bemessungsverkehrsstärken in Fz/h generiert.

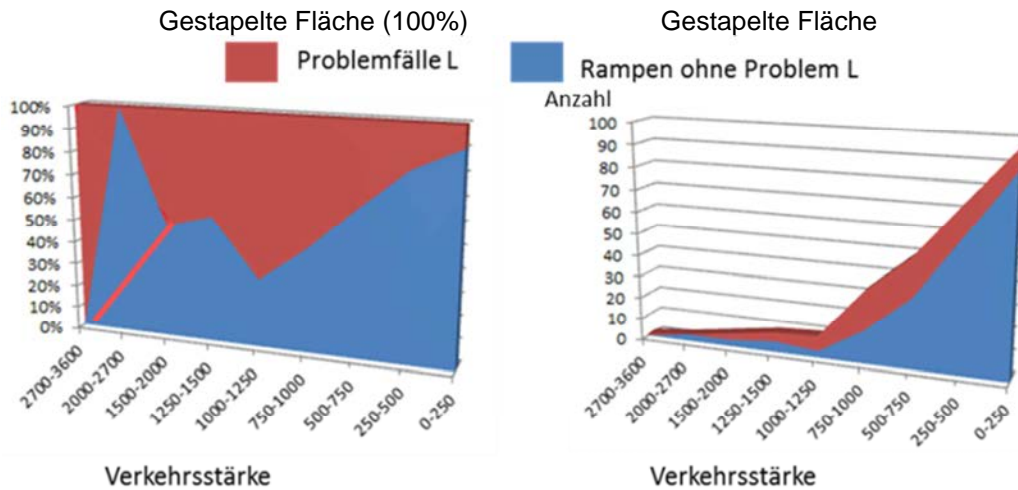


Abbildung 37: Belastung in [Fz/h/FSt], k-100, für Ausfahrtsrampen

Die linke Grafik der Abbildung 37 zeigt Belastungsgruppen unter der Annahme, dass jede Gruppe für sich 100 % bildet. Die rote Fläche zeigt den Anteil der problematischen Ausfahrtsrampen mit Überlastungen innerhalb der Belastungsgruppe. Die Abbildung lässt erkennen, dass die Datengenauigkeit auf den Rampen nicht im Detail stimmen kann, vor allem da auch zu hohe Rampenbelastungen auftreten. Grundsätzlich wäre der in der linken Abbildung rot gekennzeichnete Verlauf eher zu erwarten, da bei sehr hoher Rampenbelastung mehr Leistungsfähigkeitsprobleme zu erwarten sind als bei geringerer Rampenbelastung. Trotzdem ist es sinnvoll die Ausfahrtsrampen miteinzubeziehen, da sonst kein Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke auf der Hauptfahrbahn und der Ausfahrt hergestellt werden kann. Die rechte Grafik der Abbildung 37 zeigt die Anzahl der Ausfahrtsrampen, die sich in der jeweiligen Belastungsgruppe befinden. Die Gruppe „0-250“ beinhaltet z.B. 88 problemfreie Ausfahrten und 9 Ausfahrten, wo ein Leistungsfähigkeitsproblem gemeldet wurde. Dementsprechend sind knapp 10 % problematische Ausfahrten in der linken Grafik dargestellt und etwas mehr als 90 % problemfreie. Aus der Einzel-Einflussgrößen-Analyse geht hervor, dass es gut funktionierende Anschlussstellen mit höheren Belastungen gibt und manche Anschlussstellen schon bei eher geringen Belastungen Überlastungserscheinungen aufweisen. Grundsätzlich muss bei der Analyse der Belastungen der Rampen von einer weniger genauen Belastungsangabe als auf den Hauptfahrbahnen ausgegangen werden.

Auf der Hauptfahrbahn sah die Einzel-Einflussgrößen-Analyse (nicht dargestellt) wie erwartet aus. Höhere Belastungen bringen größere Problemwahrscheinlichkeiten mit sich.

Fazit: In der Clusteranalyse soll festgestellt werden, welche Größen vorrangig Einfluss auf die Funktionalität (Leistungsfähigkeit) einer Anschlussstelle haben. Grundsätzlich zeigt die Clusteranalyse mit den k-100 Werten (alle Ausfahrten mit k-100 berechnet) ein etwas verbessertes Ergebnis als die Analyse mit k-30 Werten. Obwohl teilweise zu hohe Werte in der Einzel-Einflussgrößen-Analyse ermittelt wurden, bringt die Clusteranalyse dennoch gute Ergebnisse, wenn man die Verkehrsbelastungen betrachtet. Dass die Rampenbelastungen in Kombination mit der Belastung der Hauptfahrbahn sehr wichtige Einflussgrößen darstellen, wird durch die Clusteranalyse bestätigt.

6.2.8 Lkw-Anteil / Lkw-Belastung der Hauptfahrbahn / Rampe

Annahme: Eine hohe Lkw-Belastung auf der Rampe hat negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit dieser. Eine hohe Lkw-Belastung auf der Hauptfahrbahn sollte geringere Auswirkungen auf die Rampe haben, als die Lkw-Belastung der Rampe.

Analyse: Durch die Analyse der Daten mit verschiedenen Auswertungsversuchen konnte festgestellt werden, dass der Lkw-Anteil vor allem auf den Rampen nicht bei allen Anschlussstellen die Realität widerspiegelt. Stark unplausible Daten wurden vor der Clusteranalyse ausgeschlossen. Die Datenqualität der Lkw-Belastung des VISUM-Verkehrsmodells ist auf der Hauptfahrbahn als besser zu bewerten.

Fazit: Die Lkw-Belastungen wurden als Versuch in die Clusteranalyse miteinbezogen. Die oben beschriebene Annahme konnte durch die unzureichende Datenqualität weder bestätigt noch dementiert werden. Bei einem erhöhten Lkw-Anteil auf der Hauptfahrbahn wurden dennoch anhand der Clusteranalyse leicht negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Ausfahrt festgestellt.

6.2.9 Ein- und Ausfahrtstyp (-geometrie)

Annahme: Der Ein- bzw. Ausfahrtstyp hat Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Aus- oder Einfahrtsrampen.

Analyse: Tabelle 17 zeigt, dass die RVS-konformen Typen „2+1RE“ (zwei Fahrstreifen auf der HFB und ein Rechtseinfahrstreifen) sowie „3+1RE“ den Hauptanteil der Einfahrten am A+S Netz darstellen. Insgesamt haben bei den Einfahrten 73 % den Typ „2+1RE“ und 10 % den Typ „3+1RE“. Alle anderen Typen gemeinsam tragen nur 17 % aller Einfahrtstypen.

Bei den Ausfahrten sind es die RVS-konformen Typen „2-1RA“ (zwei Fahrstreifen auf der HFB und ein Rechtsausfahrstreifen) sowie „3-1RA“. 72 % aller Ausfahrten haben den Typ „2-1RA“ und immerhin 11% den Typ „3-1RA“. Somit bleiben nur 17 %, die einen anderen Ausfahrtstypus haben.

Tabelle 17: Ein- und Ausfahrtstypus

Einfahrten				Ausfahrten			
	Gesamt	Problem L	Problem S		Gesamt	Problem L	Problem S
Sonstige	32	8	4	Sonstige	35	9	4
1+1A	9	0	0	1-1RA	19	0	2
1+1A(L)	1	0	0	2+1-1RA	2	0	0
1+1RE	16	0	3	2-1D-1S	1	0	0
1+1RE-Stopp	1	0	0	2-1LA	2	1	1
1+Stopp	1	0	0	2-1RA	520	64	36
2+1+1RE	2	0	0	2-1RA-1RA	5	1	0
2+1A	18	1	1	2-1RA-2	1	1	1
2+1RE	517	40	30	2-1RA-2EO	1	0	0
2+1LE	1	0	0	2-1RA-K	2	1	0
2+1RE+1A	2	1	0	2-1S	18	0	0
2+1RE+1RE	5	1	1	2-1S(L)	1	0	0
2+1RE-1Z	1	0	0	2-1S-1RA	1	0	0
2+2A	1	0	0	2-2RA	1	0	0
2+2RE	1	0	0	3-1A-1RA	1	1	0
3+1A	6	0	0	3-1D-1S	3	1	1
3+1RE	69	9	3	3-1RA	81	19	9
3+1RE+1A	7	2	0	3-1RA-1RA	2	2	0
3+1RE+1RE	5	0	0	3-1RA-1RA-K	1	1	0
4+1+1RE	1	0	0	3-1RA-2	1	0	0
4+1A	1	0	0	3-1RA-RSt	2	0	0
4+1RE	11	5	2	3-1S	2	1	0
4+1RE+1RE	1	1	0	3-1S-1RA	2	0	0
	709	68	44	4+1-1S	1	1	0
				4-1D-1S	4	2	0
				4-1RA	13	9	2
				4-1S	1	0	0
					723	114	56

Diese jeweils verbliebenen 17% Anteile der Ein- bzw. Ausfahrten werden bei den Ausfahrten von 21 verschiedenen, bei den Einfahrten von 25 verschiedenen Typen getragen.

Der klassische Typus einer Fahrstreifen-Addition (in Tabelle 17 gelb dargestellt), ist insgesamt bei 35 Ausfahrten zu finden, die Typen „1+1RE“ und „4+1RE“ (in blau dargestellt), bei 27. Somit verbleiben nur mehr 61 Einfahrten, die einen anderen als die bereits erwähnten Typen beinhalten, wobei davon 32 unter „Sonstige“ gelistet wurden. Als Sonstige werden Aus- bzw. Einfahrtstypen bezeichnet, wenn sie nicht genau zugeordnet werden konnten, bzw. bei der Datenerfassung nicht im Luftbild erkennbar waren.

In Abbildung 38 werden die Haupttypen mit den verbliebenen 17 %, (sowohl bei Ein- als auch bei Ausfahrten, in der Abbildung als „Andere“ bezeichnet) gegenübergestellt. Sowohl bei den Einfahrten als auch bei den Ausfahrten zeigt sich ein ähnliches Bild, was die Leistungsfähigkeit betrifft. Bei den Sicherheitsproblemen gibt es leichte Schwankungen beim Typ „3+1RE“ bzw. „3+1RA“. Beim Typ „R+1RE“ (Einfahrten) wurden im Gegensatz zur Gesamtbetrachtung im Verhältnis 3 % weniger Sicherheitsprobleme festgestellt, beim Typ „3+1RA“ jedoch um 5 % mehr.

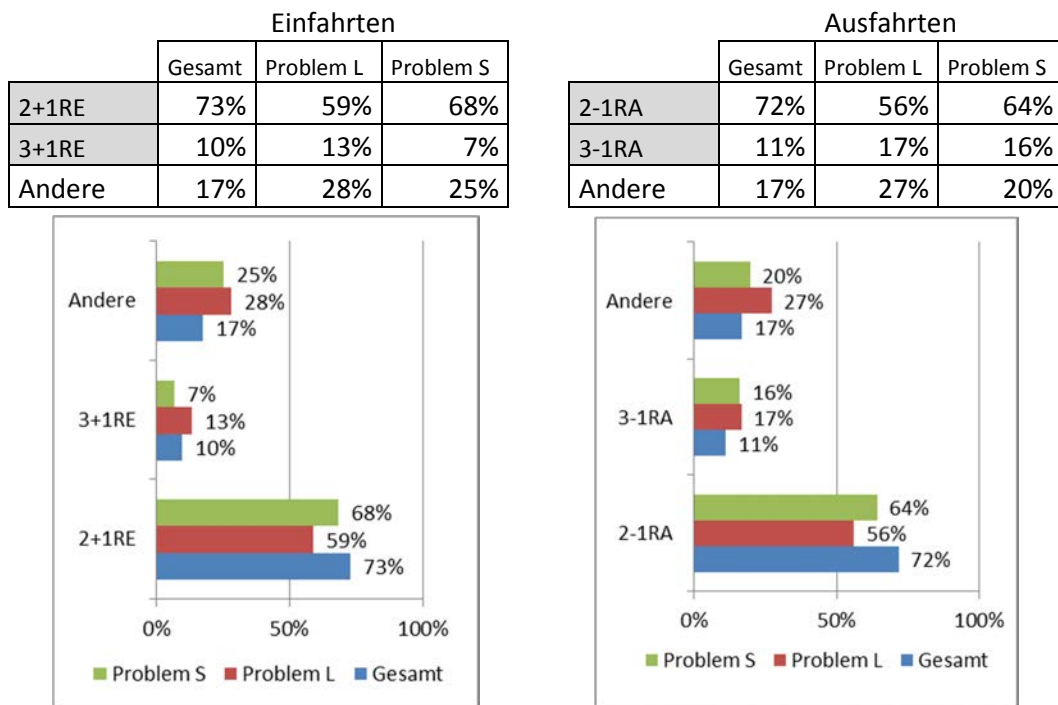


Abbildung 38: Ein- und Ausfahrtstypen - Hauptgruppen

Fazit: Es ist möglich, dass der Ein- bzw. Ausfahrtstypus Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit hat. Wichtig ist es, hier auch die Verflechtungsvorgänge sowie Verzögerungs- oder Beschleunigungsstrecken miteinzubeziehen. Da der Typus keine metrischen Daten beinhaltet, konnte er nicht in die Clusteranalyse miteinbezogen werden. In der Detailanalyse der drei unterschiedlichen Anschlussstellen wurden die Einfädelungs- und Ausfädelungsvorgänge berücksichtigt.

6.2.10 Rampenlänge – Ausfahrtsrampe

Annahme: Eine kürzere Rampenlänge bietet weniger Aufstellfläche und führt somit früher zu Leistungsfähigkeitsproblemen (Rückstau auf die Hauptfahrbahn). Eine kürzere Rampenlänge führt zu schnellerem Verzögern und wenig homogenen Geschwindigkeiten, was auch negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben könnte.

Analyse: Die Rampenlänge bezeichnet im Fall von ODIMAST die Länge von der Trenninselspitze bis zur Haltelinie des nächstmöglichen Halts. In Abbildung 39 ist ersichtlich, dass die Länge alleine ein wenig signifikantes Kriterium für leistungsfähigkeitsproblematische Ausfahrten darstellt.

Dazu ein Beispiel zum besseren Verständnis: Eine sehr kurze Ausfahrtsrampe, die mit nur 20 Fahrzeugen in der Stunde belastet wird, weist kein Leistungsfähigkeitsproblem auf. Dieselbe Ausfahrtsrampe wird jedoch bei höheren Belastungen relativ schnell zu einem Rückstau bis auf die Hauptfahrbahn führen.

Dennoch lässt sich in Abbildung 39 erkennen, dass bei den leistungsfähigkeitsproblematischen Ausfahrtsrampen 20 % der Rampen eine Länge von maximal 250 m aufweisen. Bei den unproblematischen Rampen oder insgesamt sind es zwischen 8 und 11 %.

		L-unproblematisch	L-problematisch	Gesamt
Rampelänge in [m]	0-250	16	15	31
	>250-500	106	34	140
	<500-750	32	10	42
	<750-1000	20	6	26
	<1000	35	9	44

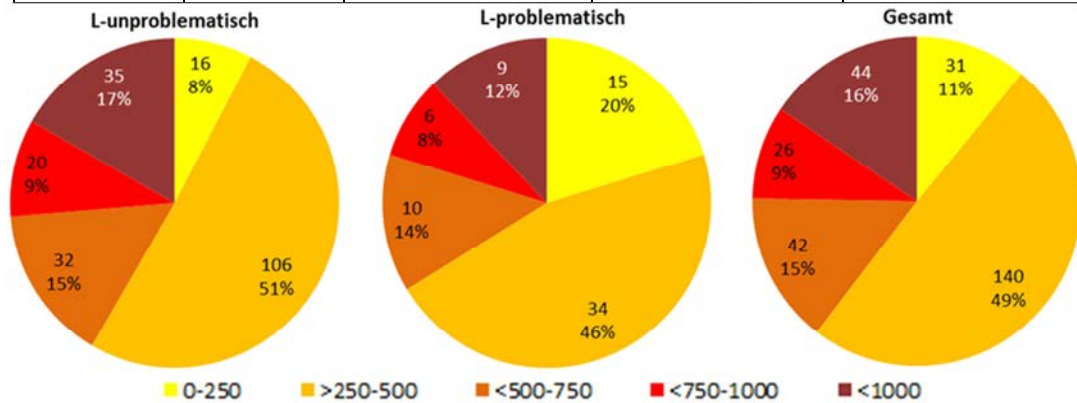


Abbildung 39: Rampenlängen der Ausfahrten

***Fazit:** Aus diesem Grund wurde die Länge in die Clusteranalyse miteinbezogen. In Kombination mit anderen Einflussgrößen ist es möglich, dass die Rampenlänge signifikante Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit zeigt. Die Rampenlänge führt in der Clusteranalyse gemeinsam mit den Fahrzeugbelastungen der Hauptfahrbahn und Rampe bei Ausfahrten zu einem verbesserten Ergebnis bezüglich der Problemfall-Cluster. Dementsprechend ist es wichtig, die Rampenlängen auf den zu erwartenden Verkehrsfluss abzustimmen. Kurze Rampenlängen sollten nur dann gewählt werden, wenn die Verkehrsstärke gering ist und auch im Prognosefall gering bleibt. Es muss jedenfalls gewährleistet sein, dass kein Rückstau auf die Hauptfahrbahn entstehen kann.*

6.2.11 Ausfädelungsgrad

Annahme: Der Ausfädelungsgrad hat alleine betrachtet keine Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit, da z.B. bei geringem Verkehrsaufkommen auf der Hauptfahrbahn ein hoher Ausfädelungsgrad für die Leistungsfähigkeit der Ausfahrt unproblematisch ist. Dem gegenüber ist bei sehr hohem Verkehrsaufkommen auf der Hauptfahrbahn schon ein viel geringerer Ausfädelungsgrad problematisch für die Leistungsfähigkeit.

Analyse: Die oben getätigte Annahme wird durch Tabelle 18 bestätigt. Ausschließlich ein Ausfädelungsgrad von über 50 weist einen sehr hohen Prozentanteil von Leistungsfähigkeitsproblemen auf.

Tabelle 18: Ausfädelungsgrad Gesamt und Probleme Leistungsfähigkeit

Ausfädelungsgr.	Gesamt	Problem L	Prozentanteil
0-10	100	18	18,0 %
10,1-20	75	20	26,7 %
20,1-30	65	19	29,2 %
30,1-40	25	9	36,0 %
40,1-50	14	5	35,7 %
50,1-	4	3	75,0 %
Gesamt	283	74	26,1 %

Fazit: In der Clusteranalyse kann der Ausfädelungsgrad mit anderen Einflussgrößen gemeinsam betrachtet werden, dementsprechend wurde er als wichtig erachtet und für die Clusteranalyse miteinbezogen. Auswirkungen sollten in Relation zu anderen Einflussgrößen getestet werden. Ausfädelungsgrade brachten jedoch auch in der Clusteranalyse kein signifikantes Ergebnis (weder Variante 1 noch Variante 2).

6.2.12 Knotenform am Anschluss ans untergeordnete Netz

Annahme: Die Knotenform am Anschluss ans untergeordnete Netz hat Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Anschlussstelle, da z.B. eine nicht signalisierte T-Kreuzung oder Kreuzung im Regelfall weniger Kapazität als ein Kreisverkehr oder eine VLSA aufweist.

Analyse: Wie in Abbildung 40 dargestellt, schneiden vor allem VLSA in der Einzel-Einflussgrößen-Analyse verglichen mit anderen Knotenpunktformen hinsichtlich der Leistungsfähigkeitsprobleme mit 34 % (im Gegensatz zu 10 % bzw. 16 %) schlecht ab. Das heißt jedoch nicht, dass eine VLSA ein ungeeigneter Knotenpunkt ist, sondern häufig dort eingesetzt wird, wo keine andere Lösung möglich ist und mit der VLSA die besten Ergebnisse erzielt werden. Vor allem bei bereits überlasteten Kreuzungen ohne Signalisierung (NR) werden diese häufig auf VLSA umgestellt oder ein Kreisverkehr (KV) installiert. Dementsprechend gibt es weniger überlastete „NR“. Kreisverkehre bleiben sowohl bei leistungsfähigkeitsunproblematischen Rampen (24 %), bei leistungsfähigkeitsproblematischen Rampen (29 %) und Gesamt (25 %) immer in einem ähnlichen Anteilsverhältnis. Nimmt der VLSA-Anteil zu, so nimmt der Anteil der nicht signalisierten Knoten (NR) ab, das gilt auch vice versa.

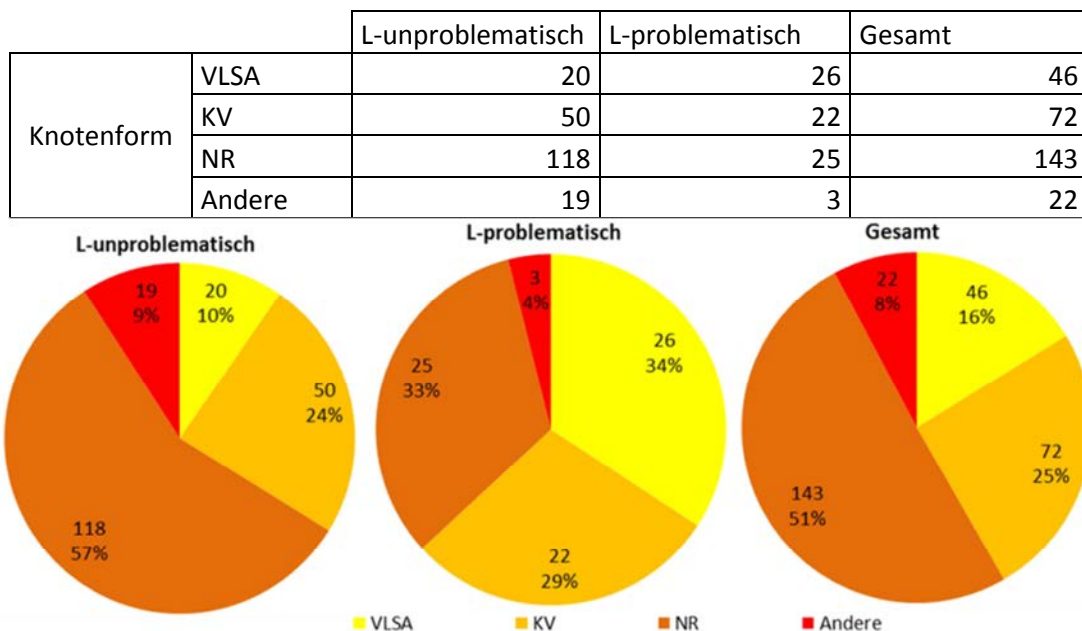


Abbildung 40: Knotenform im untergeordneten Netz

Fazit: Bei den Knotenpunktformen liegen keine metrischen Daten vor. Somit ist eine Einbeziehung in die Clusteranalyse schwierig. Deshalb wurde eine vereinfachte Berechnung

durchgeführt, um bessere Kenntnis zu den Knotenpunkten zu gewinnen. Die Ergebnisse der vereinfachten Berechnung (vereinfacht ermittelte Auslastungen des untergeordneten Anschlusses) wurden als Test in die Clusteranalyse miteinbezogen. Allerdings wurde festgestellt, dass die Datenqualität im untergeordneten Straßennetz für eine zielgerichtete Analyse nicht ausreicht. Bei VLSA hängt die Leistungsfähigkeit stark von der gewählten Steuerungsstrategie und von den Belastungen der verschiedenen Abbiegerelationen ab. Auch die Sichtverhältnisse spielen hier eine große Rolle, konnten jedoch aufgrund fehlender Daten nicht in die Analyse miteinbezogen werden.

In einem weiteren Schritt wurde versucht, ohne metrische Daten die Knotenform dennoch in die Clusteranalyse miteinzubeziehen (da hier nur vier Typen existieren, ist dies eher möglich als beim Ein-/Ausfahrtstyp). Die durch die Knotenpunktform erreichte Kapazität für den auf der Rampe ausfahrenden Verkehrsstrom hat mit Sicherheit große Auswirkungen auf einen möglichen Rückstau. Auswirkungen konnten auch in der Clusteranalyse festgestellt werden, obwohl keine metrischen Daten vorlagen.

6.2.13 Netzkategorie

Annahme: Stadtnähe hat Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Ausfahrtsrampen.

Analyse: Bei der Analyse der Netzkategorie wurden alle im Autobahnnetz liegenden Ausfahrtsrampen miteinbezogen. Somit wurden 540 Ausfahrten, davon 98 mit Leistungsfähigkeitsproblemen analysiert. Von den 98 leistungsfähigkeitsproblematischen Ausfahrtsrampen im gesamten Autobahnnetz liegen 55 (17 = Kategorie 2a + 38 = Kategorie 1a) (s. Tabelle 19) laut der Kategorisierungsdienstanweisung des BMVIT im Ballungsraum. Somit liegen rund 56 % der problematischen Anschlussstellen in Ballungsräumen. Vergleicht man das mit der Gesamtanzahl von 540 Autobahn-Ausfahrten so liegen davon 127 (32+95) im Ballungsraum, was knapp einem Viertel (23,5 %) aller Ausfahrten entspricht.

Tabelle 19: Zuordnung der Ausfahrten zur Netzkategorie

Kategorie gemäß Kategorisierungsdienstweisung des BMVIT	Gesamt-Ausfahrten	Problem L	Prozentanteil
2a	32	17	53,1 %
3	39	2	5,1 %
2	19	1	5,3 %
1a	95	38	40,0 %
1	355	40	11,3 %
Summe	540	98	18,1 %

Innerhalb der Netzkategorie 1a und 2a (Ballungsraum) liegen meist Autobahnen und Rampen mit hohen Verkehrsbelastungen. Außerdem gibt es im Ballungsraum sowohl starken Quellverkehr als auch Zielverkehr, was dazu führt, dass nicht nur die Hauptfahrbahnen, sondern auch die Rampen stärker belastet sind.

Fazit: Die Annahme „Stadtnähe hat Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Ausfahrtsrampen“ wird durch Tabelle 19 bestätigt. Dementsprechend wird die Netzkategorie, auch wenn sie keine metrischen Daten enthält, für die Clusteranalyse als wichtige Einflussgröße angesehen.

6.2.14 Auslastung der Hauptfahrbahn – Ausfahrten

Annahme: Die Auslastung der Hauptfahrbahn ist wichtig für die Leistungsfähigkeit, jedoch bedeutet eine hohe Hauptfahrbahnauslastung nicht zwingend eine überlastete Ausfahrt, da die Auslastung der Hauptfahrbahn alleine keine Aussage über die Rampenfahrbahn zulässt.

Analyse: Die Auslastung der Hauptfahrbahn korreliert mit der Fahrzeugbelastung der Hauptfahrbahn (gemittelt auf einen Fahrstreifen). Wie in Tabelle 20 erkennbar ist, bestätigt die Tabelle die Annahme, dass die Auslastung der Hauptfahrbahn alleine keine signifikanten Aussagen über Leistungsfähigkeitsprobleme einer Rampe zulässt, jedoch bei höherer Auslastung der Anteil an Problemen zunimmt.

Tabelle 20: Auslastung der Hauptfahrbahn

Auslastung HFB	Gesamt	Problem L	Prozentanteil
0-40 %	9	4	44,4 %
41-60 %	74	5	6,8 %
61-80 %	97	18	18,6 %
81-100 %	61	22	36,1 %
größer 100 %	42	25	59,5 %
Gesamt	283	74	26,1 %

Fazit: Da die Auslastung der Hauptfahrbahn mit den Belastungswerten (gemittelt auf einen Fahrstreifen) korreliert, wurde die Auslastung nur zur Überprüfung dieser Aussage in die Clusteranalyse miteinbezogen. Generell wurde statt der Auslastung der Hauptfahrbahn, die Fahrzeugbelastung verwendet.

6.2.15 Einfahrten

Auch bei den Einfahrten wurde eine Auswertung der Einzelvariablen (Einzel-Einflussgrößen-Analyse) und die Clusteranalyse durchgeführt. Unter den, von den Autobahnmeistereien als problematisch bezeichneten Anschlussstellen wurden bei Einfahrten jedoch kaum Rampenzuordnungen getroffen.

Somit betrifft diese fehlende Zuordnung 13 Anschlussstellen und 26 Einfahrten. Insgesamt (inkl. dieser 26 Einfahrten) wurden 37 Einfahrten als leistungsfähigkeitsproblematisch gemeldet. Da jedoch bei den 26 Einfahrten unklar ist, ob es überhaupt ein Leistungsfähigkeitsproblem auf der Einfahrt gibt (Problem der gesamten Anschlussstelle zugeordnet), bleiben nur 11 Leistungsfähigkeitsprobleme, welche detailliert einer bestimmten Rampe zugeordnet sind. Somit sind nur 30% der als leistungsfähigkeitsproblematisch definierten Rampen exakt zugeordnet.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass nur sehr wenige bis keine der Einfahrten, der als problematisch definierten Anschlussstelle, Leistungsfähigkeitsprobleme aufweisen. Hier ist es wahrscheinlicher, dass das angegebene Leistungsfähigkeitsproblem auf einer Ausfahrtsrampe liegt.

Annahme: Durch die geringe Anzahl an leistungsfähigkeitsproblematischen Einfahrten, und bei 70 % fehlender Rampenzuordnung, werden keine signifikanten Analyse-Ergebnisse erwartet. Das betrifft sowohl die Einzel-Einflussgrößen-Analyse als auch die Clusteranalyse.

Analyse: Es wurde wie bei den Ausfahrten eine detaillierte Einzel-Einflussgrößen-Analyse durchgeführt. Diese ermöglichte es nicht, signifikante Aussagen auf die Leistungsfähigkeit zu treffen. Die Einzel-Einflussgrößen-Analyse wird deshalb nicht im Detail im Bericht beschrieben.

Fazit: Trotz der nichtssagenden Einzel-Einflussgrößen-Analyse und der geringen Rampenzuordnung wurden Zusammenhänge in der Clusteranalyse getestet. Auch in der Clusteranalyse konnten keine signifikanten Wirkungszusammenhänge abgeleitet werden. Der Vollständigkeit halber wird die durchgeführte Versuchsreihe der Clusteranalyse für Ausfahrten trotzdem im Bericht angegeben.

6.3 Kombinationsanalyse - Clusteranalyse

Wie in Abschnitt 6.2 im Detail erläutert, wurde eine Einzel-Einflussgrößen-Analyse der Anschlussstellen sowie Ein- und Ausfahrtsrampen durchgeführt, um die Auswirkung der einzelnen Einflussgrößen auf die Leistungsfähigkeit abzuschätzen. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurde die Versuchsreihe für die Clusteranalyse aufgebaut. Die Clusteranalyse wurde getrennt nach Ausfahrten und Einfahrten durchgeführt.

Anhand der „Liste der durchgeführten Clustervarianten“ (s. Tabelle 23, Tabelle 24, Tabelle 25) wird aufgezeigt, wieviele und welche Merkmalszusammenstellungen analysiert wurden. Bei den Einfahrten wurden 25 Clusterungen durchgeführt, da hier insgesamt von 280 Einfahrten nur 37 Problemmeldungen vorlagen und von diesen 37 Problemmeldungen nur 11 Stk. rampengenau zugeordnet werden konnten. Dementsprechend konnten keine homogenen Gruppen mit starker Trennwirkung gefunden werden, da das Zielkriterium zu ungenau war.

Die Clusteranalyse wurde als iterative Versuchsreihe aufgebaut. Es wurden bestimmte Merkmalskombinationen ausgeschlossen, um keine stark korrelierenden Merkmale gemeinsam miteinzubeziehen. Dafür wurde ein Versuchsplan erstellt, der mittels einer Kombinationsmatrix widersinnige Merkmalskombinationen ausschließt. Tabelle 21 zeigt die Kombinationsmatrix. Die dunkelgrau dargestellten Felder zeigen Kombinationen, die nicht in die Clusteranalyse miteinbezogen werden sollen.

Der Radius der Rampe soll z.B. nicht gemeinsam mit der Geschwindigkeit der Rampe geclustert werden (in Tabelle 21 gelb markiert). Die Geschwindigkeit hängt direkt vom Radius der Rampe ab, da dieser einer Tabelle entnommen wurde, die als Eingangsgröße den Radius der Rampe verwendet.

Die Rampenlänge (in Tabelle 21 blau markiert) darf mit jeder möglichen Einflussgröße kombiniert werden, da in der Kombinationsmatrix kein Feld dunkelgrau markiert ist.

Zu Beginn der Clusteranalyse wurde die Überlegung angestellt, ausschließlich Einflussgrößen die geometrische Eigenschaften haben und ausschließlich Einflussgrößen die sich der Leistungsfähigkeit zuordnen lassen zu testen.

Tabelle 21: Kombinationsmatrix für die Clusteranalyse

Kombinationsmatrix		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2		
A	HFB Belastung Fz	■																																		
B	HFB Belastung LKW		■																																	
C	HFB Fahrstreifenanzahl			■																																
D	HFB k-100 Wert				■																															
E	HFB k-30 Wert					■																														
F	HFB Belastung – k30 Fz	■	■																																	
G	HFB Belastung – k30 LKW	■	■																																	
H	HFB Belastung – k100 Fz	■	■																																	
I	HFB Belastung – k100 LKW	■	■																																	
J	HFB Auslastungsgrad k-30						■																													
K	HFB Auslastungsgrad k-100							■																												
L	HFB LKW Anteil								■																											
M	HFB Neigung									■																										
N	HFB Geschwindigkeit										■																									
O	JDTV Kategorie											■																								
P	Rampengeschwindigkeit												■																							
Q	R Radius													■																						
R	R Fahrstreifenanzahl																																			
S	R – Belastung Fz																																			
T	R - Belastung LKW																																			
U	R - Belastung Fz k30	■	■																																	
V	R - Belastung LKW k30	■	■																																	
W	R – Belastung Fz – k100	■	■																																	
X	R – Belastung LKW – k100	■	■																																	
Y	R – Auslastungsgrad k-30	■	■																																	
Z	R Auslastungs- grad k-100	■	■																																	
A2	R - LKW-Anteil	■	■																																	
B2	Ein/Ausfädelungsgr. k-30	■	■																																	
C2	Ein/Ausfädelungsgr.k-100	■	■																																	
D2	Rampenlänge																																			
E2	Leistungf. Ausfahrt– k30	■	■																																	
F2	Anschluss ug. Netz	■	■																																	
G2	Kategorisierung	■	■																																	

Geometrische Eigenschaften beziehen sich auf die Angebotsseite einer Rampe, Eigenschaften der Leistungsfähigkeit stellen die Nachfrageseite dar.

Diese Gruppierung zeigt sich auch in Tabelle 23 und Tabelle 24.

Als „Leist“ werden folgende Merkmale bezeichnet:

- Rampenbelastung k-30 ($q_{R,k30}$) – in Fz/h
- Belastung der Hauptfahrbahn k-30 ($q_{H,k30}$) – in Fz/h
- Rampenbelastung Lkw k30 ($q_{Lkw,R,k30}$) – in Fz/h
- Belastung der Hauptfahrbahn – ($q_{Lkw,H,k30}$)
- Ausfädelungsgrad Variante 1 – (Af)

Als „Geo“ werden folgende Merkmale bezeichnet:

- Fahrstreifenanzahl auf der Hauptfahrbahn (FS_{tH})
- Fahrstreifenanzahl auf der Rampe (direkt bei der Ausfädelung) (FS_{tR})
- Länge der Rampe (L_R)
- Minimaler Radius der Rampe (R_R)
- Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn (v_H)

Die Tabellen zur Versuchsreihe der Clusteranalyse geben als Zeile die in die Clusteranalyse miteinbezogenen Merkmale je Clustervariante an. Miteinbezogene Merkmale sind mit ✓ gekennzeichnet (nicht einbezogene Merkmale mit ×). Weiters zeigen die Tabelle zu den Ausfahrten pro Zeile mindestens einen Wert im Feld „Distanz bei Gruppenanzahl“, bei der die unter Gruppenanzahl angegebene Gruppengröße aus dem Dendrogramm ausgelesen werden kann. In Tabelle 22 wird ein Beispiel mit zwei Distanzwerten angegeben.

Um die Clustervarianten besser vergleichbar zu machen wurde je Variante eine gewichtete Falschzuordnung in % berechnet.

Die **Falschzuordnung** in % bezeichnet die in einer als problem- oder problemfrei betrachteten Gruppe falsch zugeordneten Objekte.

Werden in einer Clustergruppe von 10 Objekten 8 problematische Objekte (angegeben in der ABM-Umfrage) gefunden, so wird die Clustergruppe als „Problemgruppe“ eingestuft und die Falschzuordnung beträgt 20 % (2 von 10 Objekten sind unproblematisch).

Tabelle 22: Erklärung zu den Tabellen "Durchgeführte Clusteranalysen"

Clustervariante	$q_{R,k100}$	$q_{H,k100}$	$q_{R,k30}$	$q_{H,k30}$	$q_{Lkw,H,k100}$	$q_{Lkw,R,k100}$	$q_{Lkw,H,k30}$	$q_{Lkw,R,k30}$	Af	FS_{tH}	FS_{tR}	Distanz bei Gruppenanzahl	Gewichtete Falschzuordnung in %	Gruppenanzahl	Anzahl Problem-Gruppen	Anzahl Problem-freie Gruppen
$q_{R,k30} + q_{H,k30}$	×	×	✓	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2 2,5	19,7 23,4	12 10	6 4	6 6

Unter der Spalte „Anzahl Problem-Gruppen“ wird jeweils die Anzahl der leitungsfähigkeitsproblematischen Gruppen angegeben. Bei dem in Abbildung 41 dargestellten Dendrogramm ist in blau die Distanz 2,5 und in rot die Distanz 2,0 markiert.

Bei der roten Linie erkennt man 12 Gruppen (dargestellt durch rote Punkte), wovon 6 (markiert mit roten Ellipsen) als Problemgruppe eingestuft werden. Leistungsfähigkeits-problematische Rampen (Ausfahrten) sind im Dendrogramm gelb markiert.

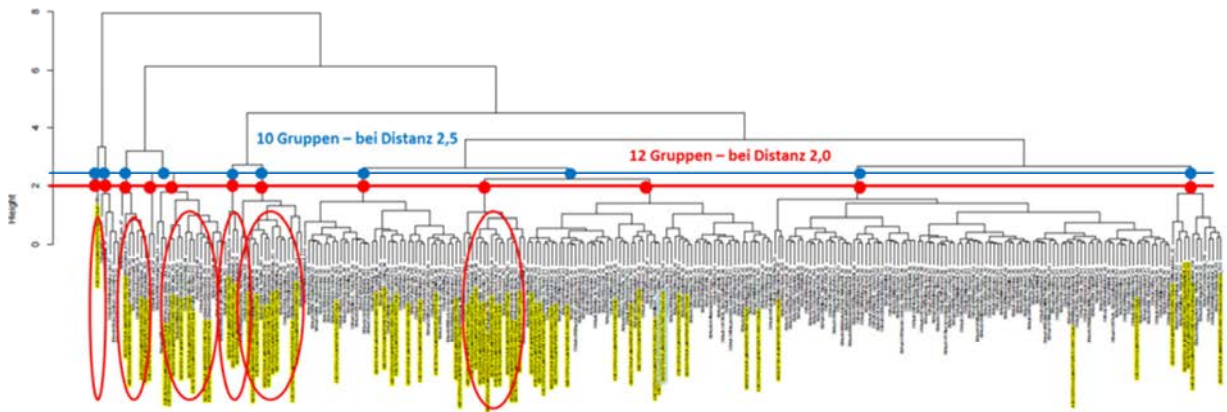


Abbildung 41: Dendrogramm zur Erklärung der Gruppenbildung

In Abbildung 42 wird die Zuordnung zur einer „Problematischen Gruppe“ im Detail dargestellt. Links wird ein Ausschnitt aus Abbildung 41 angegeben. Die nun schwarz gekennzeichnete Gruppe besteht aus 20 Rampen und wird als „Problematische Gruppe“ definiert, da sie wie rechts dargestellt mehr als 50 % problematische Rampen (genau 60 %) beinhaltet. 40 % sind somit unproblematisch, befinden sich jedoch in einer als problematisch definierten Gruppe. Demnach beträgt die Falschzuordnung dieser Gruppe 40 %.

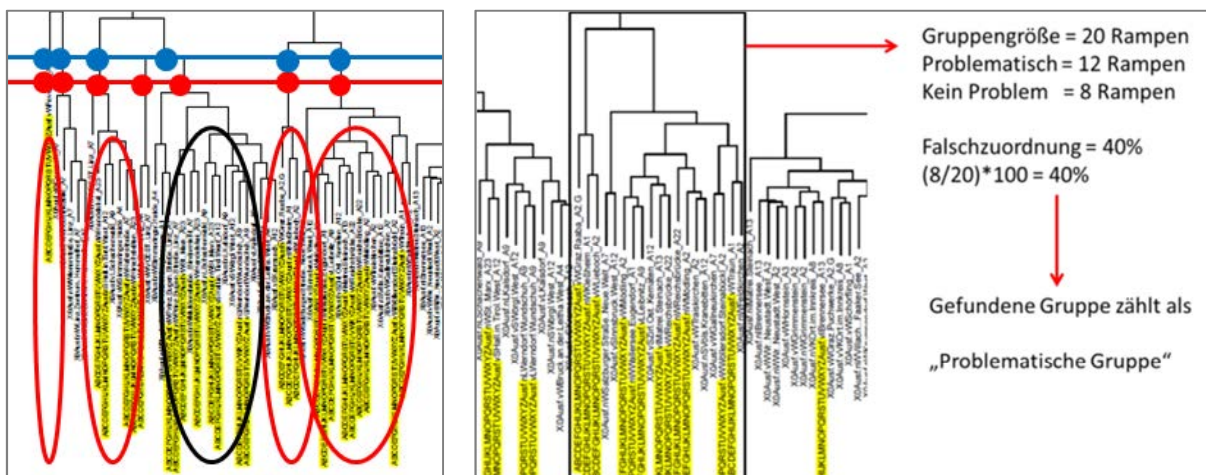


Abbildung 42: Zuordnung zu einer problematischen Gruppe

Die gewichtete Falschzuordnung verwendet die Falschzuordnung jeder Gruppe und rechnet sie anteilmäßig auf die Gesamtanzahl der Rampen (= 283 Stk.) hoch.

Als **gewichtete Falschzuordnung** wird dementsprechend die Zuordnung jeder einzelnen Clustergruppe einer Clustervariante, gewichtet auf das Gesamtmaß aller Objekte der Clustervariante bezeichnet. Die gewichtete Falschzuordnung wurde für alle Clusterverfahren der Ausfahrten durchgeführt.

Clustervarianten mit gewichteten Falschzuordnungen höher als der %-Satz bei einer einzigen Gruppe (alle Objekte = Rampen befinden sich in einer einzigen Gruppe) haben wenig Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, da sich die Falschzuordnung sogar verschlechtert hat. Bei 283 Objekten (= Rampen) und 74 Leistungsfähigkeitsproblemen ($74/283 \rightarrow 26,1\%$) in einer einzigen Gruppe, wird diese als problemfrei bewertet, da sich weniger als 50 % problematische Rampen in der Menge befinden. Die Falschzuordnung beträgt hier (alle Objekte in einer Gruppe) 26,1 %.

Um auf die Geometrie und Leistungsfähigkeit zurückzukommen (s. Tabelle 23), wurde auch anhand der gewichteten Falschzuordnung festgestellt, dass die nachfrageseitigen Einflussgrößen etwas bessere Ergebnisse erzielen, als die angebotsseitigen. Beide Werte der Falschzuordnung sind kleiner als 26,1 % und stellen demnach eine Verbesserung des Gesamtergebnisses dar.

Die gewichtete Falschzuordnung dient dazu, Clustervarianten schnell miteinander vergleichen zu können. Nur die gewichtete Falschzuordnung zu betrachten ist jedoch nicht zielführend. Dementsprechend wurden bei allen Clustervarianten auch die Dendrogramme im Detail analysiert, um besonders homogene Gruppen (z.B. 100 % problemfrei oder 100 % problematisch) mitberücksichtigen zu können.

Eine detaillierte Analyse mit Auswertung der einbezogenen Einflussgrößen wurde für alle Clustervarianten, die eine gewichtete Falschzuordnung von kleiner als 21 % aufweisen durchgeführt. Es wurden auch Clustervarianten, die besonders homogene Gruppen beinhalten, analysiert.

In der Tabelle 23 werden 52 Clustervarianten aufgelistet. Gewichtete Falschzuordnungen von kleiner 21 % sind in der Tabelle farblich gekennzeichnet:

- Rot: Falschzuordnung liegt zwischen 20,5 und 21 %.
- Orange: Falschzuordnung liegt zwischen 20 und 20,5 %.
- Gelb: Falschzuordnung ist kleiner als 20 %.

Tabelle 23: Durchgeführte Clusteranalysen – Ausfahrten

q = Belastung R = Rampe HFB = Hauptfahrbahn Af = Ausfädelungsgrad k100 = Bemessungs-h 100 FSt = Fahrstreifenanzahl L = Länge Ef = Einfädelungsgr.
 R = Radius V = Geschw. k30 = Bemessungsstunde 30 Al = Auslastung Kn = Knotenform Nk = Netzkatgorie V_{Verh} = Geschwindigkeitsverhältnis

	Durchgeführte Clusteranalysen (=Clustervarianten) AUSFAHRTEN (1)	q _{R,k100}	q _{H,k100}	q _{R,k30}	q _{H,k30}	q _{Lkw,H,k10}	q _{Lkw,R,k10}	q _{Lkw,H,k30}	q _{Lkw,R,k30}	Af	FSt _H	FSt _R	L _R	R _R	V _H	Al _{KN}	Al _H	Kn	N _k	V _{Verh}	Distanz bei Gruppenanzahl	Gewichtete Falsch-zuordnung in %	Gruppenanzahl	Anzahl Problem Gruppen	Anzahl Problem- freie Gruppen	
1	Leist	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,5	21,2	10	3	7
2	Geo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	4	22,3	10	2	8
3	Geo + Leist	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	6,5	23,4	10	5	5
4	Geo + Leist → ohne q _{Lkw,H,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	6	23,4	11	4	7
5	Geo + Leist → ohne q _{Lkw,R,k30}	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	6	22,3	10	4	6
6	Geo + Leist → ohne q _{Lkw,H,k30} – q _{Lkw,R,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	4 6	19,6 22,8	20 10	8 3	12 7
7	Geo + Leist → ohne Af	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	x	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	6,2	21,3	10	4	6
8	Geo + Leist → ohne FSt _H . FSt _R	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	4 6	16,5 22,2	25 10	8 3	17 7
9	Geo + Leist → ohne L _R	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	6	22,2	10	4	6
10	Geo + Leist → ohne R _R	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	☑	x	x	x	x	x	x	6	20,5	10	3	7
11	Geo + Leist → ohne V _{0H}	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	6,5	22,9	10	4	6
12	q _{R,k30} + q _{H,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2 2,5	19,7 23,4	12 10	6 4	6 6
13	q _{R,k30} + q _{H,k30} + R _R	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	3	22,3	10	5	5
14	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	2,5 3,5	19,7 21,2	12 10	5 4	7 6
17	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30} + R _R	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	4	22,8	10	3	7
18	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30} + Af	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	3,5	22,5	10	4	6
19	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30} + q _{Lkw,H,k30}	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	4	22,4	10	4	6
20	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30} + q _{Lkw,R,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	4	19,0	10	3	7
21	q _{R,k30} + q _{H,k30} + q _{Lkw,R,k30}	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,2	19,4	10	3	7
22	L _R + q _{R,k30} + q _{H,k30} + q _{Lkw,H,k30} + q _{Lkw,R,k30}	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	4	21,7	14	5	9
23	q _{R,k30} + Af + L _R + R _R + V _{0H}	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	4	26,6	10	3	7
24	q _{R,k30} + q _{H,k30} + Af + L _R + V _{0H}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	☑	x	x	x	x	x	x	4 5	18,7 24,7	14 11	6 3	8 8
25	q _{R,k30} + q _{H,k30} + Af + L _R + R _R + V _{0H}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	x	x	x	x	5	22,8	10	3	7

26	$q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,H,k30} + q_{Lkw,R,k30} + R_R$	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	4	22,2	10	3	7
27	$L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,H,k30} + q_{Lkw,R,k30} + Af$	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	4,5	20,8	12	4	8
28	$L_R + q_{R,k30}$	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	2	23,6	10	3	7
29	$L_R + q_{H,k30}$	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	1,8	24,1	10	1	9
30	$L_R + q_{H,k30} + V_{0H} + Af$	x	x	x	☑	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	☑	x	x	x	x	x	2,8	28,2	10	3	7
31	$q_{R,k100} + q_{H,k100}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	19,3	10	5	5
32	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	3	24,8	10	4	6
33	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + q_{Lkw,R,k100}$	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	4	23,9	10	2	8
34	$q_{R,k100} + q_{H,k100} + q_{Lkw,R,k100}$	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3,8	20,8	10	3	7
35	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Al_{KN}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	3,2	21,9	10	4	6
36	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + V_{Verh}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	☑	4,8	21,7	10	4	6
37	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Al_H + V_{Verh}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	☑	x	x	☑	4,6	21,5	10	3	7
38	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Af$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	3,7	22,6	10	5	5
39	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + FSt_H$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	3,9	20,1	10	5	5
40	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	☑	x	x	3,5	20,2	10	3	7
41	$q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	4	20,9	10	6	4
42	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑	x	4	20,7	10	4	6
43	$L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K + Kn$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	☑	☑	x	4 4,3	19,1 20,4	12 10	4 3	8 6
44	$q_{R,k100} + q_{H,k100} + V_{0H} + N_K$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	☑	x	4	22,0	10	6	4
45	$q_{R,k100} + q_{H,k100} + V_{0H}$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	4	23,0	10	5	5
46	$q_{R,k100} + q_{H,k100} + L_R + V_{0H} + N_K$	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	x	x	☑	x	4	22,5	11	5	6
47	$L_R + FSt_H + V_{0H} + Al_H + Kn + N_K$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	☑	x	☑	☑	☑	x	3,7	21,6	10	3	7
48	$q_{R,k100} + L_R + FSt_H + Al_H + Kn + N_K$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	☑	x	☑	☑	☑	x	4	21,0	10	4	8
49	$q_{R,k100} + L_R + V_{0H} + Kn + N_K$	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	x	☑	☑	x	4	20,7	10	5	8
50	$q_{R,k100} + FSt_H + V_{0H} + Al_H + Kn + N_K$	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	☑	x	☑	☑	☑	x	4	20,8	10	3	8
51	$q_{R,k100} + L_R + FSt_H + V_{0H} + Al_H + Kn + N_K$	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	☑	x	☑	x	☑	☑	☑	x	4,4	21,5	10	4	6
52	$L_R + N_K$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	2	25,5	9	2	7

Da bei den 52 Clustervarianten aus Tabelle 23 vor allem die Rampenbelastung in Kombination mit der Belastung der Hauptfahrbahn signifikant erschien, wurden höherbelastete Ausfahrten in einem weiteren Schritt im Detail überprüft. Ziel der Analyse war es, zusätzlich zu den bisher gefundenen Erkenntnissen weitere Einflussgrößen zu finden, die vor allem bei höherbelasteten Ausfahrten zu Überlastungserscheinungen führen. Als höherbelastete Ausfahrten (s. Tabelle 24), werden Ausfahrten mit einer Rampenbelastung von höher als 700 Fz/h/FSt oder einer Belastung von Rampe und Hauptfahrbahn (gemittelte Fahrstreifenbelastung) gemeinsam von größer 1.500 Fz/h/FSt angesehen. Das Ziel der Analyse, Merkmale die stärkeren Einfluss auf höherbelastete Rampen haben, zu finden, konnte leider nicht erreicht werden. Die Gruppenbildung ließ keine (nicht schon in der Gesamtanalyse) gefundenen Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit zu. Da sich bei den in Tabelle 24 durchgeführten Clustervarianten keine homogenen Gruppen gebildet haben, wurde hier auf die Berechnung der Falschzuordnung verzichtet.

