

Bestimmung der Verkehrsqualität bei Knoten

(Arbeitsanweisung für Ingenieurbüro)

Zielsetzung: Einheitliche Beurteilung des Verkehrsflusses (Stauverdachtsstellen)

Inhaltsverzeichnis

1.	Zweck	2
2.	Klassierung	2
3.	Grundlagen, Normen	2
4.	Darstellung der Situation	3
5.	Verkehrserhebung	3
	5.1. Allgemein	3
	5.2. Kreuzung/Einmündung und Strecken (ohne LSA)	3
	5.3. Kreisel	4
	5.4. Lichtsignalanlage (LSA)	4
6.	Umrechnungsfaktor Zählung → Jahresmittel	5
7.	Massgebende Verkehrsstärken und Verkehrszustände	5
8.	Verkehrsqualitätsbestimmung MIV	6
	8.1. Allgemein	6
	8.2. Kreuzung/Einmündung (ohne LSA): gemäss SN 640 022	6
	8.3. Kreisel: gemäss SN 640 024a	6
	8.4. Lichtsignalanlage (LSA): gemäss SN 640 023a	7
9.	Verkehrsverhältnisse ÖV	8
10.	Mögliche Verbesserungsmassnahmen	8

Anhang

Anhang 1: Bezug von LSA-Daten bei TBA-Sign

Anhang 2: Situationsplan (Beispiel)

Anhang 3: Bestimmung Umrechnungsfaktor anhand Dauerzählstellen

Anhang 4: Resultat-Tabelle VQS-Kennwerte (Beispiel LSA)

Anhang 5: Grafik erhobene Rückstaulängen (Beispiel LSA)

1. Zweck

Für Knoten soll auf einheitliche und einfache Art die Verkehrsqualität des Grundzustandes (d.h. bei Normalbetrieb) bestimmt werden (Berechnung nach VSS-Norm, Vergleich mit Erhebung). Neben dem motorisierten Individualverkehr (MIV) sind auch die Verhältnisse für den öffentlichen Verkehr (ÖV) zu untersuchen.

Wird aufgrund ungenügender Verkehrsqualität oder Sicherheitsproblemen Handlungsbedarf festgestellt, sind die Ursachen aufzuzeigen und mögliche Verbesserungsmassnahmen aufzuführen (konzeptionelle Ideensammlung).

2. Klassierung

Die Klassierung erfolgt nach den Kriterien/Limiten der Verkehrsqualitätsstufen (VQS: A-F) gemäss den aktuellen VSS-Normen für die verschiedenen Knotenformen/Strecken:

Stufe	Kreuzung/Einmündung (SN 640 022)	Kreisel (SN 640 024a)	LSA (SN 640 023a)	Strecke (SN 640 020)
A	....	....	....	....
B	....	....	....	....
C	....	....	....	....
D	Auslastung nahe bei der verkehrstechnisch zulässigen Belastung; Mittl. Wartezeit 25 - 45 Sek.	vorübergehend längere Rückstaus, die wieder abgebaut werden; Mittl. Wartezeit 30 - 45 Sek.	Verkehrsablauf stabil; Rückstau an den Zufahrten; Mittl. Wartezeit 50 - 70 Sek.	Verkehrsablauf ist beeinträchtigt durch hohe Belastungen.
E	Kritischer/mangelhafter Verkehrszustand; Mittl. Wartezeiten > 45 Sek. (Auslastung $x < 1$)	Kein Abbau der z.T. sehr langen Kolonnen; Mittl. Wartezeiten > 45 Sek. (Auslastung $x < 1$)	Kapazität wird erreicht; Rückstau wächst; Mittl. Wartezeiten ≤ 100 Sek	Kapazität wird erreicht; Kennwerte abhängig von Schwerverkehrsanteil, Steigung und Kurvigkeit
F	Überlastung; völlig ungenügender Verkehrszustand; wachsende Kolonnen (Auslastung $x > 1$)	Überlastung; völlig ungenügender Verkehrszustand; wachsende Kolonnen (Auslastung $x > 1$)	Der Knoten ist überlastet; Mittl. Wartezeiten > 100 Sek.	Die Strecke ist überlastet; wachsende Kolonnen

3. Grundlagen, Normen

- [1] Schweizer Norm; SN 640 020a: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, zweistreifige Strassen ohne bauliche Richtungstrennung; VSS, Juni 2010.
- [2] ASTRA; Forschungsauftrag VSS 2005/301: Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel; VSS, Nov. 2009.
- [3] Schweizer Norm; SN 640 024a: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Kreisverkehr; VSS, Juni 2006.
- [4] ASTRA; Forschungsauftrag VSS 1998/076: Leistungsfähigkeit hochbelasteter Kreisel (Grundlagen); VSS, August 2004.
- [5] Schweizer Norm; SN 640 023a: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Lichtsignalanlagen; VSS, August 1999.
- [6] Schweizer Norm; SN 640 022: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten ohne Lichtsignalanlage; VSS, Mai 1999.

