



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

210027

N13 GHGW Rothenbrunnen - Landquart

Verkehrstechnischer Bericht

Dezember 2021



SIGMAPLAN Raum Umwelt Verkehr Geoinformatik

Thunstrasse 91, 3006 Bern Telefon 031 356 65 65 www.sigmaplan.ch

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Bellinzona
Herr Adrian Hartmann
Via C. Pellandini 2
6500 Bellinzona

Autoren: T. Haas / G. Kooijman, Sigmaplan AG

Version	Datum	Autor(en)
1.0	30.11.2021	TH / GK
1.1	13.12.2021	TH / GK



210027

N13 GHGW Rothenbrunnen - Landquart

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Zielsetzung	6
2	Grundlagen	7
2.1	Road Map VM-CH	7
2.2	Verkehrsberuhigung Chur-Thusis	8
2.3	Richtlinien ASTRA	9
2.4	GHGW Bern-Thun	10
3	Verkehrsanalyse.....	11
3.1	Analyse SASVZ	11
3.2	Analyse Verkehrsmeldungen VMZ	16
3.3	Abklärungen mit Betrieb und Unterhalt	22
3.4	Zusammenfassung Verkehrsanalyse	23
4	Funktionalitäten	24
4.1	GHGW	24
4.2	Rampenbewirtschaftung	26
5	Signalisation der GHGW.....	30
5.1	Anordnung	30
5.2	Signale	31
6	Betriebszustände	32
7	Verkehrs- und Zustandserfassung.....	32
7.1	Detektoren	32
7.2	Verkehrsdaten	32
7.3	Regelungslogik.....	32
7.4	Videokameras	33
7.5	Enforcement	33

Anhang

- Anhang 1.1: Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt AS Maienfeld - AS Chur Nord
 Anhang 1.2: Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt AS Chur Nord - AS Reichenau
 Anhang 1.3: Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt Südportal Tunnel Isla Bella - AS
 Thusis Nord

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Tagesganglinie DWV / DTV 2019, SASVZ-Zählstelle 611	11
Abb. 2	Tagesganglinie Samstag / Sonntag 2019, SASVZ-Zählstelle 611	12
Abb. 3	Wochen-/Jahresganglinie 2019, SASVZ-Zählstelle 611	12
Abb. 4	Entwicklung DTV 2013-2019, SASVZ-Zählstelle 611	13
Abb. 5	Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Bellinzona, Karfreitag	14
Abb. 6	Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Bellinzona, Samstag während den Sommerferien.....	15
Abb. 7	Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Sargans, Sonntag nach Auffahrt ...	15
Abb. 8	Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Winter (11 Wochen)	17
Abb. 9	Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Winter (11 Wochen)	17
Abb. 10	Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Winter (11 Wochen)	18
Abb. 11	Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Winter (11 Wochen)	18
Abb. 12	Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Sommer (13 Wochen)	19
Abb. 13	Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Sommer (13 Wochen)	19
Abb. 14	Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Sommer (13 Wochen)	20
Abb. 15	Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Sommer (13 Wochen)	20
Abb. 16	Verkehrssituation AS Reichenau → Tunnel Isla Bella.....	27
Abb. 17	Verkehrssituation Tunnel Isla Bella -> Reichenau	28
Abb. 18	Anordnung der Signale über zweistreifiger Fahrbahn gemäss [5]	31

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Verkehrsbelastungen 2019, SASVZ-Zählstelle 611	11
Tab. 2	Schwerverkehrsanteile 2019, SASVZ-Zählstelle 611	13