Tabelle 24: Durchgeführte Clusteranalysen - Ausfahrten höherbelastet

	Durchgeführte Clusteranalysen (=Clustervarianten) AUSFAHRTEN - höherbelastet	q _{R,k100}	q _{H,k100}	q _{R,k30}	q _{H,k30}	q _{Lkw,H,k100}	q _{Lkw,R,k100}	q _{Lkw,H,k30}	q _{Lkw,R,k30}	Af	FSt _H	FSt _R	L _R	R _R	V _H	Al _{KN}	Al _H	K _n	N _k	V _{verh}
1	qR30_qH30_Vverh	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑
2	R_L_V0H_Vverh_Knot_Ausfaed	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	☑	☑	x	x	☑	x	☑
3	qR30_qH30_R_L_Vverh_Knot	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	☑
4	qR30_qH30_R_L_Vverh	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	☑
5	qR30_qH30_R	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
6	qR30_qH30_L	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x
7	qR30_qH30	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	qR30_qH30_Ausfaed	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	FSt _R _R_L_FSt _H _V0H_Vverh_Knot_Ausfaed	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	☑	☑	☑	☑	☑	x	x	☑	x	☑
10	L_Vverh_Knot_Ausfaed	x	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	☑	x	☑

Tabelle 25: Durchgeführte Clusteranalysen (Clustervarianten) - Einfahrten

Durchgeführte Clusteranalysen (= Clustervarianten) EINFahrTEN		q _{R,k100}	q _{H,k100}	q _{R,k30}	q _{H,k30}	q _{Lkw,H,k100}	q _{Lkw,R,k100}	q _{Lkw,H,k30}	q _{Lkw,R,k30}	Ef	FSt _H	FSt _R	L _R	R _R	V _{0H}	Al _{kN}	Al _H	Kn	N _k	V _{verh}
1	q _{Rk30} _q _{Hk30}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	q _{Rk30} _q _{Hk30} _L	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x
3	q _{Rk30} _q _{Hk30} _R _R	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW_LKW	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW _H	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW _R	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	q _{Rk30} _q _{Hk30} _Einfgr	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	q _{Rk30} _q _{Hk30} _FSt _H	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	q _{Rk30} _q _{Hk30} _V _{verh}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	☑
10	q _{Rk30} _q _{Hk30} _FSt _H _Einfgr	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	q _{Rk30} _q _{Hk30} _FSt _H _Einfgr_R _R	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
12	q _{Rk30} _q _{Hk30} _FSt _H _R _R _V _{verh}	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑
13	q _{Rk30} _q _{Hk30} _Kat_R _R _L_LKW_LKW_FSt _H _V _{0H} _V _{verh} _Einfgr	x	x	☑	☑	x	x	☑	☑	☑	☑	x	☑	☑	☑	x	x	x	☑	☑
14	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW _H _FSt _H _R _R _V _{verh}	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑
15	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW _H _FSt _H _R _R	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
16	q _{Rk30} _q _{Hk30} _LKW _R _R _R _V _{verh}	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	☑
17	q _{Rk30} _q _{Hk30} _R _R _FSt _H	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
18	q _{Rk30} _q _{Hk30} _R _R _FSt _H _Einfgr	x	x	☑	☑	x	x	x	x	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
19	q _{Rk30} _q _{Hk30} _R _R _LKW _R _FSt _H	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	x	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
20	q _{Rk30} _q _{Hk30} _R _R _LKW _R _FSt _H _Einfgr	x	x	☑	☑	x	x	x	☑	☑	☑	x	x	☑	x	x	x	x	x	x
21	q _{Hk30} _FSt _H _Einfgr	x	x	x	☑	x	x	x	x	☑	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	q _{Hk30}	x	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	q _{Rk30}	x	x	☑	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Wie schon erwähnt ergaben sich aus der Clusteranalyse der Einfahrten keine nachzuverfolgende Ergebnisse, dementsprechend wurden die verschiedenen Clusteranalysen optisch überprüft, jedoch keine Falschzuordnung berechnet.

Auf den nächsten Seiten werden einige Dendrogramme (Baumdiagramme der Clusteranalyse) unterschiedlicher Merkmalskombinationen dargestellt. In Gelb sind alle durch die Autobahnmeistereien als leistungsfähigkeitsproblematisch gemeldeten Ausfahrten/Einfahrten dargestellt. Die Gesamtheit der Objekte bezieht sich entweder ausschließlich auf Ausfahrten oder ausschließlich auf Einfahrten. Ein- und Ausfahrten wurden nie gemeinsam geclustert, da zu erwarten ist, dass diese verkehrstechnisch stark verschieden sind.

Eine Clustergruppe ist dann zufriedenstellend, wenn eine geringe Falschzuordnung vorliegt und homogene Gruppen gefunden wurden. Somit sind Clustergruppen mit sehr hohem oder sehr niedrigem Problemanteil nachzuverfolgen, um herauszufinden, welche Merkmalskombination und Merkmalsausprägungen zu dieser Gruppenbildung geführt haben.

Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$

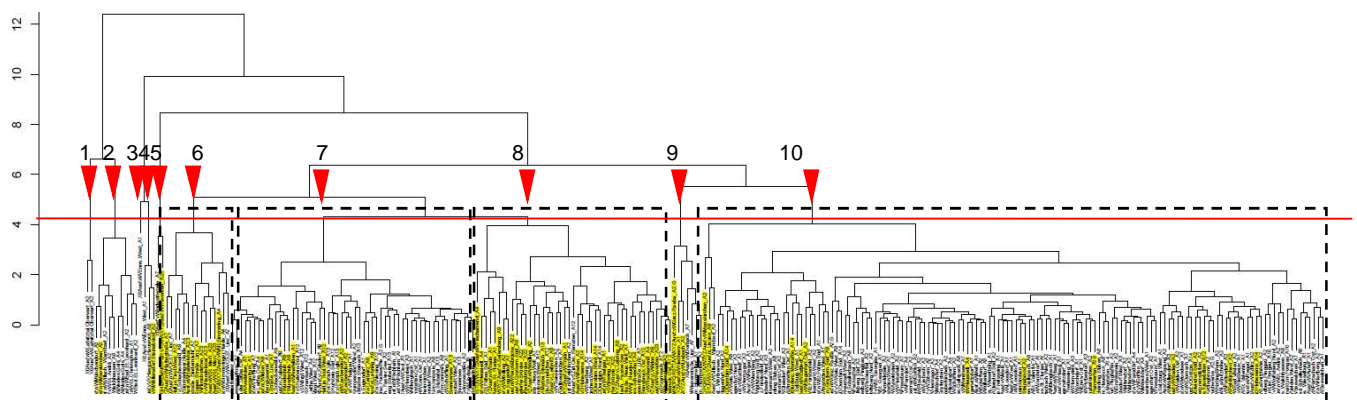


Abbildung 43: Dendrogramm aus Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$

Abbildung 43 (als auch die nachfolgenden Dendrogramme) zeigt jeweils ein Dendrogramm einer Clustervariante. Auf der Ordinate ist die Distanz, auf der Abszisse sind die einzelnen Rampen angegeben. Gelb markierte Rampen deuten auf Rampen mit Leistungsfähigkeitsproblem hin. Durch die rote Linie ist das Distanzmaß der gefundenen Gruppen angegeben. In Abbildung 43 wurden bei einer Distanz von 4, zehn verschiedene Gruppen gefunden. Die roten Pfeile in dieser Abbildung zeigen die Gruppen (inkl. Nummer) an. Die strichlierten Kästchen zeigen an, auf welche Clustergruppen im Bericht eingegangen wird.

In Abbildung 43 wird das Dendrogramm für die Clustervariante „ $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$ “ dargestellt. Bei einem Distanzmaß von 4,1 ergeben sich 10 Clustergruppen.

- Clustergruppe 6 ist eine „problematische“ Gruppe. Sie enthält 15 Objekte (davon 9 problematische), die Falschzuordnung beträgt hier 40 %.
- Clustergruppe 7 ist eine „unproblematische“ Gruppe. Sie enthält 57 Objekte (davon 13 problematische), die Falschzuordnung beträgt 22,8 %.
- Clustergruppe 8 ist eine „problematische“ Gruppe. Sie enthält 45 Objekte (davon 16 unproblematische), die Falschzuordnung beträgt somit 35,5 %.
- Clustergruppe 10 ist eine „unproblematische“ Gruppe. Sie enthält 140 Objekte (davon 14 problematische), die Falschzuordnung beträgt 10,0 %.

Von insgesamt 283 Objekten (Ausfahrten) wurden 74 als leistungsfähigkeitsproblematisch gemeldet, was einer Falschzuordnung von 26,1 % entspricht (im Dendrogramm → Distanz 12,2).

Bei dieser Clustervariante liegen nur die Clustergruppen 7 und 10 unter der Falschzuordnung von 26,1 %. Diese Gruppe mit 26,1 % Falschzuordnung (Gesamtheit) ist der Definition nach eine unproblematische Gruppe.

Die Clustergruppen 6 und 8 stellen jedoch problembelastete Gruppen dar und bringen somit trotz höherer Falschzuordnungsanteile, wie auch die Clustergruppen 7 und 10 ein verbessertes Ergebnis.

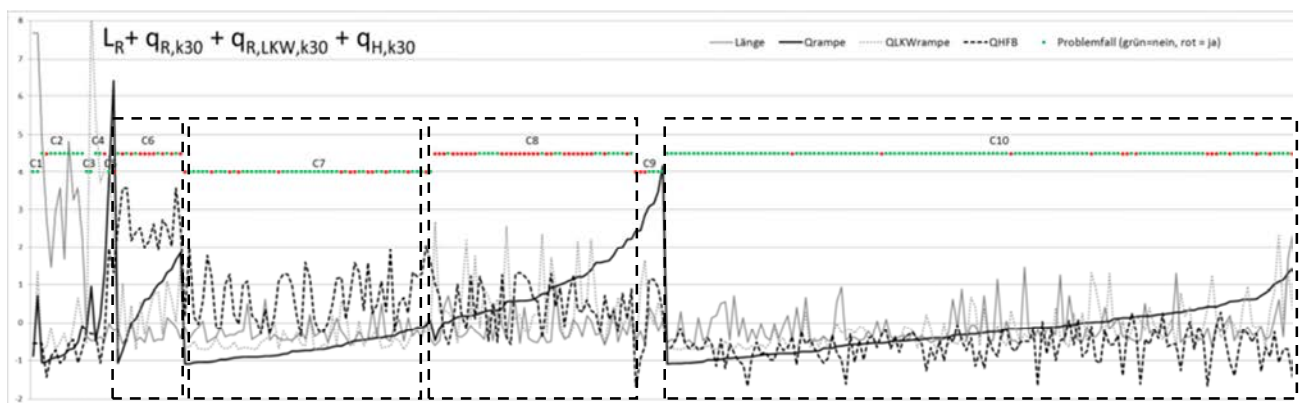


Abbildung 44: Clustergruppen aus Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$

Bringt eine Clustergruppe oder eine gesamte Clustervariante ein verbessertes Ergebnis, so wurden einzelne Merkmale der verschiedenen Clustergruppen im Detail analysiert und gegebenenfalls miteinander verglichen.

Die oben dargestellte Clustervariante hat bei 10 Clustergruppen eine gewichtete Falschzuordnung von 19,0 %.

Clustervariante $q_{R,k100+} + q_{H,k100}$

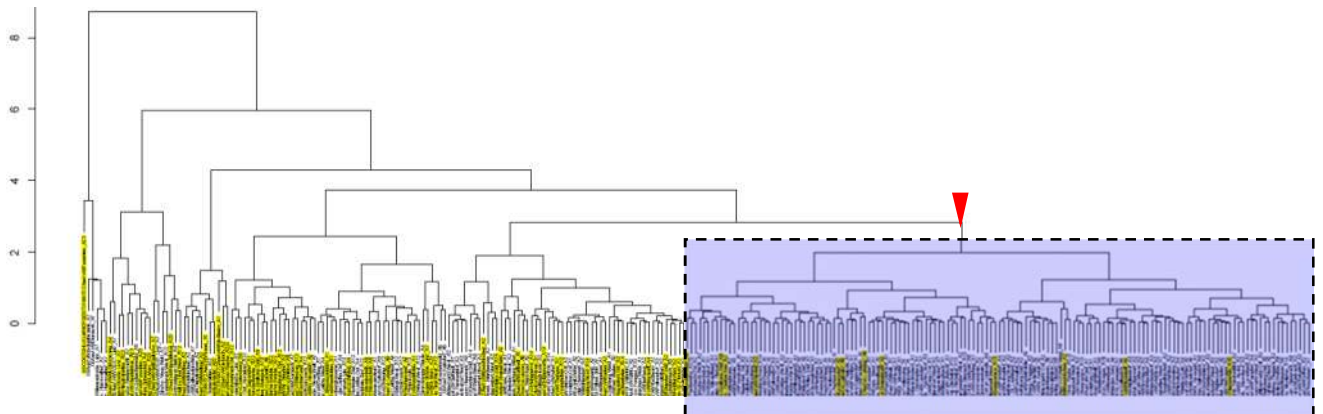


Abbildung 45: Dendrogramm aus Clustervariante $q_{R,k100+} + q_{H,k100}$

Werden nur die Belastungen der Hauptfahrbahn und Rampe (hier k-100) geclustert, so ergibt sich eine große Clustergruppe, welche der Kategorie „unproblematisch“ zugeordnet wird. In der blau hinterlegten Clustergruppe befinden sich 142 Objekte, wovon 12 als problematisch gemeldet wurden. Somit beträgt die Falschzuordnung hier nur 8 %.

Bei weiterer Analyse wurde festgestellt, dass von diesen 12 Objekten 7 nicht rampengenau (durch die ABM-Umfrage) zugeordnet wurden. Es ist somit möglich, dass sich nur 3,5 % problematische Ausfahrten in dieser Clustergruppe befinden.

Diese Clustervariante zeigt, dass die Rampenbelastung und die Belastung der Hauptfahrbahn in Kombination starken Einfluss auf Leistungsfähigkeitsprobleme einer Ausfahrt haben.

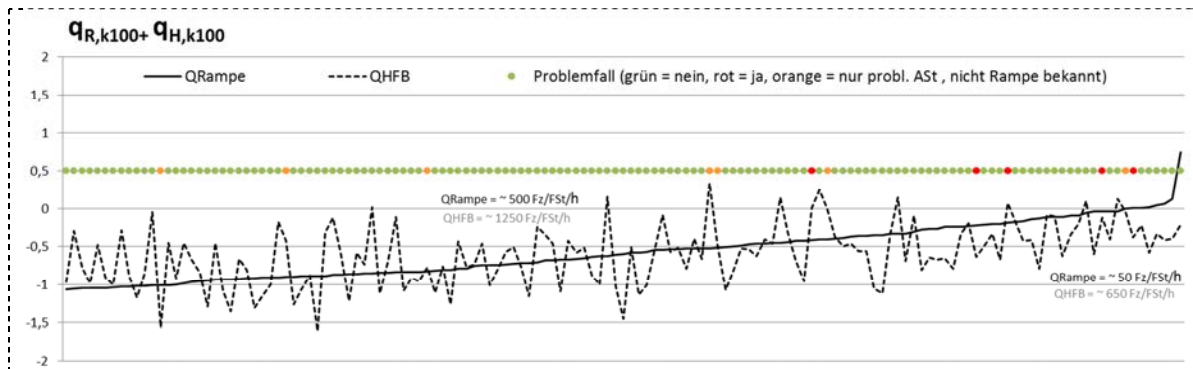


Abbildung 46: "Problemfreie" Clusterguppe aus Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100}$

Die Gruppe von Ausfahrten die als unproblematisch bezeichnet wird (nur wenige Rampen besitzen Leistungsfähigkeitsprobleme), ist in Abbildung 46 dargestellt. Grüne Punkte symbolisieren in Bezug auf die Leistungsfähigkeit problemfreie Ausfahrten, rote und orange Punkte problematische. Orange Punkte geben weiters an, dass keine genaue Rampenzuordnung getroffen wurde und es somit möglich ist, dass diese Rampen problemfrei sind.

Die in Abbildung 46 dargestellten Ausfahrten sind mit ihren standardisierten Werten dargestellt. Sie haben eine Hauptfahrbahnbelastung von unter 1250 Fz/h/FSt (k-100) und eine Rampenbelastung von unter 500 Fz/h/FSt (k-100). Dementsprechend zeigt diese Abbildung, dass bei geringer Hauptfahrbahnbelastung in Kombination mit geringen Rampenbelastungen, wie angenommen Leistungsfähigkeitsprobleme stark unwahrscheinlich sind.

Zum Umrechnen der in den Abbildungen (z.B. Abbildung 46, Abbildung 48 und Abbildung 50) angegebenen standardisierten Werten kann Tabelle 26 verwendet werden.

Tabelle 26: Standardisierte und reale Werte der Merkmale

MERKMAL	STABW.	MITTELWERT (0)	Wert 1	Wert -1
FSt-Anzahl Rampe	0,197	1,043	~1,24	~0,846
Radius der Rampe (min)	154	146,8	~300	~-7
Länge der Rampe	949,3	715,5	~1665	~-234
FSt-Anzahl HFB	0,595	2,369	~2,9	~1,8
V0_HFB	19,665	117,8	~137	~98
q Rampe/FSt - k30	493,2	539,9	1033	47
q RampeLKW/FSt - k30	44,5	31,5	76	-13
Ausfädelungsgrad	0,126	0,17	0,3	0,044
q HFB/FSt - k30	485,9	1107,8	1594	622
q HFB_LKW/FSt - k30	69,3	157,9	227	89
Auslastung ng Netz	0,705	0,79	~ 150%	~ 8,5%
Fz/FSt k-100 der Rampe	466,94	495,65	~ 965	~ 29
LKW/FSt k-100 der Rampe	41,22	28,72	~ 70	~- 12,5
Fz/FSt k-100 der HFB	574,2	1234,2	~1808	~660
LKW/FSt k-100 der HFB	72,3	170,5	~243	~98,2
Auslastung HFB	0,238	0,75	~0,99	~0,512
V-Verh.	0,163	0,53	~0,693	~0,367
Knoten ugN	0,855	1,50	~2,355	~0,645
Kategorie	0,394	1,22	~1,614	~0,826

Clustervariante $q_{R,k100} + L_R + V0_H + Kn + N_K$

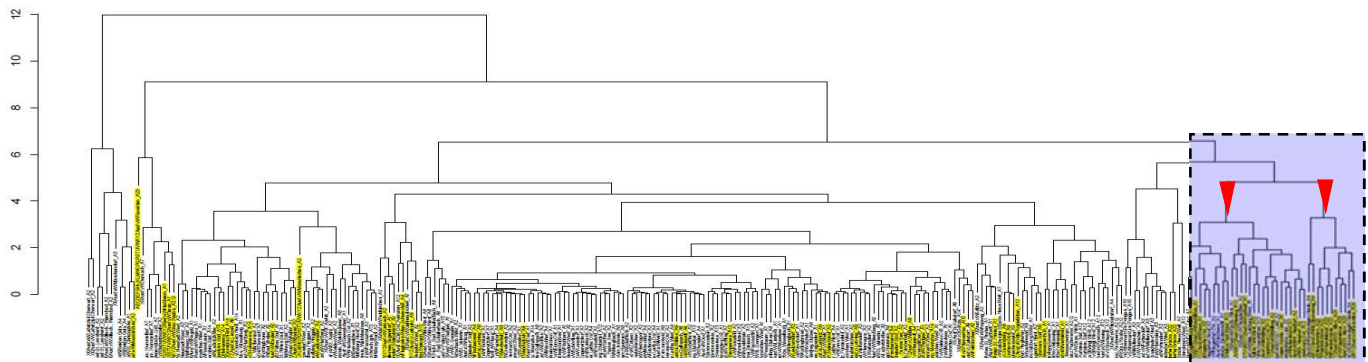


Abbildung 47: Dendrogramm aus Clustervariante $q_{R,k100} + L_R + V0_H + Kn + N_K$

Wird die Clustervariante „ $q_{R,k100} + L_R + V0_H + Kn + N_K$ “ betrachtet (s. Abbildung 47), so gibt es kaum Gruppen mit geringer Falschzuordnung, ausschließlich die zwei blau markierten Clustergruppen sind „problematisch“. Es stellt eine wenig zufriedenstellende Merkmalszusammenstellung dar, da weder Clustergruppen mit hoher Trennwirkung gefunden werden, noch Clustergruppen mit geringer Falschzuordnung erzielt werden.

- Gruppe 1 ist eine „problematische“ Gruppe und beinhaltet 27 Objekte (davon 11 problemfrei), die Falschzuordnung beträgt hier 40,7 %.
- Gruppe 2 ist ebenfalls eine „problematische“ Gruppe und beinhaltet 10 Objekte (davon 2 problemfrei), die Falschzuordnung beträgt hier dementsprechend 20 %.

Vereinigt man die Gruppe 1 und 2 (s. Abbildung 48) so erhält man eine Clustergruppe mit 37 Objekten (davon nur 13 problemfrei) = „problematisch“. Die Falschzuordnung beträgt hier 35,1 %, somit wurde ca. jedes dritte Objekt falsch zugeordnet.

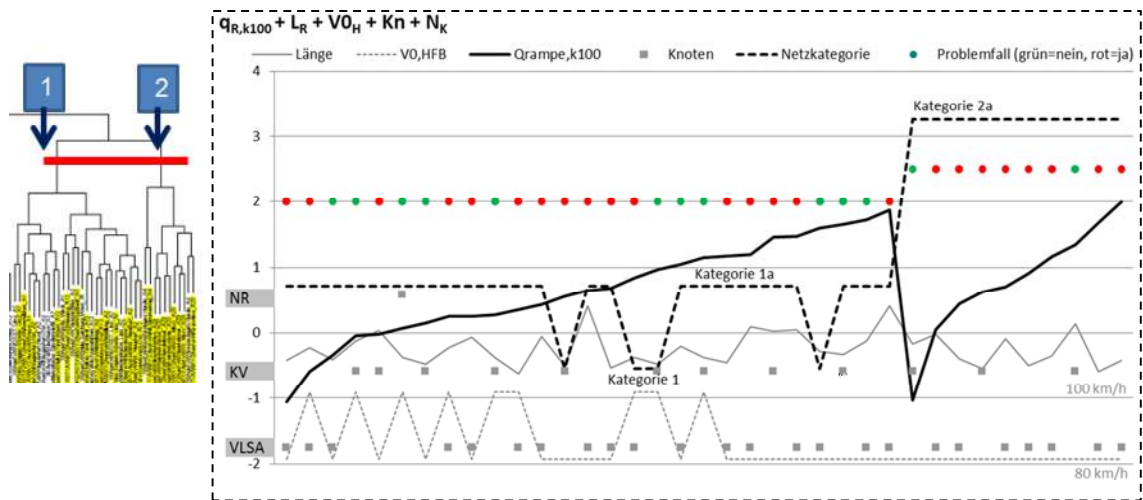


Abbildung 48: Clustergruppe aus Clustervariante $q_{R,k100} + L_R + V_{0,H} + K_n + N_K$

Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$

Diese Clustervariante bringt bei einer Distanz von 3,8 vier homogene Clustergruppen (in Abbildung 49 als strichlierte Kästchen mit rotem Pfeil, in Abbildung 50 strichliert dargestellt) mit sich, bezogen auf die Leistungsfähigkeitsprobleme. Die Clustervariante ist nachfolgend sowohl als Dendrogramm als auch mit den einzelnen Markmalen (standardisierte Werte) dargestellt.

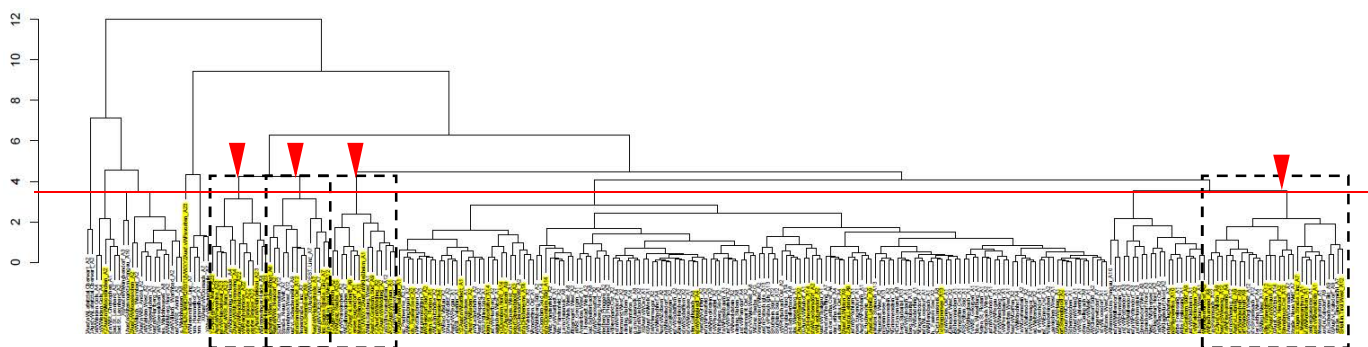


Abbildung 49: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$

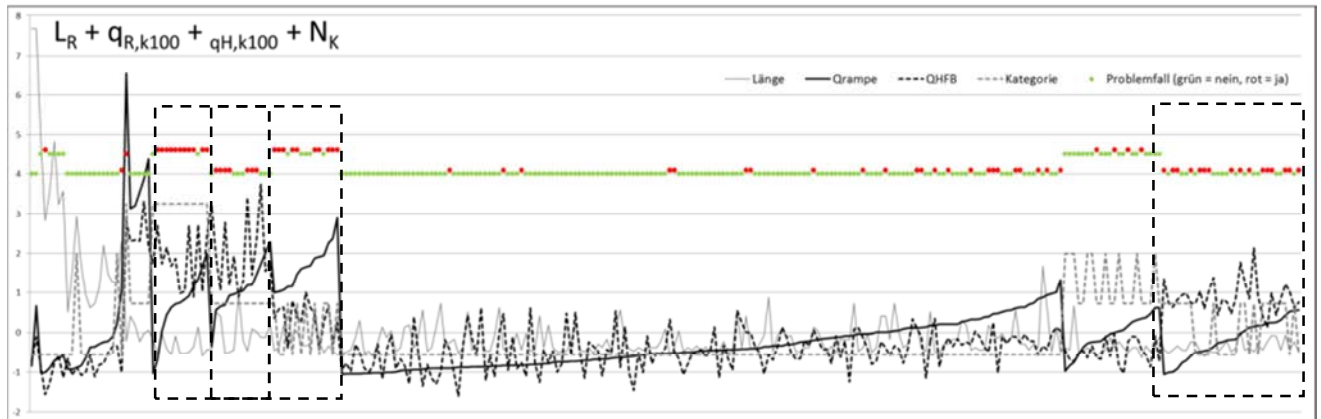


Abbildung 50: Clustergruppen aus Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K$

Weitere Beispiele:

In den folgenden Abbildungen werden weitere Clustervarianten dargestellt, die homogene Gruppen beinhalten, jedoch im Bericht nicht im Detail angegeben werden. Ähnlich wie die auf den vorherigen Seiten als Beispiel dargestellten Clustervarianten wurden diese analysiert, um Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit festzustellen. Homogene Gruppen sind mit einem strichlierten Kästchen und einem roten Pfeil dargestellt. Kästchen mit vielen gelb markierten Rampen sind problematische Gruppen, Kästchen mit wenigen gelb markierten Rampen sind unproblematische Gruppen. Es sind nur Gruppen mit geringer Falschzuordnung markiert.

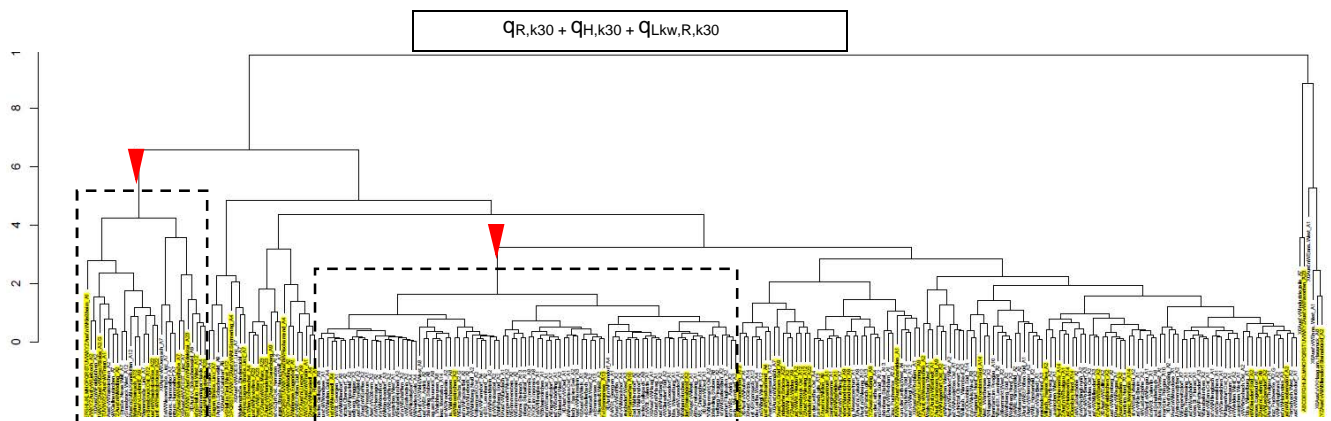


Abbildung 51: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,R,k30}$

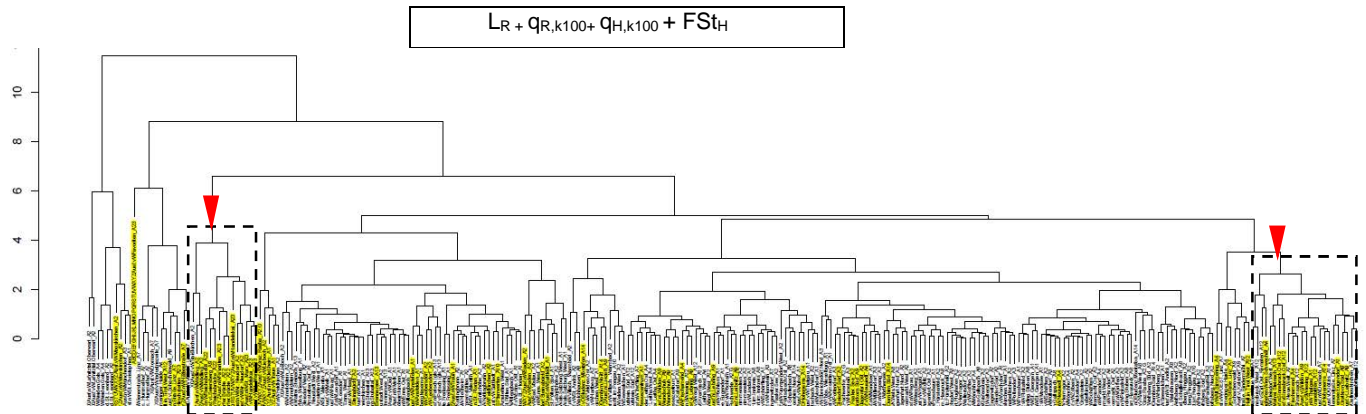


Abbildung 52: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + FSt_H$

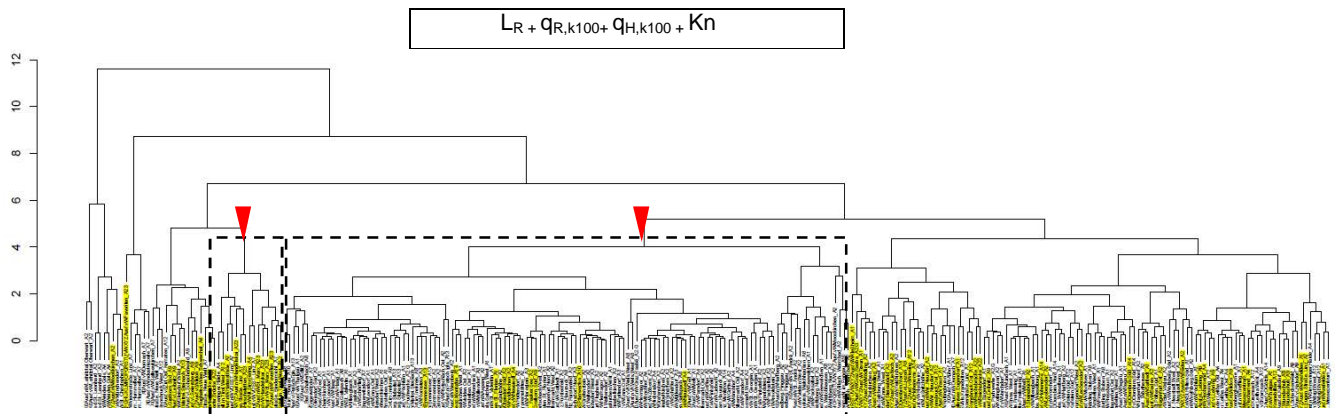


Abbildung 53: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$

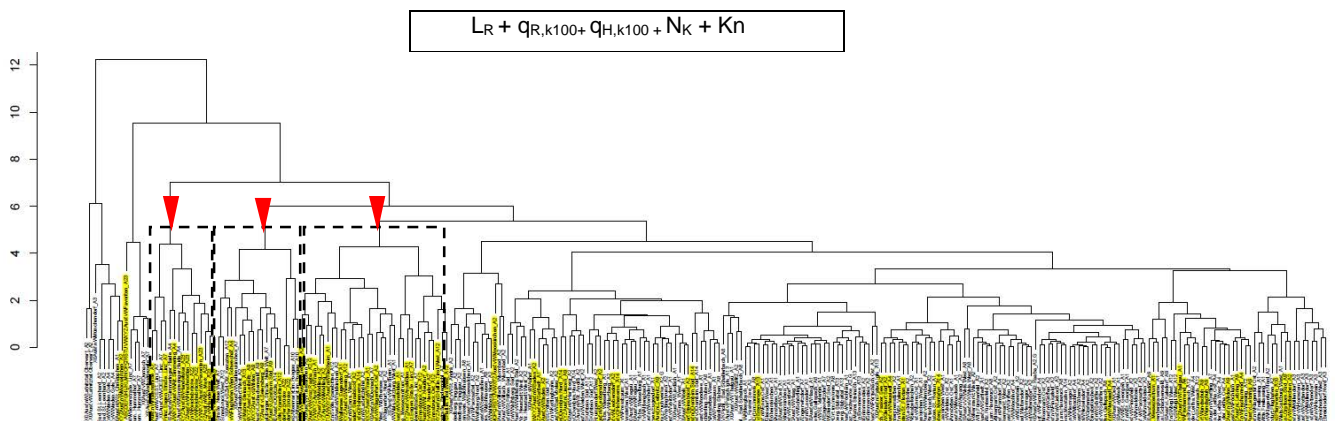


Abbildung 54: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k100} + q_{H,k100} + N_K + Kn$

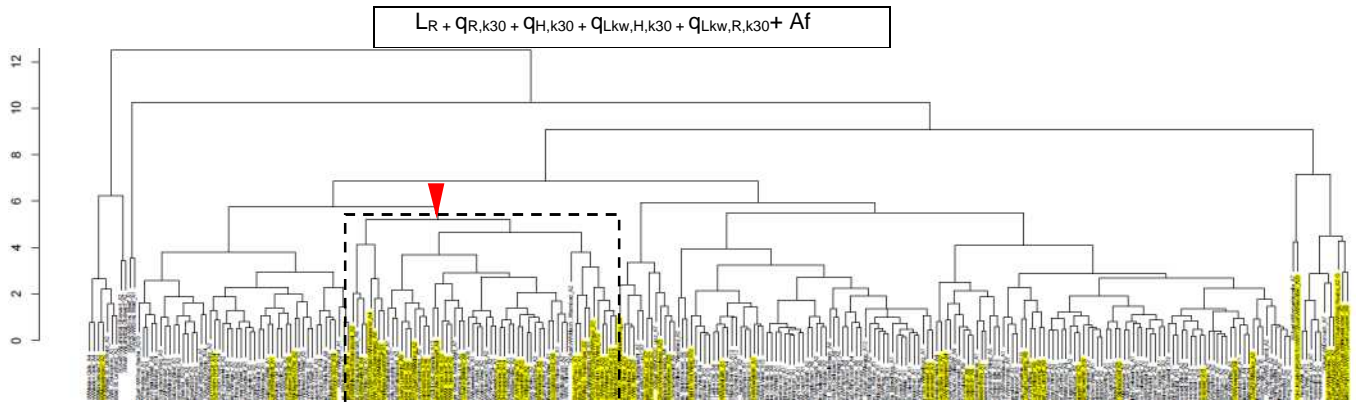


Abbildung 55: Dendrogramm zum Clustervariante $L_R + q_{R,k30} + q_{H,k30} + q_{Lkw,H,k30} + q_{Lkw,R,k30} + Af$

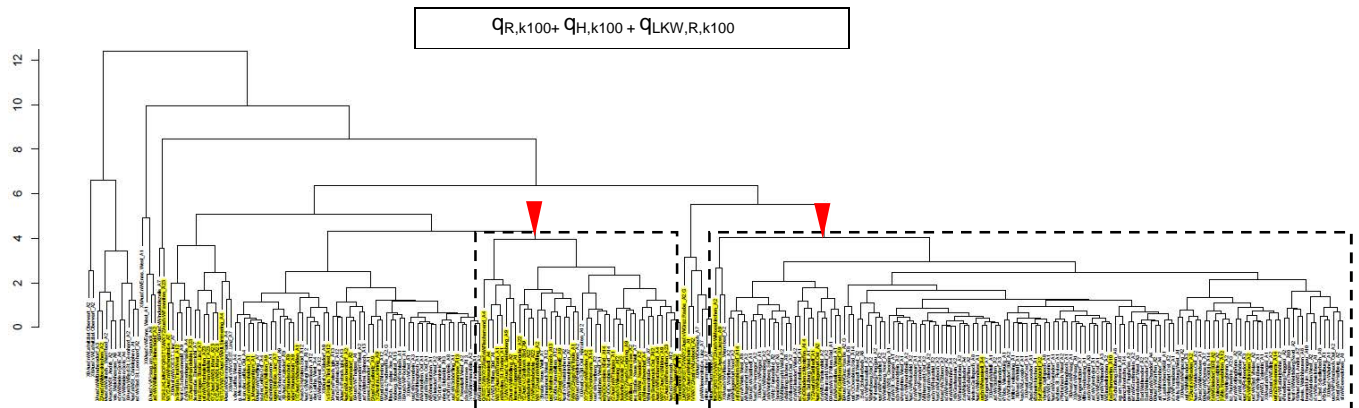


Abbildung 56: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100} + q_{Lkw,R,k100}$

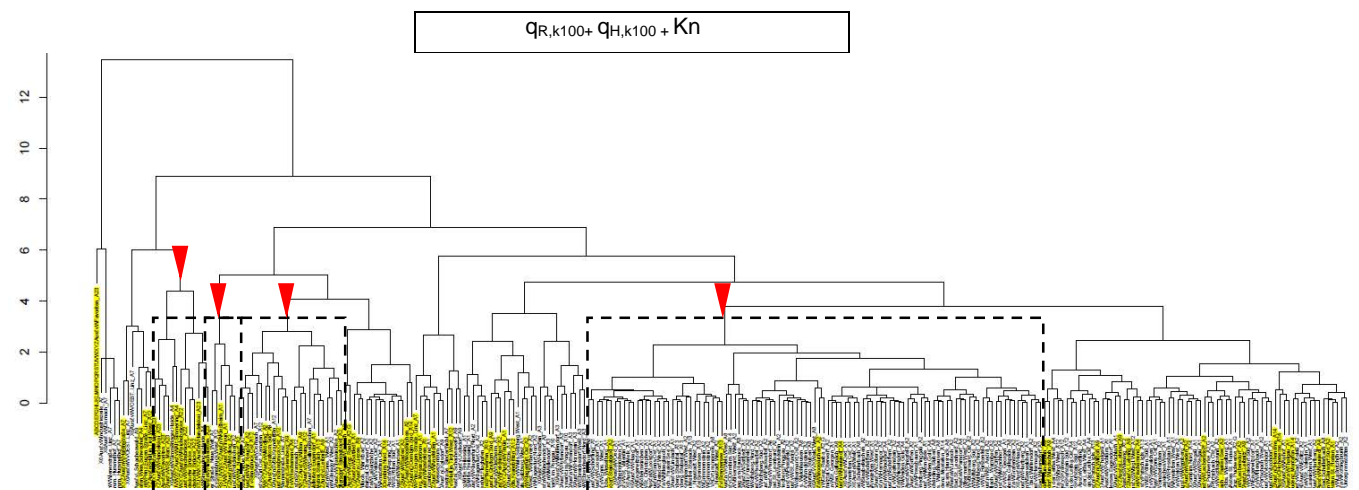


Abbildung 57: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + q_{H,k100} + Kn$

Beispiele für sehr schlechte Trennwirkung, bzw. hohe Falschzuordnung:

Nachfolgend werden einige Clusterverfahren angegeben, die eine hohe Falschzuordnung und geringe Trennwirkung haben. Demnach bildet die Zusammenstellung der Einflussgrößen (Merkmalszusammenstellung) keine signifikanten Gruppen in Bezug auf die durch die ABM-Umfrage gelisteten leistungsfähigkeitproblematischen Anschlussstellen.

Ausfahrten

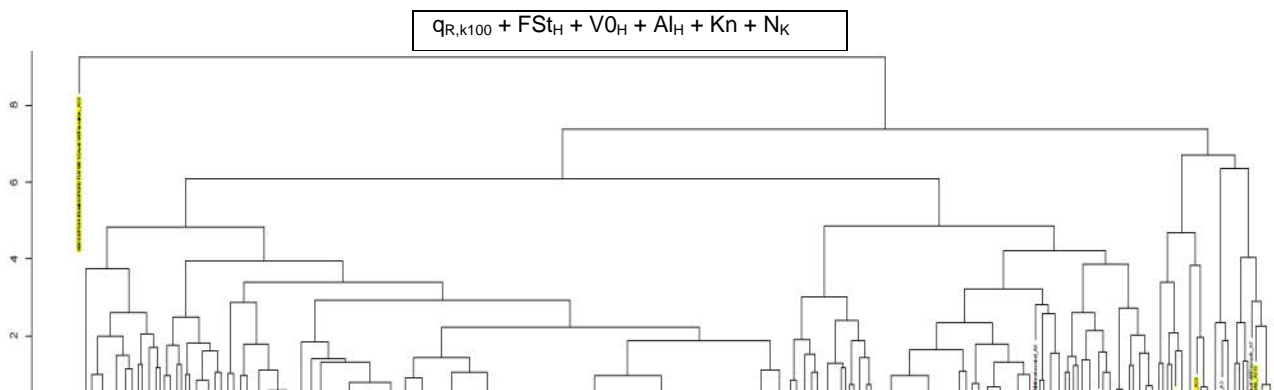


Abbildung 58: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{R,k100} + FSt_H + V0_H + Al_H + Kn + N_K$

Einfahrten

Bei den Einfahrten wurde keine bessere Trennwirkung als in Abbildung 59 dargestellt gefunden. Demnach konnten bei den Einfahrten mit der Clusteranalyse keine signifikanten Analyse-Ergebnisse (Einfluss verschiedener Merkmale auf die Leistungsfähigkeit) erzielt werden.

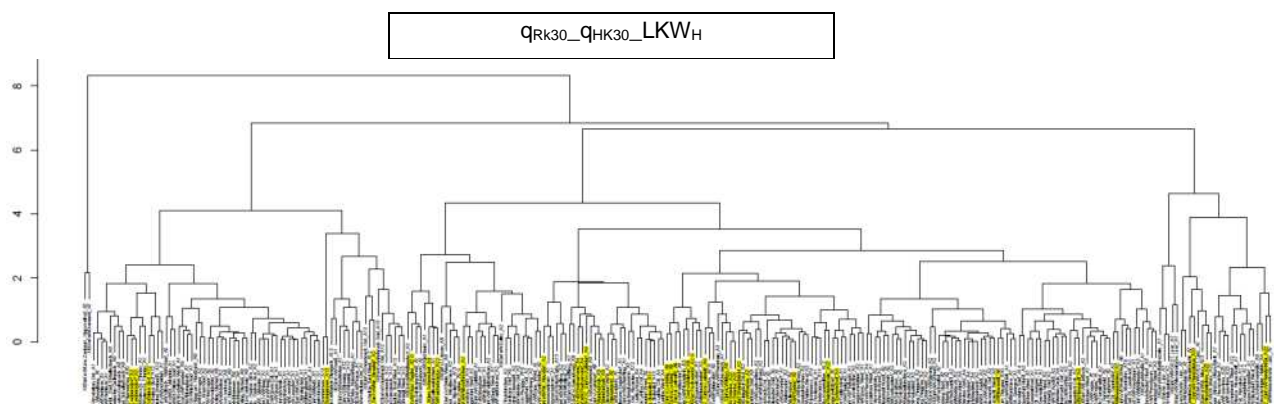


Abbildung 59: Dendrogramm zum Clustervariante $q_{Rk30} q_{HK30} LKW_H$

6.4 Ergebnisse der Clusteranalyse

Es konnte festgestellt werden, dass die Clusteranalyse eine geeignete Methode ist, um Rampen mit verschiedenen Anschlussstellen-Merkmalen in Gruppen zu gliedern. Es wurden signifikante Zusammenhänge von ASt-Merkmalen und Leistungsfähigkeit gefunden, wenn folgende Merkmale gemeinsam miteinbezogen wurden:

- Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn
- Verkehrsbelastung auf der Rampe
- Rampenlänge bis zum nächstmöglichen Halt
- Knotenpunktform am Anschluss an das untergeordnete Netz

Durch die Clusteranalyse unter Einbeziehung der im Projekt ODIMAST erfassten bzw. enthaltenen Anschlussstellenmerkmale und Rampen konnten folgende Aussagen zur Leistungsfähigkeit bestätigt werden:

- *Höhere Belastungswerte führen zu einer Häufung von Leistungsfähigkeitsproblemen.*

Die Verkehrsstärke von Hauptfahrbahn und Rampenfahrbahn sollte immer gemeinsam analysiert werden, da durch die Einbeziehung beider Größen bessere Resultate bezüglich der Gruppenbildung (problembehaftet/problemfrei) in der Clusteranalyse festgestellt wurden. Die Verkehrsstärke (und auch deren Prognose) ist essentiell, um Anschlussstellen bzw. deren Rampen richtig bemessen zu können. Die Clusteranalyse zeigte, dass sich bei Ausfahrtsrampenbelastungen ab 700 Fz/h/FSt oder einer Gesamtbelastung (gemittelte Fahrstreifenbelastung der Hauptfahrbahn und Ausfahrtsrampe gemeinsam) ab 1.500 Fz/h/FSt vermehrt Leistungsfähigkeitsprobleme einstellen. 70 der 146 Ausfahrtsrampen (48 % bzw. ca. jede zweite Ausfahrtsrampe), die die oben angegebene Belastung aufwiesen, waren als problematisch eingestuft.

- *Kurze Rampenlängen wirken sich negativ auf den Verkehrsfluss aus.* Die Länge der Ausfahrtsrampenfahrbahn sollte auf die Verkehrsstärke der Rampe (q_A) und der Hauptfahrbahn (q_{HFB}) abgestimmt werden. Bei Ausfahrtsrampen mit geringer Verkehrsbelastung konnten keine negativen Auswirkungen auf den Verkehrsfluss festgestellt werden. Bei höheren Verkehrsstärken sind demnach die negativen Auswirkungen viel größer als bei geringen Verkehrsstärken und zu kurz gewählten Rampenlängen.

- Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m sollten vermieden werden
- Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m sind wünschenswert (vor allem bei höherbelasteten Ausfahrten)
- *VLSA werden vermehrt dort eingesetzt, wo Knoten höher belastet sind.* Signalisierte Knotenpunkte werden häufig dort eingesetzt, wo andere Lösungen versagen. Dies konnte durch die Clusteranalyse bestätigt werden – heißt aber nicht, dass VLSA eine ungeeignete Knotenpunktform darstellt. Knotenpunkte müssen bestmöglich auf die Verkehrsbelastungen aus dem untergeordneten und hochrangigen Straßennetz abgestimmt werden.
- *Die Kategorisierung nach Kategorisierungsdienstanweisung hat keinen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Ausfahrtsrampen.* Anschlussstellen im Bereich der „a“-Kategorien (Kategorien im Ballungsraum) haben meist sehr hohe Verkehrsbelastungen, demnach liegt eine Korrelation der „a“-Kategorien mit der Verkehrsbelastung vor und Leistungsfähigkeitsprobleme werden häufiger. Bei anderen Kategorien konnten keine signifikanten Aussagen getätigt werden.

Folgende Annahmen, bezogen auf Ausfahrtsrampen, wurden durch fehlende Signifikanz in der Clusteranalyse nicht bestätigt:

- Durch hohe Kurvigkeit oder kleine Rampenradien verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit.
Es konnte durch geringe Radien keine signifikante Verschlechterung festgestellt werden. Die Annahme, dass eine hohe Kurvigkeit bzw. geringe Radien zu einem inhomogenen Verkehrsfluss führen und sich somit negativ auf die Leistungsfähigkeit auswirken, konnte durch die Clusteranalyse nicht bestätigt werden.
- Analog zu den Rampenradien (Geschwindigkeit V_{85} in Abhängigkeit) konnte nicht bestätigt werden, dass die Geschwindigkeiten (V_{85}) auf der Rampe signifikante Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben.
- Die Annahme, dass niedrigere erlaubte Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn zu einer Homogenisierung des Verkehrs und somit zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit führen, konnte, bezogen auf Ausfahrtsrampen, durch die Clusteranalyse nicht bestätigt werden.

- Die Annahme, dass größere Unterschiede der Geschwindigkeiten von Fahrzeugen auf der Hauptfahrbahn und Rampe (Geschwindigkeitsverhältnis von Hauptfahrbahn und Rampe) negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben (inhomogener Verkehrsfluss) konnte nicht bestätigt werden.
- Der Lkw-Anteil wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit aus. Diese Aussage konnte nicht bestätigt und auch nicht verneint werden, da der Lkw-Anteil im Verkehrsmodell oft großen Schwankungen unterlag. Dementsprechend ist durch die Clusteranalyse keine ausreichend genaue Aussage zum Lkw-Verkehr möglich.
- Die Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn hat Einfluss auf die Leistungsfähigkeit. Auch diese Annahme konnte wegen fehlender Signifikanz nicht bestätigt werden. Weder eine höhere noch eine niedrigere Fahrstreifenanzahl (auch in Zusammenhang mit verschiedenen anderen Anschlussstellenmerkmalen) scheinen ausschlaggebend für Leistungsfähigkeitsprobleme zu sein.

Aus der Clusteranalyse verschiedener Merkmalszusammenstellungen sind vor allem bei den Einfahrten keine eindeutigen Aussagen über die Abhängigkeit zwischen Anlageverhältnissen und der Leistungsfähigkeit feststellbar.

Für die Planung sind relationsfein die Dimensionierungsbelastungen erforderlich und mögliche Lastrichtungen (Morgen- und Abendspitze) sind zu berücksichtigen. Insbesondere auf eine plausible Ermittlung der Rückstaulängen ist zu achten. Bei Neuplanungen empfiehlt es sich, für alle Knotenpunktformen ausreichend Reserven und Stauraum einzuplanen, damit vorhandene Unschärfen in der Prognose bzw. bei den Annahmen zu den Lastrichtungen und Abbiegerelationen Berücksichtigung finden. Die Netzkategorie ist wichtig für die Planung und wurde auch in der Analyse als Einflussfaktor definiert. Vor allem für Rampen im urbanen Raum ist es sinnvoll, mehr Aufwand in die Erfassung von Grundlagendaten, Prognosewerten, Belastungsrichtungen,... zu stecken.

Durch die wiederkehrenden Ergebnisse wurde versucht, eine allgemein gültige Darstellung des Zusammenhangs zwischen Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn und Verkehrsbelastung auf der Ausfahrtsrampe zu erarbeiten.

Zur Verallgemeinerung wurden folgende Annahmen getroffen: Die Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn wird auf einen Fahrstreifen gemittelt [Fz/h/FS]. Bei einer

Verkehrsbelastung von 3.000 Fz/h und drei Fahrstreifen wird demzufolge bei einem Fahrstreifen von einer Belastung von 1.000 Fz/h/FSt ausgegangen.

Nach diesem Schema wird auch die Verkehrsbelastung der Rampe (falls mehr als ein Fahrstreifen vorhanden) berechnet. Das Diagramm in Abbildung 60 kann als Basis für zwei-, drei- und vierstreifige Autobahnen/Schnellstraßen verwendet werden, stellt jedoch lediglich eine Abschätzung, die durch die Clusteranalyse ermittelt wurde, dar.

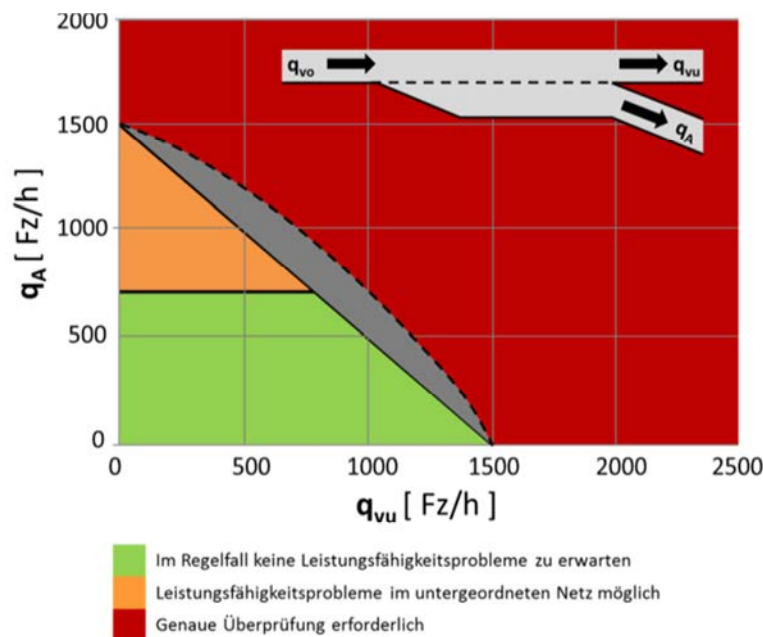


Abbildung 60: Leistungsfähigkeitsprobleme in Zusammenhang mit den Verkehrsstärken

Grundsätzlich funktioniert die Clusteranalyse für das Finden homogener Gruppen von Ausfahrten sehr gut, dennoch konnten wenig neue Erkenntnisse festgestellt werden. Vor allem unterschiedliche Sichtverhältnisse, auch bei gleicher geometrischer Form, verschiedene Fahrweisen je nach Region, Belastungsrichtungen im untergeordneten Netz,... sind Einflussgrößen, die nicht berücksichtigt werden konnten und Anschlussstellen sehr verschieden machen. Da in der Gesamtanalyse solche Einflussgrößen nicht berücksichtigt werden konnten (Datenerfassungsaufwand unverhältnismäßig hoch), wurden die Ergebnisse allgemein gehalten und sind demnach auch allgemein gültig. Sinnvoll wäre es, die Anschlussstellendatenbank zu ergänzen, um mehr Informationen über die Anschlussstellen am gesamten österreichischen Straßennetz zu erhalten. Da Österreichs Anschlussstellen sehr verschieden sind, werden im folgenden Kapitel drei verschiedene Anschlussstellen im Detail untersucht, um die bereits getätigten Aussagen zu ergänzen.