4. Darstellung der Situation

Die relevanten Grössen der geometrischen und betrieblichen Situation am Knoten sind aufzuführen und wo möglich mittels Pläne darzustellen (z.B. Übersichtsplan, verkleinerter S+M-Plan, LSA-Anlageplan, Luftbild, Skizze usw. - vgl. Beispiel in Anhang 2). Dazu gehören Strassennamen, Fahrstreifenaufteilung, Vorsortierlängen, Längsneigung, Vortrittsregelungen, ÖV-Linien/-Haltestellen/-Frequenzen, Lage der Stau-/Busanmeldeschlaufen mit Distanz zu Haltebalken, Fussgängerquerungen usw.

5. Verkehrserhebung

Die Verkehrszählung der Motorfahrzeuge (inkl. Fussgängerquerungen wenn leistungsbestimmend) verschafft einen quantifizierbaren Eindruck der aktuellen Verkehrsbelastung und liefert die Grundlagen für die Leistungsberechnung. Zudem sollen der Verkehrsablauf beobachtet und effektive Rückstaulängen und allenfalls Wartezeiten erfasst werden.

Zwecks Vereinheitlichung der Erhebungen werden die Rahmenbedingungen wie folgt festgelegt:

5.1. Allgemein

- Zustand: Normalbetrieb (keine Ausnahmeereignisse wie z.B. Schulferien, Feiertage, Grossveranstaltungen wie Konzerte usw.).
- Zähltag: Dienstag, Mittwoch oder Donnerstag.
- Zählperiode: in der Regel ASP 16.30-18.30 Uhr (viertelstündliche Erfassung); in begründeten Fällen nur/auch MSP 06:45-08.15 Uhr (falls ähnliche oder gar grössere Belastung, stark unterschiedliche Lastrichtungen bzw. Knotenströme).
- Verkehrszählung: Erhebung der effektiven Verkehrsnachfrage im Zufluss (= Abfluss + Rückstau am Ende der Spitzenstunde), Unterscheidung nach Fz-Typ (mindestens PW, LW). Bei Zufahrten mit Vorsortierung und Mischfahrstreifen (z.B. kombinierter Geradeaus/Rechtsabbieger) sind die einzelnen Richtungsströme separat zu zählen (für allfällige Beurteilung einer optimierten Vorsortierung etc.).
- Bestimmung Spitzenstundenverkehr: Stunde aus Zählperiode mit maximaler Gesamtbelastung aller Knotenzufahrten (bei LSA evtl. Maximum der massgebenden Ströme).
- Rückstau-Erhebung: Aufnahme der effektiven Staulängen [m] ab Haltelinie auf allen Zufahrten bzw. Fahrstreifen im 5 Minuten-Intervall (LSA: bei Rot-Ende, ca. alle 5 Minuten).
- Methodik Rückstau-Erhebung: Stausituation, Zugänglichkeit und Sichtverhältnisse sind vorgängig zu rekonoszieren und im erwarteten Staubereich der Zufahrten Distanzmarkierungen anzubringen (ca. alle 20-50m, vor Ort oder auf Erfassungs-Kroki). Aufnahme des Stau-Endes anhand der Markierungen durch Zählpersonal. Bei kurzen Rückstaus (< 10 Fz) kann die Rückstaulänge auch aus „Anzahl Fahrzeuge x 6m“ bestimmt werden.
- Definition Rückstau = stillstehende Fahrzeuge plus nachrückende Fahrzeug-„Kolonnen“, welche fremdbestimmt von 50 km/h auf 5-15 km/h verlangsamt werden (insbesondere bei langen Kolonnen).

5.2. Kreuzung/Einmündung und Strecken (ohne LSA)

- Keine Besonderheiten.
- Option Wartezeit-Erhebung (nur auf spezielle Anweisung TBA-VT): Stichprobenartige Aufnahme der effektiven Warte- bzw. Verlustzeiten [sec] an den Zufahrten zwecks Abschätzung der effektiven mittleren Wartezeit (als Vergleich zur berechneten Wartezeit). Methodik: In Intervallen von z.B. 1 Minute den Zeitbedarf t_{stau} des jeweils hintersten Fahrzeugs der Rückstaukolonne bis zur Einfahrt in den Knoten messen. Wartezeit = Zeitbedarf t_{stau} minus Zeitbedarf t_{frei} (t_{frei} = Fahrzeit bei staufreien Verhältnissen für Distanz Rückstauende bis Knotenhaltelinie anhand geschätzter Geschwindigkeit von ca. 30 km/h). Mittelwertbildung der 60 Messwerte = gemessene mittlere Wartezeit für Spitzenstunde.