Referenzierte Dokumente

- [1] Bundesamt für Strassen ASTRA (2020)
Road Map VM-CH, Priorisierung der Umsetzung der VM-Massnahmen, V1.0
- [2] Premila AG (2017)
Nationalstrasse N13, Verkehrsberuhigung Chur - Thusis
- [3] Bundesamt für Strassen ASTRA (2016)
Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen (Kopfrichtlinie VM-NS), Verkehrstechnische Vorgaben, Richtlinie ASTRA 15003, V2.01
- [4] Bundesamt für Strassen ASTRA (2018)
Rampenbewirtschaftung, Grundsätze für Planung und Betrieb, Richtlinie ASTRA 15015, V1.00
- [5] Bundesamt für Strassen ASTRA (2015)
Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW), Grundsätze für Planung und Betrieb, Richtlinie ASTRA 15016, V1.01
- [6] Bundesamt für Strassen ASTRA (2018)
Verkehrstechnische Regelungslogik, Funktionale Mindestanforderungen für Planung und Betrieb der Regelung von Verkehrsmanagement-Systemen zur Verflüssigung des Verkehrs, Richtlinie ASTRA 15019, V1.01
- [7] Yaver Infrastructure & Services GmbH (2021)
GHGW/GMA N6 Muri Thun, Präsentation an der VSS Fachtagung, 19.10.2021
- [8] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979)
Signalisationsverordnung (SSV) vom 5. September 1979, SR741.21
- [9] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009)
Signale - Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen, SN640845a

1 Ausgangslage und Zielsetzung

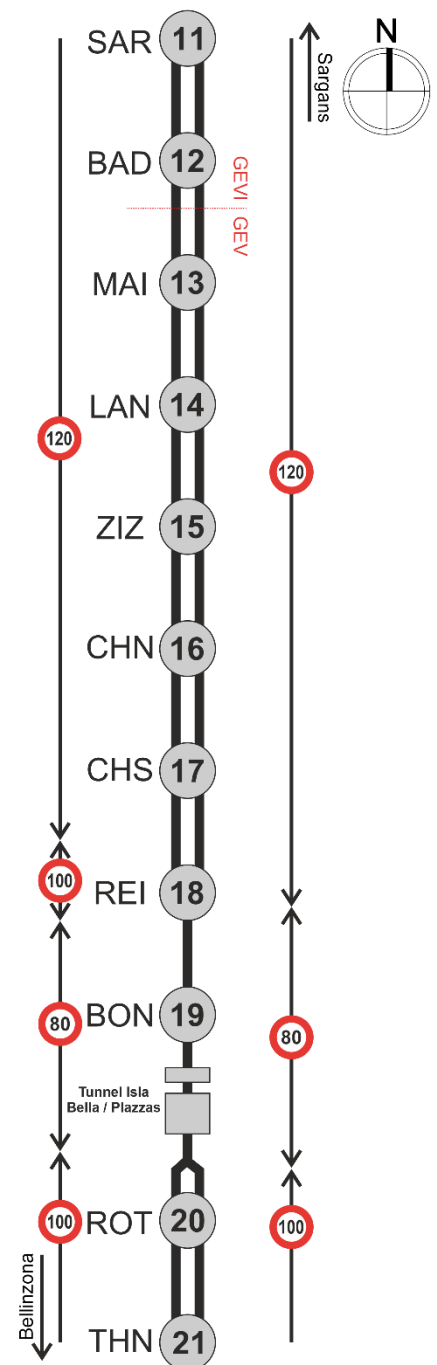
Der Nationalstrassenabschnitt N13 zwischen den Anschlüssen (AS) Landquart und Rothenbrunnen hat eine abwechslungsreiche Fahrstreifentopologie und lässt sich in 3 Bereiche einteilen:

- AS Landquart - AS Reichenau: Autobahn mit zwei Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn; zulässige Höchstgeschwindigkeit 120 km/h
- AS Reichenau - Südportal Tunnel Isla Bella: Autostrasse mit einer Fahrbahn und einem Fahrstreifen je Richtung, signalisierte Höchstgeschwindigkeit 80 km/h
- Südportal Tunnel Isla Bella - AS Rothenbrunnen: Autostrasse mit zwei Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn, signalisierte Höchstgeschwindigkeit 100 km/h.

Das Verkehrsgeschehen auf der international bedeutenden Route ist geprägt durch Tourismus. Dabei spielt einerseits der Transitverkehr von / nach Richtung Tessin eine Rolle, andererseits die Erschliessung der Bündner Feriendestinationen in der Umgebung, mit entsprechenden Nachfragespitzen an den Wochenenden und zu Ferienzeiten. Eine Abnahme der Verkehrsqualität und Stausituationen lassen sich dabei insbesondere in folgenden Bereichen beobachten:

- Bereich der Spurminderung beim AS Reichenau in Fahrtrichtung Bellinzona
- Bereich der Spurminderung vor dem Südportal Tunnel Isla Bella in Fahrtrichtung Sargans
- Abschnitt Chur - Landquart (Verkehr zu / von z.B. den Gebieten Prättigau / Schanfigg / Lenzerheide).