7 DETAILANALYSE AUSGEWÄHLTER ANSCHLUSSSTELLEN

7.1 Analyserahmen

7.1.1 Ziele

Als Basis für die Detailanalyse dienten die Erkenntnisse aus der Gesamtanalyse (Kapitel 3 bis Kapitel 6). Das Hauptaugenmerk bei der Detailanalyse lag auf den Leistungsfähigkeitsberechnungen und der Unfalldatenauswertung, der Ausarbeitung von Empfehlungen zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastung sowie auf der Ausarbeitung von Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung und zur Verkehrssicherheit. Die Durchführung der Detailanalyse erfolgte für drei ausgewählte Anschlussstellen, deren Auswahl im nachfolgenden Kapitel 7.3 erläutert ist. Das Untersuchungsgebiet an der jeweiligen Anschlussstelle umfasst die Hauptfahrbahn, Rampen und den Anschluss an das untergeordnete Straßennetz.

7.1.2 Arbeitshypothesen

Im Vorfeld zur Detailanalyse wurden die folgenden Arbeitshypothesen aufgestellt, die es anhand der verkehrstechnischen Nachweisführung zu verifizieren galt:

- Neben den Anlageverhältnissen spielt vor allem die Nachfragestruktur eine entscheidende Rolle für die optimale Gestaltung von Anschlussstellen
- Der korrekten Ermittlung der Dimensionierungsbelastung kommt ein wesentlicher Stellenwert für die Wahl und Ausbildung des Anlagensystems zu
- Auf Richtungsfahrbahnen des hochrangigen Straßennetzes spielt die Belastungsaufteilung auf die Fahrstreifen eine wesentliche Rolle
- Die Leistungsfähigkeit der Anbindung an das untergeordnete Straßennetz wird wesentlich von den Belastungsverhältnissen der Einzelfahrrelationen bestimmt
- Ein Hauptaugenmerk ist dabei auf die unterschiedlich ausgeprägten tageszeitlichen Lastrichtungen zu legen
- Unterschiedliche Bemessungsverfahren bedürfen unterschiedlicher Ansätze zur Ermittlung der Dimensionierungsbelastung
- An signalisierten Kreuzungen im Bereich von Anschlussstellen sind bedingt verträgliche Verkehrsströme sicherheitsproblematisch

Die Lastrichtung ist jene Richtung, in welche sich die Verkehrsteilnehmer mehrheitlich innerhalb eines bestimmten Zeitraums bewegen.

Als signaltechnisch bedingt verträglich geführte Verkehrsströme werden gleichzeitig freigegebene, gegenüber anderen Verkehrsströmen benachrangte Abbiegeströme bezeichnet.

7.1.3 Verkehrs- und Unfalldaten

Als Grundlage für die verkehrstechnischen Nachweise wurden von der ASFINAG aktuelle Verkehrsdaten (Juli 2013 bis Juli 2014) von Dauerzählstellen auf der Hauptfahrbahn und den Rampen im Bereich der drei ausgewählten Anschlussstellen zur Verfügung gestellt. Die Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Straßennetz wurden anhand von bereitgestellten Knotenstromzählungen beurteilt. Nicht vorhandene Daten wurden durch eigene Verkehrszählungen erhoben.

Vor der weiteren Verwendung wurden die vorhandenen Verkehrsdaten zunächst aufbereitet und auf Plausibilität überprüft. Bei den übermittelten Langzeitdaten des hochrangigen Netzes waren bei fast allen Messquerschnitten einige Datenaufzeichnungsausfälle von unterschiedlichem Ausmaß (eine Stunde bis mehrere Wochen) zu verzeichnen. Nicht plausible bzw. unvollständige Datensätze wurden nicht weiter verwendet (z.B. wurden für die Ermittlung der JD TV jene Tage ausgeschieden, an denen mindestens eine Stunde in der Datenaufzeichnung fehlte).

Die Leistungsfähigkeitsbeurteilungen erfolgten generell für die aktuellen Bestandszahlen (2013/2014) und nicht für einen Prognosefall. Detailliertere Angaben zu den verwendeten Verkehrsdaten finden sich bei der Detailanalyse der jeweiligen Anschlussstelle (Kapitel 7.4 bis 7.6).

Die Unfalldaten (Unfälle mit Personenschaden) von den Jahren 2008 bis 2013 für das hochrangige und untergeordnete Straßennetz der drei ausgewählten Anschlussstellen wurden vom Kuratorium für Verkehrssicherheit zur Verfügung gestellt.

7.1.4 Verwendete Unterlagen für die Detailanalyse

Die folgenden Unterlagen wurden im Zuge der Detailanalyse verwendet:

- BMVIT Kategorisierungsdienstanweisung (2012): Dienstanweisung zur Kategorisierung des Bundesstraßennetzes nach der räumlich-verkehrlichen Funktion gemäß RVS 03.01.13 („Kategorisierungsdienstanweisung“). BMVIT – IV/ST1, Fassung 2012.

- ESA V 3.1 (2013): Erweiterte Strategische Analyse für Anschlussstellenwünsche. Projektierungshandbuch der ASFINAG, Stand September 2013.
- HBS (2001/2009): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ausgabe 2001, Fassung 2009.
- RVS 02.01.13: Verkehrserzeugung von Einkaufszentren und multifunktionalen Zentren. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe November 2014.
- RVS 02.02.21: Verkehrssicherheit – Verkehrssicherheitsuntersuchung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe August 2004.
- RVS 03.01.11: Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juli 2012.
- RVS 03.01.13: Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juli 2012.
- RVS 03.03.21: Trassierung – Räumliche Linienführung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juni 2001.
- RVS 03.03.23: Linienführung und Trassierung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe August 2014
- RVS 03.03.31: Querschnitte – Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.
- RVS 03.05.11: Knoten – Planungsgrundsätze. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.
- RVS 03.05.12: Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2007.
- RVS 03.05.13: Knoten – Gemischte und Planfreie Knoten. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2001.
- RVS 03.05.14: Plangleiche Knoten – Kreisverkehre. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Oktober 2010.

- RVS 05.04.32: Verkehrslichtsignalanlagen – Planen von Verkehrslichtsignalanlagen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Oktober 1998.
- Signalprojekte ASt Handelskai: Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007, Stand Februar 2013), Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008, Stand Juli 2011), Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009, Stand Juli 2011), Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010, Stand August 2014), Stadt Wien – MA 33.
- Signalprojekte ASt Seiersberg: Kreuzung L313 Seiersbergerstraße / A09 Rampen, Stand August 2005, IKK ZT-GmbH.
- Unfalldaten hochrangiges und untergeordnetes Straßennetz: A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost, Unfälle mit Personenschaden, 2008 – 2013, Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Verkehrsdaten hochrangiges Straßennetz: A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost, fahrstreifenfeine Stundendaten, Juli 2013 – Juli 2014, ASFINAG.
- Verkehrsdaten ASt Handelskai: Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz, Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4, Handelskai / Johann-Böhm-Platz, Handelskai / Unbenannte Gasse 4, Knotenstromdaten, 02.02.2011 und 03.02.2011, Stadt Wien.
- Verkehrsdaten ASt Seiersberg: Rampen, Einzelfahrzeugdaten, 06.10.2014 – 19.10.2014, IKK ZT-GmbH.
- Verkehrsdaten ASt Seiersberg: Kreuzungen L313 Seiersbergerstraße / A09 Rampen und L323 Neuseiersbergerstraße / A09 Rampen, Knotenstromdaten, 10.10.2014, IKK ZT-GmbH.
- Verkehrsdaten ASt Innsbruck Ost: Zubringer B174, querschnittbezogene Monatsdaten, Juli 2013 – Juli 2014, Land Tirol.
- Verkehrsdaten ASt Innsbruck Ost: Zubringer B174, prozentuale Quelle-Ziel-Beziehungen der Verflechtungsstrecke, 2008, Stadt Innsbruck.
- Verkehrsdaten ASt Innsbruck Ost: Kreuzungen B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (Leiner), B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (DEZ) und B174 Innsbrucker Straße / Tankstelle, Knotenstromdaten, 26.09.2014, IKK ZT-GmbH.

7.2 Beurteilungsmethode

Im Rahmen der Detailanalyse wurden für die drei ausgewählten Anschlussstellen die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit beurteilt (Kapitel 7.4 bis 7.6). Die Erkenntnisse aus diesen Beurteilungen dienten in weiterer Folge einerseits für die Verifizierung der zuvor beschriebenen Arbeitshypothesen und andererseits für die Ausarbeitung von Empfehlungen zur Dimensionierungsbelastung, Leistungsfähigkeitsberechnung und Verkehrssicherheit (Kapitel 8). Weiters wurden Verbesserungsvorschläge für die Problembereiche an der jeweiligen Anschlussstelle angegeben (Kapitel 9).

Bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit wurde weitgehend das österreichische Regelwerk angewandt. Bei Nachweisen, zu denen keine österreichische Richtlinie existiert, wurde auf eine entsprechende deutsche Richtlinie zurückgegriffen. Die Leistungsfähigkeitsnachweise der Anlagenelemente der drei ausgewählten Anschlussstellen wurden nach der folgenden Beurteilungsmethode geführt.

7.2.1 Hauptfahrbahn

Im Kapitel 7 wird die Freistrecke vor bzw. nach der Anschlussstelle als Hauptfahrbahn bezeichnet. Die Kategorie und Bemessungsstunde des Beurteilungsabschnitts an der jeweiligen Anschlussstelle ist in der RVS 03.01.13 (Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen, 07/2012) bzw. Dienstanweisung zur Kategorisierung des Bundesstraßennetzes nach der räumlich-verkehrlichen Funktion gemäß RVS 03.01.13 („Kategorisierungsdienstanweisung“, BMVIT, Fassung 2012) definiert. Anhand dieser Angaben wurde für jede Richtungsfahrbahn ein k_x -Faktor aus der Jahresdauerlinie einer Dauerzählstelle im Beurteilungsabschnitt bestimmt. Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken wurde der für die jeweilige Fahrtrichtung bestimmte k_x -Faktor auf den beiden untersuchten Streckenabschnitten (vor und nach der Anschlussstelle) angesetzt. Die Leistungsfähigkeitsberechnung erfolgte gemäß RVS 03.01.11 (Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen, 07/2012).

7.2.2 Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeit der Ein- bzw. Ausfahrt wurde gemäß HBS 2001/2009 bewertet. Eine weitere Bewertung nach RVS erfolgte nicht, da z.B. in der ESA eine Bewertung nach HBS empfohlen wird.

Für die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke der Ein- bzw. Ausfahrt wurden die JDTV der jeweiligen Rampe und der k_x -Faktor der zugehörigen Richtungsfahrbahn herangezogen. Diese Methode wurde einheitlich bei allen Rampen angewandt, da auf Rampen meist keine eigene Dauerzählstelle vorhanden ist und somit kein eigener k_x -Faktor ermittelbar ist.

Beim Einfädelnachweis muss eine Annahme der Verkehrsstärke des rechten durchgehenden Fahrstreifens der Hauptfahrbahn getroffen werden, da meist kein Messquerschnitt direkt oberhalb des Einfädungsbereichs vorhanden ist. Um die Bedeutung dieser Annahme aufzuzeigen, wurde die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens auf zwei unterschiedliche Arten bestimmt und damit jeweils der Einfädelnachweis geführt. Bei der ersten Variante wurde die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens auf Höhe der Einfädung anhand der Fahrstreifenaufteilung eines Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im Beurteilungsabschnitt (beim Nachweis mit „Realdaten“ bezeichnet), bei der zweiten Variante anhand der Fahrstreifenaufteilung eines Diagramms aus der Literatur auf Basis von empirischen Untersuchungen auf der freien Strecke (beim Nachweis mit „Diagramm“ bezeichnet) abgeleitet.

Realdaten	Diagramm (Literatur)
Ableitung der Belastungsaufteilung auf die Fahrstreifen anhand eines Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im näheren Umfeld	Ableitung der Belastungsaufteilung auf die Fahrstreifen auf Basis von Diagrammen aus empirischen Untersuchungen auf der freien Strecke des hochrangigen Netzes
Gesonderte Ermittlung für Pkw und Lkw	Annahme der Fahrstreifenaufteilung für den Schwerverkehr
Messdaten der ASFINAG	<p>Beispiel aus der Literatur</p> <p>Quelle: „Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufes auf Straßen“, Heft 669</p>

Abbildung 61: Varianten Leistungsfähigkeitsberechnung Einfahrt

7.2.3 Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Die Leistungsfähigkeit der signalisierten Knotenpunkte wurde gemäß RVS 05.04.32 (Planen von Verkehrslichtsignalanlagen, 10/1998) und HBS 2001/2009 bewertet. Einstreifige Kreisverkehre wurden gemäß RVS 03.05.14 (Plangleiche Knoten – Kreisverkehre, 10/2010) und HBS 2001/2009, zweistreifige Kreisverkehre gemäß HBS 2001/2009 bewertet. Zum Aufzeigen der Unterschiede zwischen den Richtlinien wurden die Berechnungsergebnisse gemäß RVS und HBS miteinander verglichen.

Für die Bewertung der Knotenpunkte am untergeordneten Netz wurden die jeweiligen Knotenstromzählungen von einem Zähltag herangezogen.

Die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz erfolgte auf drei unterschiedliche Varianten. Bei der Variante A wurde die Bemessungsverkehrsstärke auf Basis von 24h-Knotenstromdaten (Alternative: 24h-Verkehrsmodelldaten) und dem k_x -Faktor der zugehörigen Richtungsfahrbahn ermittelt. Bei den Varianten B und C wurden die maßgebenden Spitzenstunden (Vormittags-, Mittags- bzw. Nachmittagsspitzenstunde) der Knotenstromzählungen herangezogen, wobei die Zählzeiten eines einzelnen Erhebungstages auf zwei unterschiedliche Arten auf Werte mit Bezug auf ein Gesamtjahr normalisiert wurden. Die Normalisierung erfolgte mit einem Umrechnungs- bzw. Aufwertungsfaktor, der bei der Variante B durch die Gegenüberstellung der Tagesverkehrsstärke am Zähltag mit der Tagesverkehrsstärke von jenem Tag, auf welchen die x-höchstbelastete Stunde fällt, ermittelt wurde. Bei der Variante C wurde die Tagesverkehrsstärke am Zähltag mit der durchschnittlichen Werktagsverkehrsstärke (DTV_w) gegenübergestellt. An den drei ausgewählten Anschlussstellen wurden für die Gegenüberstellung die Tagesverkehrsstärken jener Anlagenelemente verwendet, die sich am Nächsten zum jeweiligen Knotenpunkt des untergeordneten Netzes befanden und an denen zudem die Verkehrsstärken aufgrund der Datenverfügbarkeit ermittelbar waren. Die Anwendung des ermittelten Faktors auf die Zählzeiten erfolgte einheitlich über alle Fahrrelationen.

Variante A 24h-Modelldaten k_x -Dimensionierungsansatz	Variante B 1h-Realdaten k_x -Dimensionierungsansatz	Variante C 1h-Realdaten DTV _w -Dimensionierungsansatz
Basis: 24h-Knotenstromdaten	Basis: stundenfeine Knotenstromdaten	Basis: stundenfeine Knotenstromdaten
24h-Knotenstromdaten am niederrangigen Netz: z.B. aus Verkehrsmodell (in unserem Fall Zähldaten) Dauerzählstelle am hochrangigen Netz: Ermittlung des k_x -Faktors und Anwendung auf die 24h-Knotenstromdaten	Knotenstromzählung am niederrangigen Netz: Auswertung der Spitzenstundenbelastungen (Vormittag / Nachmittag) Dauerzählstelle am hochrangigen Netz: Ermittlung der Tagesverkehrsstärke jenes Tages mit der <u>x</u> <u>höchstbelasteten Stunde</u> und Gegenüberstellung mit dem Tag der Knotenstromzählung zur Ermittlung eines Aufwertefaktors	Knotenstromzählung am niederrangigen Netz: Auswertung der Spitzenstundenbelastungen (Vormittag / Nachmittag) Dauerzählstelle am hochrangigen Netz: Ermittlung einer <u>durchschnittlichen Werktagsverkehrsstärke</u> und Gegenüberstellung mit dem Tag der Knotenstromzählung zur Ermittlung eines Korrekturfaktors

Abbildung 62: Varianten Leistungsfähigkeitsberechnung Anschluss an das untergeordnete Netz

7.2.4 Unfalldatenauswertung

Die Einteilung der aufgetretenen Verkehrsunfälle (Unfälle mit Personenschaden) beruht auf den in der RVS 02.02.21 (Verkehrssicherheitsuntersuchung, 08/2004) definierten Unfalltypen und deren Obergruppen. Bei der Auswertung der Unfalldaten wurden die Unfallörtlichkeit (Kilometerangabe, ab 2013 auch Koordinaten) und der Unfalltyp herangezogen, weitere Merkmale (Unfallschwere, Unfallzeitpunkt, Witterung etc.) wurden nicht miteinbezogen. Die einzelnen Unfälle wurden entsprechend ihrer Lage über einem Luftbild aufgetragen. Da die Kilometerangabe bei den Unfalldaten auf der Hauptfahrbahn häufig gerundet ist, können sich in den Abbildungen an den entsprechenden Kilometrierungspunkten mehrere Unfälle konzentrieren.

7.3 Auswahl der Anschlussstellen

Für die Auswahl von drei Anschlussstellen für die Detailanalyse wurden jene Anschlussstellen einbezogen, die von den Autobahnmeistern als leistungsfähigkeits- und sicherheitsproblematisch gemeldet wurden. Von den österreichweit 385 Anschlussstellen (ASt + HAST) am Autobahn- und Schnellstraßennetz wurden 18 mit einem Leistungsfähigkeits- und Sicherheitsproblem genannt. Anhand der folgenden Kriterien wurde eine Prioritätenreihung der problematischen Anschlussstellen durchgeführt:

- Anschlussstellenform
- Anschlussform an das untergeordnete Netz
- Datenverfügbarkeit
- Nutzungsstruktur im nahen Umfeld
- Geografische Lage
- Politische Sensibilität

Ein weiteres Auswahlkriterium war, möglichst unterschiedliche Anschlussstellen hinsichtlich Ausbildungsform, Nutzungsstruktur etc. zu untersuchen. Gemeinsam mit allen Projektbeteiligten wurden schlussendlich die folgenden drei Anschlussstellen für die Detailanalyse festgelegt:

- A23 Südosttangente – ASt Handelskai
- A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg
- A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost

Für die drei Anschlussstellen wurden von den zuständigen Autobahnmeistern die folgenden Probleme gemeldet:

A23 Südosttangente – ASt Handelskai (Autobahnmeisterei Kaisermühlen)

- Überlastung: von Montag bis Freitag
- Rückstaulänge auf Hauptfahrbahn (ab Trenninselspitz): ca. 250 m
- ca. 15 Unfälle / Jahr, davon ca. 12 gleichartige Unfälle / Jahr

A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg (Autobahnmeisterei Graz-Raaba)

- Überlastung: täglich bei Einkaufstagen zwischen 08:00 und 09:00 Uhr
- Rückstaulänge auf Hauptfahrbahn (ab Trenninselspitz): ca. 500 m
- ca. 6 gleichartige Unfälle / Jahr

A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost (Autobahnmeisterei Plon)

- Überlastung: täglich morgens und abends, Verkehrsspitzenzeiten

- Überlastung im Bereich der Zusammenführung der beiden Ausfahrtsrampen und der dortigen Verflechtungsstrecke (Zubringer Fahrtrichtung B174 / Innsbruck) mit Rückstaubildung bis auf die Hauptfahrbahn
- Rückstaulänge auf Hauptfahrbahn (ab Trenninselspitz): ca. bis über die Verzögerungsstrecke in beiden Fahrtrichtungen
- ca. 8 gleichartige Unfälle / Jahr (Unfälle bei Zusammenführung der beiden Ausfahrtsrampen, bei Einfädelung auf die Hauptfahrbahn, in Linkskurve der Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Kiefersfelden)

7.4 A23 Südosttangente – ASt Handelskai

7.4.1 Anlageverhältnisse

Die Anschlussstelle Handelskai ist auf der A23 Südosttangente bei km 12,371 situiert und liegt im Streckenverlauf zwischen dem Knoten Prater (km 10,466) und dem Knoten Kaisermühlen (km 13,242). In der Abbildung 63 ist eine Übersichtskarte mit der Lage der beschriebenen Anschlussstellen bzw. Knoten an der A23 zu sehen.

Die Ausbildungsform der ASt Handelskai entspricht einem halben Kleeblatt. Die Hauptfahrbahn ist im betrachteten Streckenabschnitt in beiden Fahrtrichtungen durchgehend vierstreifig ausgebaut, und die Rampen sind im Ein- und Ausfädelungsbereich einstreifig ausgebildet. Der Anschluss ans untergeordnete Netz erfolgt beidseits der A23 mit jeweils zwei aufeinander folgenden lichtsignalgeregelten Knotenpunkten an der Wehlistraße und am Handelskai (B14).

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn beträgt 80 km/h. Die vorherrschenden Nutzungsstrukturen im näheren Umfeld der Anschlussstelle Handelskai sind Gewerbe, Freizeit und Wohnen.



Abbildung 63: A23 – ASt Handelskai: Übersichtskarte

7.4.2 Datengrundlage

Die Abbildung 64 und Tabelle 27 zeigen eine Übersicht der vorhandenen Verkehrsdaten im Bereich der ASt Handelskai.

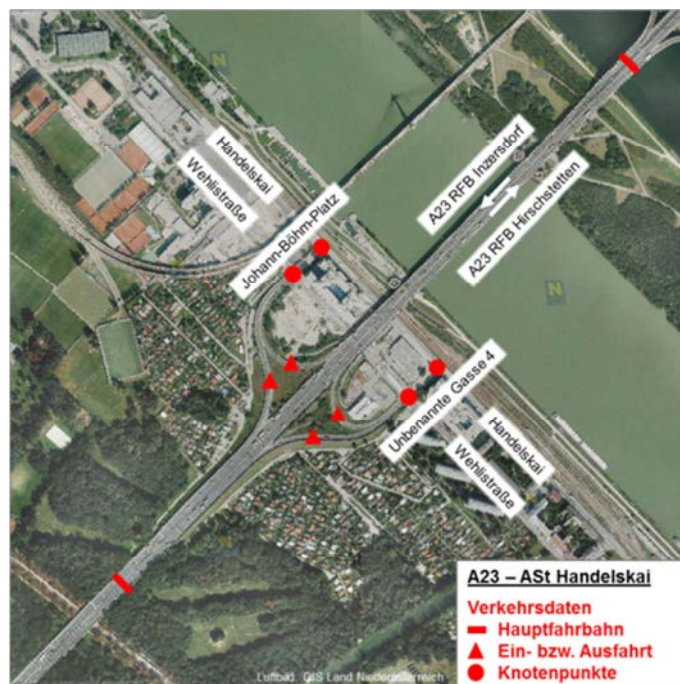


Abbildung 64: A23 – ASt Handelskai: Verkehrsdaten

Tabelle 27: A23 – ASt Handelskai: Verkehrsdaten

Verkehrsdaten A23 Südosttangente – ASt Handelskai			
Messquerschnitt		Daten	Quelle
Richtungsfahrbahn Hirschstetten	Hauptfahrbahn Knoten Prater – ASt Handelskai Dauerzählstelle MQ_A23_1_011,688		
	Ausfahrtsrampe ASt Handelskai Dauerzählstelle MQ_A23_1_012,067;Ra12.1		
	Einfahrtsrampe ASt Handelskai Dauerzählstelle MQ_A23_1_012,161;Ra12.2		
	Hauptfahrbahn ASt Handelskai – Knoten Kaisermühlen Dauerzählstelle MQ_A23_1_013,063		
Richtungsfahrbahn Inzersdorf	Hauptfahrbahn Knoten Kaisermühlen – ASt Handelskai zusammengesetzter Querschnitt: Dauerzählstelle MQ_A22_1_000,020 Dauerzählstelle MQ_A22_1_000,022;Ra0.4 Dauerzählstelle MQ_A22_1_000,099;Ra0.7 Dauerzählstelle MQ_A23_2_013,955	fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Stundendaten Juli 2013 – Juli 2014	ASFINAG
	Ausfahrtsrampe ASt Handelskai Dauerzählstelle MQ_A23_2_012,173;Ra12.3		
	Einfahrtsrampe ASt Handelskai Dauerzählstelle MQ_A23_2_012,165;Ra12.4		
	Hauptfahrbahn ASt Handelskai – Knoten Prater Dauerzählstelle MQ_A23_2_011,747		
Kreuzung Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz VLSA 02007, händische Knotenstromzählung		fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Knotenstromdaten (15-Minuten-Intervall) Mi. 02.02.2011, 06:00 – 18:00 bzw. Do. 03.02.2011, 06:00 – 18:00	Stadt Wien
Kreuzung Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 VLSA 02008, händische Knotenstromzählung			
Kreuzung Handelskai / Johann-Böhm-Platz VLSA 02009, händische Knotenstromzählung			
Kreuzung Handelskai / Unbenannte Gasse 4 VLSA 02010, händische Knotenstromzählung			

Die Verkehrsdaten des hochrangigen Netzes (Hauptfahrbahn und Rampen) wurden in Form von fahrstreifen- und fahrzeugklassenfeinen Stundendaten für den Zeitraum von Juli 2013 bis Juli 2014 (ein durchgängiges Jahr) von der ASFINAG zur Verfügung gestellt. Für die Knotenpunkte am Anschluss ans untergeordnete Netz (vier lichtsignalgeregelte Kreuzungen) wurden die Verkehrsdaten in Form von fahrstreifen- und fahrzeugklassenfeinen Knotenstromdaten vom 02. bzw. 03.02.2011 (durchschnittliche Werktage) von der Stadt Wien zur Verfügung gestellt.

Bei den Dauerzählstellen des hochrangigen Netzes waren vereinzelte Datenaufzeichnungsausfälle zu verzeichnen, je nach Messquerschnitt waren davon bis zu ca. 2% der Tage innerhalb des betrachteten Jahres betroffen. Da für den Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Kaisermühlen und der ASt Handelskai in Fahrtrichtung Inzersdorf kein eigener Messquerschnitt vorhanden war, wurden die Daten für diesen Streckenabschnitt aus vier vorgelagerten Messquerschnitten auf der Hauptfahrbahn und den Rampen ermittelt.

Die gemessenen Verkehrsstärken der Einfahrtsrampe in Fahrtrichtung Inzersdorf werden als deutlich zu hoch angesehen. Dies wurde anhand des Vergleichs mit den Zählraten der Knotenpunkte am Anschluss ans untergeordnete Netz festgestellt. Als Ursache wird die Lage der Zähl Schleifen auf der Rampe vermutet, da diese im zweistreifigen Bereich liegen und die Rampe anschließend einstreifig weiter verläuft und somit beim notwendigen Fahrstreifenwechsel teilweise beide Schleifen überfahren werden und das Fahrzeug doppelt gezählt wird. Da für eine weitere Kontrolle bzw. Korrektur der als fehlerhaft vermuteten Daten aber keine weiteren Daten zur Verfügung standen, wurden die vorhandenen Daten für die Leistungsfähigkeitsberechnung herangezogen.

7.4.3 Verkehrsbelastungen hochrangiges Netz

In der Abbildung 65 sind die JDTV- und DTV_W -Werte [Kfz/24h] für das hochrangige Netz (Hauptfahrbahn und Rampen) ersichtlich. Die DTV_W bezieht sich auf alle Montage bis Freitage des gesamten Jahres mit Ausnahme der Feiertage.

Auf der Hauptfahrbahn sind die Verkehrsbelastungen am Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai ($JDTV = 93.508$ Kfz/24h bzw. 90.239 Kfz/24h) etwas größer als am Streckenabschnitt zwischen der ASt Handelskai und dem Knoten Kaisermühlen ($JDTV = 88.634$ Kfz/24h bzw. 87.391 Kfz/24h). Dadurch sind an der ASt Handelskai die Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Hirschstetten und die Einfahrtsrampe in Fahrtrichtung Inzersdorf höher belastet als die andere Rampe in der jeweiligen Fahrtrichtung. Die Werte der DTV_W sind auf der Hauptfahrbahn in beiden Fahrtrichtungen ca. 10 % höher als die Werte der JDTV.



Abbildung 65: A23 – ASt Handelskai: JDTV und DTV_w

Die Abbildung 66 zeigt die JDTV- und DTV_w-Jahresganglinien (Juli 2013 – Juni 2014) für den Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai (beide Fahrrichtungen).

Bei der monatweisen Betrachtung sind durchgängig geringfügig höhere Verkehrsbelastungen in Fahrtrichtung Hirschstetten gegenüber Fahrtrichtung Inzersdorf erkennbar. Die DTV_w-Werte haben in beiden Fahrrichtungen einen ähnlichen Verlauf wie die JDTV-Werte und liegen im Jahresschnitt ca. 10% über den JDTV-Werten. Bezogen auf die Querschnittswerte der JDTV (Summe über beide Fahrrichtungen) sind in absteigender Reihenfolge die drei belastungsstärksten Monate der Juli (192.244 Kfz/24h), Oktober und September, und die drei belastungsschwächsten Monate der Februar, Jänner und Dezember (168.370 Kfz/24h).

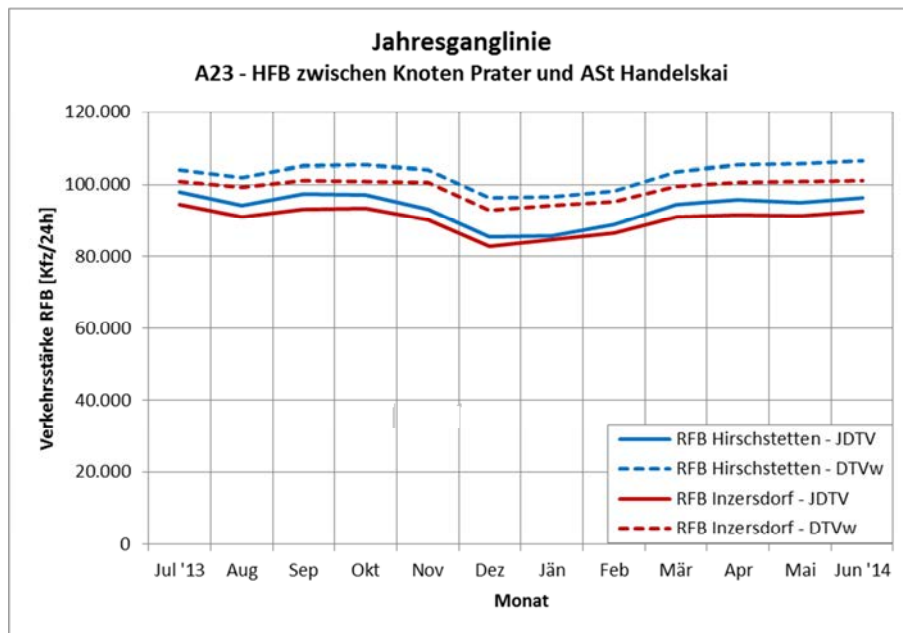


Abbildung 66: A23 – ASt Handelskai: Jahresganglinie

In der Abbildung 67 sind die JDTV- und DTV_w-Tagesganglinien für den Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai (beide Fahrrichtungen) zu sehen. Bei den Tagesganglinien sind die Durchschnittswerte der jeweiligen Stunde aller betrachteten Tage des Jahres dargestellt.

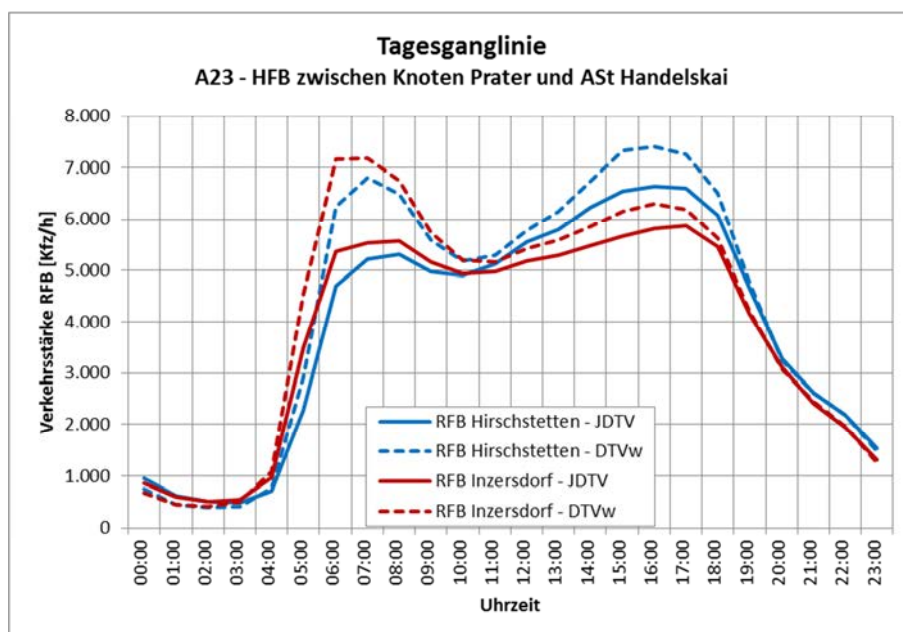


Abbildung 67: A23 – ASt Handelskai: Tagesganglinie

Die Tagesganglinien der DTV_W zeigen in beiden Fahrrichtungen eine ausgeprägte Morgen- und Abendspitze, wobei während der Morgenspitze in Fahrrichtung Inzersdorf etwas höhere Verkehrsstärken als in der Gegenrichtung (Spitzenwert 7.181 Kfz/h) und während der Abendspitze in Fahrrichtung Hirschstetten deutlich höhere Verkehrsstärken als in der Gegenrichtung (Spitzenwert 7.407 Kfz/h) auftreten. Bei der Betrachtung der Tagesganglinien der JDTV sind die Verkehrsspitzen (vor allem die Morgenspitze) deutlich schwächer ausgeprägt als bei der DTV_W .

In der Abbildung 68 sind die Jahresdauerlinien der stündlichen Verkehrsstärken für den Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai (beide Fahrrichtungen) ersichtlich. Dargestellt ist der Bereich der 300 höchstbelasteten Stunden des Jahres.

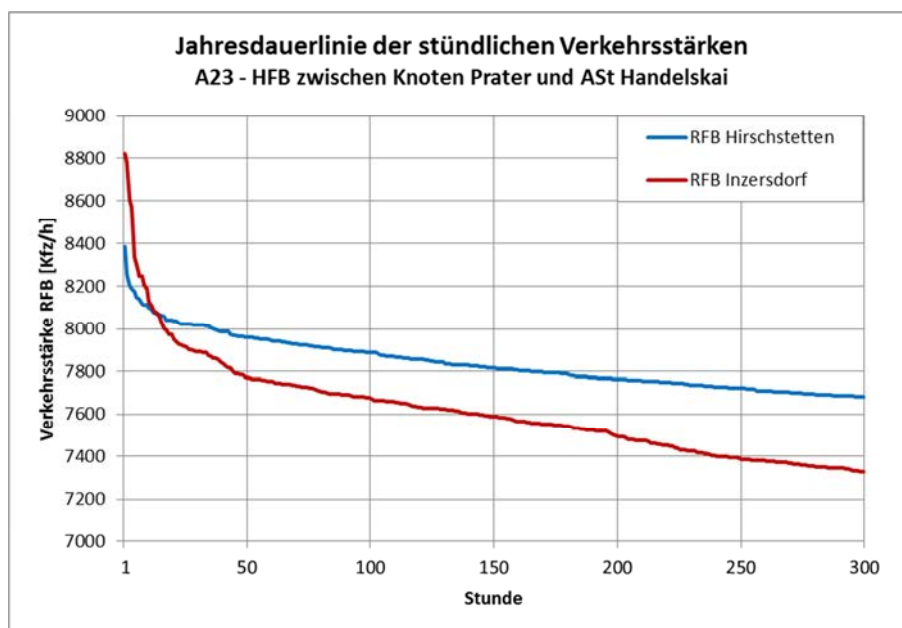


Abbildung 68: A23 – ASt Handelskai: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken

Die größten stündlichen Verkehrsstärken mit einem Maximalwert von 8.818 Kfz/h wurden in Fahrrichtung Inzersdorf gemessen, ab der 15. höchstbelasteten Stunde sind die Verkehrsstärken dann geringer als in Fahrrichtung Hirschstetten. Die Verkehrsstärke für die 150. höchstbelastete Stunde (Bemessungsstunde) beträgt in Fahrrichtung Hirschstetten 7.818 Kfz/h und in Fahrrichtung Inzersdorf 7.590 Kfz/h.

7.4.4 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Hauptfahrbahn

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn erfolgte gemäß RVS 03.01.11 (Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen, 07/2012) und wurde für beide Fahrtrichtungen jeweils für die Streckenabschnitte zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai sowie zwischen der ASt Handelskai und dem Knoten Kaisermühlen durchgeführt. In der RVS 03.01.13 (Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen, 07/2012) bzw. Kategorisierungsdienstanweisung (2012) ist für den untersuchten Beurteilungsabschnitt der A23 die folgende Kategorisierung festgelegt:

- Kategorie: IIa (Transregionaler Netzabschnitt im Ballungsraum)
- Bemessungsstunde: 150
- Verkehrsgeschwindigkeit: 70 km/h

Die Abbildung 69 zeigt ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn. Für die vier untersuchten Streckenabschnitte sind jeweils die Bemessungsverkehrsstärke (Q_{Bem}), der Bemessungsfaktor (k_{150}), der Auslastungsgrad (a) und die Verkehrsgeschwindigkeit (V_V) ersichtlich. Weiters ist das Datum und die Uhrzeit der Bemessungsstunde (150. Stunde der Jahresdauerlinie) angeführt, welche für die Ermittlung des k_{150} -Faktors herangezogen wurde.

Für die beiden Richtungsfahrbahnen wurde jeweils ein k_{150} -Faktor aus der Jahresdauerlinie der Dauerzählstelle im Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der Anschlussstelle Handelskai bestimmt. Für die Fahrtrichtung Hirschstetten und die Fahrtrichtung Inzersdorf ergibt sich jeweils ein k_{150} -Faktor von 0,084. Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken wurde der für die jeweilige Fahrtrichtung bestimmte k_{150} -Faktor auf den beiden untersuchten Streckenabschnitten (vor und nach der ASt Handelskai) angesetzt.



Abbildung 69: A23 – ASt Handelskai: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn

Die Leistungsfähigkeitsberechnung weist für beide Fahrtrichtungen Streckenabschnitte an der Kapazitätsgrenze aus, wobei die Auslastungsgrade im Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai ($a = 1,00$ bzw. $1,02$) etwas höher sind als zwischen der ASt Handelskai und dem Knoten Kaisermühlen ($a = 0,97$). Im Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai in Fahrtrichtung Hirschstetten ($a = 1,02$) liegt die berechnete Verkehrsgeschwindigkeit ($V_V = 54$ km/h) deutlich unter der angestrebten Verkehrsgeschwindigkeit ($V_V = 70$ km/h). Die restlichen Streckenabschnitte ($V_V = 73$ km/h bzw. 78 km/h) weisen Verkehrsgeschwindigkeiten im Bereich zwischen der angestrebten Verkehrsgeschwindigkeit ($V_V = 70$ km/h) und zulässigen Höchstgeschwindigkeit ($V_{zul} = 80$ km/h) auf. Die berechneten hohen Auslastungen in beiden Fahrtrichtungen decken sich mit den Aussagen des Autobahnmeisters (Überlastungen von Montag bis Freitag).

7.4.5 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten der ASt Handelskai erfolgte gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 4 – Planfreie Knotenpunkte). In der Abbildung 70 sind ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten dargestellt. Für die Ein- und Ausfahrten sind jeweils die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn (q_{H1} – nur bei Einfahrten relevant), die Verkehrsstärke der Ein- bzw. Ausfahrt (q_E bzw. q_A), der Auslastungsgrad (a) und die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) ersichtlich.

Die Verkehrsstärke der jeweiligen Ein- bzw. Ausfahrt wurde aus der JDTV der Rampe und des zugehörigen k_{150} -Faktors der Richtungsfahrbahn ermittelt. Die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn auf Höhe der Einfädelung wurde wie in Kapitel 7.2 beschrieben für die Variante „Realdaten“ anhand der Fahrstreifenaufteilung des Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im Streckenabschnitt zwischen dem Knoten Prater und der ASt Handelskai, und für die Variante „Diagramm“ anhand der Fahrstreifenaufteilung eines für vierstreifige Richtungsfahrbahnen (Freistrecke) entwickelten Diagramms aus der Literatur abgeleitet.



Abbildung 70: A23 – ASt Handelskai: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der beiden Ausfahrten liefert ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven und eine Qualitätsstufe A bzw. B, wobei zu beachten ist, dass bei der Nachweisführung nur die Ausfahrtsrampe ohne Berücksichtigung des Knotenpunkts am Anschluss ans untergeordnete Netz betrachtet wird.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung für die Variante „Realdaten“ weist für die Einfahrt in Fahrtrichtung Hirschstetten eine geringe Leistungsfähigkeitsreserve ($a = 0,92$; QSV = E), und für die Einfahrt in Fahrtrichtung Inzersdorf eine deutliche Überlastung ($a = 1,25$; QSV = F) aus. Bei der Variante „Diagramm“ ergibt sich für die Einfahrt in Fahrtrichtung Hirschstetten eine ausreichende Leistungsfähigkeitsreserve ($a = 0,70$; QSV = C), und für die Einfahrt in Fahrtrichtung Inzersdorf eine Überlastung ($a = 1,03$; QSV = F). Der Vergleich der Varianten „Realdaten“ und „Diagramm“ zeigt bei beiden Einfahrten einen Unterschied von 22 % beim Auslastungsgrad und einen Unterschied von bis zu zwei Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs.

Für die Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn sollte nach Möglichkeit immer die Fahrstreifenaufteilung eines Messquerschnitts (Realdaten) oberhalb, so nahe wie möglich an der Einfädelung liegend, herangezogen werden. Wenn der Messquerschnitt nicht unmittelbar oberhalb der Einfädelung liegt ist zu beachten, dass der Messquerschnitt nicht im Einflussbereich einer anderen Ein- oder Ausfahrt der gleichen oder einer benachbarten Anschlussstelle liegen soll. Im vorliegenden Beispiel der ASt Handelskai liegt der für die Fahrstreifenaufteilung verwendete Messquerschnitt aufgrund der hohen Anschlussstellendichte im Einflussbereich einer anderen Anschlussstelle, wodurch die ermittelte Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist.

7.4.6 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Knotenpunkte

In der Abbildung 71 sind jene Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Handelskai zu sehen, für welche die Leistungsfähigkeitsbeurteilung durchgeführt wurde.



Abbildung 71: A23 – ASt Handelskai: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Verkehrsbelastungen

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsberechnung sind in den folgenden Abbildungen die Verkehrsbelastungen der vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen am Anschluss an das untergeordnete Netz dargestellt. Wie in Kapitel 7.2 beschrieben, wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung auf drei unterschiedliche Varianten durchgeführt. Die Ermittlung der dazu benötigten Verkehrsbelastungen erfolgte bei der Variante A auf Basis von 24h-Zähldaten und eines k_{150} -Dimensionierungsansatzes, bei der Variante B auf Basis von 1h-Zähldaten und eines k_{150} -Dimensionierungsansatzes und bei der Variante C auf Basis von 1h-Zähldaten und eines DTV_W -Dimensionierungsansatzes.

Bei den zur Richtungsfahrbahn Hirschstetten zugeordneten Kreuzungen Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) und Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010) wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{150}): Faktor 0,086 auf 24h-Zählzeiten
- Variante B (k_{150}): Faktor 1,090 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante C (DTV_w): Faktor 1,057 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

Bei den zur Richtungsfahrbahn Inzersdorf zugeordneten Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) und Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009) wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{150}): Faktor 0,089 auf 24h-Zählzeiten
- Variante B (k_{150}): Faktor 1,363 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante C (DTV_w): Faktor 1,318 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

Die Abbildung 72 bis Abbildung 83 zeigen für die vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen die Strombelastungspläne der Spitzenstunde der Variante A und der Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B. Auf die Darstellung der Strombelastungspläne der Variante C wurde aufgrund der Ähnlichkeit zur Variante B verzichtet.

An den Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) und Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) sind die Hauptfahrrelationen zwischen der A23 und dem Handelskai. Die stärksten Fahrrelationen an der Kreuzung Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009) sind entlang des Handelskai und vom Handelskai aus Nordwesten kommend in Richtung A23. An der Kreuzung Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010) sind die stärksten Fahrrelationen entlang des Handelskai und von der A23 kommend in Richtung nordwestlicher Handelskai. Die Strombelastungen an den vier Kreuzungen zeigen während der Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde ein ähnliches Bild mit gleichbleibenden Lastrichtungen.

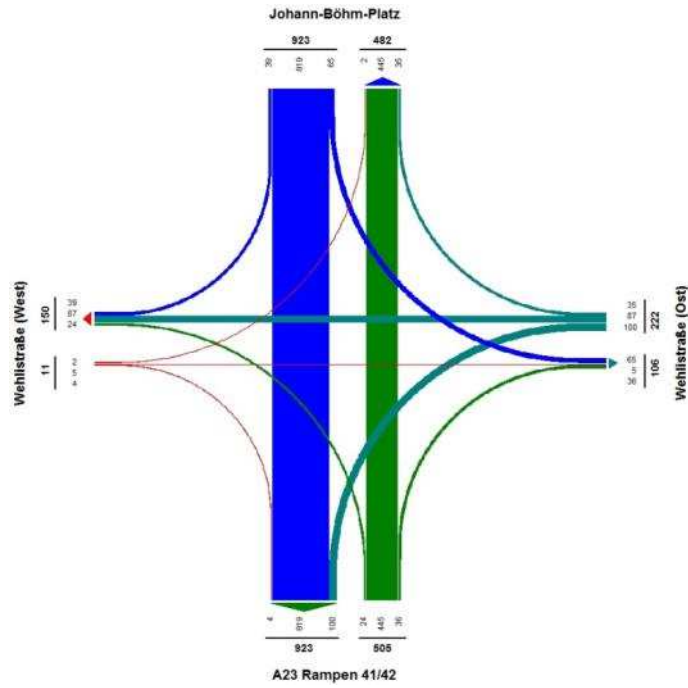


Abbildung 72: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150})

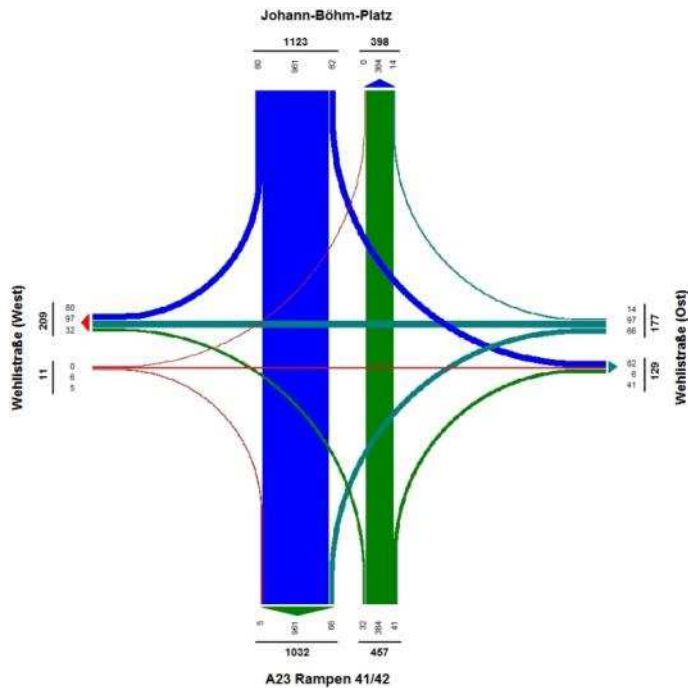


Abbildung 73: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

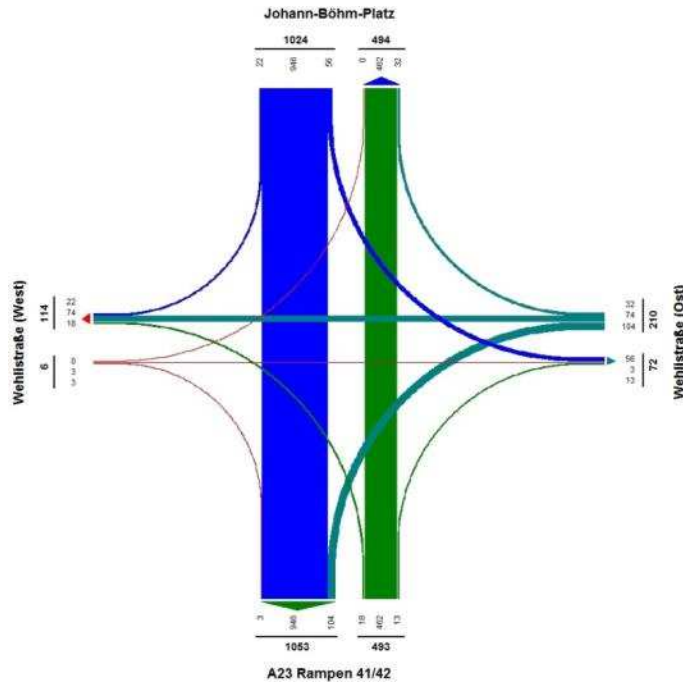


Abbildung 74: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Strombelastungsplan
Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

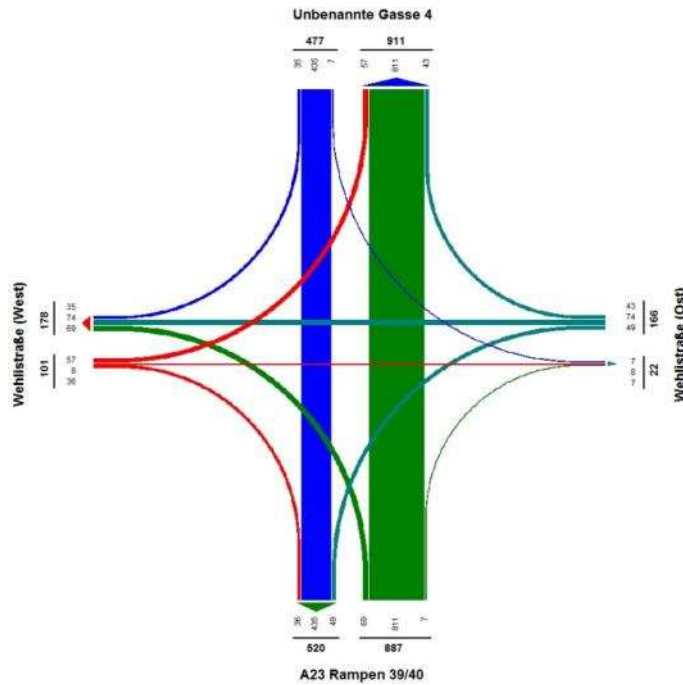


Abbildung 75: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Spitzenstunde
Variante A (k_{150})

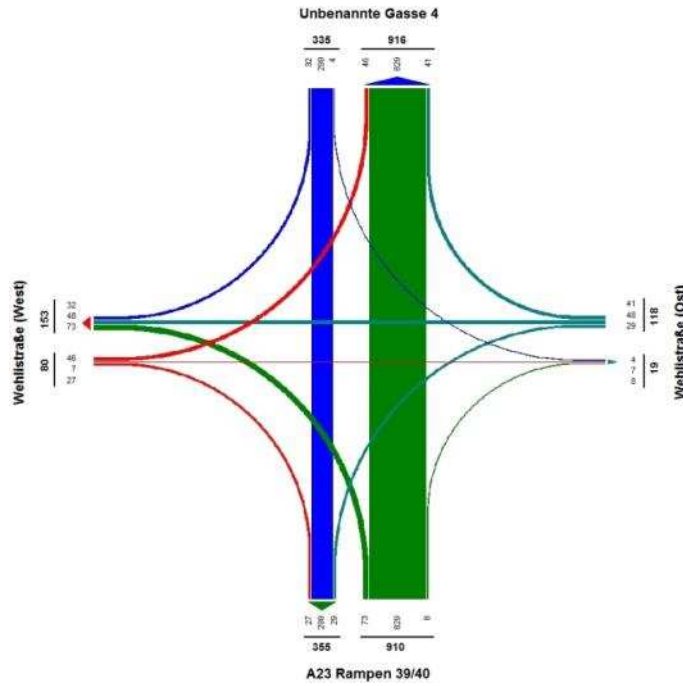


Abbildung 76: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

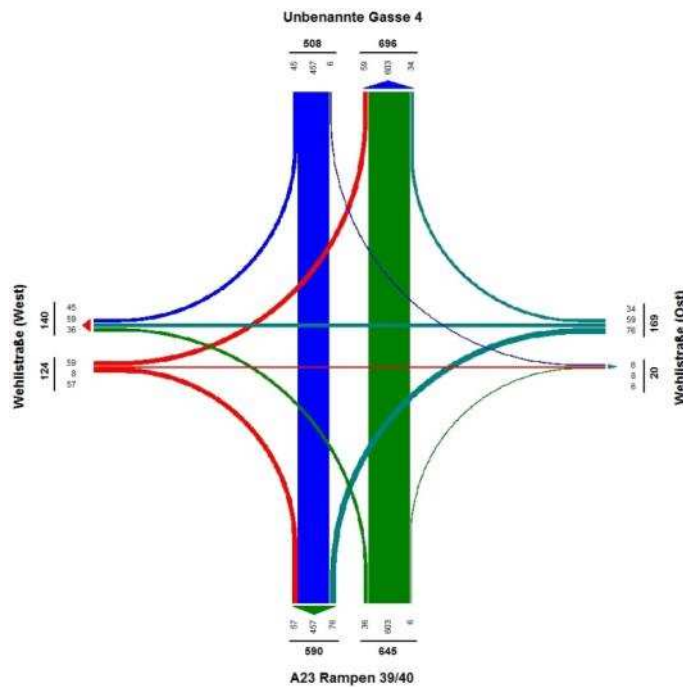


Abbildung 77: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

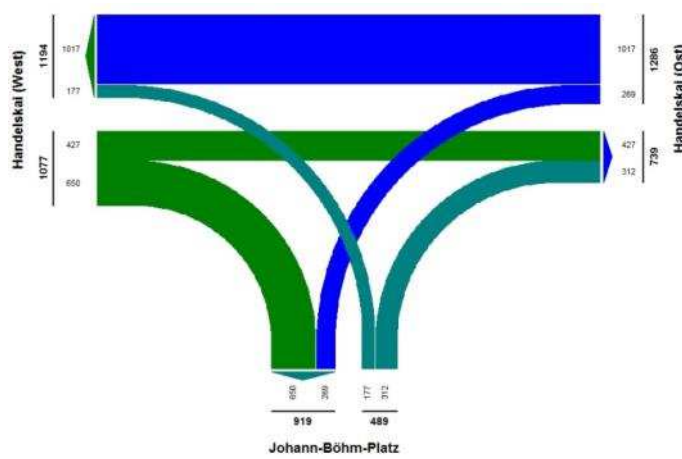


Abbildung 78: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150})

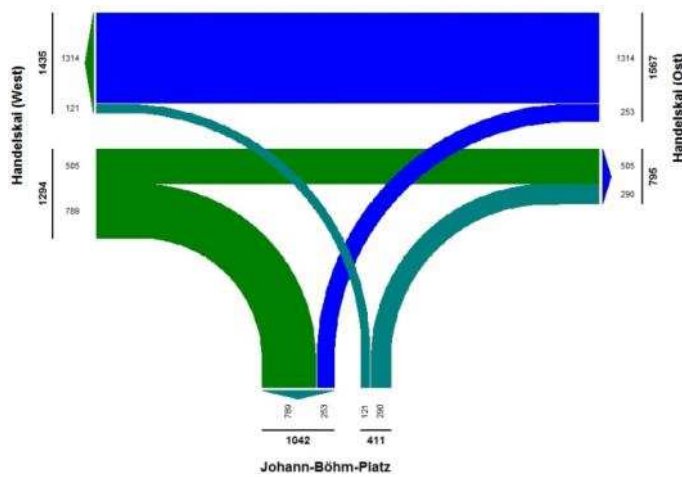


Abbildung 79: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

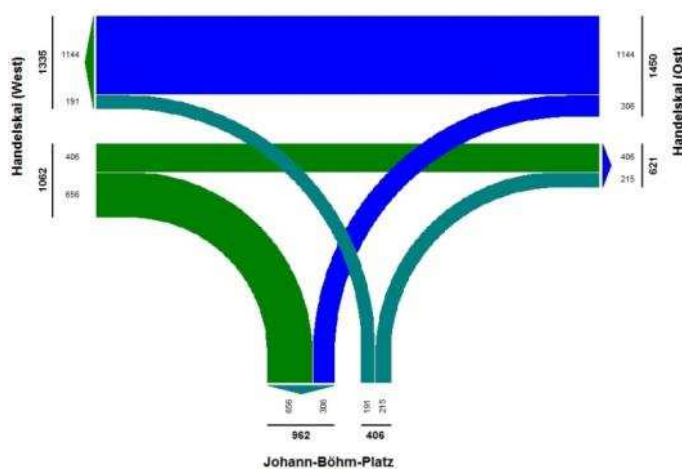


Abbildung 80: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

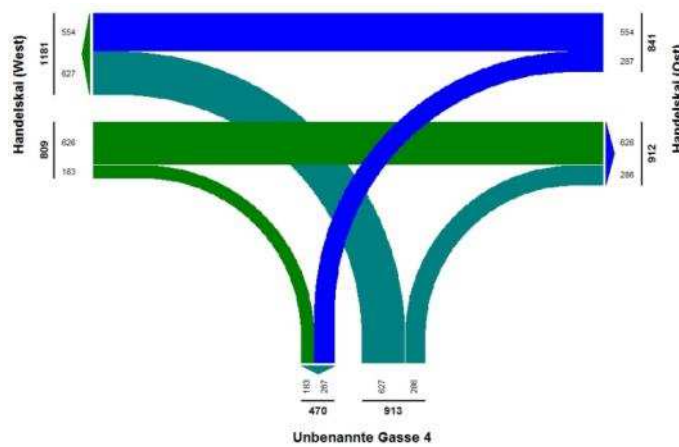


Abbildung 81: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{150})

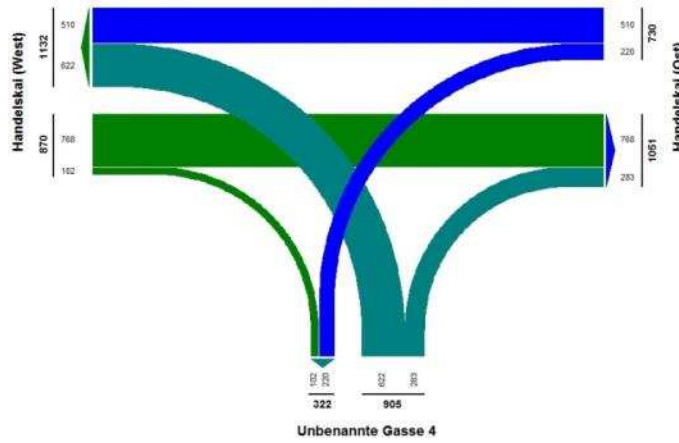


Abbildung 82: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

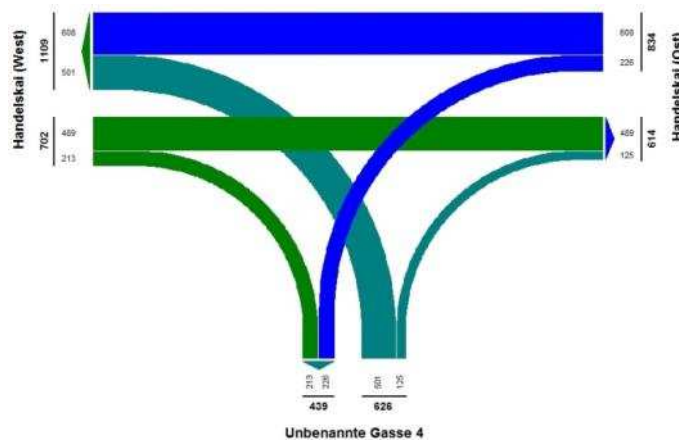


Abbildung 83: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{150})

Knotendaten

Die Abbildung 84 bis Abbildung 87 zeigen für die vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen jeweils die Knotendaten, in denen die Fahrstreifen mit den zugeordneten Signalgruppen sowie die Kreuzungsarm- (rote Zahlen) und Fahrstreifennummerierung (schwarze Zahlen) ersichtlich sind.