5.3. Kreisel

- Falls die Örtlichkeit dies zulässt, kann der Motorfahrzeugverkehr auf Video aufgezeichnet und im Büro ausgewertet werden (bessere Sichtverhältnisse, Reproduzierbarkeit, Einsparung Zählpersonal). Voraussetzung für die Videoerhebung ist ein Standort, von welchem der ganze Kreisel mit allen Ästen aus einer einzigen Kameraposition erfasst werden kann.
- Rückstau-Erhebung: Da in der Regel mit einer Videokamera nicht die kompletten Rückstauräume erfasst werden können, sind die Staulängen vor Ort aufzunehmen.
- Die Fussgängerquerungen an den Kreiselästen sind zu erheben.
- Option Wartezeit-Erhebung (nur auf spezielle Anweisung TBA-VT): Stichprobenartige Aufnahme der effektiven Warte- bzw. Verlustzeiten [sec] an den Zufahrten zwecks Abschätzung der effektiven mittleren Wartezeit (als Vergleich zur berechneten Wartezeit). Methodik: In Intervallen von z.B. 1 Minute den Zeitbedarf t_{stau} des jeweils hintersten Fahrzeugs der Rückstaukolonne bis zur Einfahrt in den Kreisel messen. Wartezeit = Zeitbedarf t_{stau} minus Zeitbedarf t_{frei} (t_{frei} = Fahrzeit bei staufreien Verhältnissen für Distanz Rückstauende bis Kreiselhaltelinie anhand geschätzter Geschwindigkeit von ca. 30 km/h). Mittelwertbildung der 60 Messwerte = gemessene mittlere Wartezeit für Spitzenstunde.

5.4. Lichtsignalanlage (LSA)

- Bei Lichtsignalanlagen sind die Verkehrsbelastungen inkl. Rückstau vor Ort mittels Handzählung zu erfassen. Die Verkehrszählungen aus dem LSA-Steuergerät sind aus folgenden Gründen nicht zu verwenden:
 - Teilweise grosse Abweichungen im Vergleich zu Handzählung z.B. wegen Doppelbelegung aufgrund nicht spurgetreuem Fahren (v.a. ältere Schlaufen Abweichung >10%, bei Schlaufen mit Belegungszeit sogar bis 50%); neue Rotlichtschlaufen (RLS) sind qualitativ besser.
 - LSA-Schlaufen zählen nur das von der LSA-Steuerung bewältigte Verkehrsangebot und nicht die effektive Nachfrage (exkl. Rückstau).
 - Auf Mischfahrstreifen wird nur das Total gezählt, die Richtungsströme sind unbekannt.
 - Die LSA-Schlaufen zählen nur Fahrzeuge, keine PW/LW für PWE.
- Aus dem LSA-Steuergerät ist die Rückaufzeichnung des Signalplans für die Dauer der Verkehrszählung zu beschaffen (Datenbestellung bei TBA-Sign, siehe Anhang 1). Aus dem Signalplanschreiber sind die Mittelwerte der effektiven Umlauf-/Rot- und Grünzeiten je Signalgruppe auszuwerten, welche für die Leistungsberechnung benötigt werden.
- Aus dem LSA-Steuergerät kann bei Bedarf auch das Logbuch für die Dauer der Verkehrszählung bezogen werden (Datenbestellung bei TBA-Sign, siehe Anhang 1). Daraus kann u.a. die Aktivierung der Busanmeldeschlaufen sowie der Stauschlaufen für Stauräumung nachvollzogen werden.

6. Umrechnungsfaktor Zählung → Jahresmittel

Das Verkehrsaufkommen unterliegt stets gewissen Schwankungen (Jahreszeit, Wochentag, Verkehrsverlagerungen infolge unvorhersehbarer Ereignisse wie Überlastung/Unfall usw.). Mit Hilfe von kantonalen Dauerzählstellen soll die Spitzenstunde des Zähltages direkt mit der Spitzenstunde des Jahresmittels (DWV) verglichen und hinsichtlich Unter-/Überdurchschnittlichkeit beurteilt werden (nicht via Monats- und Wochentagsfaktoren des Tagesverkehrs).

Zur Bereinigung der Verkehrsschwankungen ist die Verkehrszählung am Knoten auf einen Jahresmittelwert umzurechnen (IST-Zustand Z0). Der Umrechnungsfaktor f_{\emptyset} berechnet sich wie folgt (Beispiel Anhang 3):

- Wochenauswertungen geeigneter kantonalen Dauerzählstellen sind entweder auf der TBA-Homepage unter <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/tiefbauamt/kennzahlen/verkehrserhebungen> beziehbar oder direkt bei der Abteilung VT anzufragen.
 - Tagesganglinien der Woche des Zähltages (Stundenwerte h_1, h_2, \dots, h_{24})
 - Mittlere Werktagsganglinie des Vorjahres (\emptyset Stundenwerte DWV h_1, h_2, \dots, h_{24})
- Umrechnungsfaktor $f_{\emptyset ASP} = (h_{17-18_Jahresmittel}) / (h_{17-18_Zähltag})$ der Dauerzählstelle; bei mehreren Zählstellen allenfalls Mittelwertbildung; Berechnung $f_{\emptyset MSP}$ analog.
- Die gezählten Knotenströme der Spitzenstunde werden mit dem entsprechenden Faktor $f_{\emptyset ASP}$ bzw. $f_{\emptyset MSP}$ multipliziert: Zählung * $f_{\emptyset} = Z_0$. In der Regel ist der Faktor des Querschnitts (Summe beider Richtungen) zu verwenden.