Im Rahmen der Road Map VM-CH [1] ist im Abschnitt Rothenbrunnen - Landquart einerseits eine Anlage zur Geschwindigkeitsharmonisierung- und Gefahrenwarnung (GHGW) vorgesehen, andererseits ist für mehrere Einfahrtsbereiche in diesem Perimeter die Zweckmässigkeit von Rampendosierungsanlagen zu prüfen.



Ziel des vorliegenden verkehrstechnischen Berichts ist es, auf Basis von vorhandenen Grundlagen und einer Beurteilung des Verkehrsgeschehens die Zweckmässigkeit der vorgesehenen VM-Massnahmen zu prüfen und daraus die Anforderungen an die dafür erforderliche Aktorik und Sensorik abzuleiten.

Aufbauend auf diesem Bericht müssen die Vorgaben zu Aktorik, Sensorik und Funktionsweise der VM-Systeme in den folgenden Projektstufen detailliert werden.

2 Grundlagen

2.1 Road Map VM-CH

Mit der Road Map VM-CH [1] wird die Umsetzung von VM-Massnahmen konkretisiert (Priorisierung der Massnahmen, Zeitplan, Organisation etc.). Betroffen sind dabei folgende Arten von VM-Anlagen:

- Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW)
- Rampendosierungsanlagen
- Pannestreifenumnutzung (PUN)

Bestandteil des Dokuments ist ausserdem ein technisches Lösungskonzept für die Umsetzung von GHGW¹. Bezüglich Signalisation und Verkehrstechnik sind die Hinweise und Vorgaben zu folgenden Punkten relevant:

- Enforcement-Systeme: GHGW-Anlagen müssen mit Enforcement-Systemen ausgerüstet werden, um die optimale verkehrliche Wirkung sicherzustellen
- Grundzüge bzgl. schematischer und funktionaler Aufbau einer GHGW-Anlage
- Grundsätze bzgl. Anordnung der Signalisation im Längs- und Querschnitt und zu Signalträgern
- Grundätze bzgl. Ausführung der Signale und vorzusehenden Signalbildern
- Grundsätze zur Technologie und Installation von Detektoren für die Erfassung der Verkehrsdaten
- Vorgaben für die Verkehrsdaten (Art der Daten, Erfassungsintervalle, Aggregation, Qualität etc.)
- Grundsätze bzgl. Systemtechnik (Lokalsteuerung, Kommunikation, Schnittstellen/Protokolle, Verkehrsrechner, Reporting etc.)
- Grundsätze zur Bedienung / GUI der Anlagen und Einbindung in die übergeordneten technischen Systeme.

¹ Der Schwerpunkt liegt dabei auf GHGW 1. Priorität. Damit diese innerhalb kurzer Zeit ausgeführt werden können, sind teilweise Abweichungen von den Richtlinien zugelassen.

2.2 Verkehrsberuhigung Chur-Thusis

Im Rahmen der Untersuchung «Verkehrsberuhigung Chur - Thusis» [2] wurde das Verkehrsge-schehen umfassend analysiert, die Wirksamkeit von Massnahmen bzgl. einer Geschwindigkeits-reduktion / Harmonisierung überprüft und konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese zielen insbesondere auf die Verflüssigung der Verkehrsabläufe durch eine Reduktion der zuläs-sigen Höchstgeschwindigkeit bei hohen Verkehrsaufkommen.