An den Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) und Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) stehen für die Verbindung zwischen den Rampen der A23 und dem Handelskai in beiden Fahrtrichtungen jeweils ein Gerade-Rechts-Fahrstreifen und ein Gerade-Links-Fahrstreifen zur Verfügung. An den Kreuzungen Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009) und Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010) sind entlang des Handelskai in beiden Fahrtrichtungen jeweils zwei Gerade-Fahrstreifen und ein eigener Abbiegefahrstreifen in Richtung A23 ausgebildet.

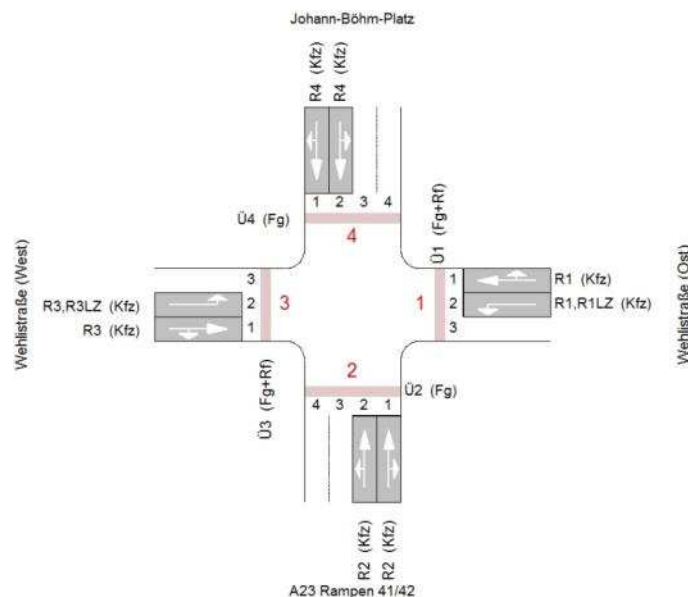


Abbildung 84: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Knotendaten

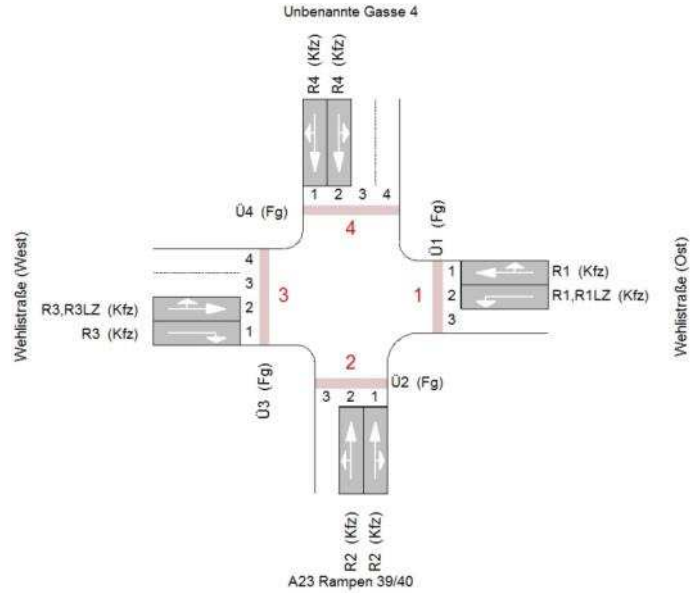


Abbildung 85: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Knotendaten

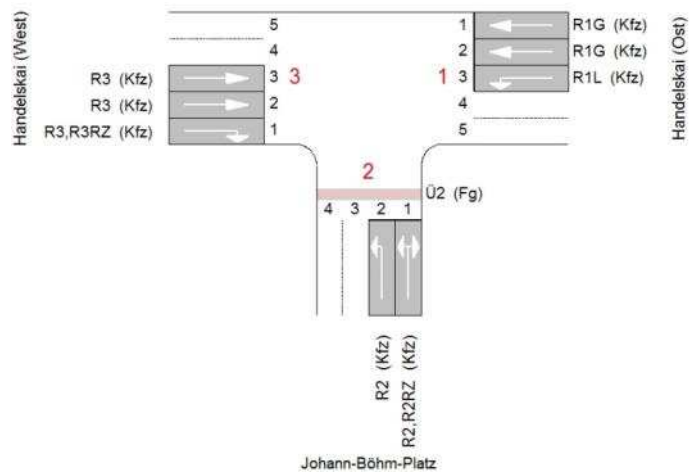


Abbildung 86: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Knotendaten

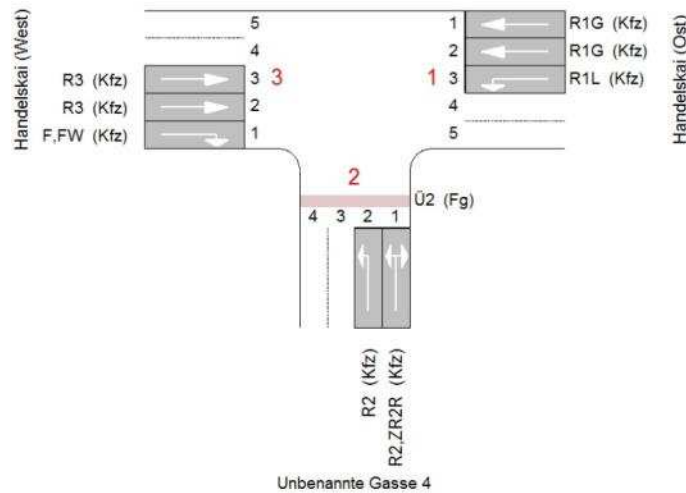


Abbildung 87: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Knotendaten

Signalzeitenpläne

In der Abbildung 88 bis Abbildung 91 sind für die vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen jeweils die maßgebenden Signalzeitenpläne zu sehen. Während der Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde wird an der jeweiligen Signalanlage das gleiche Signalprogramm mit einer Umlaufzeit von 100 s geschaltet. An der VLSA 02007 und VLSA 02008 sind sämtliche Abbiegerelationen bedingt verträglich geführt, die Linkseinbieger von den Nebenrichtungen haben zusätzlich eine gesicherte Nachlaufphase. An der VLSA 02009 und VLSA 02010 sind alle Fahrrelationen gesichert geführt, außer der Rechtsabbiegestreifen an der VLSA 02010 vom Handelskai in Richtung A23 ist als unsignalisierter Bypass ausgeführt. Aufgrund des geringen Kreuzungsabstandes zwischen der VLSA 02007 und VLSA 02009 sowie zwischen der VLSA 02008 und VLSA 02010 sind jeweils diese beiden Signalanlagen in Form einer stauraumoptimierten Koordinierung aufeinander abgestimmt.

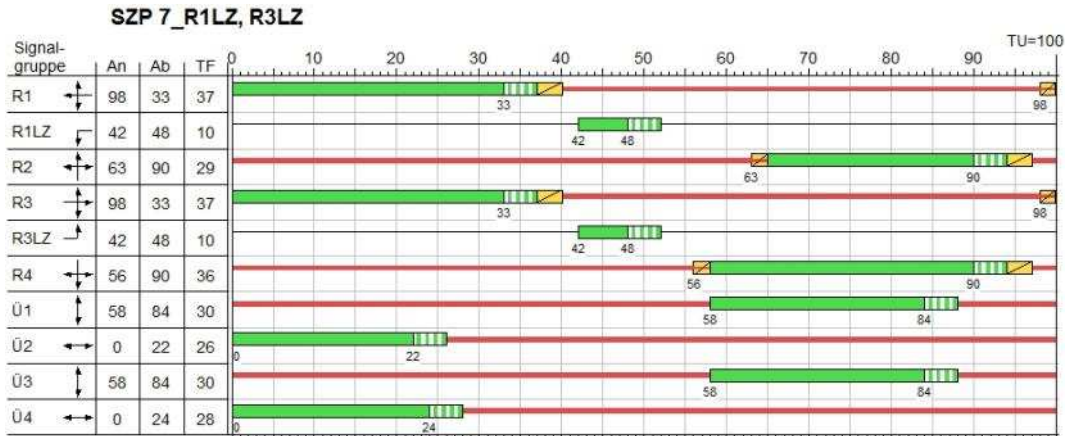


Abbildung 88: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Signalzeitenplan

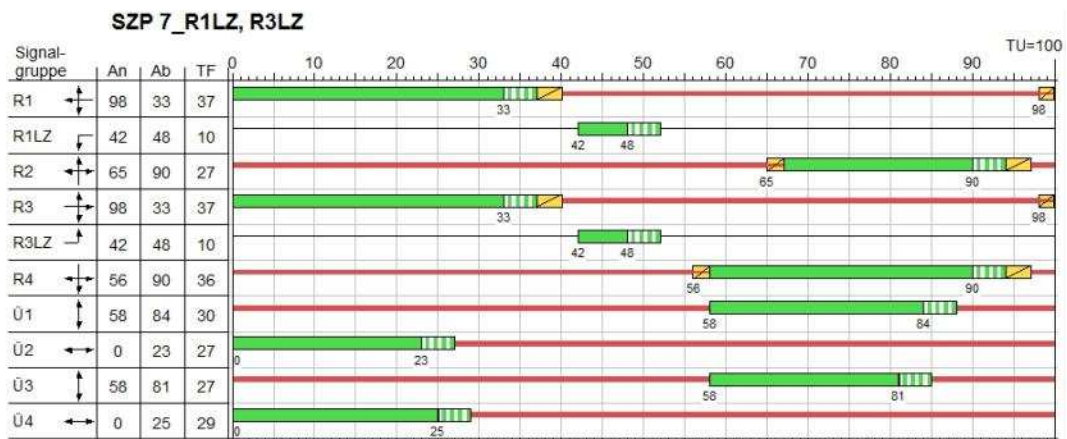


Abbildung 89: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Signalzeitenplan

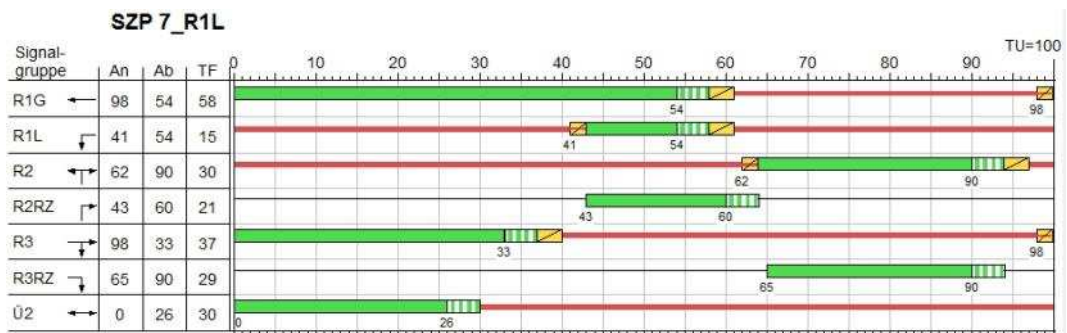


Abbildung 90: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Signalzeitenplan

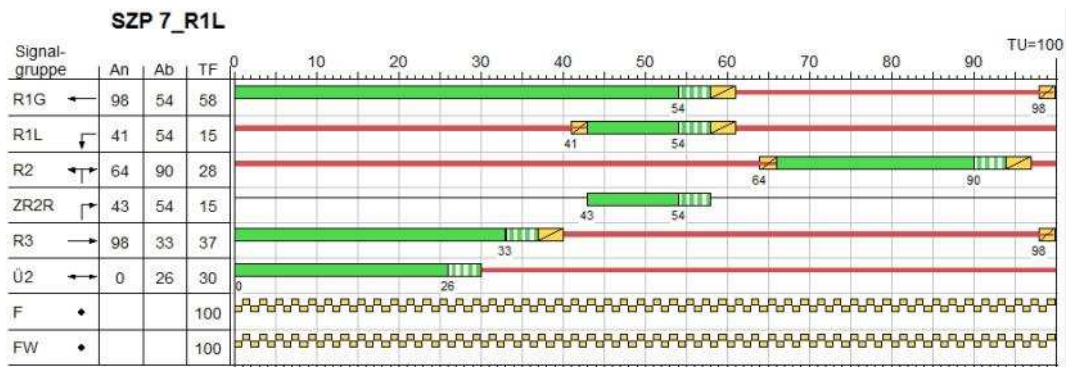


Abbildung 91: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Signalzeitenplan

Leistungsfähigkeitsberechnungen

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Handelskai erfolgte gemäß RVS 05.04.32 (Planen von Verkehrslichtsignalanlagen, 10/1998). Für einen Richtlinienvergleich wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung zusätzlich gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 6 – Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage) durchgeführt. Bei den folgenden Leistungsfähigkeitsbeurteilungen liegt das Hauptaugenmerk auf den Sättigungsgraden und Rückstaulängen.

In der Abbildung 92 bis Abbildung 99 sind für die Varianten A, B und C die Sättigungsgrade gemäß RVS der einzelnen Fahrstreifen der vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen für die Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde zu sehen. Die in den nachstehenden Abbildungen auf der horizontalen Achse verwendeten Fahrstreifennummierungen (Kreuzungsarm-Fahrstreifen) sind in den Knotendaten (voranstehende Abbildungen) definiert.

Beim Vergleich der Sättigungsgrade der vier Kreuzungen zeigt sich, dass die Varianten B und C durchgehend ähnliche Ergebnisse liefern, wobei die Variante B geringfügig höhere Sättigungsgrade aufweist als die Variante C. Die Sättigungsgrade der Variante A sind je nach Fahrstreifen entweder kleiner oder größer als die Sättigungsgrade der Varianten B und C. Diese Unter- bzw. Überschätzung der Sättigungsgrade der Variante A nimmt dabei unterschiedliche Ausprägungen an (von geringer bis deutlicher Unter- bzw. Überschätzung) und resultiert aus der Ermittlung der Dimensionierungsbelastung am Knotenpunkt aus 24h-Daten.

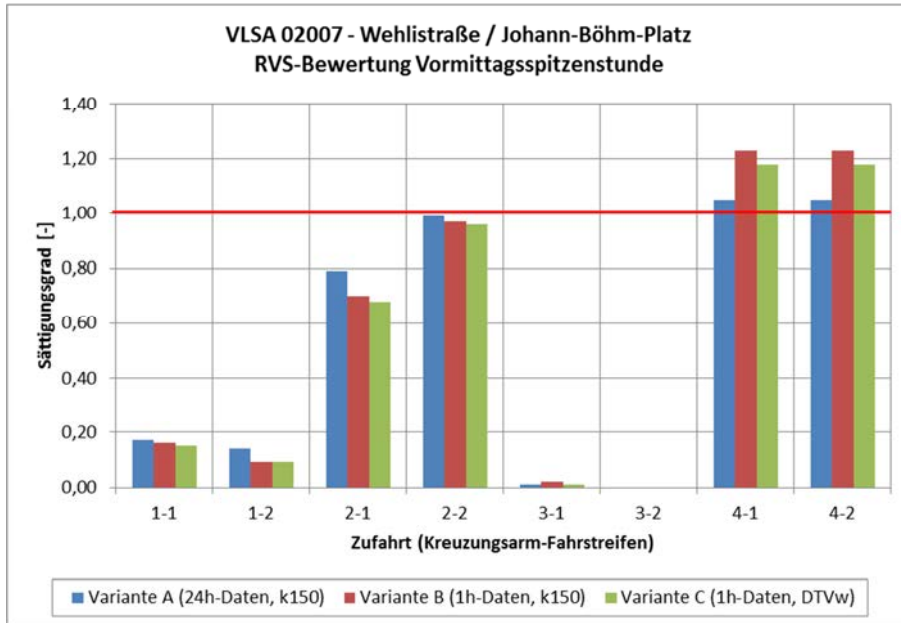


Abbildung 92: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

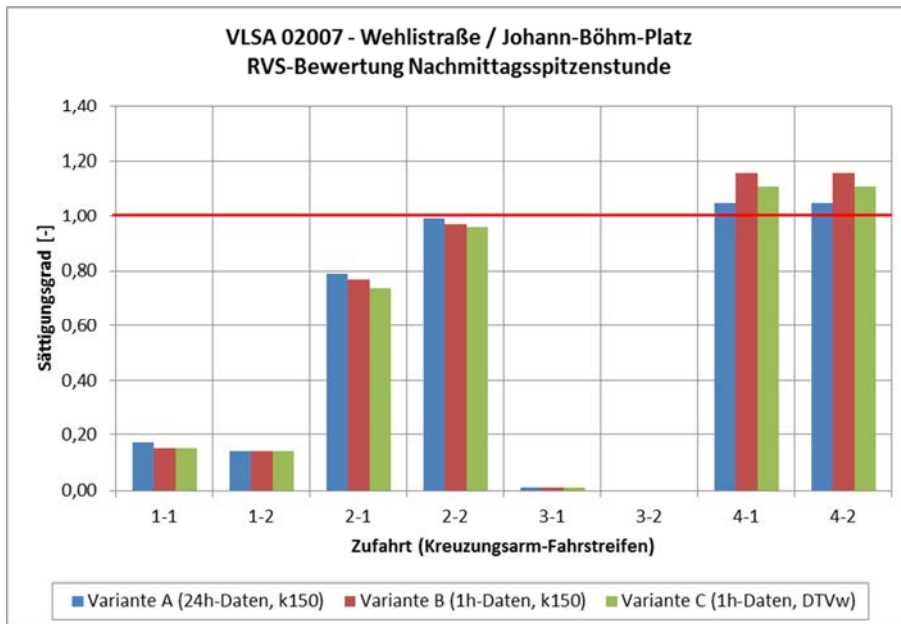


Abbildung 93: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02007 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

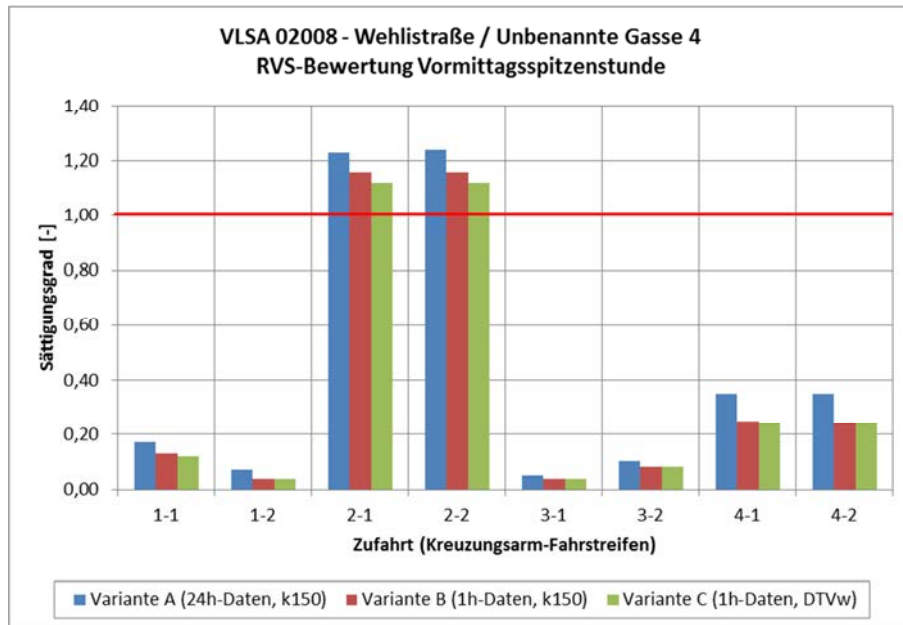


Abbildung 94: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

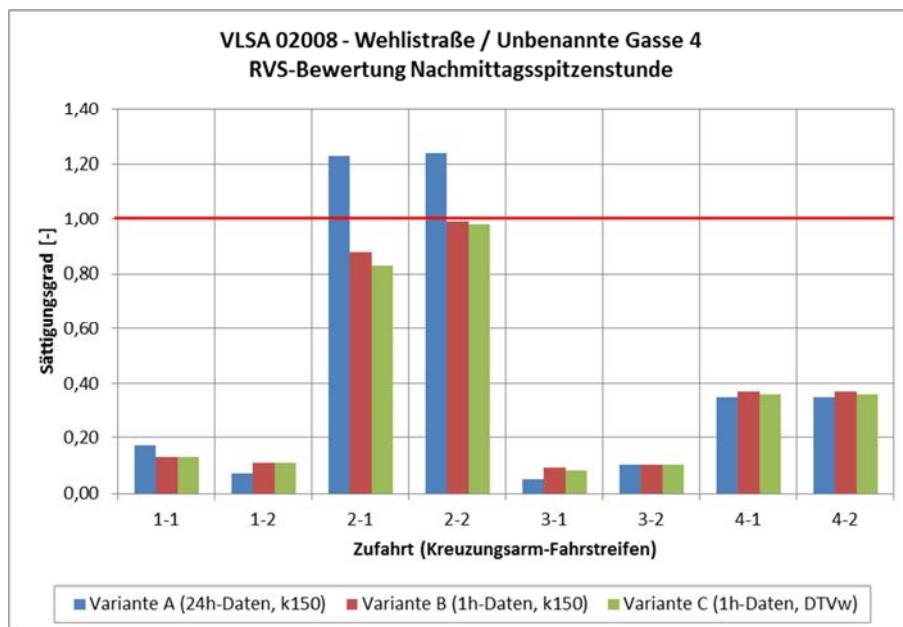


Abbildung 95: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02008 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

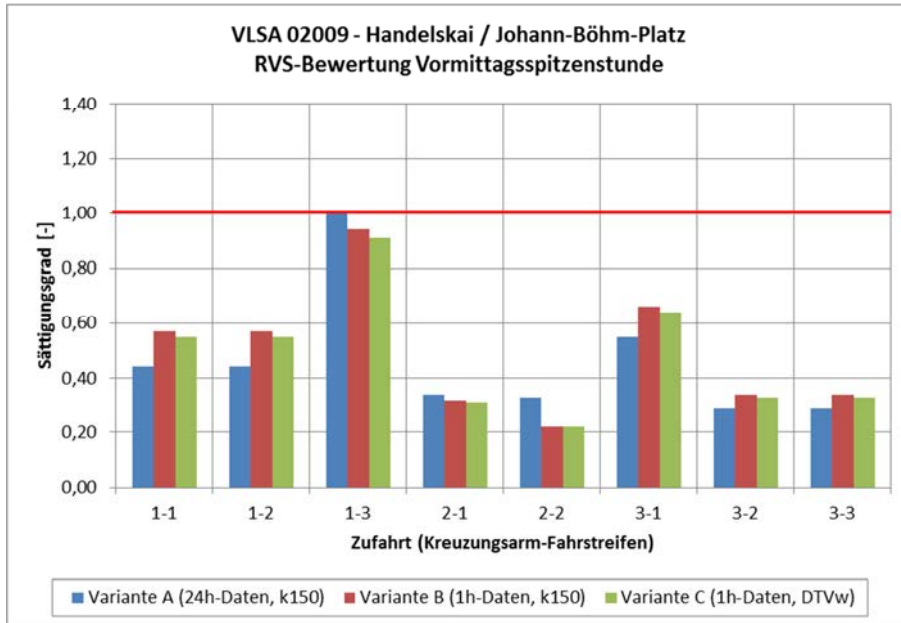


Abbildung 96: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

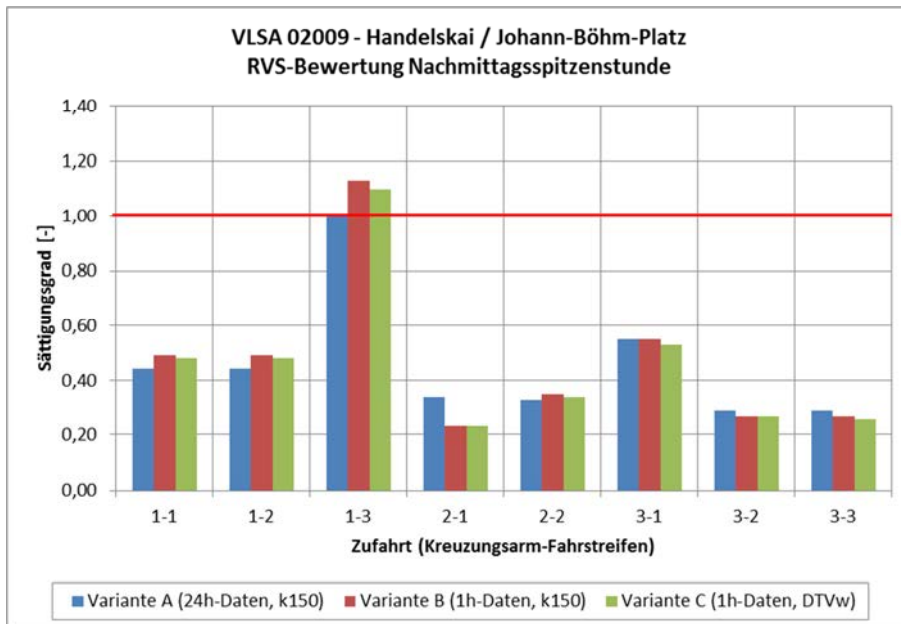


Abbildung 97: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02009 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

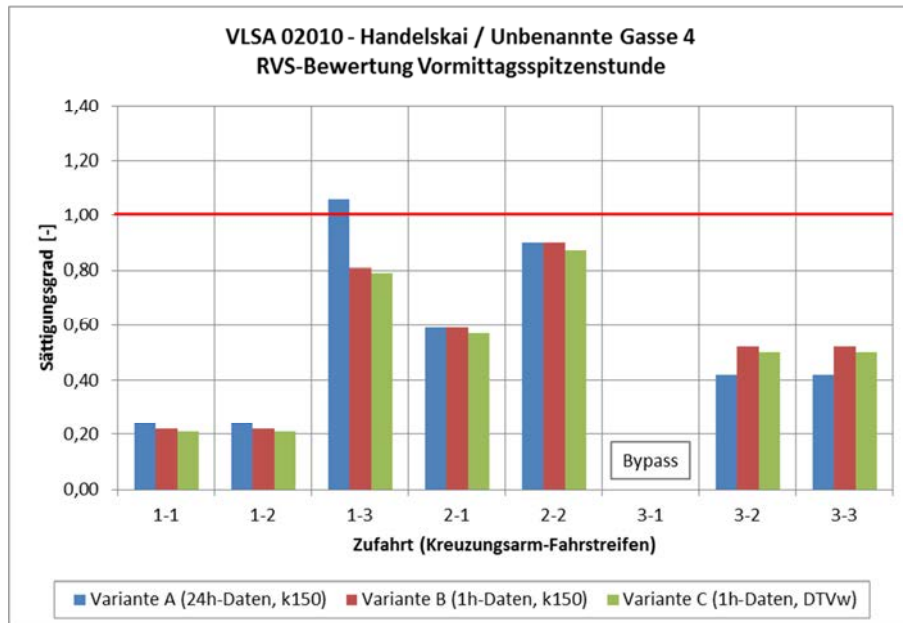


Abbildung 98: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

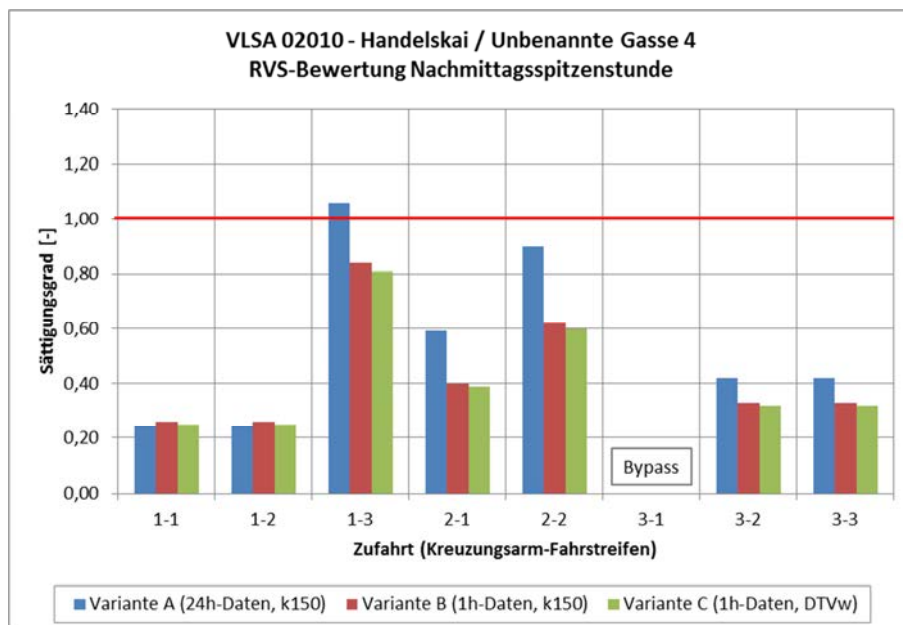


Abbildung 99: A23 – ASt Handelskai: VLSA 02010 – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

In der Abbildung 100 und Abbildung 101 sind die maßgebenden Sättigungsgrade und Rückstaulängen gemäß RVS und HBS der vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen für die Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B dargestellt. Auf die Darstellung der Varianten A und C wurde verzichtet, da die Variante B aufgrund der zugrunde liegenden Verkehrsbelastungen die realistischste Leistungsfähigkeitsberechnung der drei Varianten darstellt.

An der Kreuzung Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) ist von der A23 kommend in Richtung Handelskai während der Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Gerade-Links-Fahrstreifen (2-2) aufgrund der bedingt verträglichen Linksabbieger an der Auslastungsgrenze, der Gerade-Rechts-Fahrstreifen (2-1) weist noch Leistungsfähigkeitsreserven auf. In der Gegenrichtung zur A23 sind beide Fahrstreifen (4-1 und 4-2) überlastet.

Die Sättigungsgrade an der Kreuzung Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) zeigen von der A23 kommend in Richtung Handelskai auf beiden Fahrstreifen (2-1 und 2-2) während der Vormittagsspitzenstunde eine deutliche Überlastung, und die Rückstaulänge reicht bis auf die Hauptfahrbahn der A23 zurück. Während der Nachmittagsspitzenstunde ist der Gerade-Links-Fahrstreifen (2-2) aufgrund der bedingt verträglichen Linksabbieger an der Auslastungsgrenze, der Gerade-Rechts-Fahrstreifen (2-1) weist noch Leistungsfähigkeitsreserven auf.

An der Kreuzung Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009) ist der Linksabbiegestreifen (1-3) vom östlichen Handelskai in Richtung A23 während der Vormittagsspitzenstunde knapp unter der Auslastungsgrenze, während der Nachmittagsspitzenstunde ist eine deutliche Überlastung ersichtlich.

An der Kreuzung Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010) weisen der Linksabbiegestreifen (1-3) vom östlichen Handelskai in Richtung A23 und der Linksabbiegestreifen (2-2) von der A23 kommend in Richtung westlicher Handelskai noch Leistungsfähigkeitsreserven auf.

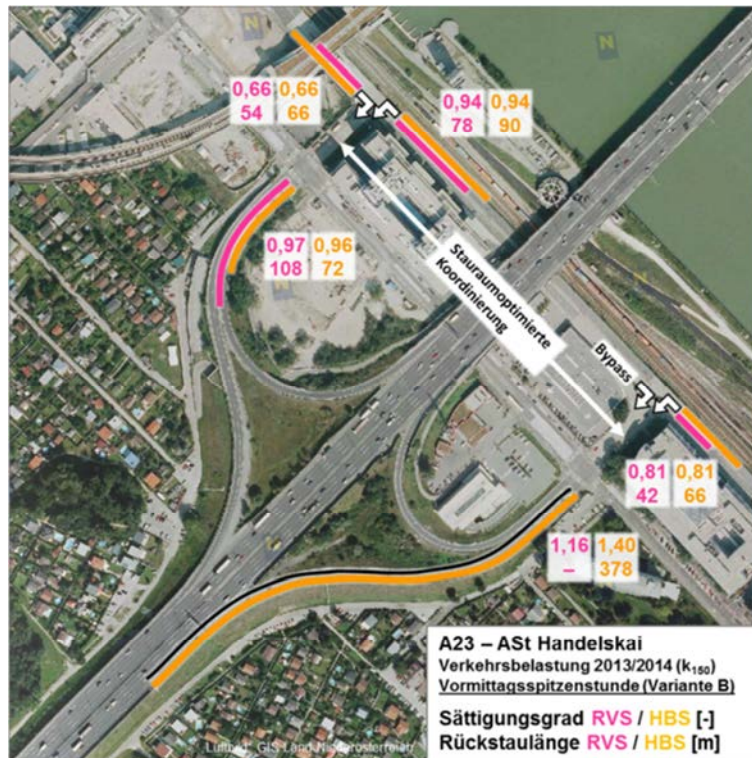


Abbildung 100: A23 – ASt Handelskai: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{150})

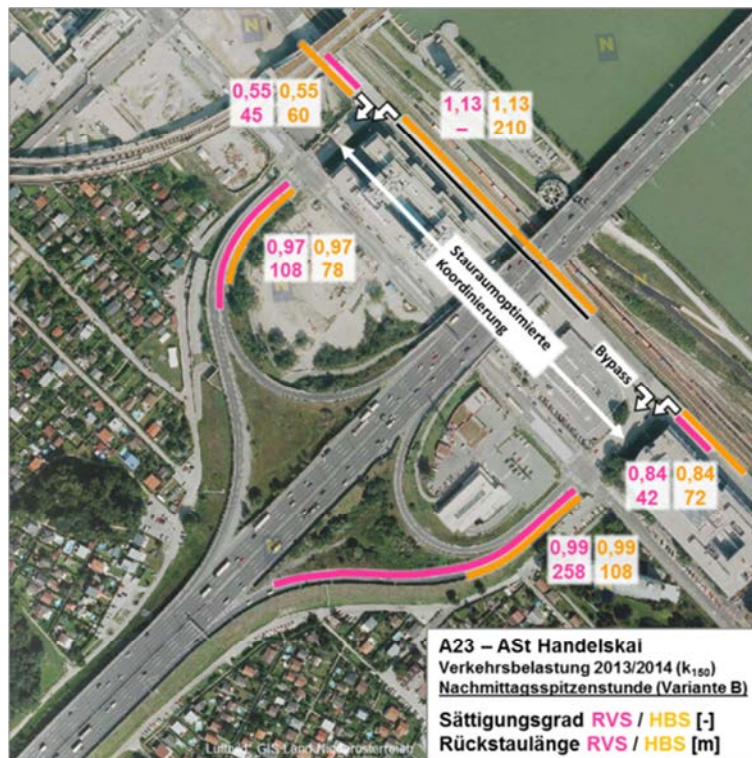


Abbildung 101: A23 – ASt Handelskai: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{150})

Beim Richtlinienvergleich liefern die RVS und HBS an den vier lichtsignalgeregelten Kreuzungen grundsätzlich die gleichen Sättigungsgrade. Eine Ausnahme stellen signaltechnisch bedingt verträglich geführte Linksabbieger dar, hier liefert die HBS tendenziell höhere Sättigungsgrade als die RVS. Bei den Rückstaulängen weist die RVS im Vergleich zur HBS bei kleineren Sättigungsgraden als etwa 95 % tendenziell geringere Rückstaulängen auf, darüber werden die Rückstaulängen der RVS zuerst überbewertet und bei einer Überlastung nicht mehr ausgewiesen.

7.4.7 Unfalldatenauswertung

Die Einteilung der aufgetretenen Verkehrsunfälle (Unfälle mit Personenschaden) beruht auf den in der RVS 02.02.21 (Verkehrssicherheitsuntersuchung, 08/2004) definierten Unfalltypen und deren Obergruppen. Die Abbildung 102 zeigt die Auswertung der Unfälle mit Personenschaden im Bereich der ASt Handelskai für den Zeitraum von 2008 bis 2013. Bei der Unfalldatenauswertung wurden für die einzelnen Unfälle die Unfallörtlichkeit und der Unfalltyp dargestellt. Da die Kilometerangabe bei den Unfalldaten auf der Hauptfahrbahn häufig gerundet ist, können sich in der nachstehenden Abbildung an den entsprechenden Kilometrierungspunkten mehrere Unfälle konzentrieren.

Auf der Hauptfahrbahn der A23 sind die Unfälle im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. Aufgrund der hohen Anschlussstellendichte und der damit verbundenen erzwungenen Fahrstreifenwechsel lässt sich keine eindeutige Zuordnung der Unfälle zur ASt Handelskai vornehmen.

Bei den Unfällen auf der Hauptfahrbahn handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 1), wobei die am häufigsten auftretenden Unfalltypen „Auffahren auf verkehrsbedingt stehendes Fahrzeug auf der Geraden“, „Auffahren auf fahrendes Fahrzeug auf der Geraden“ und „Wechseln des Fahrstreifens mit und ohne Kollision nach rechts“ sind. Trotz der vielen Unfälle entlang der Hauptfahrbahn sind die Kriterien für eine Unfalldatensammelstelle aufgrund der hohen JD TV nicht erfüllt. Auf den Rampen zwischen Trenninselspitz und Knotenpunkt am Anschluss ans untergeordnete Netz wurden keine Unfälle verzeichnet.

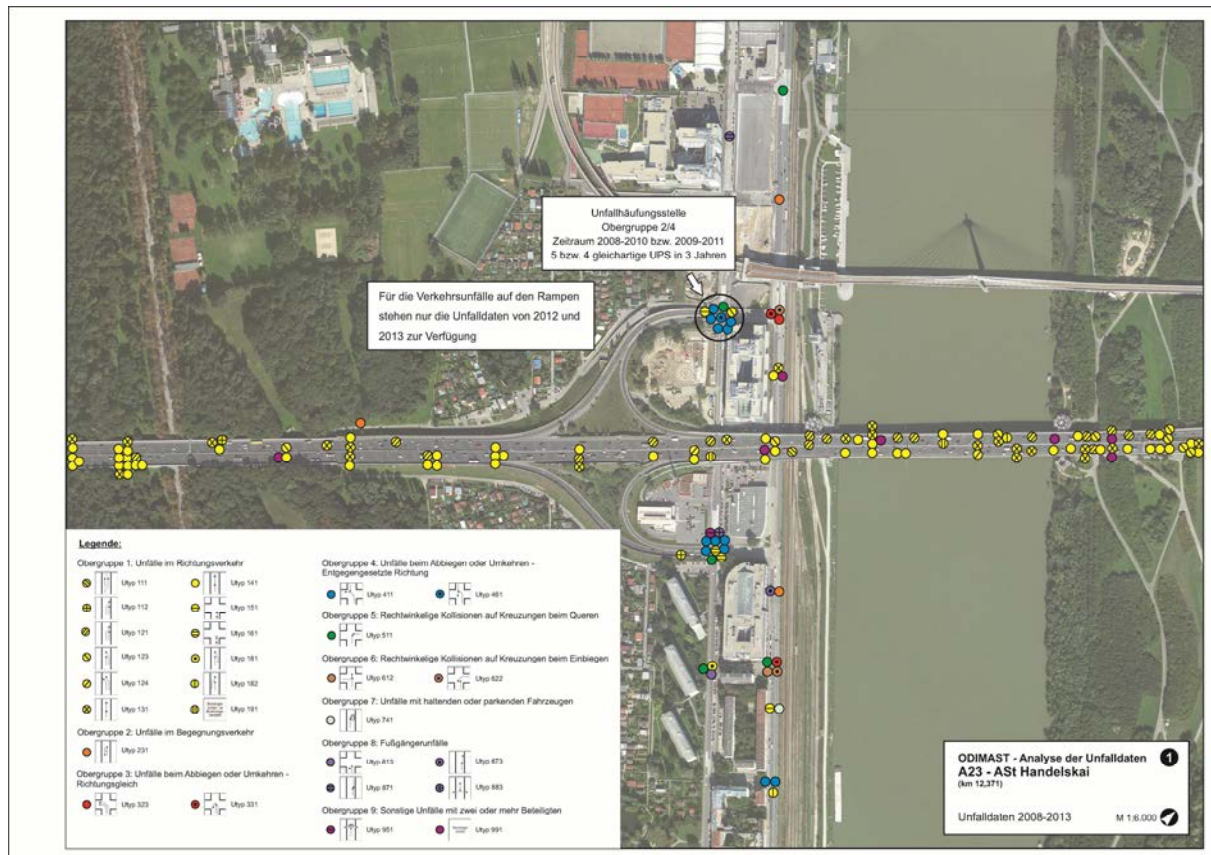


Abbildung 102: A23 – ASt Handelskai: Unfalldatenauswertung

An den lichtsignalgeregelten Kreuzungen Wehlstraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) und Wehlstraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) zeigen sich unterschiedliche Unfalltypenobergruppen, allerdings mit einer Mehrheit von Unfällen beim Abbiegen oder Umkehren in entgegengesetzter Richtung mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 4). Der am häufigsten auftretende Unfalltyp ist „Kollision beim Linksabbiegen“, wobei diese Unfälle auf die signaltechnisch bedingt verträglich geführten Linksabbieger zurückzuführen sind. Trotz einer im Vergleich zur gesamten Knotenbelastung untergeordneten Anzahl von Linksabbiegern führen diese vermehrt zu Unfällen. Die Unfälle dieses Unfalltyps erfüllen an der Kreuzung Wehlstraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) die Kriterien einer Unfallhäufungsstelle (5 gleichartige Unfälle mit Personenschaden der Unfalltypenobergruppe 2+4 in 3 Jahren). Neben einem Verkehrssicherheitsproblem stellen die Linksabbieger aufgrund der Blockade des nachfolgenden Verkehrs auch ein Leistungsfähigkeitsproblem dar.

Die lichtsignalgeregelte Kreuzung Handelskai / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02009) weist einzelne Unfälle beim Abbiegen auf, an der lichtsignalgeregelten Kreuzung Handelskai / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02010) sind keine Unfälle verzeichnet. Entlang des Handelskais treten im Bereich der Kreuzungspunkte Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf.

7.5 A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg

7.5.1 Anlageverhältnisse

Die Anschlussstelle Seiersberg ist auf der A09 Pyhrn Autobahn bei km 187,735 situiert und liegt im Streckenverlauf zwischen der Anschlussstelle Graz Webling (km 184,895) und dem Knoten Graz West (km 189,125). In der Abbildung 103 ist eine Übersichtskarte mit der Lage der beschriebenen Anschlussstellen bzw. Knoten an der A09 zu sehen.

Die Ausbildungsform der ASt Seiersberg entspricht westlich der A09 einem viertel Kleeblatt und östlich der A09 einer halben Raute (Sonderform). Die Hauptfahrbahn ist im betrachteten Streckenabschnitt in beiden Fahrtrichtungen durchgehend dreistreifig ausgebaut, und die Rampen sind im Ein- und Ausfädelungsbereich einstreifig ausgebildet. Der Anschluss ans untergeordnete Netz erfolgt westlich der A09 mit einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt an die L313 Seiersbergerstraße und östlich der A09 mit einem Kreisverkehr (mit Bypass) an die L323 Neuseiersbergerstraße.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn beträgt 100 km/h. Die vorherrschenden Nutzungsstrukturen im näheren Umfeld der ASt Seiersberg sind Einkaufen und Wohnen.

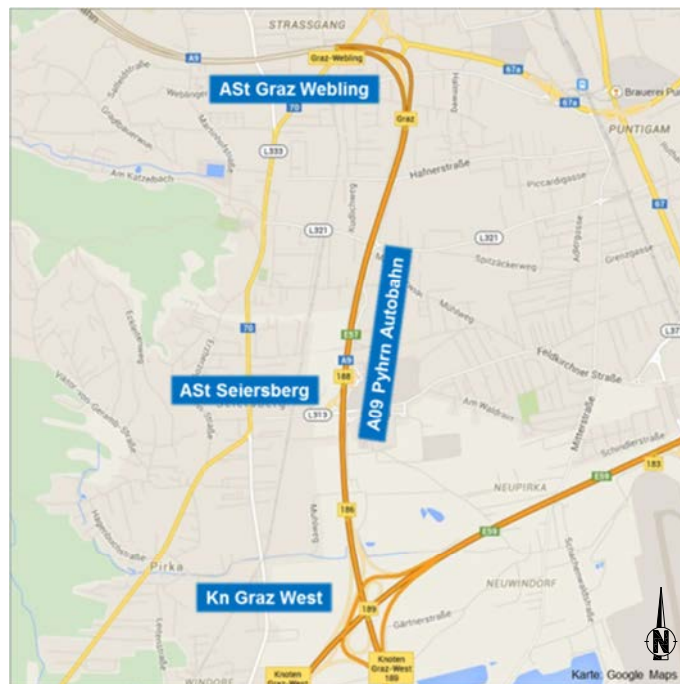


Abbildung 103: A09 – ASt Seiersberg: Übersichtskarte

7.5.2 Datengrundlage

Die Abbildung 104 und Tabelle 28 zeigen eine Übersicht der vorhandenen Verkehrsdaten im Bereich der ASt Seiersberg.



Abbildung 104: A09 – ASt Seiersberg: Verkehrsdaten

Tabelle 28: A09 – ASt Seiersberg: Verkehrsdaten

Verkehrsdaten A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg			
Messquerschnitt		Daten	Quelle
Richtungsfahrbahn Spielfeld	Hauptfahrbahn ASt Graz Webling – ASt Seiersberg keine Daten verfügbar	Datenermittlung aus anderen vorhandenen Messquerschnitten	
	Ausfahrtsrampe ASt Seiersberg Seitenradarzählung	Einzelfahrzeugdaten 06.10.2014 – 19.10.2014	Eigenerhebung
	Einfahrtsrampe ASt Seiersberg Seitenradarzählung		
	Hauptfahrbahn ASt Seiersberg – Knoten Graz West Dauerzählstelle MQ_A09_1_188,120	fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Stundendaten Juli 2013 – Juli 2014	ASFINAG
Hauptfahrbahn Knoten Graz West – ASt Seiersberg Dauerzählstelle MQ_A09_2_188,120			
Richtungsfahrbahn Voralpenkreuz	Ausfahrtsrampe ASt Seiersberg Seitenradarzählung	Einzelfahrzeugdaten 06.10.2014 – 19.10.2014	Eigenerhebung
	Einfahrtsrampe ASt Seiersberg Seitenradarzählung		
	Hauptfahrbahn ASt Seiersberg – ASt Graz Webling keine Daten verfügbar	Datenermittlung aus anderen vorhandenen Messquerschnitten	
	Kreuzung L313 Seiersbergerstraße / A09 Rampen händische Knotenstromzählung	fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Knotenstromdaten (15-Minuten-Intervall) Fr. 10.10.2014, 06:00 – 19:00	Eigenerhebung
Kreisverkehr L323 Neuseiersbergerstraße / A09 Rampen händische Knotenstromzählung			

Bei den Dauerzählstellen des hochrangigen Netzes waren sehr viele Datenaufzeichnungsausfälle zu verzeichnen, je nach Messquerschnitt waren davon bis zu ca. 70 % der Tage innerhalb des betrachteten Jahres betroffen. Die nicht vorhandenen Verkehrsstärken für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Graz Webling und der ASt Seiersberg wurden anhand der Daten der Hauptfahrbahn zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West sowie der Ein- und Ausfahrtsrampen rückgerechnet. Aufgrund des relativ kurzen Erhebungszeitraums von zwei Wochen bei den Seitenradarmessungen auf den Rampen stellen die aus den gemessenen Daten ermittelten JDTV- und DTV_w-Werte eine bestmögliche Näherung dar. Die Knotenpunkte am Anschluss ans untergeordnete Netz wurden an einem Freitag gezählt, um den Einkaufsverkehr mit abzubilden.