Falls keine geeigneten Dauerzählstellendaten vorhanden sind, soll die Umrechnung aufs Jahresmittel anhand der Monats- und Wochentagsfaktoren des Tagesverkehrs (gemäss alter Norm SN 640 005a, Juli 2001) erfolgen oder es ist begründet ganz auf die Umrechnung zu verzichten.

Die Bestimmung des Umrechnungsfaktors und die berechnete Verkehrsbelastung des IST-Zustandes ($Z_0 = \text{Zählung} * \text{Faktor}$) sind im Bericht nachvollziehbar zu dokumentieren sowie vorgängig zur Leistungsberechnung vom Auftraggeber prüfen/freigeben zu lassen.

7. Massgebende Verkehrsstärken und Verkehrszustände

Die Umrechnung der gezählten Verkehrsstärken in Personenwageneinheiten (PWE) ist für alle Knotentypen (Kreuzung ungesteuert, Kreisel, LSA) in Anlehnung an die SN 640 023a (Ziffer 10.2) mit folgenden Vereinfachungen durchzuführen:

- Personenwagen, Lieferwagen, Motorrad: 1 PW = 1 PWE
- Lastwagen/Lastenzug/Sattelschlepper/Bus/Car: 1 LW = 2 PWE
- leichte Zweiräder (Velo, Mofa): sind aufgrund der Vereinfachung weder zu zählen noch zu berücksichtigen (Annahme: kein wesentlicher Einfluss auf Leistungsberechnung)

Der Einfluss von Strassenneigungen ist zu prüfen und begründet entweder gemäss Norm zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen.

Als Grundlage für die Leistungsberechnung sind neben der Zählung (Zlg) folgende zwei Verkehrszustände als Belastungsplan [PWE/h] darzustellen:

- IST-Zustand (Z0): durchschnittliche heutige Verkehrsbelastung am Knoten
- IST-Zustand +10% (Z1): um 10% erhöhte Verkehrsbelastung aller Knotenströme

8. Verkehrsqualitätsbestimmung MIV

8.1. Allgemein

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit und die Bestimmung der Verkehrsqualitätsstufe (aufgrund der mittleren Wartezeit) erfolgen je nach Knotentyp gemäss der jeweiligen Norm (Ausnahme: Vereinfachung Verkehrsstärke gemäss Kap. 7).

Die Anwendbarkeit der Berechnungsmethode ist bezüglich Geltungsbereich/Abgrenzungen der Norm zu prüfen (insbesondere Beeinflussungen durch Nachbarknoten: behinderte Abflüsse, Paketbildung usw.). Allfällige Abweichungen und deren Einfluss auf die Rechenergebnisse sind aufzuzeigen.

Aufgrund der verschiedenen Zustände (Lastfall MSP/ASP, Geometrie/Vorsortierung V0/V1, Verkehr Zlg/Z0/Z1, LSA-Parametrisierung P0/P1, etc.) sind die zu untersuchenden Berechnungszustände mit TBA-VT festzulegen. In der Regel sind mindestens die Verkehrszustände Z0 und Z1 zu berechnen.

Bei Knotenprojekten (z.B. Umbau Kreuzung zu Kreisel) ist die Verkehrsqualitätsstufe sowohl für die bestehende Knotengeometrie als auch für das Projekt zu bestimmen (bei Projekten entfällt logischerweise der Vergleich mit erhobenen Rückstaulängen etc.):

- Heutige Knotenform: Verkehr IST-Zustand (Z0), Verkehr IST-Zustand +10% (Z1)
- Projekt Knoten: Verkehr IST-Zustand (Z0), Verkehr IST-Zustand +10% (Z1)

Die Berechnungen sind im Berichtsanhang nachvollziehbar zu dokumentieren. Die wichtigsten Kennwerte (Verkehrsbelastung, Auslastung, 95%-Rückstaulänge, mittlere Wartezeit, Verkehrsqualitätsstufe) sind im Bericht in einer Resultattabelle (Beispiel für LSA in Anhang 4) für die einzelnen Knotenäste bzw. Fahrstreifen sowie für den Gesamtknoten auszuweisen. Vom ÖV befahrene Knotenäste bzw. Fahrstreifen sind zu kennzeichnen. Eine VQS D mit Handlungsbedarf für den ÖV (sprich ohne ausreichende Buspriorisierung) wird mit VQS D* bezeichnet (vgl. Kap. 9).

Jede Leistungsberechnung ist eine vereinfachte Abbildung der komplexen Realität. Die Berechnungsergebnisse sind deshalb bezüglich Übereinstimmung mit der Realität (Beobachtung am Erhebungstag) zu beurteilen/interpretieren:

- Vergleich der berechneten Rückstaulängen $RS_{95\%}$ mit erhobenen Rückstaulängen.
- Auswirkung von nicht berücksichtgbaren Einflüssen (Fussgänger, ÖV-Priorisierung usw.)
- Auswirkung der Abweichungen vom Geltungsbereich/Abgrenzung gemäss Norm (z.B. behinderte Abflüsse, Paketbildung, Geschwindigkeit usw.)

Das Ergebnis ist die Verkehrsqualitätsstufe des Gesamtknotens, welche gemäss VSS-Norm in der Regel dem Knotenast mit der schlechtesten VQS gleichgesetzt wird (bei LSA: auch VQS aus Mittel der massgebenden Ströme angeben). Die Verhältnisse für den öffentlichen Verkehr sind gemäss Kap. 9 speziell zu untersuchen und einzubeziehen. Leistungsprobleme bei Ausfahrten/Abflüssen, Sicherheitsprobleme (Rückstaulängen) usw. sind ebenfalls zu dokumentieren.

8.2. Kreuzung/Einmündung (ohne LSA): gemäss SN 640 022

- Keine Besonderheiten.

8.3. Kreisel: gemäss SN 640 024a

- Die Norm ist anwendbar für Kreisel mit einstreifiger Zufahrt / einstreifiger Kreisfahrbahn (Typ 1/1) und Kreisel mit zweistreifiger Zufahrt / einstreifiger überbreiter Kreisfahrbahn (Typ 2/1+), jedoch nicht für Kreisel mit zweistreifiger Zufahrt / zweistreifiger Kreisfahrbahn (Typ 2/2).

- Der VSS-Forschungsauftrag „Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel“ [2] kommt zum Schluss, dass die Leistungsfähigkeit der Kreiseltypen 2/1+ und 2/2 praktisch identisch ist. Somit können zweistreifige Kreisel (Typ 2/2) wie überbreite Kreisel (Typ 2/1+) berechnet werden.
- Ebenfalls in [2] wird darauf hingewiesen, dass bei zweistreifigen Zufahrten die Formeln gemäss Norm für eine ca. gleichmässige Belastung der beiden Zufahrtsfahrstreifen (je 50% \pm 10%) gelten. Bei deutlicheren Unterschieden der Fahrstreifenbelastungen (z.B. 20-30% FS links / 80-70% FS rechts) lässt sich die berechnete Leistungsfähigkeit in Realität nicht erreichen (Resultat zu optimistisch), sondern ist ca. 100-150 PWE/h tiefer. Bei Verkehrsanteilen des linken Fahrstreifens von weniger als ca. 30% kann auch die Berechnungsformel für den „dominanten Fahrstreifen“ (Typ 2/1+ dom. FS) aus [4] angewendet werden.
- Das gewählte Rechenverfahren ist auszuweisen. Bei speziellen Verhältnissen oder wenn ein anderes Verfahren als der SN 640 024a zur Anwendung kommen soll (z.B. Programm „KREISEL“ mit Verfahren nach ETH Lausanne, HBS Deutschland etc.) ist die Berechnungsmethode vorgängig mit TBA-VT abzusprechen.

8.4. Lichtsignalanlage (LSA): gemäss SN 640 023a

- Die Leistungsberechnung ist in der Regel für zwei LSA-Parametrisierungszustände durchzuführen (bei verkehrsabhängigen LSA-Steuerungen ist die anzuwendende Methodik [je Signalgruppe oder gesamt LSA] mit TBA-VT vorgängig abzusprechen):
 - Aktuelle LSA-Parametrisierung (P0): Aus der Signalplan-Rückaufzeichnung des LSA-Steuergeräts werden die effektive mittlere Umlaufzeit sowie die effektiven mittleren Grünzeiten je Signalgruppe für die Spitzenstunde der Verkehrszählung bestimmt. Darin sind die Einflüsse von Buspriorisierung, Stauräumung oder Fussgängeranmeldungen enthalten.
 - Optimierte LSA-Parametrisierung (P1): Aufgrund der Verkehrsbelastung sind Phasenfolge, Umlaufzeit und Grünzeiten (Signalzeitenplan) zwecks Verbesserung der Leistungsfähigkeit bzw. Auslastung des Gesamtknotens neu zu entwickeln. Damit soll geprüft werden, ob bereits mit einer optimierten LSA-Parametrisierung (ohne bauliche Veränderung) eine Leistungssteigerung möglich wäre. Es ist aber zu beachten, dass Einflüsse von Buspriorisierung, Stauräumung oder Fussgängeranmeldungen in der Berechnung nur teilweise oder gar nicht berücksichtigt werden.
- Bei der Entwicklung des Signalzeitenplans und der Leistungsberechnung sind in folgenden Fällen Abminderungen bei der Sättigungsstärke je Signalgruppe zu prüfen bzw. anzuwenden:
 - Kurze Vorsortierung/Stauräume (Reduktionsfaktor gemäss SN 640 835)
 - Längsneigung der Zufahrten > 2%
 - Mischphase mit feindlichen Signalgruppen („Konfliktgrün“)
- Bei der Interpretation der Rechenergebnisse sind folgende Punkte zu beachten und wo vorhanden, zu kommentieren (Übereinstimmung Berechnung/Realität):
 - Die Vergleichbarkeit verschiedener Berechnungszustände ist kritisch zu hinterfragen (z.B. LSA-Parametrisierung P0/P1).
 - Der Einfluss der ÖV-Priorisierung wird bei optimierter LSA-Parametrisierung (P1) nur näherungsweise berücksichtigt (mittlere Wartezeiten/Rückstaulängen), bei den 95%-Rückstaulängen jedoch gar nicht.
 - Der Einfluss von Stauräumung mittels Staudetektoren einer Signalgruppe wird bei optimierter LSA-Parametrisierung (P1) nicht berücksichtigt.
 - Die Wartezeitberechnungen nach Norm ergeben bei überlasteten Signalgruppen (Auslastung $x > 1$) unplausibel hohe Werte und sind mit Vorsicht zu behandeln. Die Auslastung x ist dagegen verlässlicher.