7.5.3 Verkehrsbelastungen hochrangiges Netz

In der Abbildung 105 sind die JDTV- und DTV_w -Werte [Kfz/24h] für das hochrangige Netz (Hauptfahrbahn und Rampen) ersichtlich. Die DTV_w bezieht sich auf alle Montage bis Freitage des gesamten Jahres mit Ausnahme der Feiertage.

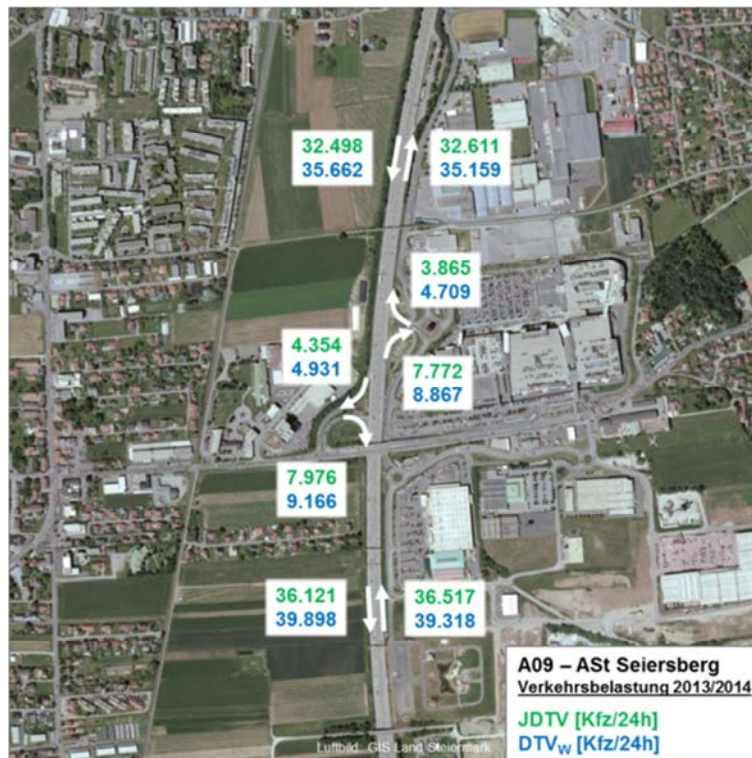


Abbildung 105: A09 – ASt Seiersberg: JDTV und DTV_w

Auf der Hauptfahrbahn sind die Verkehrsbelastungen am Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West (JDTV = 36.121 Kfz/24h bzw. 36.517 Kfz/24h) etwas größer als am Streckenabschnitt zwischen der ASt Graz Webling und der ASt Seiersberg (JDTV = 32.498 Kfz/24h bzw. 32.611 Kfz/24h). Dadurch sind an der ASt Seiersberg die Einfahrtsrampe in Fahrtrichtung Spielfeld und die Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Voralpenkreuz höher belastet als die andere Rampe in der jeweiligen Fahrtrichtung. Die Werte der DTV_w sind auf der Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Spielfeld ca. 10 %, und in Fahrtrichtung Voralpenkreuz ca. 8 % höher als die Werte der JDTV.

Die Abbildung 106 zeigt die JDTV- und DTV_w-Jahresganglinien (Juli 2013 – Juni 2014) für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West (beide Fahrtrichtungen).

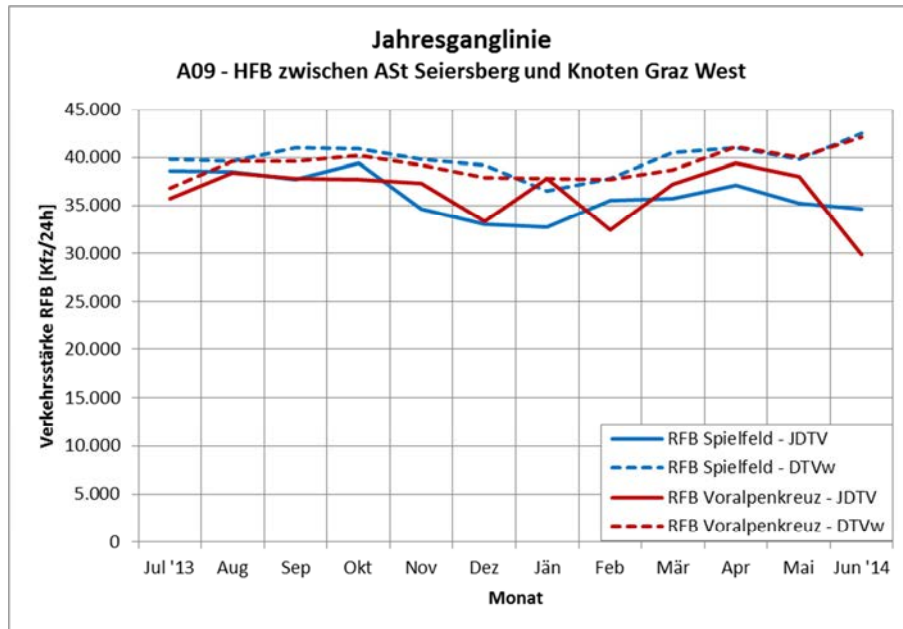


Abbildung 106: A09 – ASt Seiersberg: Jahresganglinie

Bei der monatsweisen Betrachtung zeigen die DTV_w-Ganglinien einen ähnlichen Verlauf für beide Fahrtrichtungen, die JDTV-Ganglinien weisen allerdings teils größere Unterschiede auf. Eine Ursache dafür sind die vielen Datenaufzeichnungsausfälle, wodurch teilweise nur wenige Tage für die Ermittlung der monatlichen DTV herangezogen werden konnten. Bezogen auf die Querschnittswerte der JDTV (Summe über beide Fahrtrichtungen) sind in absteigender Reihenfolge die drei belastungsstärksten Monate der Oktober (77.167 Kfz/24h), August und April, und die drei belastungsschwächsten Monate der Februar, Dezember und Juni (64.503 Kfz/24h).

In der Abbildung 107 sind die JDTV- und DTV_W-Tagesganglinien für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West (beide Fahrtrichtungen) zu sehen. Bei den Tagesganglinien sind die Durchschnittswerte der jeweiligen Stunde aller betrachteten Tage des Jahres dargestellt.

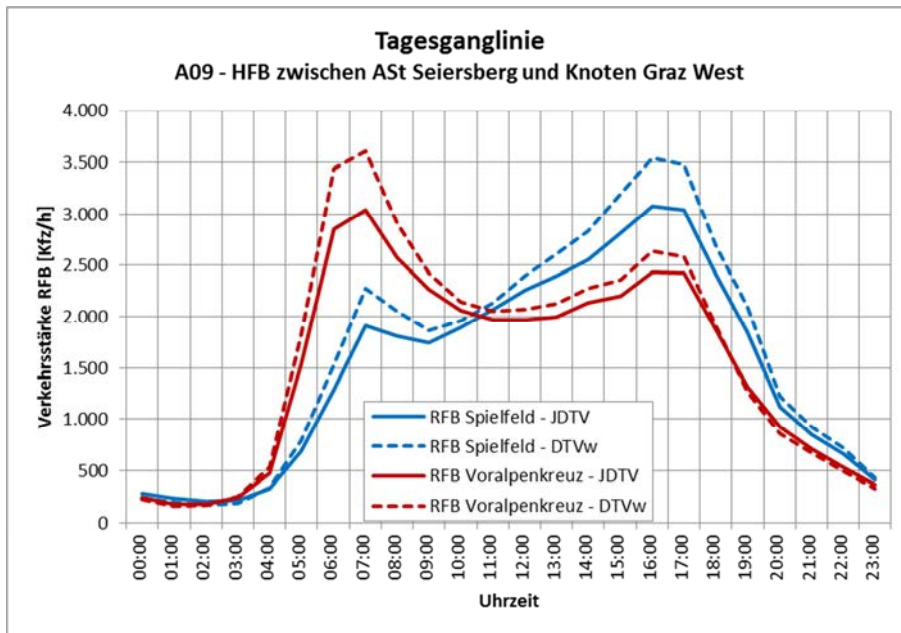


Abbildung 107: A09 – ASt Seiersberg: Tagesganglinie

Die Tagesganglinien der DTV_W zeigen in Fahrtrichtung Spielfeld eine ausgeprägte Abendspitze (Spitzenwert 3.547 Kfz/h) und in Fahrtrichtung Voralpenkreuz eine ausgeprägte Morgenspitze (Spitzenwert 3.610 Kfz/h). Bei der Betrachtung der Tagesganglinien der JDTV sind die Verkehrsspitzen (Morgen- bzw. Abendspitze) deutlich schwächer ausgeprägt als bei der DTV_W.

In der Abbildung 108 sind die Jahresdauerlinien der stündlichen Verkehrsstärken für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West (beide Fahrtrichtungen) ersichtlich. Dargestellt ist der Bereich der 300 höchstbelasteten Stunden des Jahres.

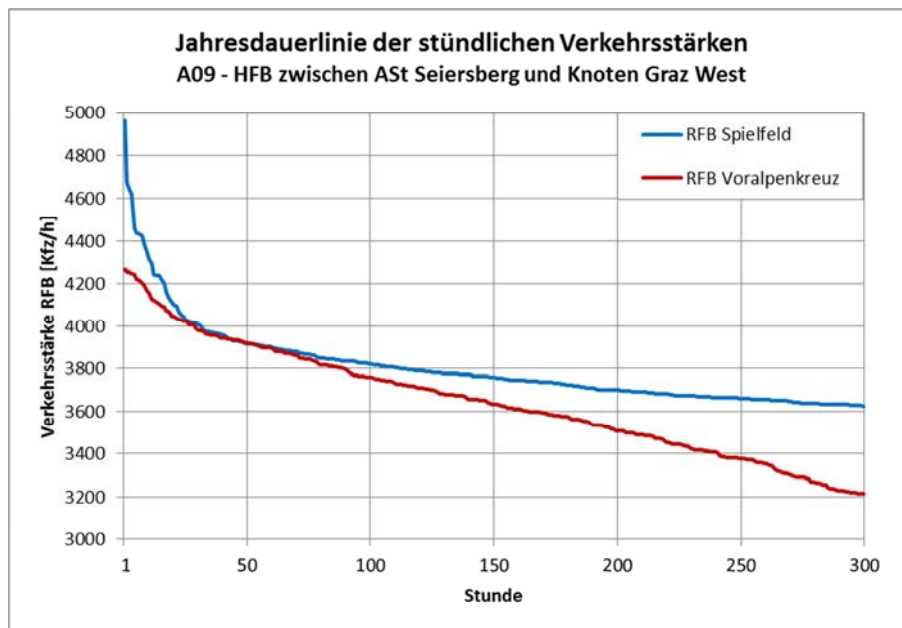


Abbildung 108: A09 – ASt Seiersberg: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken

Die größten stündlichen Verkehrsstärken mit einem Maximalwert von 4.965 Kfz/h wurden in Fahrtrichtung Spielfeld gemessen. Im Bereich zwischen der 25. und 70. höchstbelasteten Stunde sind die Verkehrsstärken in beiden Fahrtrichtungen fast gleich, danach nehmen die Verkehrsstärken in Fahrtrichtung Voralpenkreuz zunehmend stärker ab als in Fahrtrichtung Spielfeld. Die Verkehrsstärke für die 100. höchstbelastete Stunde (Bemessungsstunde) beträgt in Fahrtrichtung Spielfeld 3.822 Kfz/h und in Fahrtrichtung Voralpenkreuz 3.758 Kfz/h.

7.5.4 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Hauptfahrbahn

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn erfolgte gemäß RVS 03.01.11 (Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen, 07/2012) und wurde für beide Fahrtrichtungen jeweils für die Streckenabschnitte zwischen der ASt Graz Webling und der ASt Seiersberg sowie zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West durchgeführt. In der RVS 03.01.13 (Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen,

07/2012) bzw. Kategorisierungsdienstanweisung (2012) ist für den untersuchten Beurteilungsabschnitt der A09 die folgende Kategorisierung festgelegt:

- Kategorie: Ia (Transnationaler Netzabschnitt im Ballungsraum)
- Bemessungsstunde: 100
- Verkehrsgeschwindigkeit: 70 km/h

Die Abbildung 109 zeigt ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn. Für die vier untersuchten Streckenabschnitte sind jeweils die Bemessungsverkehrsstärke (Q_{Bem}), der Bemessungsfaktor (k_{100}), der Auslastungsgrad (a) und die Verkehrsgeschwindigkeit (V_V) ersichtlich. Weiters ist das Datum und die Uhrzeit der Bemessungsstunde (100. Stunde der Jahresdauerlinie) angeführt, welche für die Ermittlung des k_{100} -Faktors herangezogen wurde.

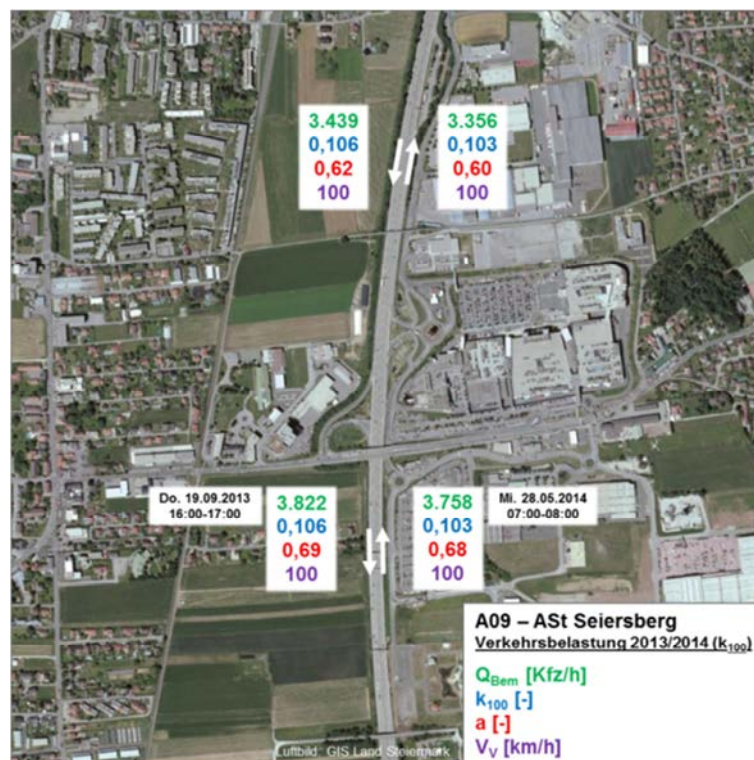


Abbildung 109: A09 – ASt Seiersberg: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn

Für die beiden Richtungsfahrbahnen wurde jeweils ein k_{100} -Faktor aus der Jahresdauerlinie der Dauerzählstelle im Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg

und dem Knoten Graz West bestimmt. Für die Fahrtrichtung Spielfeld ergibt sich ein k_{100} -Faktor von 0,106 und für die Fahrtrichtung Voralpenkreuz ein k_{100} -Faktor von 0,103. Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken wurde der für die jeweilige Fahrtrichtung bestimmte k_{100} -Faktor auf den beiden untersuchten Streckenabschnitten (vor und nach der ASt Seiersberg) angesetzt.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung weist für beide Fahrtrichtungen Streckenabschnitte mit ausreichenden Leistungsfähigkeitsreserven aus, wobei die Auslastungsgrade im Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West ($a = 0,68$ bzw. $0,69$) etwas höher sind als zwischen der ASt Graz Webling und der ASt Seiersberg ($a = 0,60$ bzw. $0,62$). Die berechneten Verkehrsgeschwindigkeiten entsprechen auf allen Streckenabschnitten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ($V_{zul} = 100$ km/h) und liegen somit deutlich über der angestrebten Verkehrsgeschwindigkeit ($V_V = 70$ km/h).

7.5.5 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten der ASt Seiersberg erfolgte gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 4 – Planfreie Knotenpunkte). In der Abbildung 110 sind ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten dargestellt. Für die Ein- und Ausfahrten sind jeweils die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn (q_{H1} – nur bei Einfahrten relevant), die Verkehrsstärke der Ein- bzw. Ausfahrt (q_E bzw. q_A), der Auslastungsgrad (a) und die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) ersichtlich.

Die Verkehrsstärke der jeweiligen Ein- bzw. Ausfahrt wurde aus der JDTV der Rampe und des zugehörigen k_{100} -Faktors der Richtungsfahrbahn ermittelt. Die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn auf Höhe der Einfädelung wurde wie in Kapitel 7.2 beschrieben für die Variante „Realdaten“ anhand der Fahrstreifenaufteilung des Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im Streckenabschnitt zwischen der ASt Seiersberg und dem Knoten Graz West und für die Variante „Diagramm“ anhand der Fahrstreifenaufteilung eines für dreistreifige Richtungsfahrbahnen (Freistrecke) entwickelten Diagramms aus der Literatur abgeleitet.

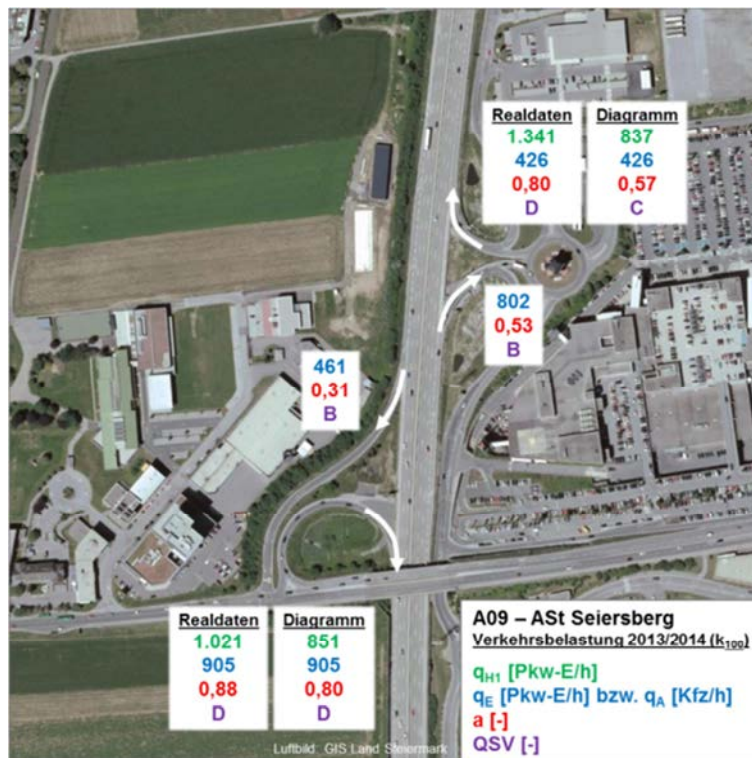


Abbildung 110: A09 – ASt Seiersberg: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der beiden Ausfahrten liefert ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven und jeweils eine Qualitätsstufe B, wobei zu beachten ist, dass bei der Nachweisführung nur die Ausfahrtsrampe ohne Berücksichtigung des Knotenpunkts am Anschluss ans untergeordnete Netz betrachtet wird.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung für die Variante „Realdaten“ weist für die Einfahrten in Fahrtrichtung Spielfeld ($a = 0,88$; $QSV = D$) und in Fahrtrichtung Voralpenkreuz ($a = 0,80$; $QSV = D$) Leistungsfähigkeitsreserven aus. Bei der Variante „Diagramm“ ergeben sich für die Einfahrten in Fahrtrichtung Spielfeld ($a = 0,80$; $QSV = D$) und in Fahrtrichtung Voralpenkreuz ($a = 0,57$; $QSV = C$) größere Leistungsfähigkeitsreserven als bei der Variante „Realdaten“. Der Vergleich der Varianten „Realdaten“ und „Diagramm“ zeigt bei beiden Einfahrten einen Unterschied von 8 % bzw. 23 % beim Auslastungsgrad und einen Unterschied von bis zu einer Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs.

Für die Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn sollte nach Möglichkeit immer die Fahrstreifenaufteilung eines Messquerschnitts (Realdaten) oberhalb, so nahe wie möglich an der Einfädelung liegend,

herangezogen werden. Wenn der Messquerschnitt nicht unmittelbar oberhalb der Einfädung liegt ist zu beachten, dass der Messquerschnitt nicht im Einflussbereich einer anderen Ein- oder Ausfahrt der gleichen oder einer benachbarten Anschlussstelle liegen soll. Im vorliegenden Beispiel der ASt Seiersberg liegt der für die Fahrstreifenaufteilung verwendete Messquerschnitt aufgrund der hohen Anschlussstellendichte im Einflussbereich einer anderen Anschlussstelle, wodurch die ermittelte Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist.

7.5.6 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Knotenpunkte

In der Abbildung 111 sind jene Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Seiersberg zu sehen, für welche die Leistungsfähigkeitsbeurteilung durchgeführt wurde.

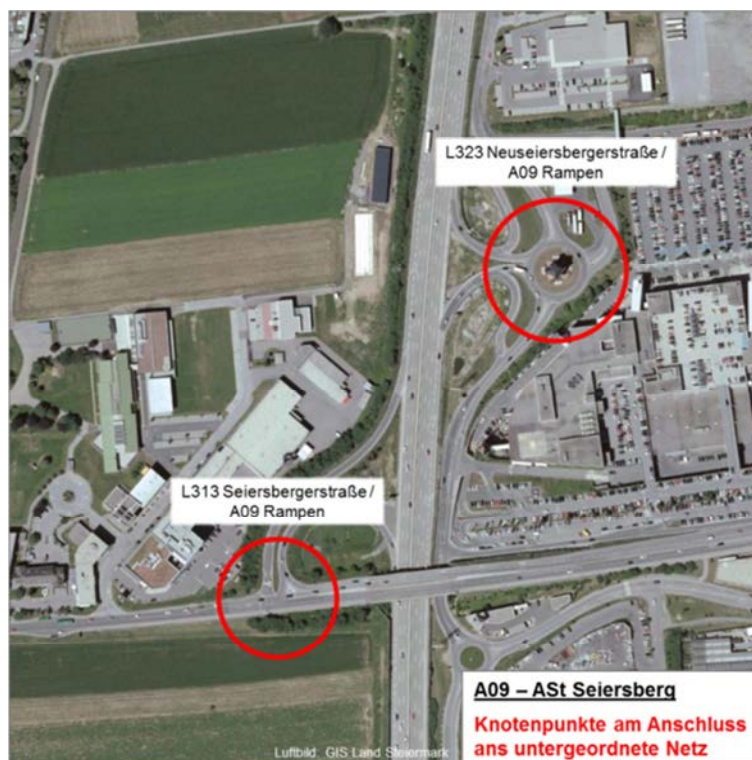


Abbildung 111: A09 – ASt Seiersberg: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Verkehrsbelastungen

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsberechnung sind in den folgenden Abbildungen die Verkehrsbelastungen der lichtsignalgeregelten Kreuzung und des Kreisverkehrs am Anschluss an das untergeordnete Netz dargestellt. Wie in Kapitel 7.2 beschrieben, wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung auf drei unterschiedliche Varianten durchgeführt, wobei an der ASt Seiersberg zusätzlich zum k_{100} -Dimensionierungsansatz ein k_{30} -Dimensionierungsansatz untersucht wurde. Die Ermittlung der dazu benötigten Verkehrsbelastungen erfolgte bei der Variante A auf Basis von 24h-Zählraten und eines k_{100}/k_{30} -Dimensionierungsansatzes, bei der Variante B auf Basis von 1h-Zählraten und eines k_{100}/k_{30} -Dimensionierungsansatzes und bei der Variante C auf Basis von 1h-Zählraten und eines DTV_W -Dimensionierungsansatzes.

Bei der zur Richtungsfahrbahn Spielfeld zugeordneten lichtsignalgeregelten Kreuzung L313 Seiersbergerstraße / A09 Rampen wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{100}): Faktor 0,106 auf 24h-Zählraten
- Variante A (k_{30}): Faktor 0,111 auf 24h-Zählraten
- Variante B (k_{100}): Faktor 1,056 auf 1h-Zählraten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante B (k_{30}): Faktor 1,101 auf 1h-Zählraten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante C (DTV_W): Faktor 0,920 auf 1h-Zählraten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

Bei dem zur Richtungsfahrbahn Voralpenkreuz zugeordneten Kreisverkehr L323 Neuseiersbergerstraße / A09 Rampen wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{100}): Faktor 0,103 auf 24h-Zählraten
- Variante A (k_{30}): Faktor 0,109 auf 24h-Zählraten
- Variante B (k_{100}): Faktor 1,043 auf 1h-Zählraten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante B (k_{30}): Faktor 1,084 auf 1h-Zählraten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

- Variante C (DTV_w): Faktor 1,001 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

In der Abbildung 112 bis Abbildung 115 sind für die lichtsignalgeregelte Kreuzung die Strombelastungspläne der Spitzenstunde der Variante A und der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B auf Basis des k_{100} -Dimensionierungsansatzes, in der Abbildung 116 bis Abbildung 119 auf Basis des k_{30} -Dimensionierungsansatzes dargestellt. Die Abbildung 120 bis Abbildung 123 zeigen für den Kreisverkehr die Verkehrsbelastungen (Querschnittswerte) der Spitzenstunde der Variante A und der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B auf Basis des k_{100} -Dimensionierungsansatzes, die Abbildung 124 bis Abbildung 127 auf Basis des k_{30} -Dimensionierungsansatzes. Auf die Darstellung der Strombelastungspläne der Variante C wurde aufgrund der Ähnlichkeit zur Variante B verzichtet.

An der lichtsignalgeregelten Kreuzung L313 / A09 Rampen sind die Verkehrsbelastungen entlang der L313 während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde in beiden Fahrtrichtungen in etwa gleich groß. Während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde ist die stärksten belastete Fahrrelation von der L313 aus Osten kommend in Richtung A09. Auf der Ausfahrtsrampe von der A09 kommend ist die Fahrrelation in Richtung östlicher L313 deutlich stärker belastet als in Richtung westlicher L313. Am Kreisverkehr L323 / A09 Rampen ist die stärksten belastete Zufahrt jene von der A09 kommend. Der stärksten belastete Abschnitt auf der Kreisfahrbahn ist jener im Bereich des östlichen Zufahrtsarms. Die Strombelastungen an den beiden Kreisverkehren zeigen während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde ein ähnliches Bild mit gleichbleibenden Lastrichtungen.

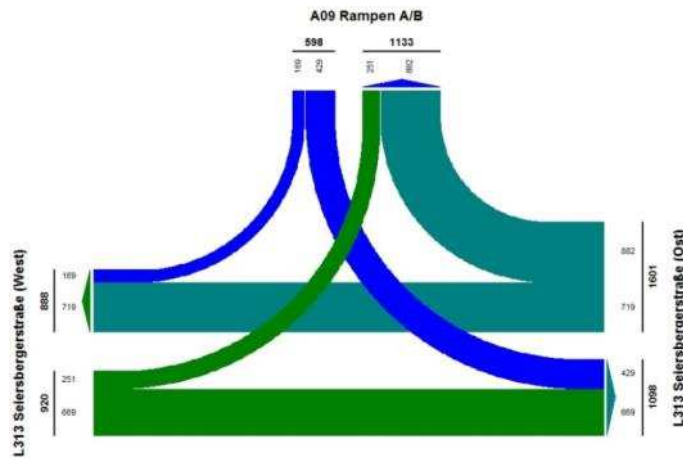


Abbildung 112: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Spitzensunde Variante A (k₁₀₀)

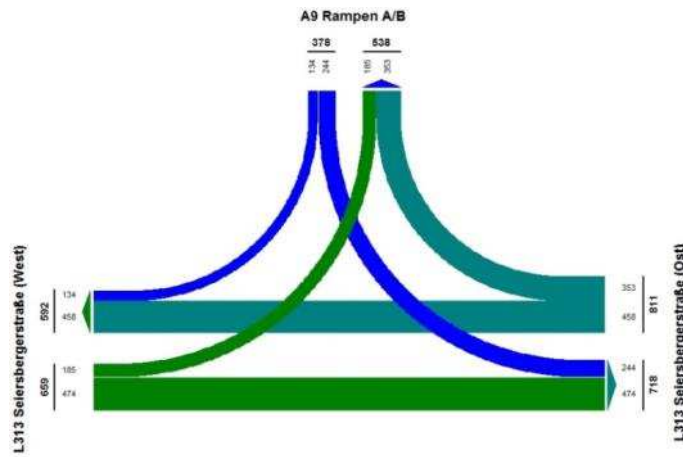


Abbildung 113: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Vormittagsspitzenunde Variante B (k₁₀₀)

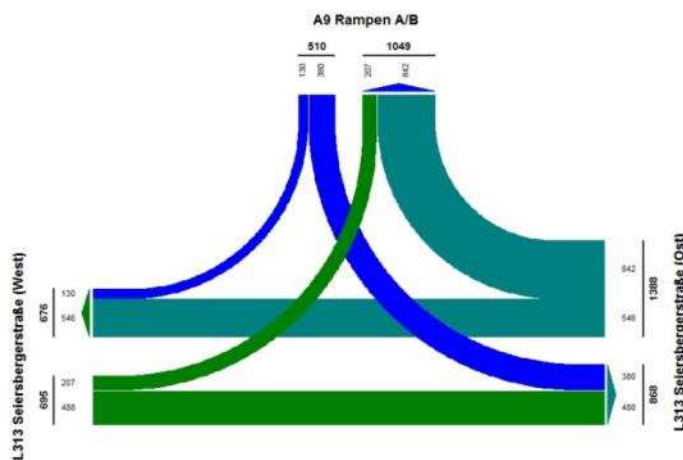


Abbildung 114: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Mittagsspitzenunde Variante B (k₁₀₀)

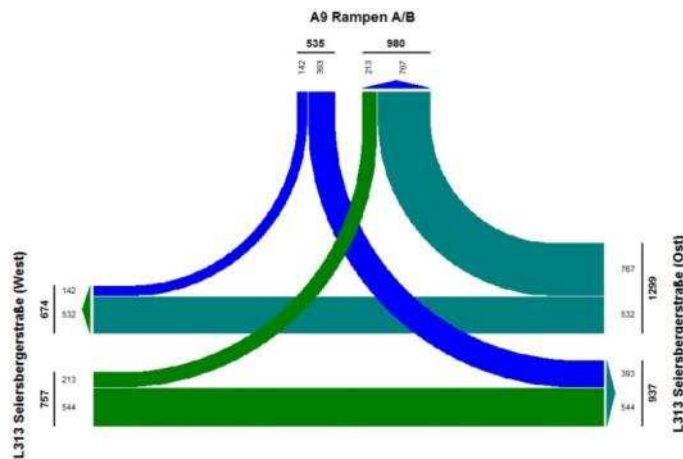


Abbildung 115: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

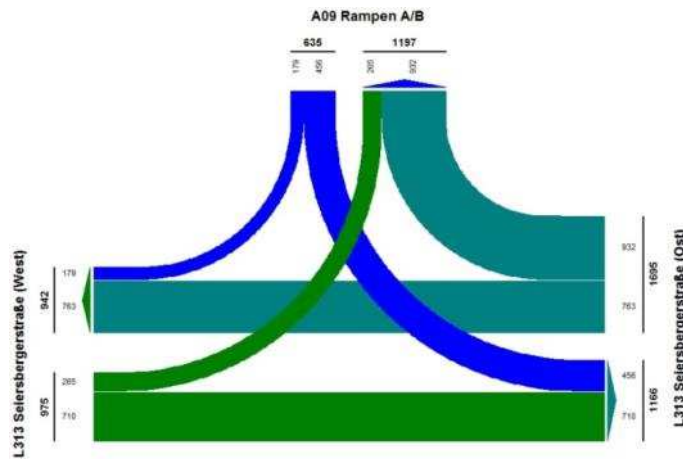


Abbildung 116: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Spitzenstunde Variante A (k_{30})

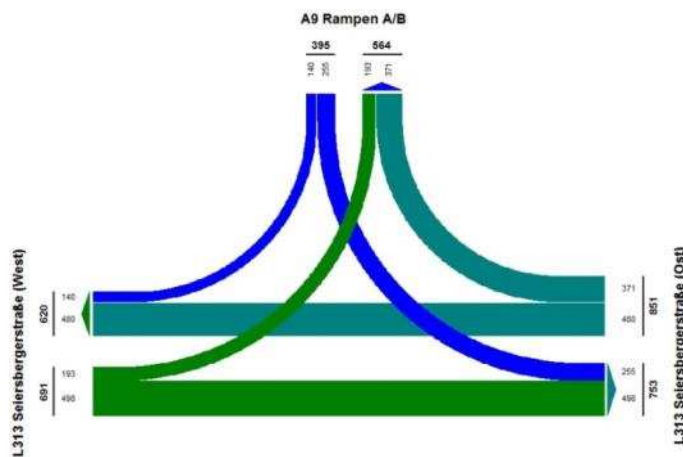


Abbildung 117: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Vormittagspitzenstunde Variante B (k_{30})

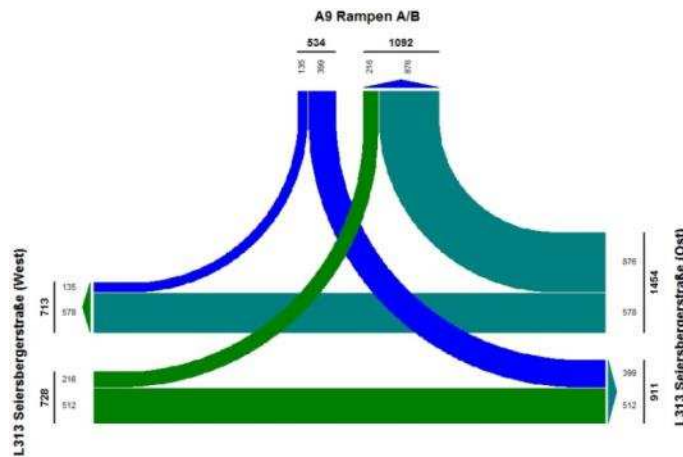


Abbildung 118: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{30})

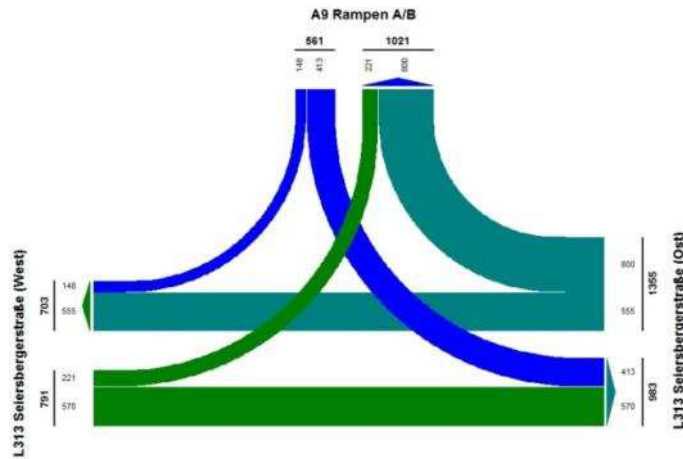


Abbildung 119: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Strombelastungsplan
Nachmittagspitzenstunde Variante B (k_{30})



Abbildung 120: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen –
Verkehrsbelastungen Spitzenstunde Variante A (k_{100})

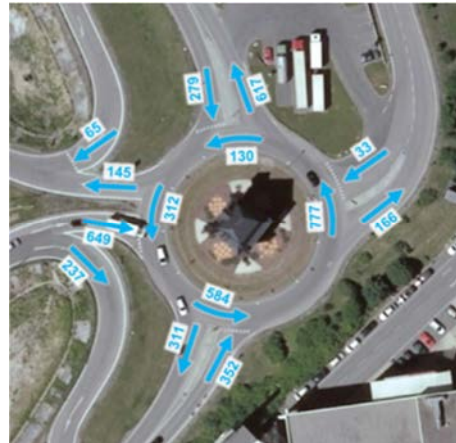


Abbildung 121: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

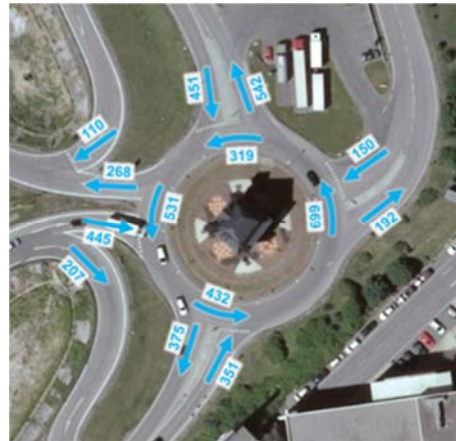


Abbildung 122: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

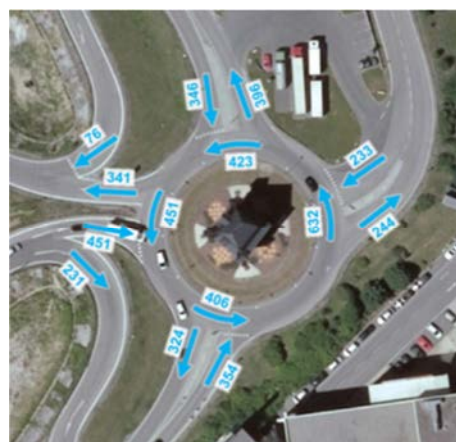


Abbildung 123: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})



Abbildung 124: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen –
Verkehrslastungen Spitzenstunde Variante A (k_{30})

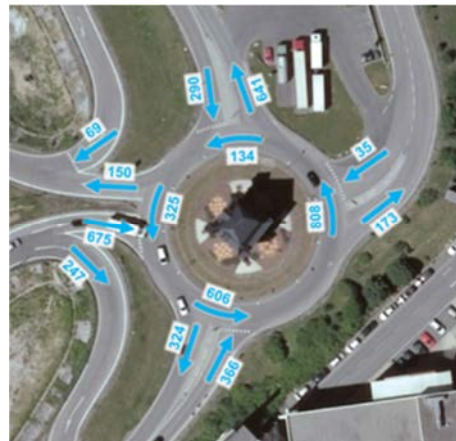


Abbildung 125: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen –
Verkehrslastungen Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{30})

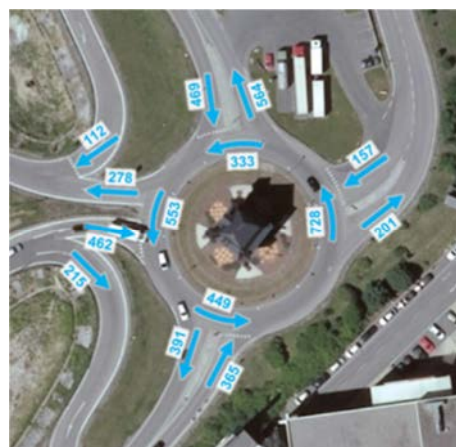


Abbildung 126: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen –
Verkehrslastungen Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{30})

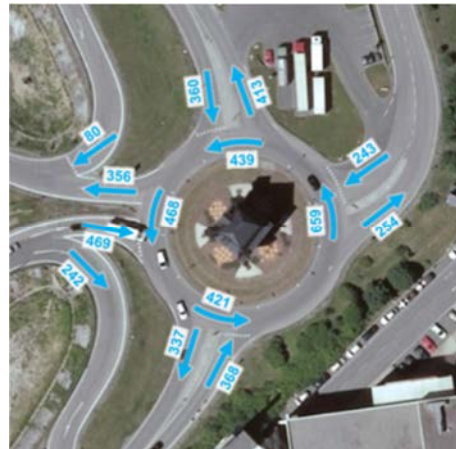


Abbildung 127: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Verkehrsbelastungen Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{30})

Knotendaten

Die Abbildung 128 und Abbildung 129 zeigen für die lichtsignalgeregelte Kreuzung und den Kreisverkehr jeweils die Knotendaten, in denen die Fahrstreifen mit den zugeordneten Signalgruppen sowie die Kreuzungsarm- (rote Zahlen) und Fahrstreifennummerierung (schwarze Zahlen) ersichtlich sind.

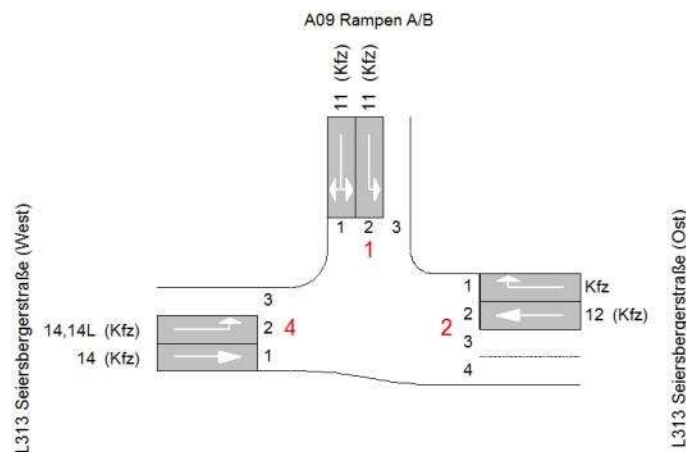


Abbildung 128: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Knotendaten

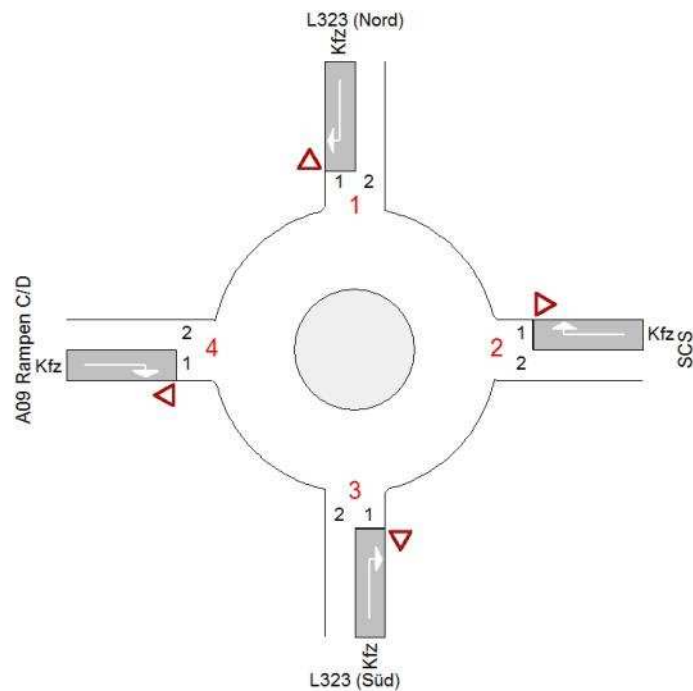


Abbildung 129: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Knotendaten

Entlang der L313 stehen in beiden Fahrtrichtungen jeweils ein Gerade-Fahrstreifen und ein Abbiegefahrstreifen in Richtung A09 zur Verfügung. Auf der Ausfahrtsrampe von der A09 kommend sind ein Rechts-Links-Fahrstreifen und ein Links-Fahrstreifen angeordnet. Der Kreisverkehr L323 / A09 Rampen besitzt vier einstreifige Einfahrten (A09 Rampen, L323 Nord, L323 Süd und SCS) und eine einstreifige Kreisfahrbahn, sowie jeweils einen Bypass von und zu der Ein- und Ausfahrt der A09.

Signalzeitenpläne

In der Abbildung 130 und Abbildung 131 sind für die lichtsignalgeregelt Kreuzung die maßgebenden Signalzeitenpläne zu sehen. Während der Vormittagsspitzenstunde wird an der Signalanlage das Morgenprogramm (S2.0) mit einer Umlaufzeit von 90 s, und während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde das Spitzenprogramm (S6.0) mit einer Umlaufzeit von 100 s geschaltet. Die Linksabbieger von der westlichen L313 in Richtung A09 sind grundsätzlich bedingt verträglich geführt, und haben zusätzlich eine gesichert geführte Nachlaufphase. Der Rechtsabbiegestreifen von der östlichen L313 in Richtung A09 ist als unsignalisierter Bypass ausgeführt, und ist gegenüber den Linksabbiegern von Westen benachrangt.

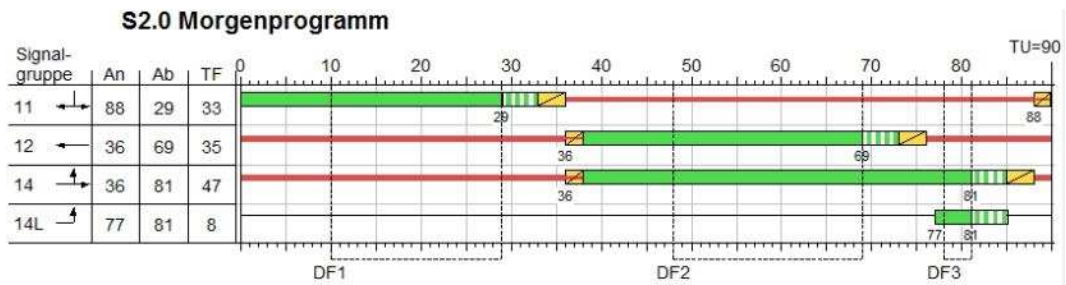


Abbildung 130: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Signalzeitenplan S2.0

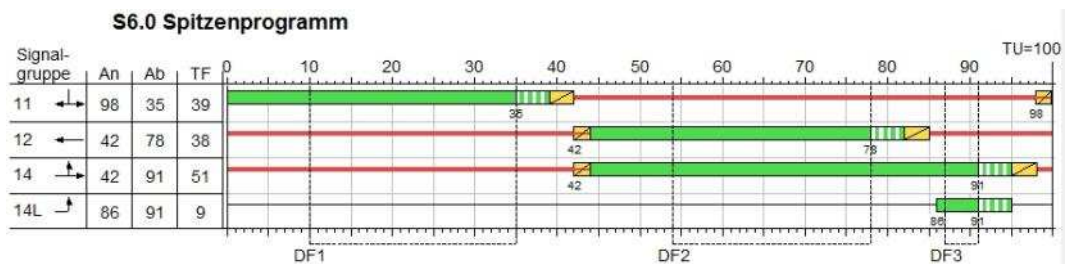


Abbildung 131: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Signalzeitenplan S6.0

Leistungsfähigkeitsberechnungen

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Seiersberg erfolgte gemäß RVS 05.04.32 (Planen von Verkehrslichtsignalanlagen, 10/1998) und RVS 03.05.14 (Plangleiche Knoten – Kreisverkehre, 10/2010). Für einen Richtlinienvergleich wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung zusätzlich gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 6 – Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage und Kapitel 7 – Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage) durchgeführt. Bei den folgenden Leistungsfähigkeitsbeurteilungen liegt das Hauptaugenmerk auf den Sättigungsgraden und Rückstaulängen.

In der Abbildung 132 bis Abbildung 137 sind für die Varianten A, B und C die Sättigungsgrade gemäß RVS der einzelnen Fahrstreifen der lichtsignalgeregelten Kreuzung und des Kreisverkehrs für die Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde zu sehen. Die in den nachstehenden Abbildungen auf der horizontalen Achse verwendeten Fahrstreifennummerierungen (Kreuzungsarm-Fahrstreifen) sind in den Knotendaten (voranstehende Abbildungen) definiert.