9. Verkehrsverhältnisse ÖV

Die Verkehrsverhältnisse für den öffentlichen Verkehr sind separat vom MIV in einem eigenen Kapitel zu beschreiben und zu beurteilen. Im Vordergrund steht dabei das Ausmass der Behinderungen (Reisezeitverluste) beim Durchfahren des Knotens. Es sind grundsätzlich zwei Fälle zu unterscheiden:

A) Verkehrt der ÖV im Mischverkehr mit dem MIV ohne ÖV-Priorisierung, so sind die Kennwerte bzw. die Verkehrsqualitätsstufe der vom ÖV befahrenen Zufahrten/Fahrstreifen massgebend. Für den ÖV wird ein VQS A-C angestrebt, ab VQS D oder schlechter besteht Handlungsbedarf. Ein VQS D mit ÖV, welcher nicht über eine ausreichende Buspriorisierung verfügt, wird mit VQS D* bezeichnet.

B) Bei vorhandenem Eigentrassee/ÖV-Spuren und/oder ÖV-Priorisierung mit ÖV-Anmeldeschlaufen bei LSA's ist die Verkehrsqualität des ÖV wie folgt bezüglich Handlungsbedarf zu beurteilen (in Absprache mit TBA-VT):

- Funktionskontrolle der ÖV-Priorisierung bezüglich Zugänglichkeit/Staufreiheit der Anmeldeschlaufen bzw. Busspuren anhand der Rückstaulängen (Beobachtung, Berechnung).
- Evtl. Erhebung der Reisezeiten/Verlustzeiten des ÖV am Knoten (manuelle Stichprobenerhebung/Beobachtung oder Auswertung von ÖV-Leitstellendaten über mehrere Wochen).

Wenn aus Sicht ÖV Handlungsbedarf festgestellt wird, sind mögliche Verbesserungsmassnahmen bei der ÖV-Priorisierung aufzuzeigen (Lage ÖV-Anmeldeschlaufen, LSA-Parametrisierung bezüglich Art und Zeit der Bevorzugung usw.).

10. Mögliche Verbesserungsmassnahmen

Wird aufgrund ungenügender Verkehrsqualität oder Sicherheitsproblemen Handlungsbedarf festgestellt (MIV, ÖV) so sind:

- die Ursachen aufzuzeigen (inkl. externe Einflüsse).
- mögliche Verbesserungsmassnahmen bezüglich Wirkungsweise, Vor-/Nachteile kurz zu beschreiben und allenfalls hinsichtlich Realisierungshorizonts (Sofortmassnahme, kurz-, mittel-, langfristige Massnahme) zu klassieren.

Das Ziel hierbei ist keine vertiefte Analyse sondern eine konzeptionelle Ideensammlung als Grundlage für eine spätere Weiterbearbeitung.

Anhang 1: Bezug von LSA-Daten bei TBA-Sign

Verkehrsstatistik, Verkehrszählraten

Bei den Verkehrszählraten aus dem LSA-Steuergerät gibt es gegenüber den Daten von den Handzählungen zum Teil grosse Abweichungen ($\geq 10\%$). Bei Schlaufen, welche durch nicht spurgetreues Fahren belegt oder aktiviert werden (Schlaufen mit einer Belegungszeit), können diese Abweichungen bis 50% betragen. Aus diesen Gründen erfolgt in der Regel keine Verwendung von Verkehrszählraten aus dem LSA-Steuergerät.

Rückaufzeichnung, Signalplan

Sekundlich werden die angezeigten Signalbilder protokolliert. Es können bis zu 2 Stunden Einträge gespeichert werden. Diese Aufzeichnungen müssen aus Gründen des beschränkt verfügbaren Speicherplatzes im Steuergerät jeweils unmittelbar im Anschluss an die Handzählung zwingend durch eine Person von der Signalisation (TBA-Sign) ausgelesen werden.