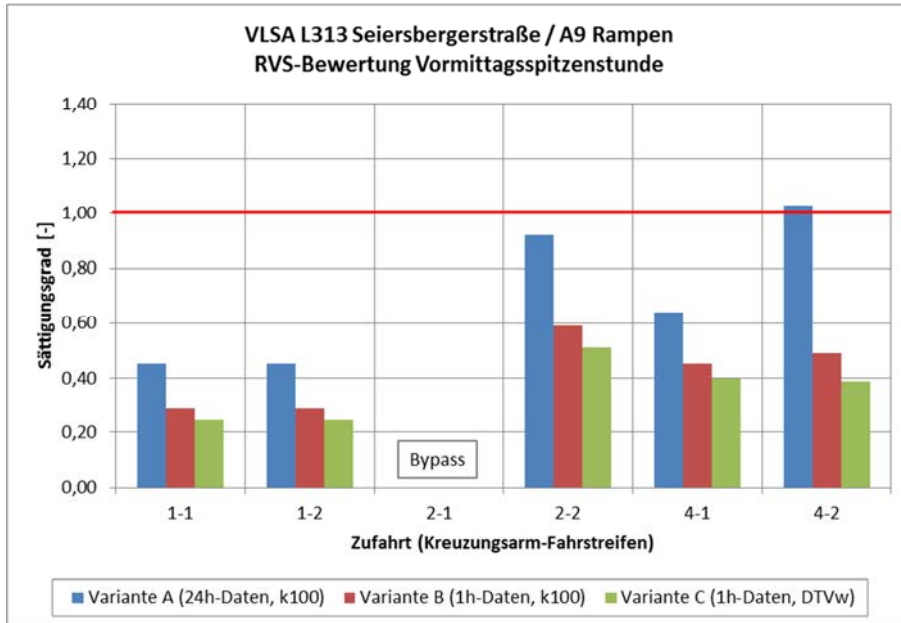


Abbildung 132: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

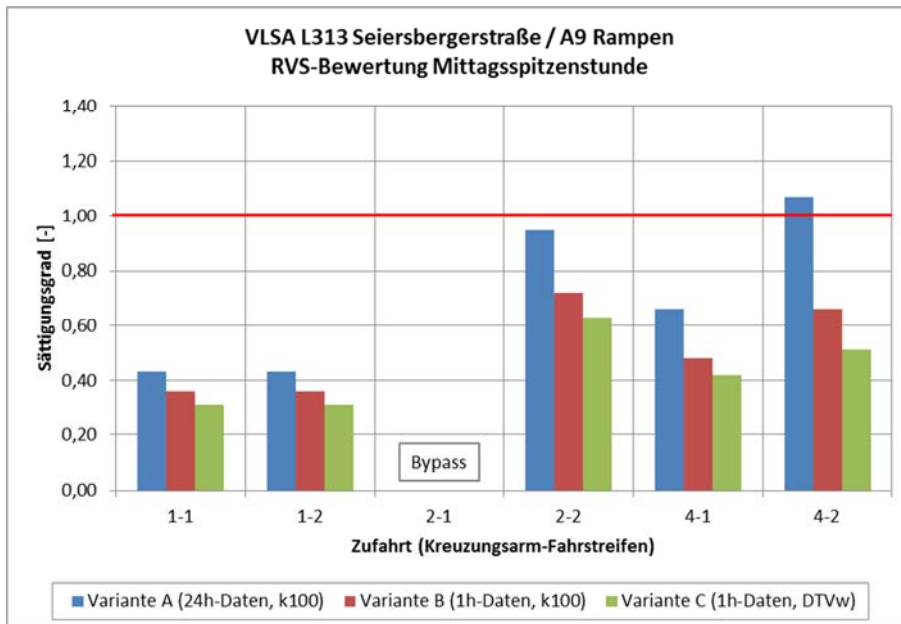
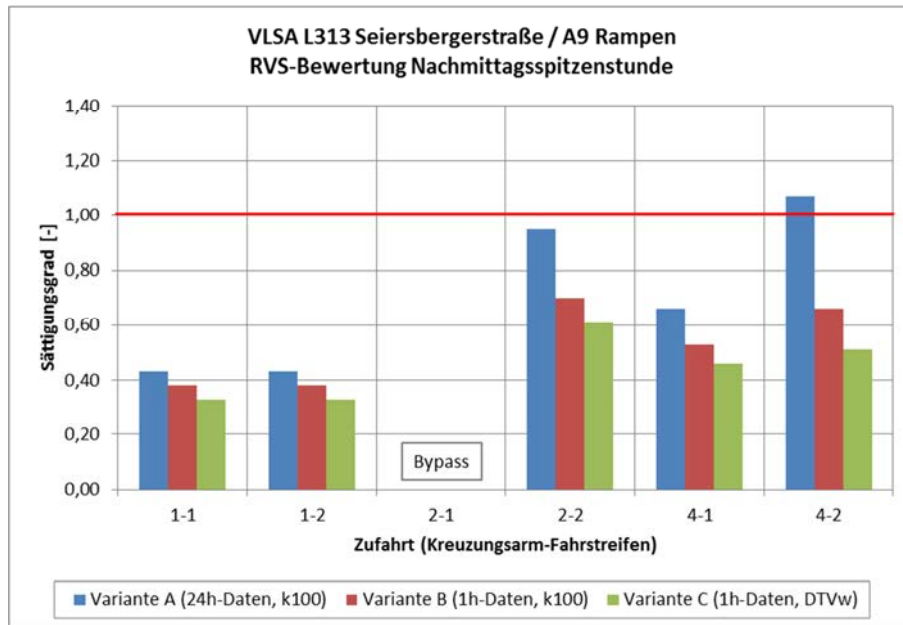
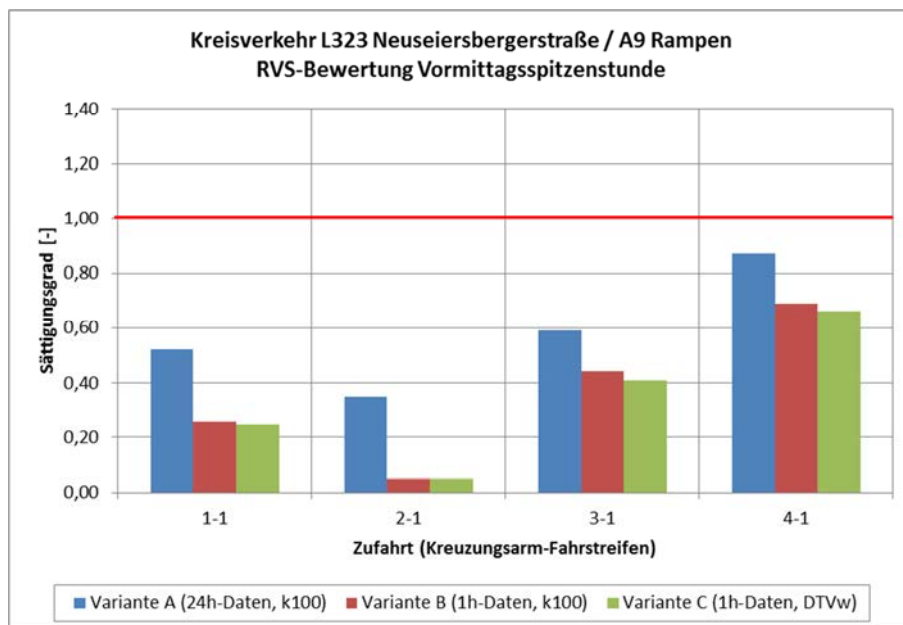


Abbildung 133: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde



**Abbildung 134: A09 – ASt Seiersberg: VLSA L313 / A09 Rampen – Sättigungsgrade
Nachmittagsspitzenstunde**



**Abbildung 135: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade
Vormittagsspitzenstunde**

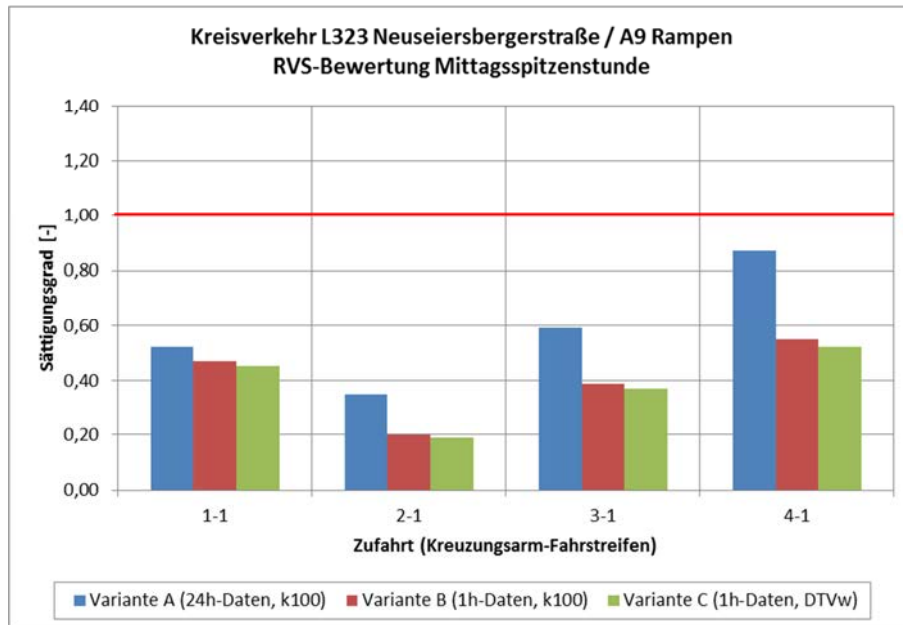


Abbildung 136: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde

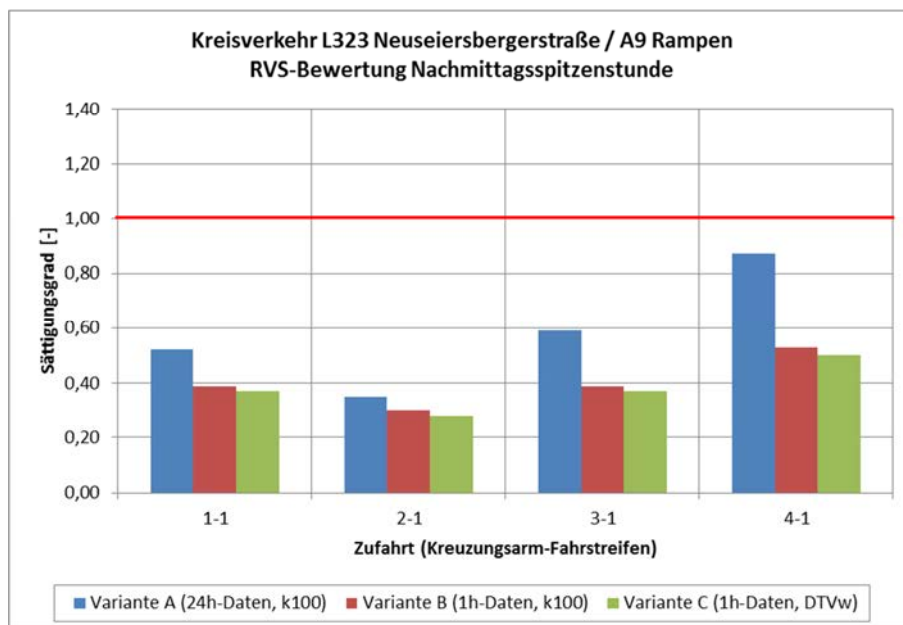


Abbildung 137: A09 – ASt Seiersberg: Kreisverkehr L323 / A09 Rampen – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

Beim Vergleich der Sättigungsgrade der beiden Knotenpunkte zeigt sich, dass die Varianten B und C durchgehend ähnliche Ergebnisse liefern, wobei die Variante B geringfügig höhere Sättigungsgrade aufweist als die Variante C. Die Sättigungsgrade der Variante A sind bei den meisten Fahrstreifen deutlich größer als die Sättigungsgrade der Varianten B und C. Diese Überschätzung der Sättigungsgrade der Variante A resultiert aus der Ermittlung der Dimensionierungsbelastung am Knotenpunkt aus 24h-Daten.

In der Abbildung 138 bis Abbildung 143 sind die maßgebenden Sättigungsgrade und Rückstaulängen gemäß RVS und HBS der lichtsignalgeregelten Kreuzung und des Kreisverkehrs für die Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B dargestellt. Auf die Darstellung der Varianten A und C wurde verzichtet, da die Variante B aufgrund der zugrunde liegenden Verkehrsbelastungen die realistischste Leistungsfähigkeitsberechnung der drei Varianten darstellt.

An der lichtsignalgeregelten Kreuzung L313 / A09 Rampen weisen der maßgebende Gerade-Fahrstreifen auf der L313 von Osten in Richtung Westen (2-2) und der bedingt verträglich geführte Linksabbiegestreifen von der westlichen L313 in Richtung A09 (4-2) während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde (k_{100} - und k_{30} -Dimensionierungsansatz) ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven auf. Die Rückstaulängen auf der Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Spielfeld reichen nicht bis in kritische Bereiche (Hauptfahrbahn der A09) zurück.

Am Kreisverkehr L323 / A09 Rampen sind für die maßgebende Kreisverkehrszufahrt von der A09 kommend (4-1) während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden. Die Rückstaulängen auf der Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Voralpenkreuz reichen beim k_{30} -Dimensionierungsansatz während der Vormittagsspitzenstunde bis in einen kritischen Bereich auf Höhe der Trenninselspitze (theoretischer Schnittpunkt der Fahrbahnränder) zurück. Dieses Berechnungsergebnis deckt sich grundsätzlich mit den Aussagen des Autobahnmeisters (Überlastungen bei Einkaufstagen zwischen 08:00 und 09:00 Uhr), allerdings konnte die angegebene Rückstaulänge auf der Hauptfahrbahn (ca. 500 m ab Trenninselspitze) nicht nachgewiesen werden.

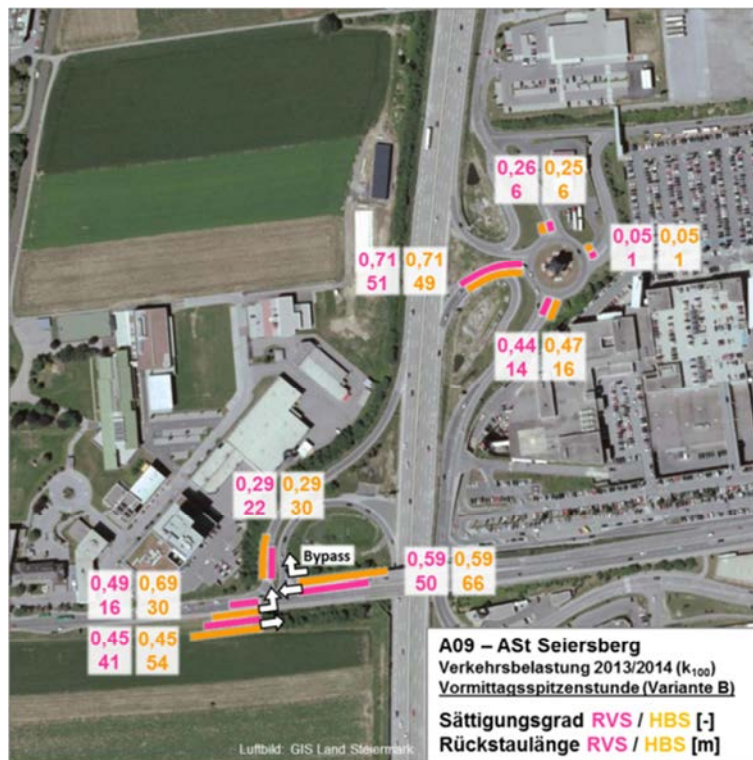


Abbildung 138: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{100})

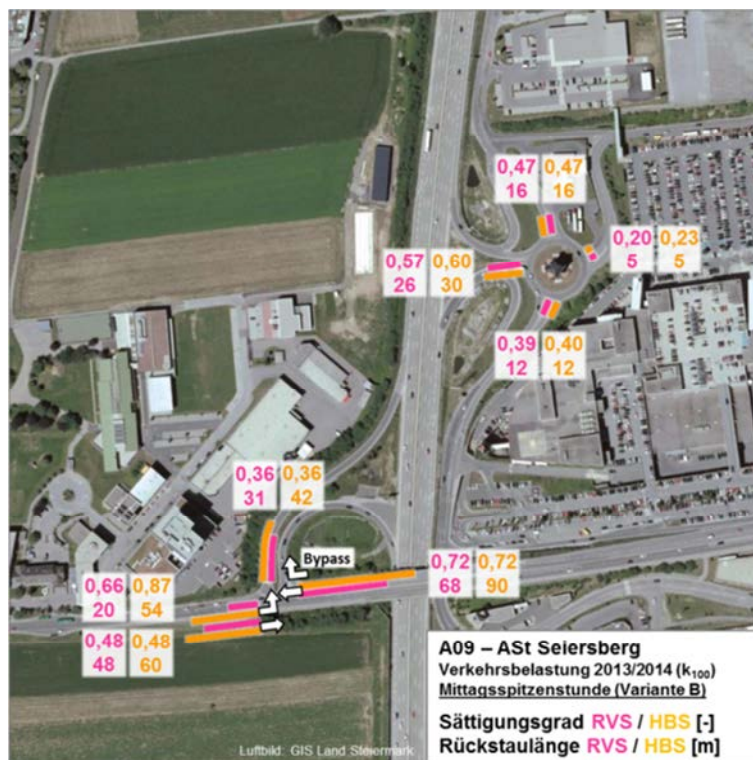


Abbildung 139: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{100})

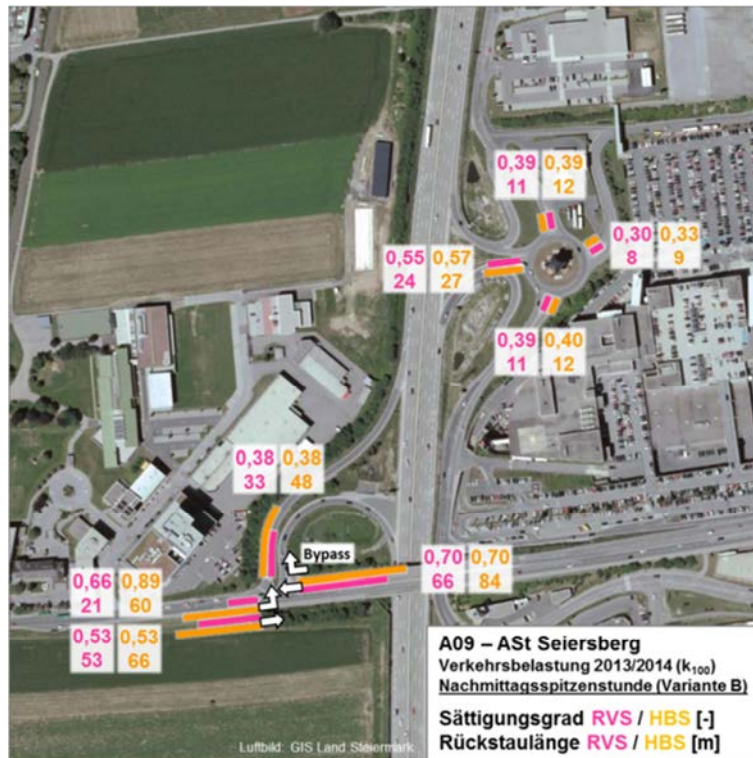


Abbildung 140: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k₁₀₀)

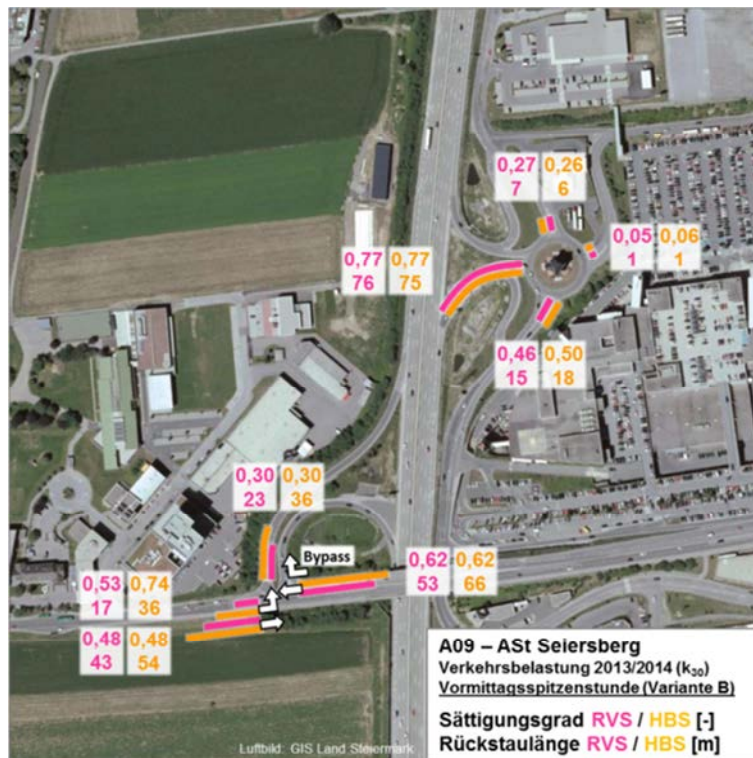


Abbildung 141: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k₃₀)

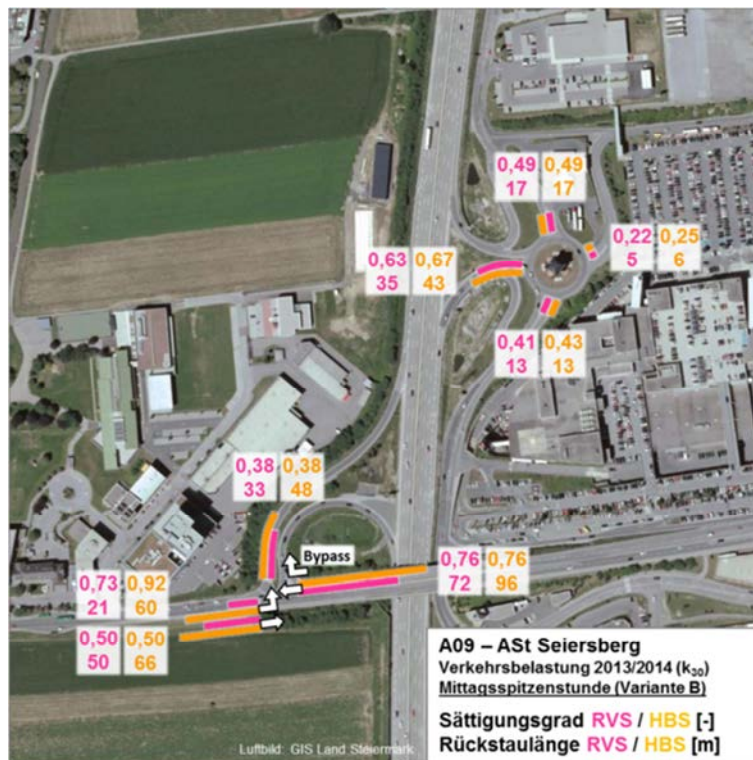


Abbildung 142: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{30})

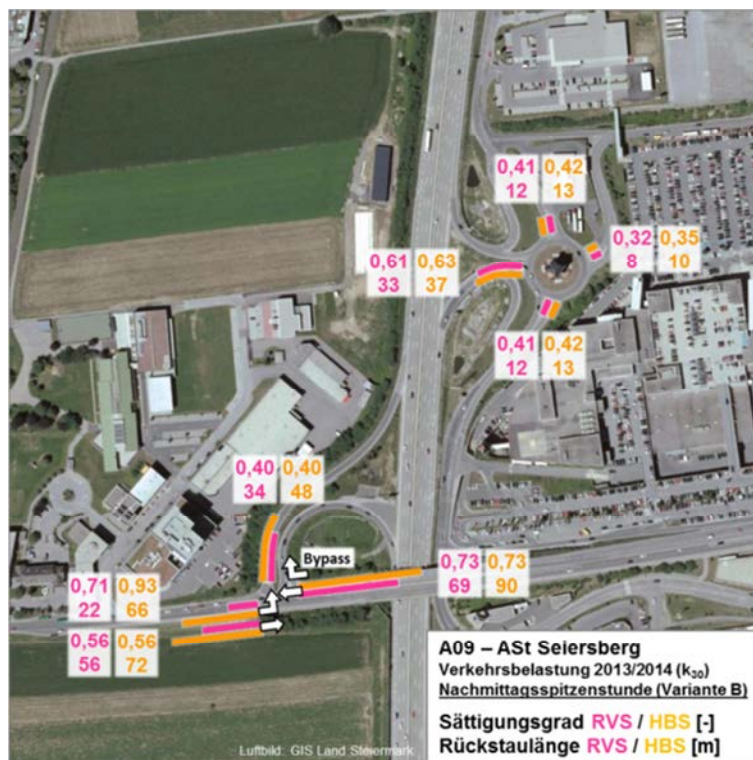


Abbildung 143: A09 – ASt Seiersberg: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{30})

Beim Richtlinienvergleich liefern die RVS und HBS an der lichtsignalgeregelten Kreuzung grundsätzlich die gleichen Sättigungsgrade. Eine Ausnahme stellen signaltechnisch bedingt verträglich geführte Linksabbieger dar, hier liefert die HBS tendenziell höhere Sättigungsgrade als die RVS. Beim Kreisverkehr zeigen die Sättigungsgrade teilweise geringfügige Unterschiede zwischen RVS und HBS. Bei den Rückstaulängen weist die RVS im Vergleich zur HBS bei den vorhandenen mittleren Sättigungsgraden tendenziell geringere Rückstaulängen auf.

7.5.7 Unfalldatenauswertung

Die Einteilung der aufgetretenen Verkehrsunfälle (Unfälle mit Personenschaden) beruht auf den in der RVS 02.02.21 (Verkehrssicherheitsuntersuchung, 08/2004) definierten Unfalltypen und deren Obergruppen. Die Abbildung 144 zeigt die Auswertung der Unfälle mit Personenschaden im Bereich der ASt Seiersberg für den Zeitraum von 2008 bis 2013. Bei der Unfalldatenauswertung wurden für die einzelnen Unfälle die Unfallörtlichkeit und der Unfalltyp dargestellt. Da die Kilometerangabe bei den Unfalldaten auf der Hauptfahrbahn häufig gerundet ist, können sich in der nachstehenden Abbildung an den entsprechenden Kilometrierungspunkten mehrere Unfälle konzentrieren.

Auf der Hauptfahrbahn der A09 sind die Unfälle im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. Aufgrund der hohen Anschlussstellendichte und der damit verbundenen erzwungenen Fahrstreifenwechsel lässt sich keine eindeutige Zuordnung der Unfälle zur ASt Seiersberg vornehmen.

Bei den Unfällen auf der Hauptfahrbahn handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 1), wobei die am häufigsten auftretenden Unfalltypen „Auffahren auf verkehrsbedingt stehendes Fahrzeug auf der Geraden“, „Auffahren auf fahrendes Fahrzeug auf der Geraden“ und „Wechseln des Fahrstreifens mit und ohne Kollision nach rechts“ sind. Entlang der Hauptfahrbahn sind die Kriterien für eine Unfallhäufungsstelle nicht erfüllt. Auf den Rampen zwischen Trenninselspitz und Knotenpunkt am Anschluss ans untergeordnete Netz wurde ein Unfall mit nur einem Beteiligten („Abkommen rechts“) verzeichnet.

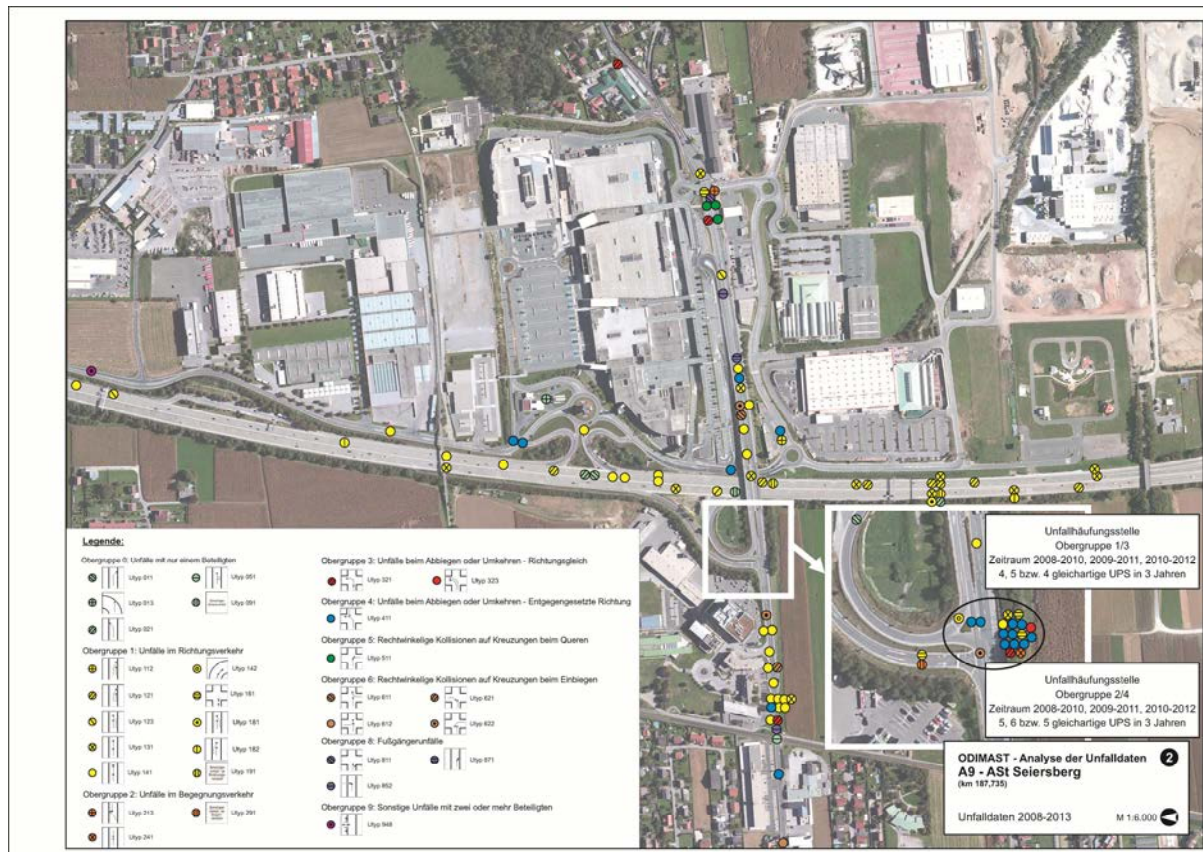


Abbildung 144: A09 – ASt Seiersberg: Unfalldatenauswertung

An der lichtsignalgeregelten Kreuzung L313 / A09 Rampen zeigen sich unterschiedliche Unfalltypenobergruppen, allerdings mit einer Mehrheit von Unfällen beim Abbiegen oder Umkehren in entgegengesetzter Richtung mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 4). Der am häufigsten auftretende Unfalltyp ist „Kollision beim Linksabbiegen“, wobei diese Unfälle auf die signaltechnisch bedingt verträglich geführten Linksabbieger zurückzuführen sind. Die Unfälle beim Abbiegen und im Richtungsverkehr erfüllen an der Kreuzung L313 / A09 Rampen jeweils die Kriterien einer Unfallhäufungsstelle (6 gleichartige Unfälle mit Personenschaden der Unfalltypenobergruppe 2+4 in 3 Jahren, bzw. 5 gleichartige Unfälle mit Personenschaden der Unfalltypenobergruppe 1+3 in 3 Jahren). Am Kreisverkehr L323 / A09 Rampen wurde nur ein Auffahrunfall verzeichnet.

Entlang der L313 treten zahlreiche Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf, wobei es sich bei etwa der Hälfte um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 1) handelt.

7.6 A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck-Ost

7.6.1 Anlageverhältnisse

Die Anschlussstelle Innsbruck Ost ist auf der A12 Inntal Autobahn bei km 73,256 situiert und liegt im Streckenverlauf zwischen der Anschlussstelle Hall in Tirol West (km 70,200) und dem Knoten Innsbruck Amras (km 74,800). In der Abbildung 145 ist eine Übersichtskarte mit der Lage der beschriebenen Anschlussstellen bzw. Knoten an der A12 zu sehen.

Die Ausbildungsform der ASt Innsbruck Ost entspricht einer Trompete mit einem Zubringer. Die Hauptfahrbahn ist im Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost in beiden Fahrtrichtungen zweistreifig, und zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras in beiden Fahrtrichtungen in einem Tunnel liegend dreistreifig ausgebaut. Die Rampen sind im Ein- und Ausfädelungsbereich einstreifig ausgebildet, wobei die Einfahrtsrampe in Fahrtrichtung Zams als Fahrstreifenaddition und die Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Kiefersfelden als Fahrstreifenabstraktion geführt sind. Der Anschluss ans untergeordnete Netz erfolgt beidseits der A12 mit jeweils einem Kreisverkehr (zweistreifige Kreisfahrbahn und teilweise zweistreifige Zufahrten) an die L283 Ampasser Straße.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn beträgt 100 km/h. Die vorherrschenden Nutzungsstrukturen im näheren Umfeld der ASt Innsbruck Ost sind Einkaufen, Gewerbe und Wohnen.



Abbildung 145: A12 – AST Innsbruck Ost: Übersichtskarte

7.6.2 Datengrundlage

Die Abbildung 146 und Tabelle 29 zeigen eine Übersicht der vorhandenen Verkehrsdaten im Bereich der AST Innsbruck Ost.

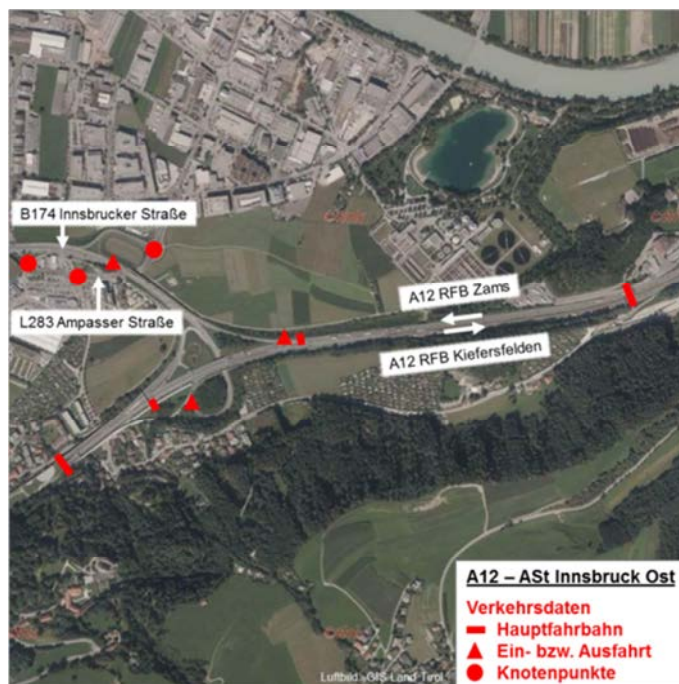


Abbildung 146: A12 – AST Innsbruck Ost: Verkehrsdaten

Tabelle 29: A12 – ASt Innsbruck Ost: Verkehrsdaten

Verkehrsdaten A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost			
Messquerschnitt		Daten	Quelle
Richtungsfahrbahn Zams	Hauptfahrbahn ASt Hall in Tirol West – ASt Innsbruck Ost Dauerzählstelle MQ_A12_1_072,193	fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Stundendaten Juli 2013 – Juli 2014	ASFINAG
	Ausfahrtsrampe ASt Innsbruck Ost Dauerzählstelle MQ_A12_1_073,040		
	Einfahrtsrampe ASt Innsbruck Ost keine Daten verfügbar	Datenermittlung aus anderen vorhandenen Messquerschnitten	
	Hauptfahrbahn ASt Innsbruck Ost – Knoten Innsbruck Amras Dauerzählstelle MQ_A12_1_073,709 Daten nicht plausibel		
Richtungsfahrbahn Kiefersfelden	Hauptfahrbahn Knoten Innsbruck Amras – ASt Innsbruck Ost Dauerzählstelle MQ_A12_2_073,709 Daten nicht plausibel	fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Stundendaten Juli 2013 – Juli 2014	ASFINAG
	Ausfahrtsrampe ASt Innsbruck Ost keine Daten verfügbar		
	Hauptfahrbahn Ausfahrtsrampe – Einfahrtsrampe Dauerzählstelle MQ_A12_2_073,444		
	Einfahrtsrampe ASt Innsbruck Ost Dauerzählstelle MQ_A12_2_073,328;Ra73.4		
	Hauptfahrbahn ASt Innsbruck Ost – ASt Hall in Tirol West Dauerzählstelle MQ_A12_2_072,220		
Zubringer Fahrtrichtung B174 / Innsbruck Dauerzählstelle Nr. 8885 (B174, km 0,0)		querschnittbezogene fahrzeugklassenfeine Monatsdaten Juli 2013 – Juli 2014	Land Tirol
Zubringer Fahrtrichtung A12 Dauerzählstelle Nr. 8885 (B174, km 0,0)			
Zubringer Fahrtrichtung B174 / Innsbruck (Verflechtung) Verkehrsmodell der Stadt Innsbruck		prozentuale Quelle-Ziel-Beziehungen Verflechtungsstrecke 2008	Stadt Innsbruck
Kreisverkehr B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (Leiner) händische Knotenstromzählung		fahrstreifenfeine, fahrzeugklassenfeine Knotenstromdaten (15-Minuten-Intervall) Fr. 26.09.2014, 06:00 – 18:00	Eigenerhebung
Kreisverkehr B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (DEZ) händische Knotenstromzählung			
Kreuzung B174 Innsbrucker Straße / Tankstelle händische Knotenstromzählung			

Bei den Dauerzählstellen des hochrangigen Netzes waren viele Datenaufzeichnungsausfälle zu verzeichnen, je nach Messquerschnitt waren davon bis zu ca. 17 % der Tage innerhalb des betrachteten Jahres betroffen. Die Verkehrsstärken an den Messquerschnitten der Hauptfahrbahn zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras in beiden Fahrtrichtungen werden als nicht plausibel angesehen. Dies wurde anhand der Rückrechnung der Verkehrsstärken der Einfahrtsrampe Fahrtrichtung Zams und der Ausfahrtsrampe Fahrtrichtung Kiefersfelden aus den Daten der entsprechenden Messquerschnitte der Hauptfahrbahn festgestellt, da sich hier nicht plausible Werte mit vielen Negativwerten in den Stundendaten ergeben haben. Anhand einer Kontrolle zeigte sich, dass die vorhandenen Messquerschnitte östlich der ASt Innsbruck Ost sehr ähnliche Ergebnisse lieferten und somit als korrekt eingestuft wurden, weshalb im Umkehrschluss die beiden zuvor erwähnten Messquerschnitte westlich der ASt Innsbruck Ost als nicht plausibel eingestuft wurden.

Die Ermittlung der JDTV- und DTV_w -Werte der Hauptfahrbahn zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras in beiden Fahrtrichtungen sowie der Einfahrtsrampe Fahrtrichtung Zams und der Ausfahrtsrampe Fahrtrichtung Kiefersfelden erfolgte aus den Daten am Zubringer und der benötigten Messquerschnitte der Hauptfahrbahn und Rampen.

Die Knotenpunkte am Anschluss ans untergeordnete Netz wurden an einem Freitag gezählt, um den Einkaufsverkehr mit abzubilden.

7.6.3 Verkehrsbelastungen hochrangiges Netz

In der Abbildung 147 sind die JDTV- und DTV_w -Werte [Kfz/24h] für das hochrangige Netz (Hauptfahrbahn und Rampen) ersichtlich. Die DTV_w bezieht sich auf alle Montage bis Freitage des gesamten Jahres mit Ausnahme der Feiertage.

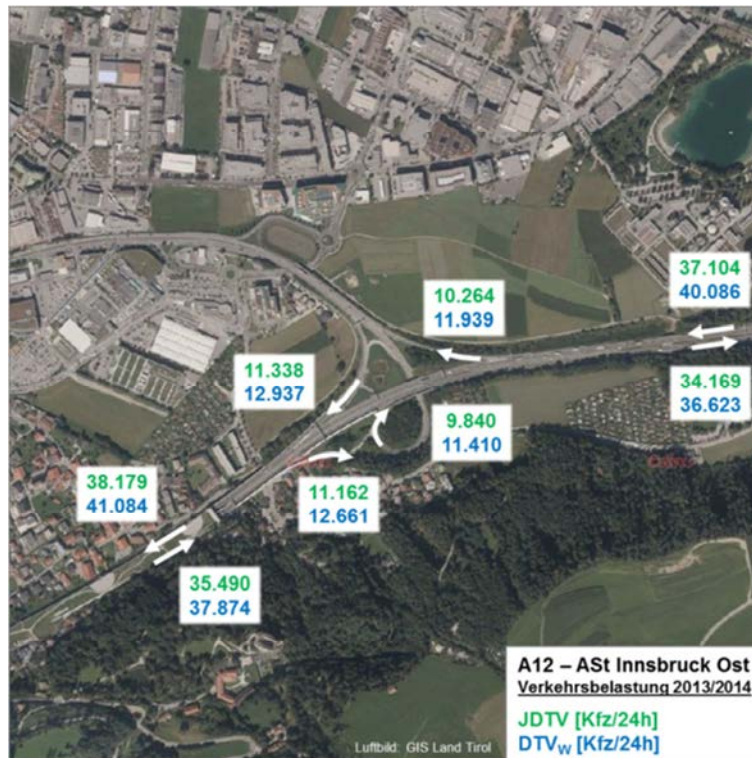


Abbildung 147: A12 – ASt Innsbruck Ost: JDTV und DTV_w

Auf der Hauptfahrbahn sind die Verkehrsbelastungen am Streckenabschnitt zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras (JDTV = 38.179 Kfz/24h bzw. 35.490 Kfz/24h) etwas größer als am Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost (JDTV = 37.104 Kfz/24h bzw. 34.169 Kfz/24h). Dadurch sind an der ASt Innsbruck Ost die Einfahrtsrampe in Fahrtrichtung Zams und die Ausfahrtsrampe in Fahrtrichtung Kiefersfelden etwas höher belastet als die andere Rampe in der jeweiligen Fahrtrichtung. Die Werte der DTV_w sind auf der Hauptfahrbahn in Fahrtrichtung Zams ca. 8 %, und in Fahrtrichtung Kiefersfelden ca. 7 % höher als die Werte der JDTV.

Die Abbildung 148 zeigt die JDTV- und DTV_w-Jahresganglinien (Juli 2013 – Juni 2014) für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost (beide Fahrrichtungen).

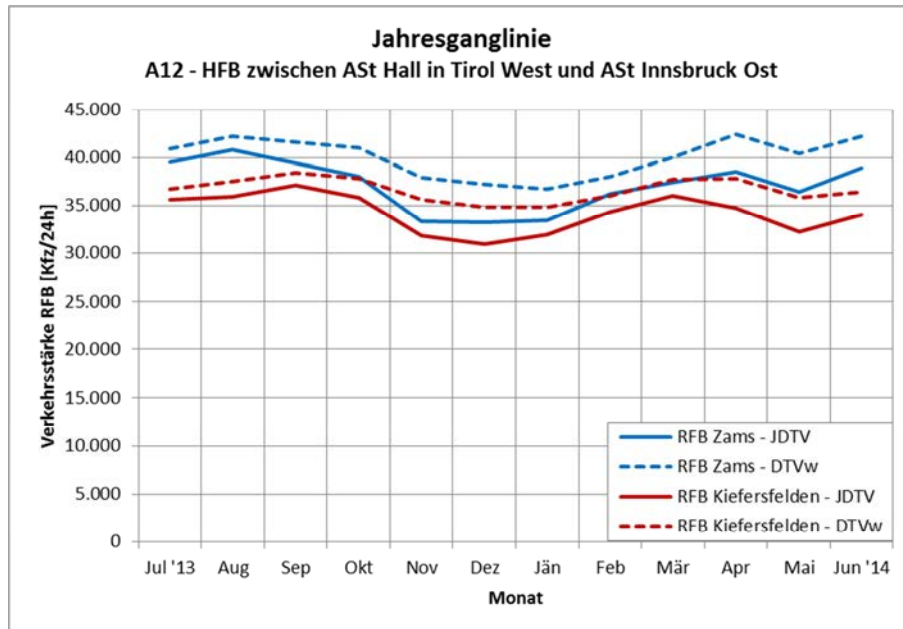


Abbildung 148: A12 – ASt Innsbruck Ost: Jahresganglinie

Bei der monatsweisen Betrachtung sind durchgängig geringfügig höhere Verkehrsbelastungen in Fahrrichtung Zams gegenüber der Fahrrichtung Kiefersfelden erkennbar, wobei die Verkehrsstärken in den Sommermonaten größere Unterschiede aufweisen als in den Wintermonaten. Bezogen auf die Querschnittswerte der JDTV (Summe über beide Fahrrichtungen) sind in absteigender Reihenfolge die drei belastungsstärksten Monate der August (76.745 Kfz/24h), September und Juli, und die drei belastungsschwächsten Monate der Jänner, November und Dezember (64.109 Kfz/24h).

In der Abbildung 149 sind die JDTV- und DTV_w-Tagesganglinien für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost (beide Fahrtrichtungen) zu sehen. Bei den Tagesganglinien sind die Durchschnittswerte der jeweiligen Stunde aller betrachteten Tage des Jahres dargestellt.

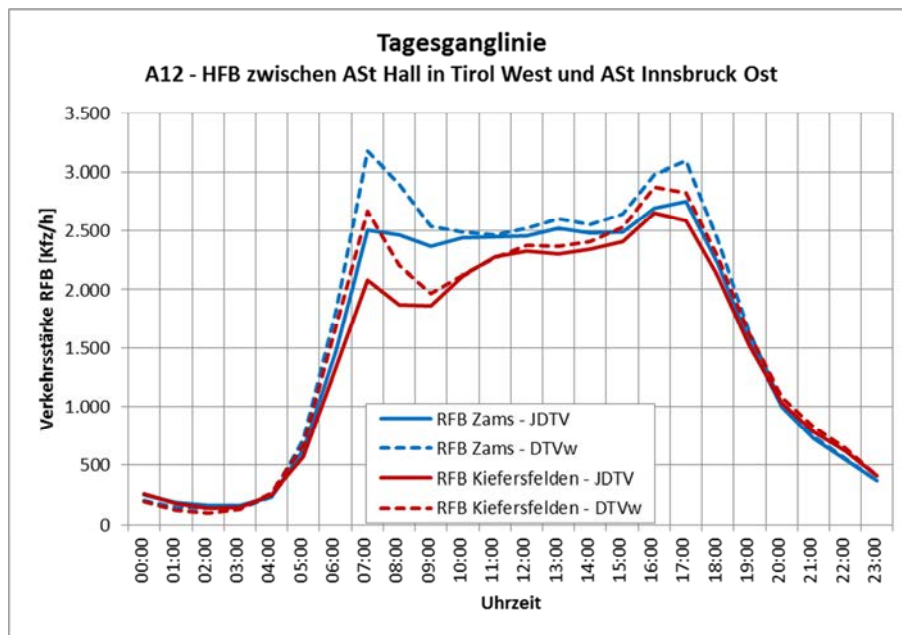


Abbildung 149: A12 – ASt Innsbruck Ost: Tagesganglinie

Die Tagesganglinien der DTV_w zeigen in beiden Fahrtrichtungen eine ausgeprägte Morgen- und Abendspitze, wobei die Verkehrsstärken während der Morgenspitze (Spitzenwert 3.176 Kfz/h) und Abendspitze (Spitzenwert 3.094 Kfz/h) in Fahrtrichtung Zams höher sind als in der Gegenrichtung. Bei der Betrachtung der Tagesganglinien der JDTV sind die Verkehrsspitzen (vor allem die Morgenspitze) deutlich schwächer ausgeprägt als bei der DTV_w.

In der Abbildung 150 sind die Jahresdauerlinien der stündlichen Verkehrsstärken für den Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost (beide Fahrtrichtungen) ersichtlich. Dargestellt ist der Bereich der 300 höchstbelasteten Stunden des Jahres.

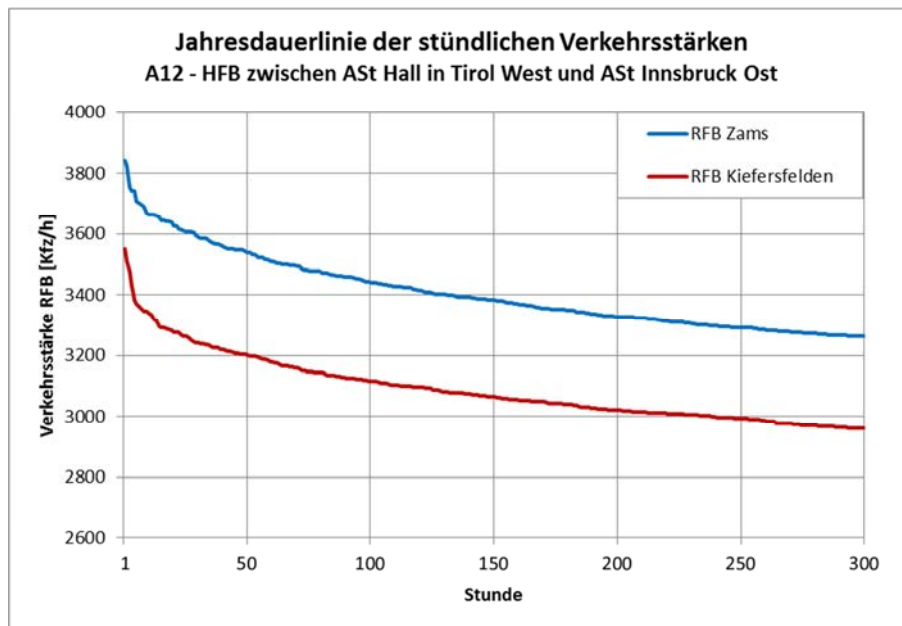


Abbildung 150: A12 – ASt Innsbruck Ost: Jahresdauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken

Die stündlichen Verkehrsstärken sind in Fahrtrichtung Zams durchgehend höher als in Fahrtrichtung Kiefersfelden, der Maximalwert beträgt 3.841 Kfz/h. Die Verkehrsstärke für die 100. höchstbelastete Stunde (Bemessungsstunde) beträgt in Fahrtrichtung Zams 3.444 Kfz/h und in Fahrtrichtung Kiefersfelden 3.116 Kfz/h.

7.6.4 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Hauptfahrbahn

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn erfolgte gemäß RVS 03.01.11 (Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen, 07/2012) und wurde für beide Fahrtrichtungen jeweils für die Streckenabschnitte zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost sowie zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras durchgeführt. In der RVS 03.01.13 (Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen, 07/2012) bzw. Kategorisierungsdienstanweisung (2012) ist für den untersuchten Beurteilungsabschnitt der A12 die folgende Kategorisierung festgelegt:

- Kategorie: Ia (Transnationaler Netzabschnitt im Ballungsraum)
- Bemessungsstunde: 100
- Verkehrsgeschwindigkeit: 70 km/h

Die Abbildung 151 zeigt ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Hauptfahrbahn. Für die vier untersuchten Streckenabschnitte sind jeweils die Bemessungsverkehrsstärke (Q_{Bem}), der Bemessungsfaktor (k_{100}), der Auslastungsgrad (a) und die Verkehrsgeschwindigkeit (V_v) ersichtlich. Weiters ist das Datum und die Uhrzeit der Bemessungsstunde (100. Stunde der Jahresdauerlinie) angeführt, welche für die Ermittlung des k_{100} -Faktors herangezogen wurde.

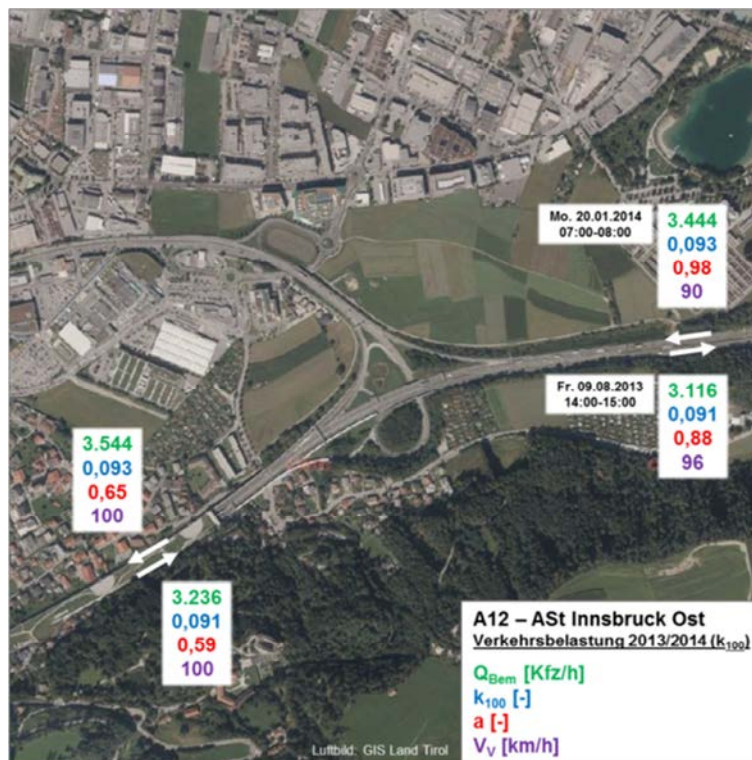


Abbildung 151: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Hauptfahrbahn

Für die beiden Richtungsfahrbahnen wurde jeweils ein k_{100} -Faktor aus der Jahresdauerlinie der Dauerzählstelle im Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost bestimmt. Für die Fahrtrichtung Zams ergibt sich ein k_{100} -Faktor von 0,093 und für die Fahrtrichtung Kiefersfelden ein k_{100} -Faktor von 0,091. Zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken wurde der für die jeweilige Fahrtrichtung bestimmte k_{100} -Faktor auf den beiden untersuchten Streckenabschnitten (vor und nach der ASt Innsbruck Ost) angesetzt.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass sich der Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost in Fahrtrichtung Zams an der Kapazitätsgrenze befindet. Die Auslastungsgrade im zweistreifigen Streckenabschnitt zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost ($a = 0,98$ bzw. $0,88$) sind deutlich höher als im dreistreifigen Streckenabschnitt zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras ($a = 0,65$ bzw. $0,59$). Die berechneten Verkehrsgeschwindigkeiten liegen auf den Streckenabschnitten zwischen der ASt Hall in Tirol West und der ASt Innsbruck Ost ($V_V = 90$ km/h bzw. 96 km/h) im Bereich zwischen der angestrebten Verkehrsgeschwindigkeit ($V_V = 70$ km/h) und zulässigen Höchstgeschwindigkeit ($V_{zul} = 100$ km/h). Auf den Streckenabschnitten zwischen der ASt Innsbruck Ost und dem Knoten Innsbruck Amras entsprechen die berechneten Verkehrsgeschwindigkeiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ($V_{zul} = 100$ km/h).

7.6.5 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten der ASt Innsbruck Ost erfolgte gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 4 – Planfreie Knotenpunkte). In der Abbildung 152 sind ausgewählte Eingangsdaten und Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnung der Ein- und Ausfahrten dargestellt. Für die Ein- und Ausfahrten sind jeweils die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn (q_{H1} – nur bei Einfahrten relevant), die Verkehrsstärke der Ein- bzw. Ausfahrt (q_E bzw. q_A), der Auslastungsgrad (a) und die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) ersichtlich.

Die Verkehrsstärke der jeweiligen Ein- bzw. Ausfahrt wurde aus der JDTV der Rampe und des zugehörigen k_{100} -Faktors der Richtungsfahrbahn ermittelt. Die Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn auf Höhe der Einfädelung wurde wie in Kapitel 7.2 beschrieben für die Variante „Realdaten“ anhand der Fahrstreifenaufteilung des Messquerschnitts auf der Hauptfahrbahn im Streckenabschnitt zwischen der Ein- und Ausfahrt der ASt Innsbruck Ost in Fahrtrichtung Kiefersfelden, und für die Variante „Diagramm“ anhand der Fahrstreifenaufteilung eines für zweistreifige Richtungsfahrbahnen (Freistrecke) entwickelten Diagramms aus der Literatur abgeleitet. Die Einfahrt in Fahrtrichtung Zams wurde nicht bewertet, da diese als Fahrstreifenaddition zur Hauptfahrbahn geführt ist.

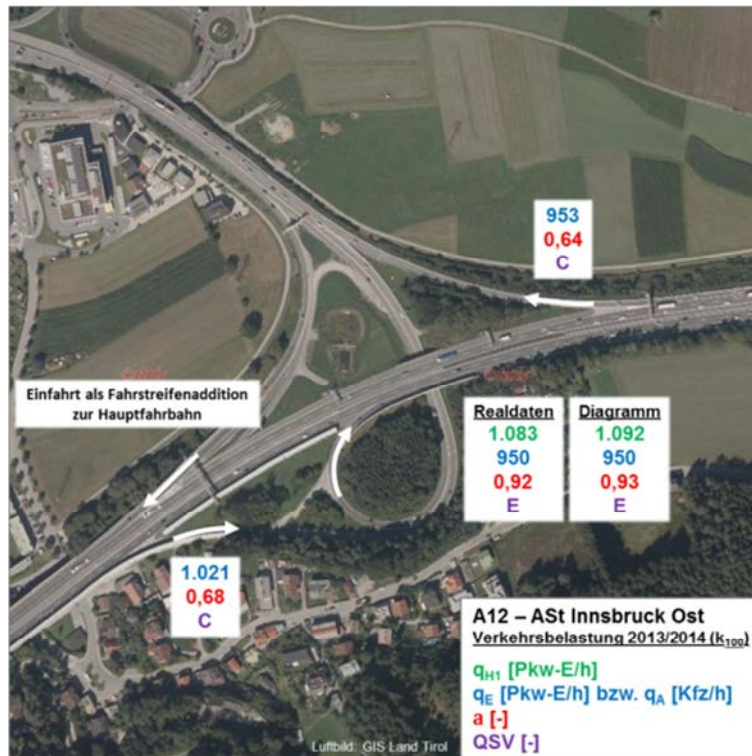


Abbildung 152: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Ein- und Ausfahrt

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der beiden Ausfahrten liefert ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven und jeweils eine Qualitätsstufe C, wobei zu beachten ist, dass bei der Nachweisführung nur die Ausfahrtsrampe ohne Berücksichtigung des Knotenpunkts am Anschluss ans untergeordnete Netz betrachtet wird.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Einfahrt in Fahrtrichtung Kiefersfelden weist für die Variante „Realdaten“ ($a = 0,92$; $QSV = E$) und für die Variante „Diagramm“ ($a = 0,93$; $QSV = E$) eine geringe Leistungsfähigkeitsreserve aus. Beim Vergleich der Varianten „Realdaten“ und „Diagramm“ zeigt sich praktisch kein Unterschied. Dies ist auf die Lage des Messquerschnitts unmittelbar oberhalb der Einfädelung und auf die Lage der Einfahrt außerhalb des Einflussbereichs einer anderen Anschlussstelle zurückzuführen, wodurch die Fahrstreifenaufteilung der Hauptfahrbahn und in weiterer Folge die Leistungsfähigkeitsberechnung der Einfahrt für die Varianten „Realdaten“ und „Diagramm“ ein sehr ähnliches Ergebnis liefern. Die Ermittlung der Verkehrsstärke des rechten Fahrstreifens der durchgehenden Hauptfahrbahn sollte dennoch aus Realdaten erfolgen.

7.6.6 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Zubringer

Für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung des Zubringers in Fahrtrichtung B174 / Innsbruck wurde eine Verkehrsflusssimulation mit der Software VISSIM 7.0 (PTV AG) durchgeführt. Das Simulationsgebiet ist rein auf den Zubringer beschränkt, sodass etwaige Rückstauungen vom Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) in der Simulation keine Berücksichtigung finden. Die betrachtete Verflechtungsstrecke stellt einen Sondertyp der Verflechtung dar, weshalb der Verflechtungsnachweis gemäß RVS 03.05.13 (Gemischte und Planfreie Knoten, 03/2001) grundsätzlich nicht für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung geeignet ist. Zum Vergleich mit den Simulationsergebnissen wurde der Verflechtungsnachweis gemäß RVS 03.05.13 trotzdem durchgeführt. Bei der Verkehrsflusssimulation wurde zusätzlich zur bestehenden Verkehrsführung eine Variante mit geänderter Verkehrsführung simuliert, um einen möglichen Verbesserungsvorschlag aufzuzeigen. Die Abbildung 153 zeigt die prozentualen Anteile der Verkehrsströme der Verflechtungsstrecke (Quelle-Ziel-Beziehungen) und die Ergebnisse der Verkehrsflusssimulation und RVS-Berechnung.



Abbildung 153: A12 – ASt Innsbruck Ost: Leistungsfähigkeitsberechnung Zubringer

Die Verkehrsstärke am Zubringer (Querschnittswert) wurde aus der jeweiligen JDTV der beiden vorgelagerten Ausfahrtsrampen und des zugehörigen k_{100} -Faktors der Ausfahrtsrampe ermittelt. Die Belastungen der einzelnen Verkehrsströme der Verflechtungsstrecke ergeben sich durch die gegebenen prozentualen Quelle-Ziel-Beziehungen.

Anhand der Verkehrsflusssimulation wurden für die simulierte Stunde die mittlere Geschwindigkeit (gemessen in der Mitte der Verflechtungsstrecke), die mittlere Verlustzeit (gemessen beim vollständigen Durchfahren der Verflechtungsstrecke) und die mittlere Staulänge (gemessen ab dem Ende der Verflechtungsstrecke) bestimmt. Die Verlustzeit repräsentiert jenen Zeitverlust, der sich gegenüber der theoretischen Fahrt (ohne Beeinflussung anderer Fahrzeuge) ergibt (Verlustzeit = Reisezeit - theoretischer Fahrzeit). Die Ergebnisse für den Bestand zeigen aufgrund der geringen mittleren Geschwindigkeit (45,2 km/h), der hohen mittleren Verlustzeit (20,2 s) und der hohen mittleren Staulänge (60,3 m) ein Leistungsfähigkeitsproblem der Verflechtungsstrecke. Im Vergleich zum Bestand weist die simulierte Variante kaum Probleme auf. Beim RVS-Nachweis für den Bestand sind die berechneten mittleren Geschwindigkeiten des verflechtenden und nicht verflechtenden Verkehrs höher als die zulässige Geschwindigkeit. Im Gegensatz zur Simulation ergibt sich beim RVS-Nachweis für die bestehende Verflechtungsstrecke ein funktionierendes System.

7.6.7 Leistungsfähigkeitsbeurteilung Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Knotenpunkte

In der Abbildung 154 sind jene Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Innsbruck Ost zu sehen, für welche die Leistungsfähigkeitsbeurteilung durchgeführt wurde.



Abbildung 154: A12 – ASst Innsbruck Ost: Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz

Anmerkung: Die in Klammern angeführten Bezeichnungen „Leiner“ und „DEZ“ beziehen sich auf die Lage des jeweiligen Kreisverkehrs beim Einrichtungshaus Leiner bzw. Einkaufszentrum DEZ.

Verkehrsbelastungen

Als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsberechnung sind in den folgenden Abbildungen die Verkehrsbelastungen der beiden Kreisverkehre am Anschluss an das untergeordnete Netz dargestellt. Wie in Kapitel 7.2 beschrieben, wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung auf drei unterschiedliche Varianten durchgeführt. Die Ermittlung der dazu benötigten Verkehrsbelastungen erfolgte bei der Variante A auf Basis von 24h-Zählraten und eines k_{100} -Dimensionierungsansatzes, bei der Variante B auf Basis von 1h-Zählraten und eines k_{100} -Dimensionierungsansatzes und bei der Variante C auf Basis von 1h-Zählraten und eines DTV_{WV} -Dimensionierungsansatzes.

Bei dem zur Richtungsfahrbahn Zams zugeordneten Kreisverkehr B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (Leiner) wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{100}): Faktor 0,120 auf 24h-Zählzeiten
- Variante B (k_{100}): Faktor 1,050 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante C (DTV_w): Faktor 0,969 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

Bei dem zur Richtungsfahrbahn Kiefersfelden zugeordneten Kreisverkehr B174 Innsbrucker Straße / L283 Ampasser Straße (DEZ) wurden die folgenden Faktoren ermittelt und angewandt:

- Variante A (k_{100}): Faktor 0,109 auf 24h-Zählzeiten
- Variante B (k_{100}): Faktor 1,026 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)
- Variante C (DTV_w): Faktor 0,974 auf 1h-Zählzeiten (Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde)

Die Abbildung 155 bis Abbildung 162 zeigen für die beiden Kreisverkehre die Strombelastungspläne der Spitzenstunde der Variante A und der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B. Auf die Darstellung der Strombelastungspläne der Variante C wurde aufgrund der Ähnlichkeit zur Variante B verzichtet.

Am Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) ist die stärkst belastete Fahrrelation während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde vom Griesauweg geradeaus in Richtung L283. Am Zufahrtsarm von der A12 kommend ist die Fahrrelation in Richtung Griesauweg stärker belastet als in Richtung L283. Am Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) sind die stärkst belasteten Fahrrelationen während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde von der L283 aus Osten kommend in Richtung B174 und in Richtung südliche L283. Die Strombelastungen an den beiden Kreisverkehren zeigen während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde ein ähnliches Bild mit gleichbleibenden Lastrichtungen.

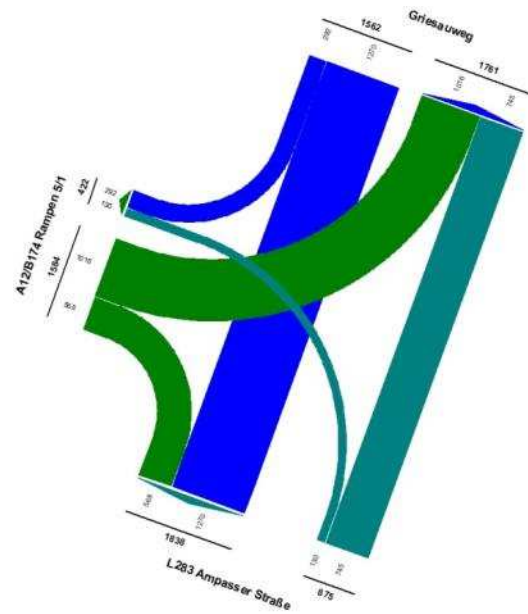


Abbildung 155: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{100})

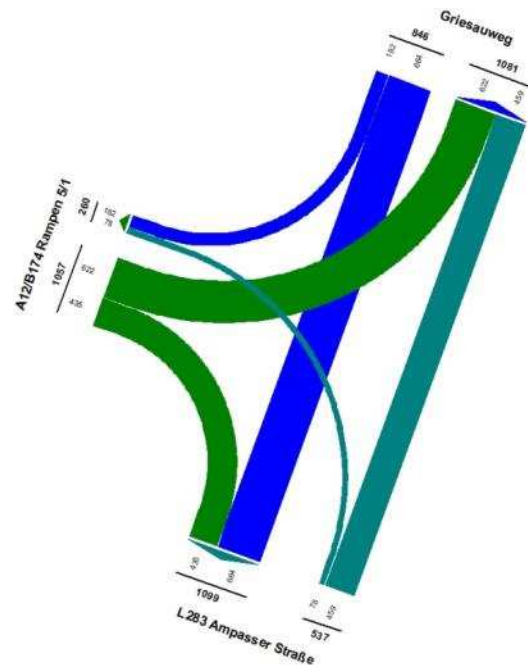


Abbildung 156: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

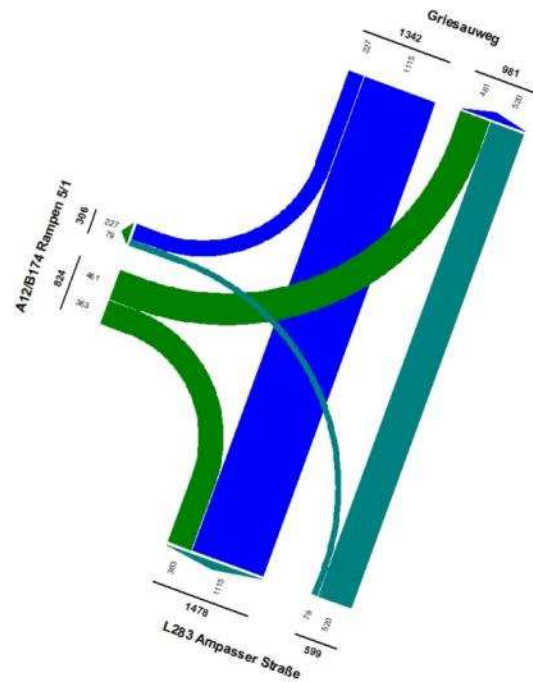


Abbildung 157: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

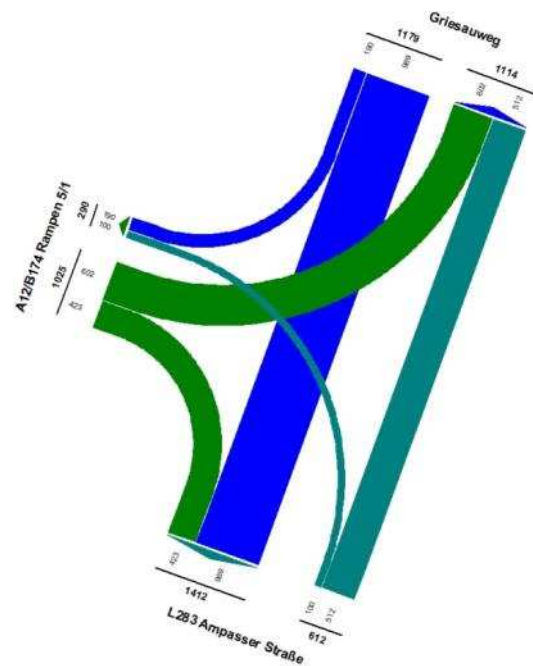


Abbildung 158: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

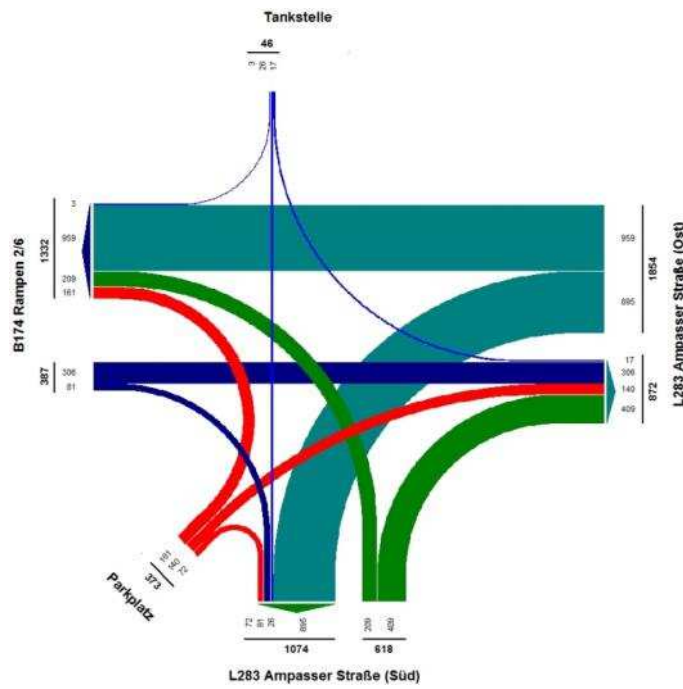


Abbildung 159: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Spitzenstunde Variante A (k_{100})

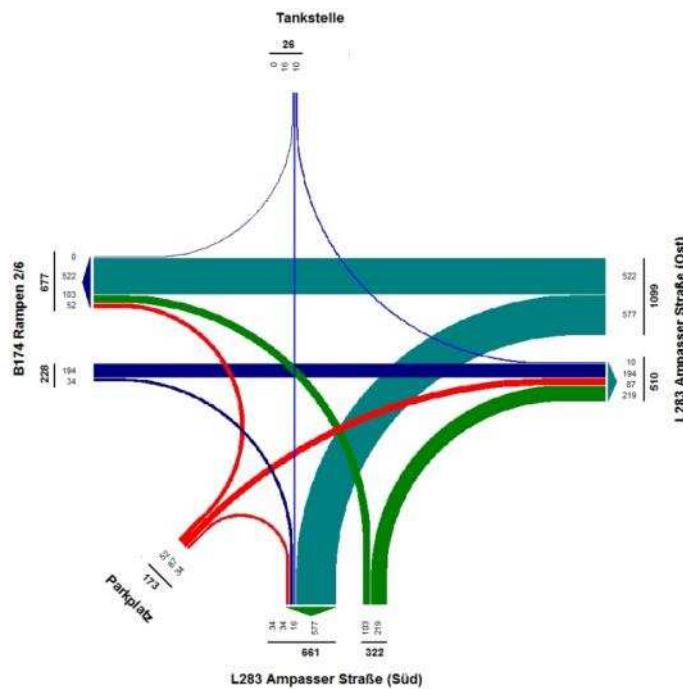


Abbildung 160: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Vormittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

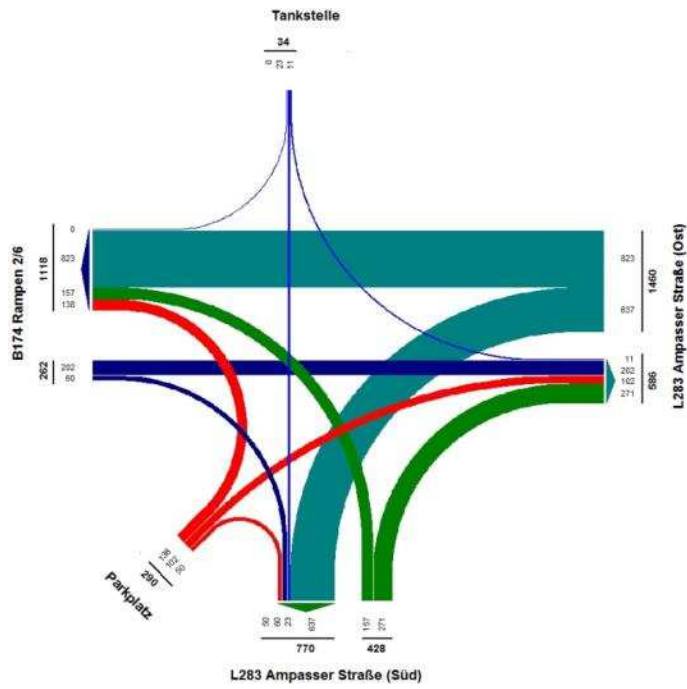


Abbildung 161: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Mittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

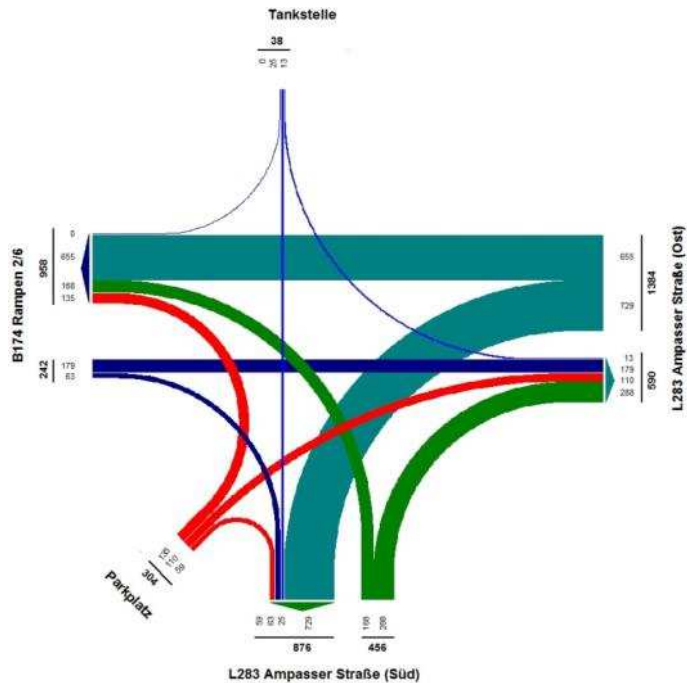


Abbildung 162: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Strombelastungsplan Nachmittagsspitzenstunde Variante B (k_{100})

Knotendaten

Die Abbildung 163 und Abbildung 164 zeigen für die beiden Kreisverkehre jeweils die Knotendaten, in denen die Fahrstreifen sowie die Kreuzungsarm- (rote Zahlen) und Fahrstreifennummerierung (schwarze Zahlen) ersichtlich sind. Der Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) besitzt eine einstreifige Einfahrt (L283), zwei zweistreifige Einfahrten (Griesauweg und A12/B174 Rampen) und eine zweistreifige Kreisfahrbahn. Am Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) sind drei einstreifige Einfahrten (B174 Rampen, Parkplatz und Tankstelle), zwei zweistreifige Einfahrten (L283 Ost und L283 Süd) und eine zweistreifige Kreisfahrbahn ausgebildet. Die Ausfahrten der beiden Kreisverkehre sind jeweils einstreifig.

Bei den beiden Kreisverkehren handelt es sich grundsätzlich nicht um zweistreifige, sondern um „zweistreifig befahrbare“ Kreisverkehre, da die Fahrstreifen im Kreis nicht markiert sind.

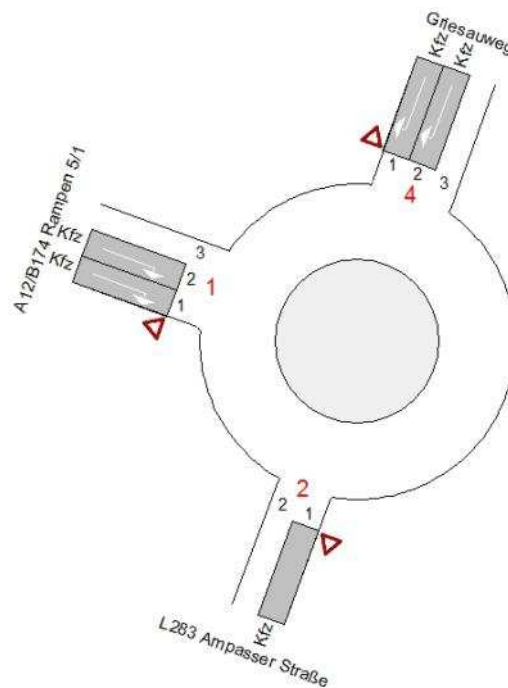


Abbildung 163: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Knotendaten

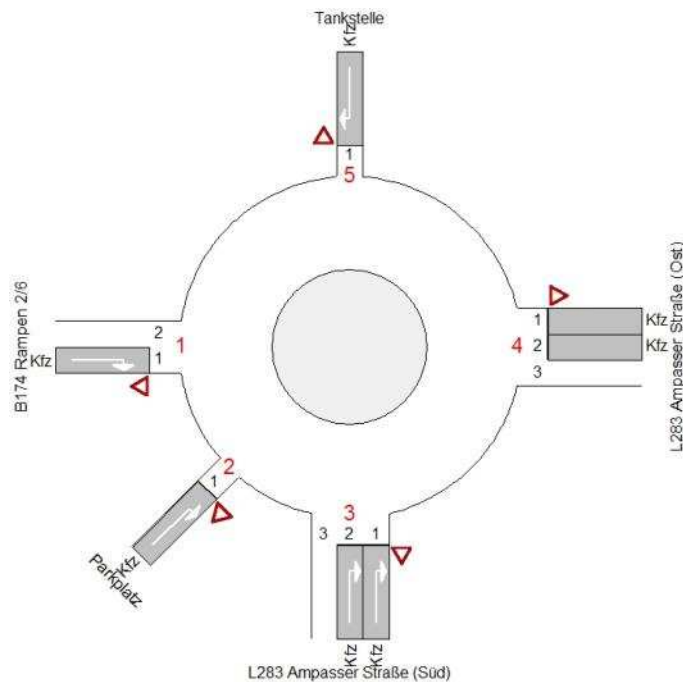


Abbildung 164: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Knotendaten

Leistungsfähigkeitsberechnungen

Die Leistungsfähigkeitsberechnung der Knotenpunkte am Anschluss an das untergeordnete Netz der ASt Innsbruck Ost erfolgte gemäß HBS 2001/2009. Eine Leistungsfähigkeitsberechnung nach RVS konnte nicht durchgeführt werden, da für zweistreifige Kreisverkehre kein Berechnungsverfahren enthalten ist. Bei den folgenden Leistungsfähigkeitsbeurteilungen liegt das Hauptaugenmerk auf den Sättigungsgraden und Rückstaulängen. Die Fahrstreifenaufteilung bei zweistreifigen Kreisverkehrszufahrten wurde für die Variante A mit 70 % rechter Fahrstreifen und 30 % linker Fahrstreifen angenommen, für die Varianten B und C wurde die tatsächliche Fahrstreifenaufteilung entsprechend der Verkehrszählung herangezogen.

In der Abbildung 165 bis Abbildung 170 sind für die Varianten A, B und C die Sättigungsgrade gemäß HBS der einzelnen Fahrstreifen der beiden Kreisverkehre für die Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde zu sehen. Die in den nachstehenden Abbildungen auf der horizontalen Achse verwendeten Fahrstreifennummerierungen (Kreuzungsarm-Fahrstreifen) sind in den Knotendaten (voranstehende Abbildungen) definiert.

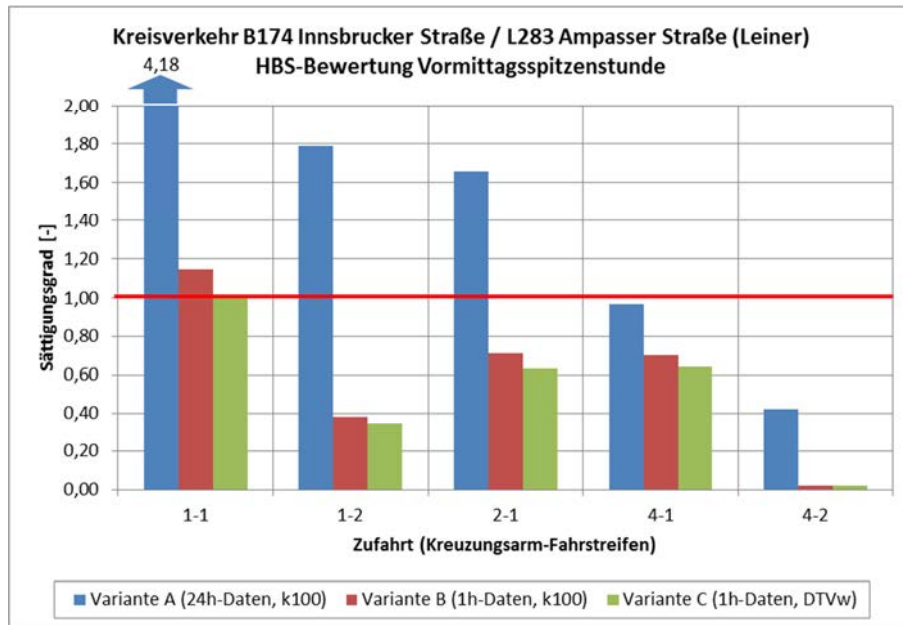


Abbildung 165: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

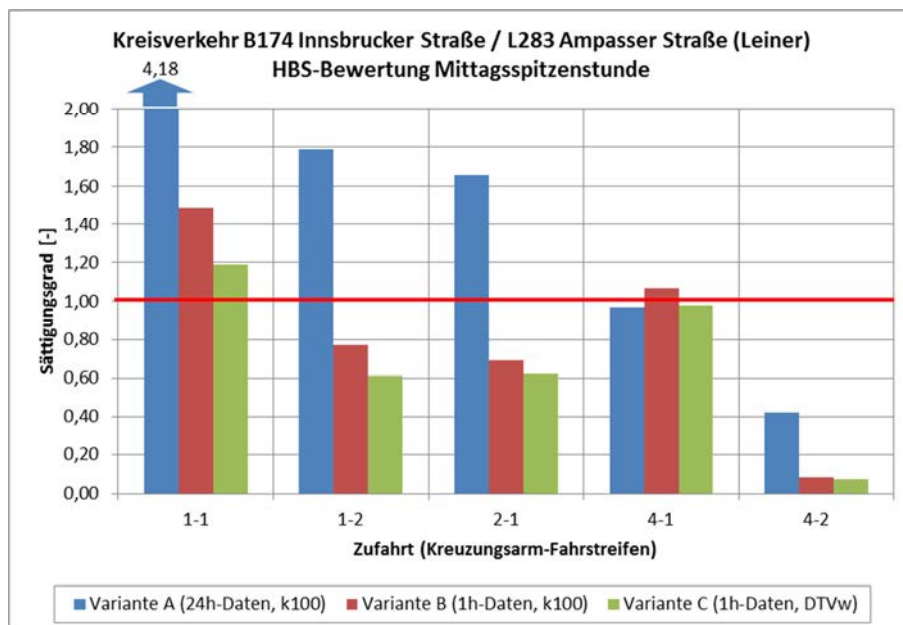


Abbildung 166: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde

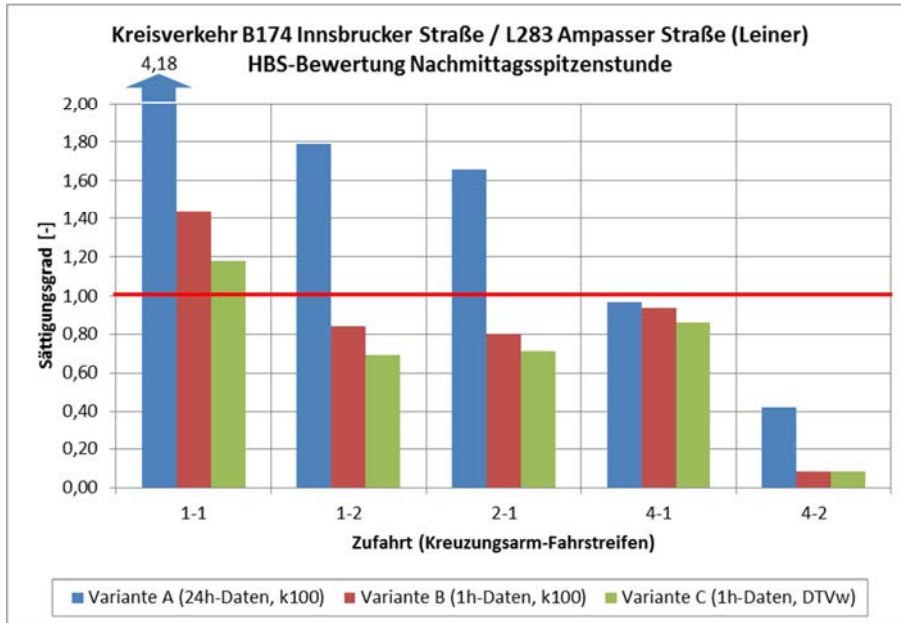


Abbildung 167: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

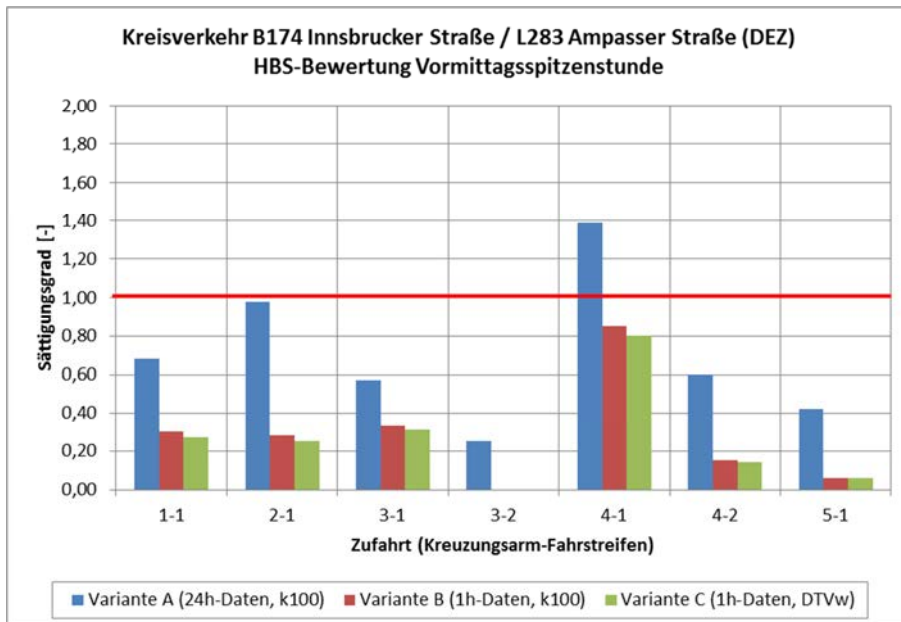


Abbildung 168: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Vormittagsspitzenstunde

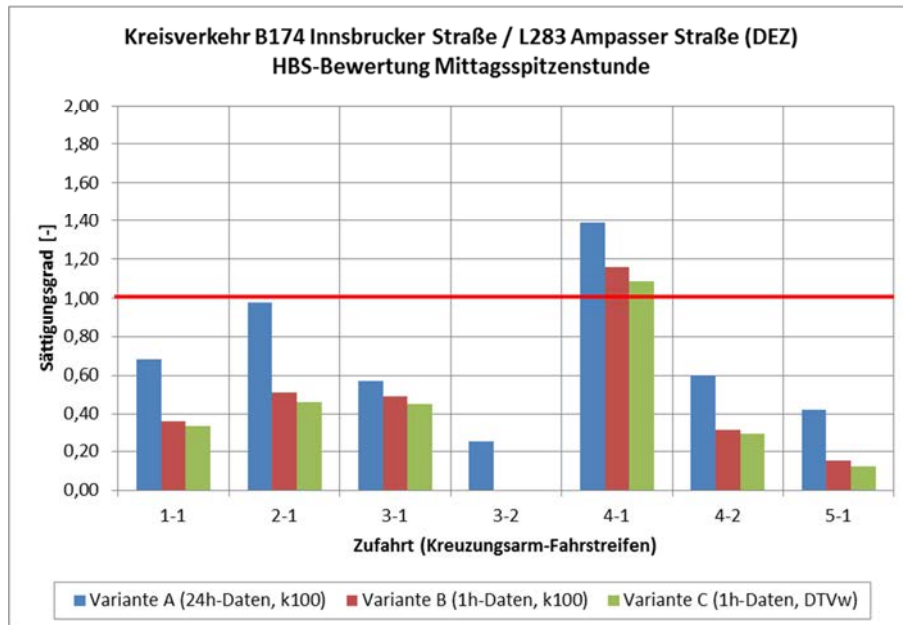


Abbildung 169: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Mittagsspitzenstunde

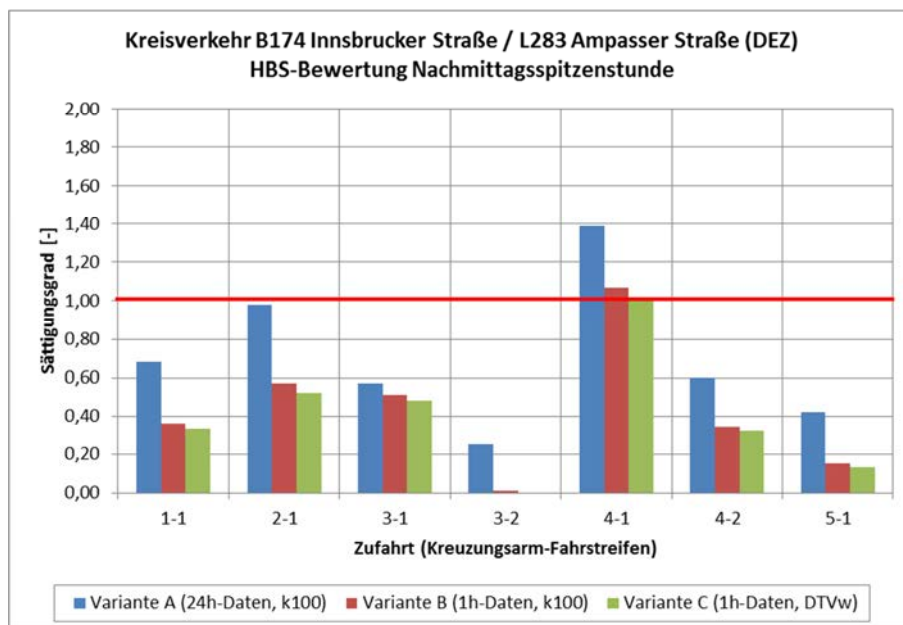


Abbildung 170: A12 – ASt Innsbruck Ost: Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) – Sättigungsgrade Nachmittagsspitzenstunde

Beim Vergleich der Sättigungsgrade der beiden Kreisverkehre zeigt sich, dass die Varianten B und C durchgehend ähnliche Ergebnisse liefern, wobei die Variante B geringfügig höhere Sättigungsgrade aufweist als die Variante C. Die Sättigungsgrade der Variante A sind bei den meisten Fahrstreifen deutlich größer als die Sättigungsgrade der Varianten B und C. Diese Überschätzung der Sättigungsgrade der Variante A resultiert aus der Ermittlung der Dimensionierungsbelastung am Knotenpunkt aus 24h-Daten.

In der Abbildung 171 bis Abbildung 173 sind die maßgebenden Sättigungsgrade und Rückstaulängen gemäß RVS und HBS der beiden Kreisverkehre für die Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde der Variante B dargestellt. Auf die Darstellung der Varianten A und C wurde verzichtet, da die Variante B aufgrund der zugrunde liegenden Verkehrsbelastungen die realistischste Leistungsfähigkeitsberechnung der drei Varianten darstellt.



Abbildung 171: A12 – ASst Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Vormittagsspitzenstunde (k_{100})



Abbildung 172: A12 – Ast Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Mittagsspitzenstunde (k_{100})



Abbildung 173: A12 – Ast Innsbruck Ost: Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{100})

Bei der Leistungsfähigkeitsberechnung wird jeder Kreisverkehr gesondert betrachtet. Die zusätzlichen negativen Auswirkungen am betrachteten Kreisverkehr aufgrund einer Überstauung, ausgehend vom benachbarten Kreisverkehr, sind nicht abgebildet.

Am Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) weist der rechte Fahrstreifen der Kreisverkehrszufahrt von der A12 kommend (1-1) während der Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde eine deutliche Überlastung auf, am linken Fahrstreifen (1-2) sind noch Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden. Trotz einer möglichen Vorsortierung für die beiden Ausfahrten (rechter Fahrstreifen für Zielrichtung zur nächsten Ausfahrt, linker Fahrstreifen für Zielrichtung zur übernächsten Ausfahrt) ordnen sich die Fahrzeuge bevorzugt am rechten Fahrstreifen ein, obwohl die Anzahl der Linksabbieger größer ist als die Anzahl der Rechtsabbieger. Die Rückstaulängen reichen während der drei Spitzenstunden in kritische Bereiche bis auf den Zubringer und weiter in Richtung Hauptfahrbahn der A12 zurück. Die Rückstauungen in Richtung A12 werden zusätzlich durch die leistungsfähigkeitsproblematische Verflechtung am Zubringer verstärkt. Dieses Berechnungsergebnis deckt sich mit den Aussagen des Autobahnmeisters (tägliche Überlastungen zu den Verkehrsspitzenzeiten im Bereich der Zusammenführung der beiden Ausfahrtsrampen und der dortigen Verflechtungsstrecke mit Rückstaubildung bis auf die Hauptfahrbahn).

Der rechte Fahrstreifen der Kreisverkehrszufahrt Griesauweg (4-1) zeigt während der Mittagsspitzenstunde eine Überlastung und liegt während der Nachmittagsspitzenstunde knapp unter der Auslastungsgrenze, der linke Fahrstreifen (4-2) wird über den gesamten Tag kaum benützt. Dies liegt einerseits an der geringen Verkehrsbelastung auf der Kreisfahrbahn auf Höhe der Zufahrt Griesauweg (aufgrund der geringen Verkehrsbelastung der Fahrrelation von der L283 kommend in Richtung B174) und des dadurch möglichen kontinuierlichen Zuflusses vom Griesauweg in die Kreisfahrbahn. Selbst bei hohen Verkehrsstärken sehen sich die Verkehrsteilnehmer nicht gezwungen den linken Fahrstreifen stärker zu befahren, solange die Fahrzeuge am rechten Fahrstreifen kontinuierlich in den Kreis einfahren können. Andererseits wird vermutet, dass die Verkehrsteilnehmer Fahrstreifenwechsel im Kreis vermeiden bzw. an der einstreifigen Ausfahrt nicht in unerwünschte Konflikte geraten wollen. Während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde reichen die Rückstaulängen bis über den benachbarten Kreisverkehr Griesauweg / Grabenweg zurück. Zusätzlich zu den

genannten Einfahrten wird während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde auch die Kapazität der Ausfahrt zur L283 (2-2) überschritten.

Am Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) weist der rechte Fahrstreifen der Kreisverkehrszufahrt von der östlichen L283 kommend (4-1) während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde eine Überlastung auf, am linken Fahrstreifen (4-2) sind noch ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden. An dieser zweistreifigen Zufahrt erfolgt von den Verkehrsteilnehmern eine nur geringe Vorsortierung, obwohl sich die zufahrenden Fahrzeuge aufgrund der Knotenströme in etwa zur Hälfte auf den rechten und linken Fahrstreifen aufteilen könnten. Die Rückstaulängen reichen während der Mittags- und Nachmittagsspitzenstunde bis über den benachbarten Kreisverkehr B174 / L283 (Leiner) zurück. Alle anderen Kreisverkehrszufahrten sind nur gering bis mittel ausgelastet.

7.6.8 Unfalldatenauswertung

Die Einteilung der aufgetretenen Verkehrsunfälle (Unfälle mit Personenschaden) beruht auf den in der RVS 02.02.21 (Verkehrssicherheitsuntersuchung, 08/2004) definierten Unfalltypen und deren Obergruppen. Die Abbildung 174 zeigt die Auswertung der Unfälle mit Personenschaden im Bereich der ASt Innsbruck Ost für den Zeitraum von 2008 bis 2013. Bei der Unfalldatenauswertung wurden für die einzelnen Unfälle die Unfallörtlichkeit und der Unfalltyp dargestellt. Da die Kilometerangabe bei den Unfalldaten auf der Hauptfahrbahn häufig gerundet ist, können sich in der nachstehenden Abbildung an den entsprechenden Kilometrierungspunkten mehrere Unfälle konzentrieren.

Auf der Hauptfahrbahn der A12 sind die Unfälle im betrachteten Streckenabschnitt annähernd gleichmäßig verteilt. Aufgrund der hohen Anschlussstellendichte und der damit verbundenen erzwungenen Fahrstreifenwechsel lässt sich keine eindeutige Zuordnung der Unfälle zur ASt Innsbruck Ost vornehmen.

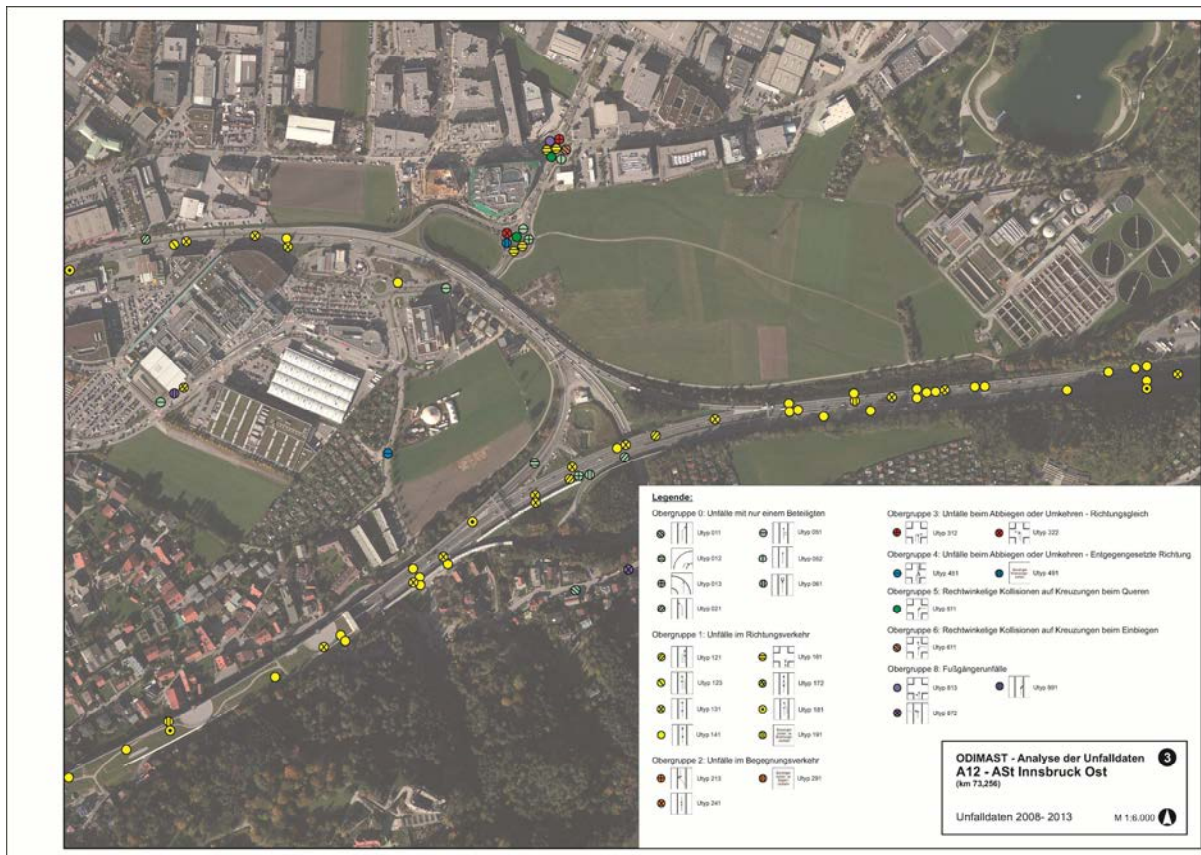


Abbildung 174: A12 – ASt Innsbruck Ost: Unfalldatenauswertung

Bei den Unfällen auf der Hauptfahrbahn handelt es sich fast ausschließlich um Unfälle im Richtungsverkehr mit zwei oder mehr Beteiligten (Unfalltypenobergruppe 1), wobei die am häufigsten auftretenden Unfalltypen „Auffahren auf verkehrsbedingt stehendes Fahrzeug auf der Geraden“ und „Auffahren auf fahrendes Fahrzeug auf der Geraden“ sind. Entlang der Hauptfahrbahn sind die Kriterien für eine Unfalhhäufungsstelle nicht erfüllt. Auf den Rampen zwischen Trenninselspitz und Knotenpunkt am Anschluss ans untergeordnete Netz wurde ein Unfall mit nur einem Beteiligten („Abkommen rechts“) verzeichnet.

An den Kreisverkehren B174 / L283 (Leiner) und Griesauweg / Grabenweg treten Unfälle verschiedenster Typen und Obergruppen auf, am Kreisverkehr B174 / L283 (DEZ) wurde ein Auffahrunfall verzeichnet. Entlang der B174 zeigen sich Unfälle im Richtungsverkehr. Die Kriterien für eine Unfalhhäufungsstelle sind am untergeordneten Straßennetz nicht erfüllt.

8 ANWENDUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR OPTIMIERUNG VON ANSCHLUSSSTELLEN AM HOCHRANGIGEN NETZ

8.1 Anwendungsbereich

Die Anwendungsempfehlungen zur Optimierung von Anschlussstellen sind eine Zusammenfassung der Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt ODIMAST: Optimierung von Anschlussstellen im Hinblick auf Kapazität und Verkehrssicherheit. Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen der Pilotinitiative Verkehrsinfrastrukturforschung 2012 (VIF2012) im Auftrag der ASFINAG und des BMVIT erarbeitet. Die Anwendungsempfehlungen richten sich an alle mit der Planung und Optimierung von Anschlussstellen (ASt) des hochrangigen Autobahnen- und Schnellstraßennetzes befassten Personen. Der Anwendungsbereich erstreckt sich sowohl auf die Neuplanung als auch auf die Optimierung bestehender Anschlussstellen in Österreich und umfasst Empfehlungen und Hinweise zu den Themen Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit im Rahmen der bestehenden und derzeit gültigen Richtlinien für das Verkehrs- und Straßenwesen (RVS). Dabei empfiehlt sich die Anwendung über den gesamten Planungsprozess, der in Anlehnung an die Projektierungsanweisung des BMVIT (BMVIT 2011: Dienstanweisung zur Erarbeitung und Vorlage von Bundesstraßenprojekten. GZ. BMVIT-300.040/0005-II/ST-ALG/2011) in Hinblick auf Anschlussstellenneuplanungen folgende Projektphasen umfasst:

- Voruntersuchung: Erweiterte Strategische Analyse (ESA) für Anschlussstellenwünsche gemäß dem Projektierungshandbuch der ASFINAG (derzeit gültig Überarbeitung Stand 13.09.2013). Prüft Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit, Machbarkeit und Vorteil-Nachteil-Betrachtungen evtl. NKU
- Vorprojekt: Umfasst Variantenvergleich, NKU, Trassenentscheidung und Verkehrssicherheitsaudit. Mündet in der Verordnung gem. § 14 BStG als Bundesstraßenplanungsgebiet und der Freigabe weiterer Planungsschritte durch das BMVIT.
- Einreichprojekt: Umfasst Prüfung der gemäß UVP-Gesetz definierten Schwellenwerte, ggf. Prüfungsverfahren nach dem UVP-G und das Einreichprojekt. Richtwert Summe der Rampenbelastungen größer 8.000 Kfz/24h. Ziel der Einreichphase bzw. UVP-Phase ist die Genehmigung einer Trasse gemäß § 4 Bundesstraßengesetz (BStG) mit der Bestimmung in Lage und Höhe, die

Erwirkung der sonstigen behördlichen Genehmigungen (Eisenbahnrecht, Wasserrecht, Naturschutzrecht, usw.) inklusive mögliche Auflagen der Behörden für die Umsetzung.

- Bauprojekt: Umfasst das endgültige straßenbauliche Projekt und die Umweltmaßnahmen.

Die Anwendungsempfehlung gliedert sich nach folgenden Gesichtspunkten der Planung:

- Wahl der Anlageverhältnisse
- Ermittlung der Verkehrsbelastungen
- Leistungsfähigkeitsberechnungen
- Verkehrssicherheit

8.2 Erkenntnisse aus der Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist eine geeignete Methode um Rampen mit verschiedenen Anschlussstellen-Merkmalen in Gruppen zu gliedern. Es wurden signifikante Zusammenhänge von ASt-Merkmalen und Leistungsfähigkeit gefunden, wenn folgende Merkmale gemeinsam miteinbezogen wurden:

- Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn
- Verkehrsbelastung auf der Rampe
- Rampenlänge bis zum nächstmöglichen Halt
- Knotenpunktform am Anschluss an das untergeordnete Netz

Durch die Clusteranalyse unter Einbeziehung der im Projekt ODIMAST erfassten bzw. enthaltenen Anschlussstellenmerkmale und Rampen konnten die in der Tabelle 30 angeführten Aussagen zur Leistungsfähigkeit bestätigt bzw. nicht bestätigt werden:

Tabelle 30: Erkenntnisse aus der Clusteranalyse bezogen auf Ausfahrtsrampen

<p><i>Höhere Belastungswerte führen zu einer Häufung von Leistungsfähigkeitsproblemen</i></p> <p>Bei Ausfahrtsrampenbelastungen ab 700 Fz/h/FSt oder einer Gesamtbelastung (gemittelte Fahrstreifenbelastung der Hauptfahrbahn und Ausfahrtsrampe gemeinsam) ab 1.500 Fz/h/FSt zeigten sich vermehrt Leistungsfähigkeitsprobleme.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Kurze Rampenlängen wirken sich negativ auf den Verkehrsfluss aus</i></p> <p>Bei höheren Verkehrsbelastungen sollten Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden bzw. sind Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m wünschenswert.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>VLSA werden vermehrt dort eingesetzt, wo Knoten höher belastet sind</i></p> <p>Signalisierte Knotenpunkte werden häufig dort eingesetzt, wo andere Knotenpunktformen aufgrund einer hohen Verkehrsbelastung nicht mehr leistungsfähig sind. Die Errichtung einer VLSA kann auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit erforderlich sein.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Die Kategorisierung nach Kategorisierungsdienstanweisung hat keinen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit</i></p> <p>Anschlussstellen im Bereich der „a“-Kategorien (Kategorien im Ballungsraum) haben meist sehr hohe Verkehrsbelastungen, wodurch dort vermehrt Leistungsfähigkeitsprobleme auftreten können.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Durch hohe Kurvigkeit oder kleine Rampenradien verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Höhere Rampengeschwindigkeiten verbessern die Leistungsfähigkeit</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Niedrigere erlaubte Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn führen zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Größere Geschwindigkeitsunterschiede auf der Hauptfahrbahn und Rampe haben einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Der Lkw-Anteil wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit aus</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Die Fahrstreifenanzahl der Hauptfahrbahn hat Einfluss auf die Leistungsfähigkeit</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Aussage konnte bestätigt werden <input checked="" type="checkbox"/> Aussage konnte nicht bestätigt werden</p>	

8.3 Empfehlungen zur Wahl der Anlageverhältnisse

Die Wahl des Knotens (plangleiche, gemischte und planfreie Knoten) hat einen entscheidenden Einfluss auf den Verkehrsablauf und erfolgt u.a. unter den folgenden Gesichtspunkten:

- Funktionelle Bedeutung der Straßen und ihrer Verbindung
- Verkehrssicherheit
- Leistungsfähigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Umweltschutz

An Knoten sind für die Sicherheit des Verkehrsablaufs die folgenden Kriterien zu beachten:

- Erkennbarkeit
- Übersichtlichkeit
- Begreifbarkeit
- Befahrbarkeit

Der gewählte Knoten muss für den Prognosezeitraum unter Berücksichtigung der gewünschten Verkehrsqualität die maßgebende Verkehrsbelastung bewältigen können, sodass unzumutbar lange Wartezeiten und verkehrsbehindernde Rückstauungen vermieden werden. Die Elemente eines Knotens sind hinsichtlich Lage, Höhe, Querschnitt und Sicht aufeinander abzustimmen. Zu beachten ist auch eine richtlinienkonforme Straßenausrüstung, dazu zählen z.B. Bodenmarkierung, Beschilderung, Wegweisung, Leiteinrichtungen, Beleuchtung und Bepflanzung. Weiters sind benachbarte Knoten aufeinander abzustimmen, wobei auf einen entsprechenden Abstand zwischen den Anschlussstellen zu achten ist.

Neben den Angaben zu den Anlagenelementen in den entsprechenden Richtlinien können zusätzlich anhand der Clusteranalyse die folgenden Empfehlungen zur Rampenlänge der Ausfahrt getroffen werden. Demnach sollten bei höheren Verkehrsbelastungen Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden bzw. sind Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m wünschenswert.

In Bezug auf die Anlagenelemente sind nachstehend die wesentlichen österreichischen Richtlinien angeführt:

- RVS 03.03.21: Trassierung – Räumliche Linienführung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juni 2001.
- RVS 03.03.23: Linienführung und Trassierung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe August 2014.
- RVS 03.03.31: Querschnitte – Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.
- RVS 03.05.11: Knoten – Planungsgrundsätze. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.
- RVS 03.05.12: Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2007.
- RVS 03.05.13: Knoten – Gemischte und Planfreie Knoten. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2001.
- RVS 03.05.14: Plangleiche Knoten – Kreisverkehre. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Oktober 2010.

8.4 Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastungen

Um die Funktionalität einer Anschlussstelle hinsichtlich Leistungsfähigkeit zu prüfen, sind unterschiedliche Bereiche (Elemente) der Anschlussstelle gesondert zu analysieren. Für jeden Bereich einer Anschlussstelle sind Verkehrsdaten erforderlich. Es wird zwischen folgenden Bereichen einer Anschlussstelle unterschieden:

Hauptfahrbahn

Damit ist die Freistrecke vor der Ausleitung beziehungsweise nach der Einleitung von Rampen einer Anschlussstelle gemeint.