Nutzen: Aus dem Signalzeitenprotokoll können die effektiven Rot- und Grünzeiten des Individualverkehrs herausgelesen werden. Für die Leistungsberechnungen in der Spitzenstunde kann bei verkehrsgesteuerten LSA der Mittelwert der einzelnen Signalgruppen gebildet werden.

Vorgehen: Für Daten von Lichtsignalanlagen muss 1 Woche im Voraus Kontakt mit dem Tiefbauamt, Fachbereich Signalisation aufgenommen werden.

Logbuch Ereignis, Stauprotokoll oder Logbuch Verkehrstechnik

Im Logbuch können die Einsätze der Detektoren (Stauschlaufen, Rotlichtschlaufen, ÖV-Anmeldeschlaufen, Fussgängerdrücker usw.) abgerufen werden, weiter sind auch die Programmschaltungen abrufbar. Diese Aufzeichnungen müssen aus Gründen des beschränkt verfügbaren Speicherplatzes im Steuergerät jeweils unmittelbar im Anschluss an die Handzählung zwingend durch eine Person von der Signalisation (TBA-Sign) ausgelesen werden.

Nutzen: Anhand der Logbücher ist der Einfluss bestimmter Ereignisse auf den Steuerungsablauf besser nachvollziehbar (Stauräumung, ÖV-Priorisierung). Die Belegung der Detektoren gibt gewisse Anhaltspunkte zur Stausituation und kann zum Vergleich mit erhobenen/berechneten Rückstaulängen verwendet werden. Die Anzahl „Rotfahrer“ geben Hinweise auf zu kurze Grünzeiten.

Vorgehen: Für Daten von Lichtsignalanlagen muss 1 Woche im Voraus Kontakt mit dem Tiefbauamt, Fachbereich Signalisation aufgenommen werden.

Dokumente

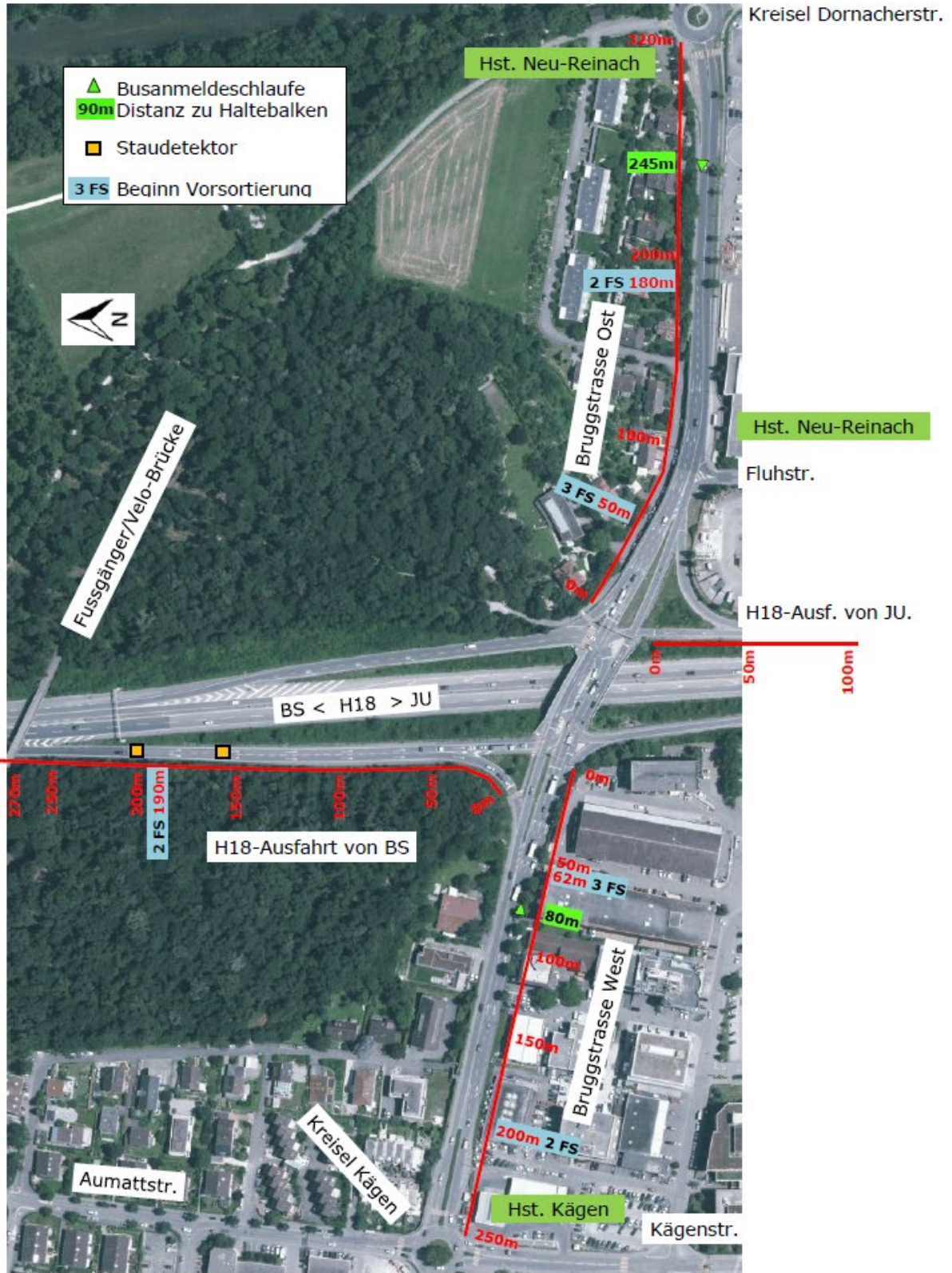
Folgende Dokumente können bei TBA-Sign angefordert werden:

- Signalisierungs- und Markierungsplan (S+M-Plan im Mst. 1:200)
- LSA-Plan (Anlageplan im Format A3)
- Anlagedokumentation (Informationen über das Steuergerät)
- Rückaufzeichnung (Signalplan)
- Logbuch Ereignis, Stauprotokoll / Programmschaltungen

Kontakt TBA-Sign

Daniel Suter, Tel. 061 552 44 84 oder via E-Mail: daniel.suter@bl.ch

Anhang 2: Situationsplan (Beispiel)



Anhang 3: Bestimmung Umrechnungsfaktor anhand Dauerzählstellen**Vergleich Zählung 6.3.2012 mit Jahresmittel 2011 (DWV)****Zählstelle 2501: Liestal Rheinstrasse****Tagesverkehr (Mfz/24h)**

	R1: von BS	R2: nach BS	R1+R2	%R1
06.03.2012	7'775	8'063	15'838	49.1%
DWV 2011	8'145	8'246	16'391	49.7%
März/2011	95.5%	97.8%	96.6%	
Faktor	1.048	1.023	1.035	

Verkehr MSP 7-8 Uhr (Mfz/h)

	R1: von BS	R2: nach BS	R1+R2	%R1
06.03.2012	438	707	1'145	38.3%
DWV 2011	452	642	1'094	41.3%
März/2011	96.9%	110.1%	104.7%	
Faktor	1.032	0.908	0.955	

<<< Faktor MSP

Verkehr ASP 16-17 Uhr (Mfz/h)

	R1: von BS	R2: nach BS	R1+R2	%R1
06.03.2012	609	616	1'225	49.7%
DWV 2011	617	591	1'208	51.1%
März/2011	98.7%	104.2%	101.4%	
Faktor	1.013	0.959	0.986	

Verkehr ASP 17-18 Uhr (Mfz/h)

	R1: von BS	R2: nach BS	R1+R2	%R1
06.03.2012	609	545	1'154	52.8%
DWV 2011	610	561	1'171	52.1%
März/2011	99.8%	97.1%	98.5%	
Faktor	1.002	1.029	1.015	

<<< Faktor ASP

Anhang 4: Resultat-Tabelle VQS-Kennwerte (Beispiel LSA)

Signalgruppe/FS grau= massgebende SG • = SG mit öV-Bus	Ist Zustand (Z0)					Zustand Ist + 10% (Z1)				
	Verkehr PWE/h	Auslast. X []	Rückstau 95% [m]	Wartezeit Ø [sec]	VQS [A-F]	Verkehr PWE/h	Auslast. X []	Rückstau 95% [m]	Wartezeit Ø [sec]	VQS [A-F]
I1 Rheinstr. N, ReA •	276	0.36	44	19	A	304	0.40	48	20	A/B
I2 Rheinstr. N, Ger	366	0.83	81	51	D	403	0.92	101	68	D
I3 Gasstr., ReA	338	0.29	35	7	A	372	0.32	38	7	A
I4 Gasstr., Ger •	473	0.72	78	31	B	520	0.79	87	35	B/C
I5 Gasstr., LiA	119	0.66	36	58	D	131	0.73	41	64	D
I6 Bahnhofstr., ReA	353	0.77	73	43	C	388	0.84	84	51	D
I7 Bahnhofstr., LiA •	186	0.58	45	42	C	205	0.64	49	44	C
Summe aller SG	2111					2323				
LSA: Ø massgeb. SG	838	0.78		49	C	922	0.85		61	D
LSA: schlecht. SG	119	0.66	36	58	D	403	0.92	101	68	D

Tabelle 3: Verkehrsqualität in Abendspitzenstunde für Zustände Z0 und Z1 (massgeb. FS)

Anhang 5: Grafik erhobene Rückstaulängen (Beispiel LSA)

LSA H18 Reinach Süd, Reinach: Erfassung der Rückstaulängen [m]

Dienstag, 13.11.2012, **Morgenspitze**

(Erfassung Staulänge je Signalgruppe per Ende LSA-Rot-Phase)