Einfahrt / Ausfahrt

Einfahrt: Damit ist der Bereich der Rampeneinleitung und der Einflechtungsbereich auf die Hauptfahrbahn gemeint.

Ausfahrt: Damit ist der Verzögerungsbereich auf der Hauptfahrbahn und die Rampenausleitung gemeint.

Anschluss an das untergeordnete Netz

Damit sind die Knotenpunkte an der Einmündung der Anschlussstellenrampen auf das untergeordnete Straßennetz gemeint.

8.4.1 Hauptfahrbahn

Als Basis für die BVS-Bewertung (RVS 03.01.11) sind folgende verkehrliche Grundlagen zu ermitteln:

- Die Wahl der maßgeblichen Bemessungsstunde x (z.B. 30., 50., 100., 150. Stunde) erfolgt in Abhängigkeit zur Kategorie (I, Ia, II, IIa, III) des zu analysierenden Streckenabschnitts laut Kategorisierungsdienstanweisung (Dienstanweisung zur Kategorisierung des Bundesstraßennetzes nach der räumlich-verkehrlichen Funktion gemäß RVS 03.01.13, BMVIT, in der geltenden Fassung).
- Falls stündliche Verkehrsbelastungen aus einer Dauerzählstelle in einem der angrenzenden Streckenabschnitte oder einem weiter gefassten Autobahn-/Schnellstraßenverlauf mit ähnlicher Charakteristik der Verkehrsbelastungen vorliegen, soll die Dimensionierungsbelastung aus diesen Realdaten ermittelt werden, statt den Bemessungsfaktor k_x aus Tabelle 2 der RVS 03.01.11 zu entnehmen. Ortsspezifische Charakteristiken der Verkehrsnachfrage im räumlichen Umfeld (z.B. Ballungsräume, Tourismusgebiete etc.) bleiben in den Funktionswerten von k_x in der Tabelle 2 unberücksichtigt, da die statistischen Streuungen der Messwerte in der analytischen Beschreibung der Regressionsfunktion nicht berücksichtigt werden.
- Die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke erfolgt anhand von Analyse-, Modell- oder Prognosedaten über Ansatz des k_x -Faktors. Laut Definition der RVS 03.01.11 bezieht sich der k_x -Faktor auf den jahresdurchschnittlich täglichen Verkehr (JDTV). Da es sich bei vielen Verkehrsmodellen um Werktagsmodelle

handelt, ist entweder der k_x -Faktor mit Bezug auf den DTV_W zu ermitteln oder vor Anwendung des k_x -Faktors eine entsprechende Umrechnung der Modellwerte auf den JDTV vorzunehmen.

8.4.2 Einfahrt / Ausfahrt

Für die Bestimmung der Verkehrsqualität bei Ein- und Ausfädelungsvorgängen lt. HBS sind folgende verkehrliche Grundlagen zu ermitteln:

- Die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke erfolgt für die Hauptfahrbahn und die Ein- bzw. Ausfahrtsrampen über Ansatz des k_x -Faktors. Die Bestimmung des k_x -Faktors folgt den Ermittlungsschritten, welche auch für die Hauptfahrbahn angewendet werden (siehe oben).
- Für den Einfädelungsnachweis wird zusätzlich die Belastungsverteilung auf die Fahrstreifen der Hauptfahrbahn oberhalb der Einmündung benötigt. Der Fahrstreifenaufteilung kommt ein maßgeblicher Stellenwert zu. Diese ist bestmöglich aus Realdaten abzuleiten. Auch hier gilt es, Vergleichswerte aus Dauerzählstellen am hochrangigen Netz des Umfelds abzuleiten. Bei der Auswahl der Referenzzählstelle sind neben der Charakteristik des Autobahn-/Schnellstraßenabschnittes auch der Erfassungszeitpunkt zu Stoßzeiten, entsprechende Ausbauverhältnisse und ähnliche Verkehrsbelastungen maßgeblich.

Anmerkungen: Vor Einfädelungen ist auf der Hauptfahrbahn in der Regel ein kooperatives Verhalten zum Fahrstreifenwechsel nach innen zu beobachten. Die Bereitschaft zum Fahrstreifenwechsel ist jedoch individuell unterschiedlich und abhängig von der vorherrschenden Verkehrsqualität. Eine generelle Aussage der Größenordnung lässt sich daher nicht treffen.

Bei einer hohen Anschlussstellendichte ist die Fahrstreifenwahl gegebenenfalls über den Einfädelungsbereich einer zwischenliegenden Anschlussstelle hinweg, vom Ausfahrtswunsch an der nachgelagerten Anschlussstelle bestimmt. Jedoch spielen auch hier die vorherrschende Verkehrsqualität und das individuelle Verhaltensmuster eine Rolle, auf welcher Vorlaufstrecke mit der Einordnung auf den zielgerichteten Fahrstreifen begonnen wird. Eine generelle Aussage lässt sich auch hier nicht treffen.

8.4.3 Anschluss an das untergeordnete Netz

Für die Nachweisführung am Anschluss an das untergeordnete Netz werden folgende Schritte zur Verkehrsdatenermittlung empfohlen:

- Die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken erfolgt auf Basis von Spitzenstundenzählungen (Morgen / Abend). Wesentlich ist die korrekte Abbildung der Fahrrelationen hinsichtlich Verkehrsstärke zu unterschiedlichen Verkehrsspitzenzeiten.
- Als Grundlage optimal ist eine Zählung unmittelbar am zu beurteilenden Kreuzungspunkt. Sind solche Daten z.B. bei Anschlussstellenneuplanungen nicht verfügbar, so sind unterschiedliche Lastrichtungen innerhalb der Verkehrsspitzenzeiten (Morgen / Abend) bestmöglich zu analysieren und in Form von Spitzenstundenfaktoren auf die Fahrrelationen am zu untersuchenden Kreuzungspunkt umzulegen.
- Es wird eine Normalisierung der Zählwerte eines einzelnen Erhebungstages auf maßgebliche Werte mit Bezug auf das Gesamtjahr angeraten. Dazu empfiehlt sich die Gegenüberstellung der Tagesverkehrsstärke am Zähltag mit einer jahresdurchschnittlichen Tagesverkehrsstärke (DTV_w oder JDTV) oder mit der Tagesverkehrsstärke an einem Tag mit erhöhtem Verkehrsgeschehen (z.B. Tagesverkehrsstärke an jenem Tag, auf welchen die x-höchstbelastete Stunde fällt). Die Ermittlung eines Umrechnungs- bzw. Aufwertungsfaktors kann aus Daten einer automatischen Zählstelle am hochrangigen Netz im Nahbereich zur Untersuchungsstelle erfolgen. Der Erhebungstag der Kreuzungszählung ist an der automatischen Zählstelle mit abzubilden.
- Die Ermittlung der fahrrelationsbezogenen Spitzenstundenfaktoren muss bei einem 24h-Verkehrsmodell aus der Gegenüberstellung der normalisierten Zählwerte (stündliche Werte für Morgen- und Abendspitze) mit den Kalibrierungswerten des Modells (24h-Werte) erfolgen. Bei der Kalibrierung ist auf die richtige Abbildung der Hauptfahrrelationen zu achten. Es darf nicht nur mit einer Querschnittskalibrierung auf Tageswerten gearbeitet werden, da sonst tageszeitliche Überhänge der Lastrichtungen unberücksichtigt bleiben. Zur Bemessung der Kreuzung wird aus der Prognose im 24h-Verkehrsmodell eine Morgen- und eine Abendspitzenstunde über den Ansatz der oben ermittelten Spitzenstundenfaktoren errechnet.

- Ergibt sich im unmittelbaren Bereich rund um die Anschlussstelle eine überwiegende Nutzungsänderung mit Auswirkung auf die Charakteristik der Tagesganglinien (z.B. bei Errichtung eines Einkaufszentrums in einem Gebiet mit überwiegendem Siedlungscharakter), so wird der Aufbau eines Stunden- bzw. Stundengruppen-Verkehrsmodells für die maßgebliche Verkehrsspitzenzeit empfohlen. In der Regel wird die Morgen- und Abendspitze gesondert zu betrachten sein. Dazu ist bei Aufschließungsgebieten die künftige Verkehrserzeugung entsprechend der konkreten Nutzung mit spezifischen Tagesganglinien zu hinterlegen (z.B. normierte Ganglinien der EAR 91 bzw. EAR 05 in Abhängigkeit des Verkehrszwecks). Daraus sind Spitzenstundenwerte im Quell- und Zielverkehr ableitbar. Die Bemessungsverkehrsstärke am Kreuzungspunkt ergibt sich direkt aus der Prognose im Stunden- bzw. Stundengruppen-Verkehrsmodell.
- Bei der Untersuchung von Bauvorhaben ohne maßgeblichen Verlagerungseffekt, kann im Einzelfall auf den Einsatz eines Verkehrsmodells verzichtet werden. Diese Voraussetzung ist in der Regel nur bei Standortentwicklungen ohne strukturelle Änderungen am Infrastrukturnetz gegeben. In solchen Fällen wird die Ermittlung einer allgemeinen Verkehrsstärkenveränderung infolge von äußeren Faktoren (Bevölkerungsentwicklung / Änderung von Mobilitätskennwerten / Änderung des Modal Split) in der Regel als Trendfortschreibung aus den Daten einer repräsentativen Dauerzählstelle erforderlich. Für den unmittelbaren Nah- bzw. Einflussbereich zur Anschlussstelle sind künftige Verkehrserreger explizit auszuweisen und mit spezifischen Tagesganglinien zu hinterlegen (siehe oben). Dazu ist eine plausible Annahme hinsichtlich der Zu- und Abfahrtsrichtungen vorzunehmen, entweder aus Vergleichszählungen bei ähnlichen Erregern im Nahbereich oder durch Analyse des Einzugsgebietes der jeweiligen Nutzung inklusive des zugehörigen Fahrtenpotentials (z.B. abgeleitet aus den Einwohnerzahlen). Der allgemeine Trend der Verkehrsstärkenveränderung wird prozentual auf die Spitzenstundenzählung (Morgen / Abend) am Knotenpunkt aufgeschlagen, die induzierten Verkehrsmengen der explizit ermittelten Verkehrserreger entsprechend der Richtungsaufteilung im Ziel- und Quellverkehr addiert. Daraus ergibt sich die neue Bemessungsverkehrsstärke in der Prognose am zu untersuchenden Knotenpunkt.

8.5 Empfehlungen zur Leistungsfähigkeitsberechnung

8.5.1 Hauptfahrbahn

Für die Beurteilung der Verkehrsqualität auf der Freistrecke vor beziehungsweise nach der Anschlussstelle hat sich die BVS (Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen - RVS 03.01.11) bewährt. Diese Beurteilung dient, unter Einbeziehung der weiteren Nachweise, der Eingrenzung möglicherweise auftretender Probleme entweder rein auf die Anschlussstelle oder auf den gesamten Streckenabschnitt inklusive der Anschlussstelle. Maßnahmen sind dementsprechend zu konzipieren.

8.5.2 Einfahrt / Ausfahrt

Bei der Bestimmung der Verkehrsqualität bei Ausfahrten (Ausfädelungsvorgang) ist die HBS (HBS 2001/2009 bzw. in der geltenden Fassung) anzuwenden.

Die Verkehrsqualität bei Einfahrten (Einfädelungsvorgang) an einer losgelösten Anschlussstelle (außerhalb des Einflussbereiches einer anderen ASt) kann ebenfalls gemäß HBS ermittelt werden. Dazu wird folgende Herangehensweise vorgeschlagen:

- Der Nachweis wird auf Basis der Fahrstreifenaufteilung aus der Datenanalyse einer entsprechenden Dauerzählstelle im Nahbereich geführt. Bei der Anwendung einer prozentual ermittelten Fahrstreifenaufteilung mit einer konkreten Verkehrsstärke am Querschnitt oberhalb des Einflechtungsbereichs ist darauf zu achten, dass die maximal mögliche Fahrstreifenkapazität lt. HBS nicht überschritten wird. Führt der darauf aufbauende Einfädelungsnachweis zu einem positiven Nachweis, so kann das zugehörige Szenario in diesem Belang als machbar beurteilt werden.
- In Grenzfällen nahe der Auslastung ist der Ansatz eines kooperativen Verhaltens auf der Hauptfahrbahn durch Fahrstreifenwechsel nach innen zur Erleichterung der Einfahrt denkbar. Dafür sollten folgende Rahmenbedingungen gelten:

Der vorgezogene Fahrstreifenwechsel ist ebenfalls wie ein Einfädelungsvorgang gemäß HBS zu beurteilen und sollte eine bessere Verkehrsqualität (geringeren LOS) aufweisen als der Einfädelungsvorgang an der tatsächlichen Einmündungsstelle der Einfahrtsrampe. Bei der Ermittlung handelt es sich unter Umständen um einen iterativen Vorgang unter Abarbeitung der einzelnen Fahrstreifenwechsel auf der Hauptfahrbahn bis hin zur Einmündungsstelle.

- Beim oben genannten Ansatz handelt es sich um eine Näherung, welche im Zweifelsfall durch Simulation unter den konkreten Bedingungen zu belegen ist.

Die Verkehrsqualität bei Einfahrten (Einfädelungsvorgang) an einer Anschlussstelle in dichter Folge zu anderen Anschlussstellen soll jedenfalls durch Simulation nachgewiesen werden, es sei denn es existiert eine Dauerzählstelle im unmittelbaren Einfädelungsbereich und es ist ausschließlich der Analysezustand abzubilden (Nachweis auf Basis fahrstreifenfeiner IST-Daten gemäß HBS). In der Simulation sind die Nachbaranschlussstellen stromaufwärts und stromabwärts mit abzubilden.

8.5.3 Anschluss an das untergeordnete Netz

Für unsignalisierte Kreuzungspunkte ist die Berechnung des Auslastungsgrades sowie die Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung nach RVS 03.05.12 (Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen) vorzunehmen.

Für lichtsignalgeregelte Kreuzungspunkte ist ein Signalkonzept in Form eines Signalzeitenplanes für die Spitzenverkehrszeiten (Morgen / Abend) auszuarbeiten und gemäß RVS 05.04.32 (Verkehrslichtsignalanlagen – Planen von Verkehrslichtsignalanlagen) zu bewerten. Die Zwischenzeiten können im Vorstadium der Variantenuntersuchung noch gemäß HBS (HBS 2001/2009 bzw. in der geltenden Fassung) abgeschätzt werden und sind erst im Zuge der Einreichplanung durch Rechenwerte zu ersetzen.

Besonderes Augenmerk ist neben der Auslastung der Einzelfahrströme auf die berechnete Aufstell- bzw. Rückstaulänge zu legen. Bei der Beurteilung der Aufstell- bzw. Rückstaulänge ist die Berechnung laut HBS gegenüber der RVS-Berechnung zu bevorzugen. Bei mittleren Auslastungsgraden werden die Längen laut RVS tendenziell unterbewertet, nahe der Auslastung kommt es hingegen zu einer Überbewertung der Aufstell- bzw. Rückstaulängen. Das HBS liefert hier bessere Ergebnisse durch Ansatz unterschiedlicher Berechnungsalgorithmen in Abhängigkeit des Auslastungsgrades.

Bei einstreifigen Kreisverkehrsanlagen erfolgt die Beurteilung des Auslastungsgrades sowie die Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung nach RVS 03.05.14 (Plangleiche Knoten – Kreisverkehre). Zweistreifige Kreisverkehrsanlagen treten in unterschiedlichen

Ausprägungsformen auf (z.B. freie Fahrstreifenwahl gegenüber Vorsortierung in Zusammenhang mit spiralförmiger Bodenmarkierung). Das HBS stellt derzeit eine mögliche, berechnungstheoretische Beurteilungsgrundlage dar. Bei freier Fahrstreifenwahl kommt der Annahme der Fahrstreifenaufteilung auf zweistreifigen Zufahrten eine wesentliche Bedeutung zu. Gleiches gilt für die Fahrstreifenwahl auf der zweistreifigen Kreisfahrbahn. Eine gesicherte Aussage hierzu lässt sich im Zusammenhang mit Prognosedaten nicht treffen. Die Annahme des inneren Fahrstreifens hängt stark mit dem individuellen Fahrverhalten, der Anzahl der durchfahrenen Kreissegmente und dem Anteil der betrachteten Fahrrelation an der Gesamtbelastung der Kreisverkehrsanlage zusammen. Fehlannahmen können hier zu gravierenden Unter- bzw. Überschätzungen der Leistungsfähigkeit führen. Eine Verkehrsflusssimulation zeigt in diesem Zusammenhang auch nur eine etwas bessere Annäherung.

Generell gilt, dass Kreisverkehrsanlagen bei geringen und mittleren Auslastungen Vorteile hinsichtlich Wartezeit und Staulänge gegenüber einer signalgeregelten Kreuzung aufweisen können. Werden allerdings höhere Auslastungsgrade erreicht, so kann dies schnell umschlagen. Der Kreisverkehr stellt dann ein unflexibles System dar, dass gegenüber der signalgeregelten Kreuzung keine steuerungstechnischen Optimierungen oder proportionale Kapazitätserweiterungen durch zusätzliche Fahrstreifen mehr zulässt.

Ein Rückstau auf die Hauptfahrbahn der Autobahn- bzw. Schnellstraße aufgrund von Leistungsfähigkeitsengpässen im nachgeordneten Straßennetz ist unbedingt zu vermeiden. Weiters ist zu beachten, dass sich Knotenpunkte am untergeordneten Straßennetz in unmittelbarer Aneinanderreihung gegenseitig beeinflussen können (z.B. Pulkbildung bei Verkehrslichtsignalanlagen, Pulkauflösung und Vergleichmäßigung im Abfluss von Kreisverkehrsanlagen). Dadurch ergeben sich Einflüsse auf das Staubild am Nachbarknoten. Es kann auch zu leistungssteigernden / leistungsmindernden Effekten kommen. Ist die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Knotenpunkte gravierend und nicht wie bei Verkehrslichtsignalanlagen auf Basis einer übergeordneten Steuerungsstrategie (Kordinierung) lösbar, wird zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage eine Verkehrsflusssimulation empfohlen.

8.6 Empfehlungen zur Berücksichtigung der Verkehrssicherheit

Die Verkehrssicherheitsanalyse erfolgt in Form einer Unfalldatenauswertung nach RVS 02.02.21. Für die systematische Auffindung von Problemstellen erweist sich die lagegenaue Darstellung der statistisch erfassten Unfälle über 3-5 Jahre auf einem Luftbild als zielführend. In der Erweiterung von Kollisionsdiagrammen wird empfohlen die Unfalltypen durch die folgende Symbolik darzustellen.

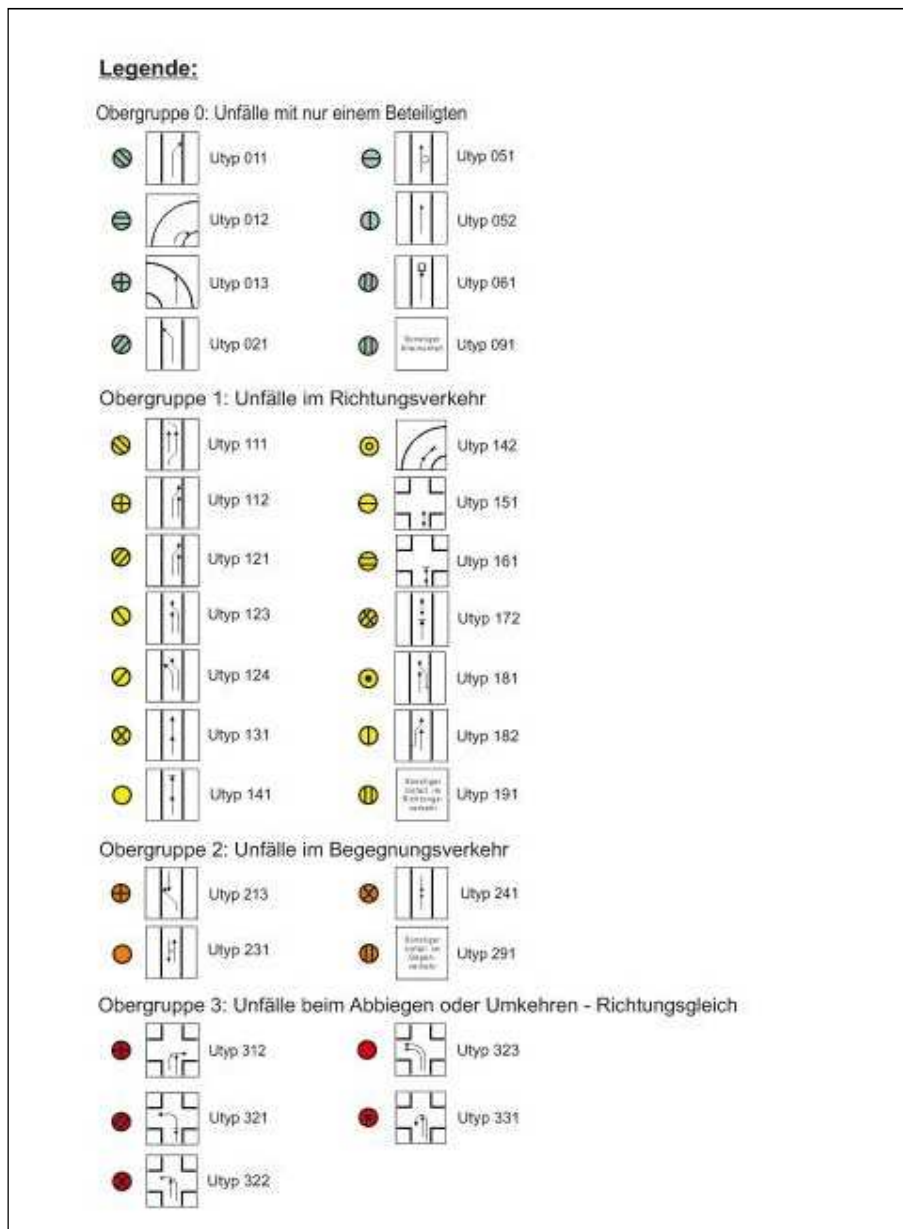


Abbildung 175: Symbolik für Unterscheidung von Unfalltypen (Obergruppe 0-3)

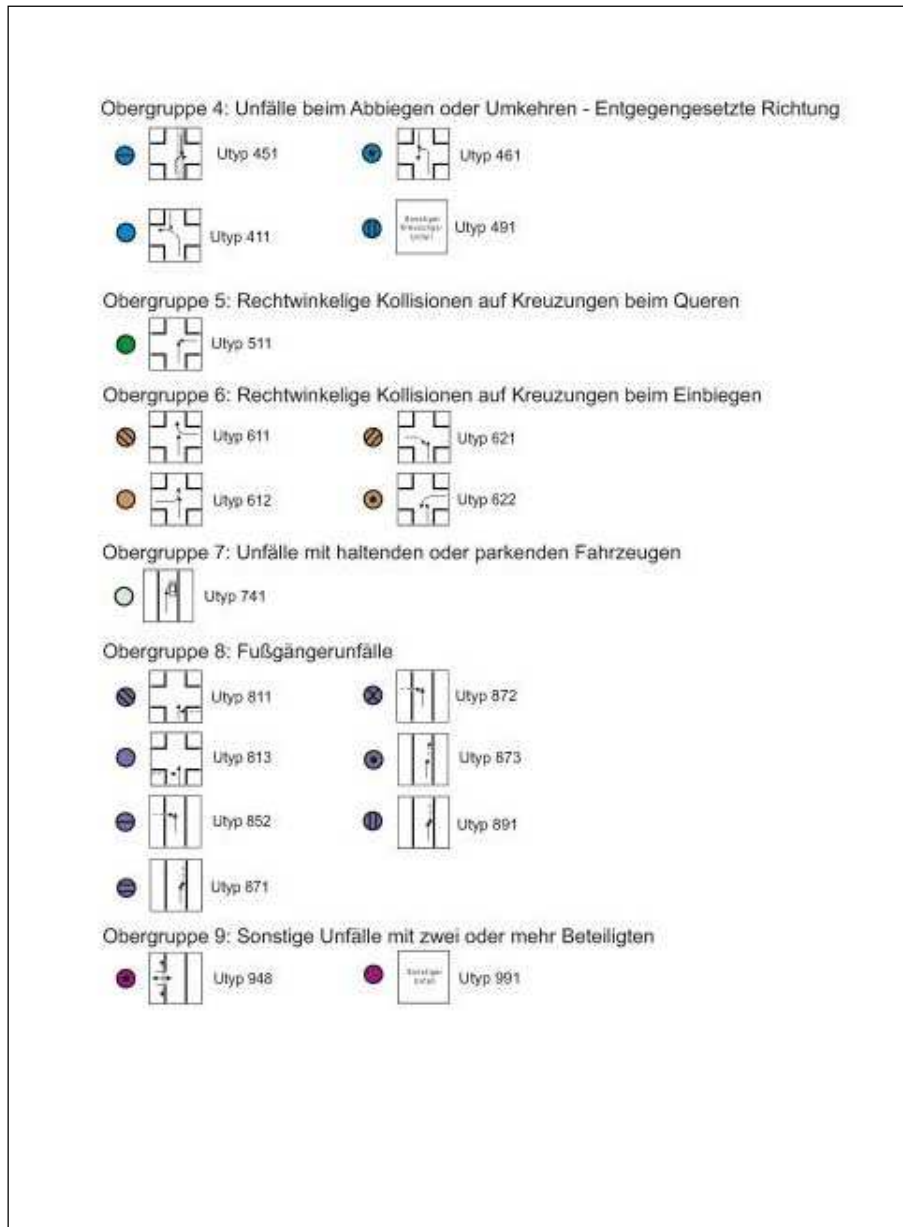


Abbildung 176: Symbolik für Unterscheidung von Unfalltypen (Obergruppe 4-9)

In der dargestellten Symbolik sind die Obergruppen durch Farben unterscheidbar, während die Untertypen durch definierte Muster unterscheidbar sind. Die Unfallschwere (getötet, schwerverletzt, leichtverletzt) wird durch Größenunterschiede der Kreise symbolisiert.

In der Detailanalyse der ausgewählten Anschlussstellen haben sich besonders Problembereiche am Anschluss an das untergeordnete Netz gezeigt.

Als generelle Empfehlung lässt sich für diesen Übergangsbereich von planfrei auf plangleich definieren, dass bei Verkehrslichtsignalsteuerung auf die bedingt verträgliche Führung von Verkehrsströmen (z.B. Linksabbiegerdurchsatz durch Gegenverkehr) verzichtet werden soll. Dreiecksinseln, welche die Vorrangregelung zwischen Linksabbiegern und Rechtsabbiegern zu Gunsten des Linksabbiegestroms umkehren, können an dieser Stelle problematisch werden. Sprechen Leistungsfähigkeitsbetrachtungen für diese Umkehr, so sollte besser ein echter Bypass mit Einfädelungsstreifen für den Rechtsabbiegestrom eingerichtet werden.

Bei Kreisverkehrsanlagen ist dem einstreifigen Kreisverkehr mit Bypassanordnung gegenüber zweistreifigen Kreisverkehrsanlagen der Vorrang zu geben, sofern die 90-Grad abbiegenden Verkehrsströme ausreichend hohe Verkehrsbelastungen aufweisen. Turbinenkreisverkehre können leistungssteigernd eingesetzt werden, wenn es eine klare Hauptrichtung gibt. An Kreisverkehrsanlagen ist auf eine ausreichende Ablenkung durch die Mittelinsel im Zuge der Einfahrt zu achten, damit das Geschwindigkeitsniveau gering gehalten wird. Gestaltungsvorgaben finden sich in der RVS 03.05.14.

8.7 Zusammenfassung – Methodensheet

1 Empfehlungen zur Ermittlung der Verkehrsbelastung und zur Leistungsfähigkeitsberechnung	
1.1 Hauptfahrbahn (Freistrecke vor / nach Anschlussstelle)	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Bemessungsstunde x <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung lt. Kategorisierung des Beurteilungsabschnitts 	Kategorisierungsdienstanweisung BMVIT, RVS 03.01.13
JDTV - Jährlich durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h], Q_{Bem} - maßgeblich stündliche Verkehrsstärke der Jahresdauerlinie zur x-ten Stunde [Kfz/h], k_x - Bemessungsfaktor [-] <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung anhand von Stundendaten einer Dauerzählstelle aus dem Beurteilungsabschnitt bzw. Vergleichsabschnitt 	RVS 03.01.11 Dauerzählstelle
Leistungsfähigkeitsberechnung lt. Richtlinie	RVS 03.01.11
1.2 Einfahrt	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Verkehrsstärke der Einfahrt q_E [Pkw-E/h] <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung analog zur Hauptfahrbahn über Ansatz des k_x-Faktors 	
Verkehrsstärke des rechten durchgehenden Fahrstreifens der Hauptfahrbahn oberhalb der Einfädelung q_{H1} [Pkw-E/h] <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung der Fahrstreifenaufteilung anhand einer Dauerzählstelle aus dem Beurteilungsabschnitt bzw. Vergleichsabschnitt Berücksichtigung der Fahrstreifenwahl in Abhängigkeit der weiteren Fahrtroute (maßgebend bei hoher Anschlussstellendichte) 	Dauerzählstelle ggf. durch Mikrosimulation
Leistungsfähigkeitsberechnung lt. Richtlinie <ul style="list-style-type: none"> Berechnung auf Basis der ermittelten Fahrstreifenaufteilung lt. HBS Option: Berücksichtigung eines kooperativen Verhaltens durch Fahrstreifenwechsel nach innen zur Erleichterung der Einfahrt (abhängig von der vorherrschenden Verkehrsqualität) Bei Auslastungen im kritischen Bereich empfiehlt sich eine Verkehrsflusssimulation 	HBS Mikrosimulation

1.3 Ausfahrt	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Verkehrsstärke der Ausfahrt q_A [Kfz/h] <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung analog zur Hauptfahrbahn über Ansatz des k_x-Faktors 	
Leistungsfähigkeitsberechnung lt. Richtlinie <ul style="list-style-type: none"> Berechnung lt. HBS 	HBS
1.4 Anschluss an das untergeordnete Netz	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Bemessungsverkehrsstärke [Pkw-E/h] – Variante 1: bei gleichbleibender Verkehrscharakteristik (Tagesgang) im Untersuchungsgebiet um die ASt <ul style="list-style-type: none"> Durchführung von Verkehrszählungen Normalisierung der Zählwerte durch Gegenüberstellung der Tagesverkehrsstärke am Zähltag zum DTVw (JDTV) oder zu einem erhöhten Tagesverkehrsgeschehen (Tag mit x-höchstbelasteter Stunde) Aufbau und Kalibrierung eines 24h-Modells Prognose im Verkehrsmodell (Matrixhochrechnung unter Berücksichtigung lokaler Verkehrserreger) Ermittlung unterschiedlicher Spitzenstundenfaktoren je Fahrrelation oder zumindest je Lastrichtung aus den normalisierten Zählwerten Anwendung der ermittelten Spitzenstundenfaktoren auf Prognosedaten des 24h-Modells 	
Bemessungsverkehrsstärke [Pkw-E/h] – Variante 2: bei Änderung der Verkehrscharakteristik (Tagesgang) im Untersuchungsgebiet um die ASt <ul style="list-style-type: none"> Durchführung von Spitzenstundenzählungen Normalisierung der Zählwerte durch Gegenüberstellung der Tagesverkehrsstärke am Zähltag zum DTVw (JDTV) oder zu einem erhöhten Tagesverkehrsgeschehen (Tag mit x-höchstbelasteter Stunde) Aufbau und Kalibrierung eines Stunden- bzw. Stundengruppenmodells Prognose im Verkehrsmodell (Matrixhochrechnung unter Berücksichtigung lokaler Verkehrserreger) Auslesen der prognostizierten Dimensionierungsbelastung aus dem Stunden- bzw. Stundengruppenmodell 	

<p>Bemessungsverkehrsstärke [Pkw-E/h] – Variante 3: Standortentwicklungen ohne strukturelle Änderungen am Infrastrukturnetz</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durchführung von Spitzenstundenzählungen am Anbindungspunkt ans untergeordnete Netz ▪ Normalisierung der Zählwerte durch Gegenüberstellung der Tagesverkehrsstärke am Zähltag zum DTVw (JDTV) oder zu einem erhöhten Tagesverkehrsgeschehen (Tag mit x-höchstbelasteter Stunde) ▪ Hochrechnung der normalisierten Zählwerte auf einen Prognosezeitpunkt durch einen Hochrechnungsfaktor (Trendfortschreibung der Entwicklung einer Dauerzählstelle) ▪ Ermittlung des induzierten Verkehrs künftiger Verkehrserreger innerhalb des Untersuchungsgebietes ▪ Überlagerung des induzierten und des hochgerechneten Verkehrs = Dimensionierungsbelastung 	
<p>Verkehrserzeugung von Aufschließungsgebieten (künftige Nutzungen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ermittlung der Verkehrserzeugung künftiger Nutzungen lt. Bosserhoff bzw. RVS 02.01.13 ▪ Hinterlegung von spezifischen Tagesganglinien entsprechend der konkreten Nutzung (z.B. normierte Ganglinien der EAR 91 bzw. EAR 05 in Abhängigkeit des Verkehrszwecks) 	<p>Bosserhoff, RVS 02.01.13, EAR 91 bzw. EAR 05</p>
<p>Leistungsfähigkeitsberechnung unsignalisierte Kreuzung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auslastungsberechnung lt. RVS 03.05.12 ▪ Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung lt. RVS 03.05.12 	<p>RVS 03.05.12</p>
<p>Leistungsfähigkeitsberechnung signalisierte Kreuzung (VLSA)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstellung eines Signalkonzeptes (Signalzeitenpläne) ▪ Auslastungsberechnung lt. RVS 05.04.32 ▪ Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung lt. HBS gegenüber RVS zu bevorzugen 	<p>RVS 05.04.32, HBS</p>
<p>Leistungsfähigkeitsberechnung einstreifiger Kreisverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auslastungsberechnung lt. RVS 03.05.14 ▪ Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung lt. RVS 03.05.14 	<p>RVS 03.05.14</p>

Leistungsfähigkeitsberechnung zweistreifiger Kreisverkehr

- Auslastungsberechnung lt. HBS
- Wartezeit- und Rückstaulängenberechnung lt. HBS
- Spezielles Augenmerk auf Fahrstreifenaufteilung bei zweistreifigen Zufahrten / Kreisfahrbahn
- Bei freier Fahrstreifenwahl (ohne Vorsortierung und spiralförmiger Bodenmarkierung) oder mehreren dicht benachbarten Kreisverkehren ist eine Verkehrsflusssimulation zu empfehlen

HBS

2 Empfehlungen zur Verkehrssicherheit	
2.1 Unfalldatenanalyse	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Verkehrssicherheitsuntersuchung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Unfalldatenanalyse lt. RVS 02.02.21 ▪ Grafische Darstellung der Unfalltypen über Luftbild 	RVS 02.02.21
2.2 Hauptfahrbahn, Einfahrt und Ausfahrt	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Verkehrssicherheit Einfahrt und Ausfahrt, Rampen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung der Gestaltungsvorgaben der RVS 03.05.13 (gemischte und planfreie Knoten), RVS 03.03.21 (räumliche Linienführung), RVS 03.03.23 (Linienführung und Trassierung), RVS 03.03.31 (Querschnittselemente Freilandstraßen) ▪ Bei höheren Verkehrsbelastungen sollten Ausfahrtsrampenlängen kürzer als 250 m vermieden werden bzw. sind Ausfahrtsrampenlängen von mindestens 400 m empfehlenswert ▪ Bei Rampenbelastungen ab 700 Fz/h/FSt oder einer Gesamtbelastung (Hauptfahrbahn und Rampe gemeinsam) ab 1.500 Fz/h/FSt ist vermehrt mit Leistungsfähigkeitsproblemen zu rechnen 	RVS 03.05.13, RVS 03.03.21, RVS 03.03.23, RVS 03.03.31 Clusteranalyse
2.3 Anschluss an das untergeordnete Netz	
Bearbeitungsschritte	Richtlinien (i.d.g.F.) und Quellen
Verkehrssicherheit unsignalisierte Kreuzung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung der Gestaltungsvorgaben der RVS 03.05.12 ▪ Spezielles Augenmerk auf Sichtweitenüberprüfung sowie Übersichtlichkeit und Begreifbarkeit des Knotenpunktes 	RVS 03.05.12
Verkehrssicherheit signalisierte Kreuzung (VLSA) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung der Gestaltungsvorgaben der RVS 05.04.32 ▪ Verzicht auf bedingt verträgliche Führung von Verkehrsströmen ▪ Dreiecksinsel nur in Zusammenhang mit Bypass samt Einfädelungstreifen 	RVS 05.04.32

Verkehrssicherheit Kreisverkehr

- Überprüfung der Gestaltungsvorgaben der RVS 03.05.14
- Spezielles Augenmerk auf ausreichende Ablenkung durch die Mittelinsel (niedriges Geschwindigkeitsniveau)
- Bevorzugung von einstreifigen Kreisverkehrsanlagen mit Bypassanordnung gegenüber zweistreifigen Kreisverkehrsanlagen

RVS 03.05.14

8.8 Sonstige Hinweise, Erkenntnisse und Empfehlungen

Bei bestehenden Anschlussstellen sind Beobachtungen vor Ort zu den Verkehrsspitzenzeiten zu empfehlen, um ein besseres Bild von den örtlichen Gegebenheiten und ein besseres Verständnis des bestehenden Verkehrsablaufs (Rückstaulängen, Fahrstreifenaufteilung, Fahrverhalten, Beschilderung, Bodenmarkierung, etc.) zu bekommen. Zudem können Problemstellen und eventuell deren Ursache erkannt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sind für eine realitätsnahe Beurteilung in der verkehrstechnischen Nachweisführung (soweit möglich) zu berücksichtigen.

9 OPTIMIERUNGSVORSCHLÄGE FÜR DIE AUSGEWÄHLTEN ANSCHLUSSSTELLEN

9.1 Allgemeines

Anhand der durchgeführten Leistungsfähigkeitsbeurteilungen und Unfalldatenauswertungen für die drei ausgewählten Anschlussstellen A23 Südosttangente – ASt Handelskai, A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg und A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck Ost (siehe Kapitel 7.4 bis Kapitel 7.6) wurden Optimierungs- bzw. Verbesserungsmaßnahmen für die jeweiligen Problembereiche vorgeschlagen. Das Ziel war das Aufzeigen von möglichen Optimierungsvorschlägen unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, wobei eine verkehrstechnische Überprüfung der Optimierungsvorschläge im Sinne einer Wirkungsprognose (geometrische Ausbildung, Leistungsfähigkeitsberechnung etc.) nicht durchgeführt wurde.

9.2 A23 Südosttangente – ASt Handelskai

Die Kapazitätsengpässe auf den vierstreifigen Richtungsfahrbahnen der A23 würden in beiden Fahrtrichtungen eine Fahrstreifenzulegung erfordern, welche sich aber nicht nur auf den Bereich der ASt Handelskai beschränken würde, sondern erfahrungsgemäß auf einen längeren Streckenabschnitt der hoch ausgelasteten A23 erforderlich wäre. Aufgrund der vorhandenen Zwangsgegebenheiten stellt dies aber keine realisierbare Verbesserungsmöglichkeit dar.

An den lichtsignalgeregelten Kreuzungen Wehlistraße / Johann-Böhm-Platz (VLSA 02007) und Wehlistraße / Unbenannte Gasse 4 (VLSA 02008) sind zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit Linksabbiegeverbote in die Wehlistraße zu prüfen. Weiters wird die Prüfung einer Optimierungsmöglichkeit der verkehrsabhängigen Signalsteuerung vorgeschlagen, wobei speziell auf das Zusammenwirken der nahe situierten Signalanlagen der beiden Verbindungen zwischen Wehlistraße und Handelskai zu achten ist.

9.3 A09 Pyhrn Autobahn – ASt Seiersberg

Auf der Hauptfahrbahn der A09 und an den Knotenpunkten am Anschluss ans untergeordnete Netz der ASt Seiersberg sind aus Leistungsfähigkeitsgründen keine Verbesserungsmaßnahmen notwendig.

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit wird an der VLSA L313 / A09 Rampen die Prüfung einer signaltechnisch gesicherten Führung der Abbiegerelationen vorgeschlagen.

9.4 A12 Inntal Autobahn – ASt Innsbruck-Ost

Bei einer künftigen Verkehrssteigerung auf der Hauptfahrbahn der A12 ist eine Fahrstreifenzulegung zwischen der ASt Hall in Tirol West und ASt Innsbruck Ost in Fahrtrichtung Zams anzudenken.

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Zubringers in Fahrtrichtung B174 wird die Prüfung einer Fahrstreifenzulegung vorgeschlagen.

Anstelle des leistungsfähigkeits- und sicherheitsproblematischen Kreisverkehrs B174 / L283 (Leiner) wird die Prüfung zur Errichtung einer VLSA vorgeschlagen. Diese Maßnahme würde zusätzlich eine entsprechende Adaptierung der benachbarten Kreisverkehre erfordern.

Zur Veranschaulichung des Verbesserungsvorschlages wurde ein überschlüssiges Signalisierungskonzept für den Knotenpunkt B174 / L283 (Leiner) erstellt. Für die Leistungsfähigkeitsberechnung wurde als maßgebende Verkehrsbelastung die Nachmittagsspitzenstunde der Variante B (k_{100}) herangezogen (siehe Abbildung 158). Die Abbildung 177 zeigt die Knotendaten, in denen die Fahrstreifen mit den zugeordneten Signalgruppen, sowie die Kreuzungsarm- (rote Zahlen) und Fahrstreifennummerierung (schwarze Zahlen) ersichtlich sind. Die Fahrstreifenanordnung entspricht grundsätzlich jener des bestehenden Kreisverkehrs, am Kreuzungsarm L283 wurden zusätzlich ein kurzer Linksabbiegestreifen in der Zufahrt und ein Fahrstreifen in der Abfahrt angeordnet.

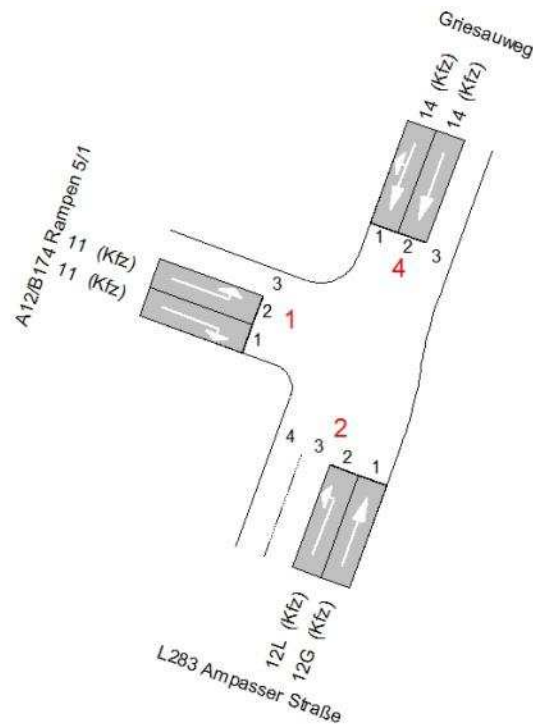


Abbildung 177: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Knotendaten

In der Abbildung 178 ist der ausgearbeitete Signalzeitenplan für die Nachmittagsspitzenstunde mit einer Umlaufzeit von 90 s zu sehen. Die Zwischenzeiten entsprechen den im HBS 2001/2009 (Kapitel 6 – Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage) angegebenen Orientierungswerten zur Vordimensionierung. Im vorliegenden Konzept sind alle Fahrrelationen signaltechnisch gesichert geführt.

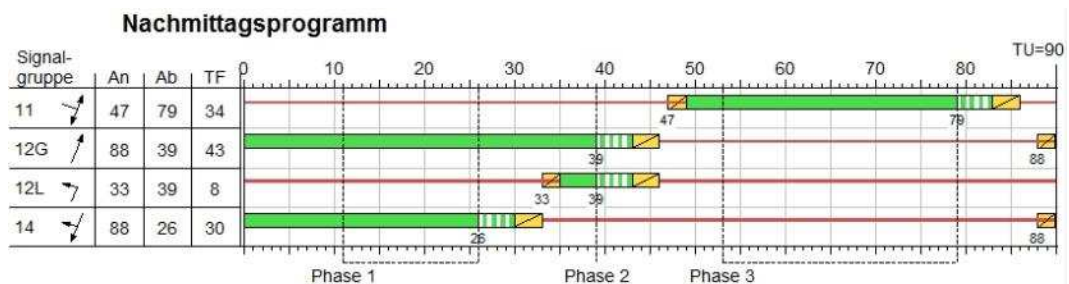


Abbildung 178: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Signalzeitenplan

Die Leistungsfähigkeitsberechnung erfolgte gemäß RVS 05.04.32 (Planen von Verkehrslichtsignalanlagen, 10/1998). Für einen Richtlinienvergleich wurde die Leistungsfähigkeitsberechnung zusätzlich gemäß HBS 2001/2009 (Kapitel 6 – Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage) durchgeführt. Bei den folgenden Leistungsfähigkeitsbeurteilungen liegt das Hauptaugenmerk auf den Sättigungsgraden und Rückstaulängen.

In der Abbildung 179 sind die Sättigungsgrade und Rückstaulängen gemäß RVS und HBS der lichtsignalgeregelt Kreuzung für die Nachmittagsspitzenstunde der Variante B (k_{100}) dargestellt.

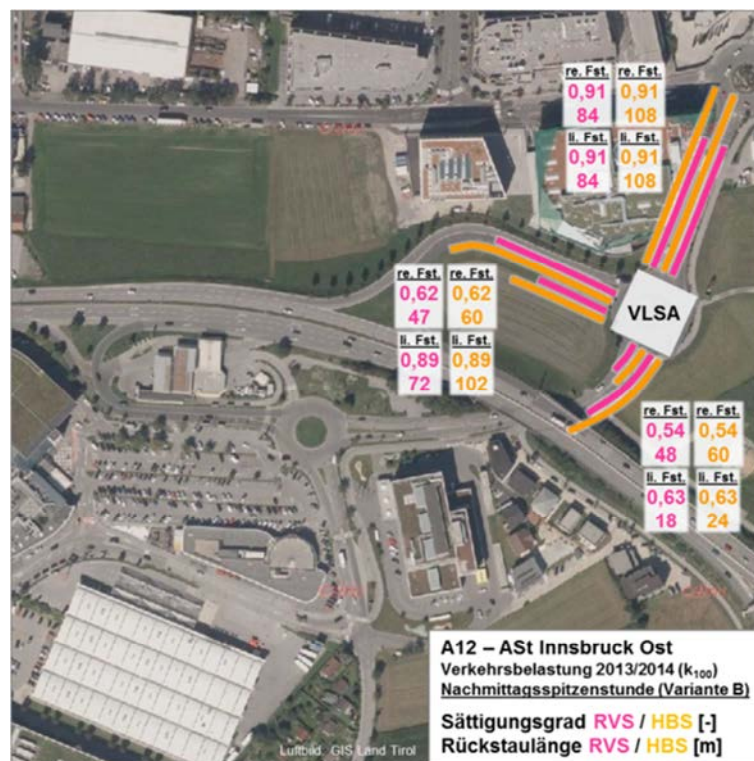


Abbildung 179: A12 – ASt Innsbruck Ost: VLSA B174 / L283 (Leiner) – Sättigungsgrade und Rückstaulängen Nachmittagsspitzenstunde (k_{100})

Die beiden Fahrstreifen der Zufahrt Griesauweg (4-1 und 4-2) und der Linksabbiegestreifen von der A12 kommend in Richtung Griesauweg (1-2) weisen geringe Leistungsfähigkeitsreserven auf. Die anderen Fahrstreifen zeigen ausreichende Leistungsfähigkeitsreserven. In der Zufahrt Griesauweg reichen die Rückstaulängen bis

zum benachbarten Kreisverkehr Griesauweg / Grabenweg zurück. Die Rückstaulänge am Linksabbiegestreifen der Zufahrt A12 reicht bis zum Übergang vom einstreifigen auf den zweistreifigen Rampenabschnitt zurück. Die Rückstaulängen der beiden Zufahrten Griesauweg und A12 sind bei der untersuchten Variante mit VLSA deutlich geringer als beim bestehenden Kreisverkehr (siehe Vergleich mit Abbildung 173).

Beim Richtlinienvergleich liefern die RVS und HBS die gleichen Sättigungsgrade, bei den Rückstaulängen weist die RVS im Vergleich zur HBS bei den vorhandenen Sättigungsgraden tendenziell geringere Rückstaulängen auf.

10 LITERATURVERZEICHNIS

- Backhaus; Erichson; Plinke; Weiber (2003) Multivariate Analysemethoden, Eine anwendungsorientierte Einführung. 10. Auflage, Springer, Heidelberg.
- BMVIT Kategorisierungsdienstanweisung (2012): Dienstanweisung zur Kategorisierung des Bundesstraßennetzes nach der räumlich-verkehrlichen Funktion gemäß RVS 03.01.13 („Kategorisierungsdienstanweisung“). BMVIT – IV/ST1, Fassung 2012.
- EAR (1991, 2005): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ausgabe 1991 bzw. 2005.
- EHEV (2013): „Eco Drive for Hybrid Electric Vehicles“, Projekt im Rahmen der 4. Ausschreibung des Klima- und Energiefonds, Projektteam: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik TU Graz, MAGNA E-Car Systems GmbH & Co OG, Graz AG Verkehrsbetriebe und ISV TU Graz.
- Ender B, Ender C., Fallast K., Menšik K., Schachenhofer H., Schönhuber K., Snizek S.(2011): Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen. Schriftenreihe Straßenforschung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Heft 597. Wien.
- ESA V 3.1 (2013): Erweiterte Strategische Analyse für Anschlussstellenwünsche. Projektierungshandbuch der ASFINAG, Stand September 2013.
- ESAS (2002): Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), FGSV Verlag GmbH, Köln, Nr. 298, September 2002.
- Gesamtverkehrsplan für Österreich (2013): Bundesministerium für Verkehr; Innovation und Technologie.
- Geistefeldt, J.; Busch, F.; Trapp, J.; Vortisch, P. (2012): unveröffentlichter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf Autobahnen (Projekt der BAST 03.460).
- Gettman D., Pu L., Sayed T., Shelby S. (2008): Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report. Siemens Energy & Automation Inc., sponsored by Federal Highway Administration (FHWA), Publication No. FHWA-HRT-08-051.

- HBS (2001/2009): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ausgabe 2001, Fassung 2009.
- HCM (2010): Highway Capacity Manual, Volume 3: Interrupted Flow. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
- IMPAKT (2013): Indikatoren zur multikriteriellen Parameteranalyse kooperativer Transportsysteme, Projektteam: Mobility Systems OG, ISV TU Graz, Traffic Consultants GmbH und Lehrstuhl für Verkehrstechnik TU München
- ODIMAK (2014): Optimiertes Dimensionierungsverfahren für Autobahnknoten. Forschungsprojekt der Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF 2011), gefördert durch das BMVIT und die ASFINAG, IKK ZT-GmbH und Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz.
- RAA (2008): Richtlinien für die Anlage von Autobahnen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ausgabe 2008.
- RVS 02.01.13: Verkehrserzeugung von Einkaufszentren und multifunktionalen Zentren. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe November 2014.
- RVS 02.02.21: Verkehrssicherheitsuntersuchung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe August 2004.
- RVS 02.02.33: Road Safety Audit. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juli 2012.
- RVS 03.01.11: Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen (BVS). Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juli 2012.
- RVS 03.01.13: Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juli 2012.
- RVS 03.03.21: Trassierung – Räumliche Linienführung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Juni 2001.
- RVS 03.03.23: Linienführung und Trassierung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe August 2014.
- RVS 03.03.31: Querschnitte – Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.
- RVS 03.05.11: Knoten – Planungsgrundsätze. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Mai 2005.

- RVS 03.05.12: Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2007.
- RVS 03.05.13: Gemischte und Planfreie Knoten. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe März 2001.
- RVS 03.05.14: Plangleiche Knoten – Kreisverkehre. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Oktober 2010.
- RVS 05.04.32: Verkehrslichtsignalanlagen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Ausgabe Oktober 1998.
- VG-VBA (2007): Verkehrstechnische Grundsätze zur Planung von Verkehrstelematikanlagen. Planungshandbuch der ASFINAG.
- VPÖ25+: Verkehrsprognose Österreich 2025+. BMVIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Abt. V / INFRA 5 Internationale Netze und GVP-Ö, Bearbeitung durch TRAFICO, IVWL, ETH Zürich, PANMOBILE, JOANNEUM RESEARCH Forschungsges mbH und WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Endbericht Juni 2009.
- Zimmermann, M.; Cindric-Middendorf, D. (2011): Gestaltung von Rampen unter Berücksichtigung des Fahrverhaltens und der Verkehrssicherheit. In: Tagungsbericht der FGSV: Straßenentwurf und Verkehrsmanagement - Die Einheit von Planung, Bau und Betrieb von Straßen. (Forschungsbericht zum BAST-Projekt 02.284/2007)
- WEAVE (2013): Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Verflechtungsbereichen auf Hochleistungsstrassen. Forschung im Strassenwesen des UVEK, Strassen, Brücken, Tunnel. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich.

11 INHALT DATEN-CD

Dem vorliegenden Ergebnisbericht ist eine Daten-CD mit folgenden Inhalten beigefügt:

- Ergebnisbericht
- Anschlussstellendatenbank
- Dendrogramme
- Datengrundlagen (Verkehrsdaten, Unfalldaten, Signalprojekte, etc.)