Zusammenfassend werden im Bericht folgende Massnahmen empfohlen:

- dynamische Geschwindigkeitsreduktion in Richtung Bellinzona; zwischen dem AS Chur-Nord (16) und dem AS Reichenau (18): Neben einer gesteigerten Leistungsfähigkeit im Be-reich des AS Reichenau höhere Verkehrssicherheit und bessere Verkehrsabläufe im einspu-rigen Abschnitt
- Geschwindigkeitsreduktion in Richtung Sargans, zwischen dem AS Thusis Süd (22) und Südportal Tunnel Isla Bella. Neben einer gesteigerten Leistungsfähigkeit im Bereich des Spurabbaus höhere Verkehrssicherheit und bessere Verkehrsabläufe im einspurigen Ab-schnitt
- Lichtsignal-System für die zeitweilige Regulierung von Fahrstreifen vor dem Isla Bella Tun-nel: Massnahme zur Verbesserung der Zufahrt zum Isla Bella Tunnel für Rettungskräfte. Zu-dem Verlagerung des Rückstaus und damit potentielle Reduktion des Umfahungsverkehrs zwischen dem AS Rothenbrunnen und dem AS Bonaduz²
- Ergänzung Überkopf-Signalisation & zusätzliches Signal «Autobahn»: Verbesserung des Verkehrsflusses im Bereich AS Reichenau Ri. Sargans³.

² Nicht mehr relevant, da Realisierung eines Pannenstreifens im EP22.

³ Zwischenzeitlich realisiert.

2.3 Richtlinien ASTRA

2.3.1 ASTRA 15003 – Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen

Die übergeordnete Richtlinie ASTRA 15003 (Kopfrichtlinie VM-NS, [3]) beinhaltet die verkehrstechnischen Vorgaben für das Verkehrsmanagement auf den Nationalstrassen:

- Ermittlung von sog. VM-Ausrüstungsgraden (Strecke / Tunnel / Anschlüsse & Sekundärknoten / Schwerverkehrsmanagement)
- Beurteilungskriterien u.a. für GHGW und für Rampendosierung
- Grundsätzlicher Beschrieb von VM-Massnahmen, u.a. für GHGW und Rampendosierung
- Hinweise für die Planung und zu weiterführenden Dokumenten.

2.3.2 ASTRA 15016 – Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung

Die Richtlinie ASTRA 15016 [5] beinhaltet Grundsätze für Planung und Betrieb von GHGW. Der Schwerpunkt liegt dabei auf verkehrlichen und betrieblichen Aspekten (zu Regelungsverfahren und -algorithmen vgl. Richtlinie ASTRA 15019, Kap. 2.3.4):

- Grundsätze und Regeln für die Anordnung der Signale in Längs- und Querschnitt
- Vorzusehende Betriebszustände
- Grundsätze zu Überlagerungen (Prioritäten, Längs-/Querabgleich)
- Grundsätze zur Verkehrs- und Zustandserfassung (Sensoren, Videokameras etc.).

2.3.3 ASTRA 15015 – Rampenbewirtschaftung

Die Richtlinie ASTRA 15015 [4] beinhaltet u.a. für Rampendosierungen die Grundsätze für Planung und Betrieb:

- Grundsätze zu Zweckmässigkeit und Einsatzkriterien
- Grundsätze zu Anordnung von Signalisation und Verkehrserfassung
- Grundsätze zur Steuerung (Steuerungsprinzip und -algorithmus).

2.3.4 ASTRA 15019 – Verkehrstechnische Regelungslogik

Die Richtlinie ASTRA 15019 [6] definiert Standards bzgl. Regelungslogik von VM-Systemen allgemein und insbesondere auch für GHGW und Rampendosierungen:

- Grundsätze zum funktionalen Aufbau der verkehrstechnischen Regelungslogik
- Grundsätze zu Inhalt und Funktionsweise der Regelungslogik (Messwert- / Datenanalyse- / Steuerungskern)
- Funktionale Anforderungen der Algorithmen zur Störungsdetektion und Harmonisierung des Verkehrsablaufs, inkl. Wertebereiche der Parameter.

2.4 GHGW Bern-Thun

Die GHGW N06 Muri - Thun wurde Anfang 2018 in Betrieb genommen. Die Präsentation [7] enthält Hinweise zu:

- Planung und Realisierung der GHGW
- Erfahrungen der ersten Betriebsmonate
- Umsetzung einer Geschwindigkeitsmessanlage (GMA)⁴.

⁴ Die Umsetzung dieser GMA im Bereich einer dynamischen Höchstgeschwindigkeitssignalisation gilt als Pilotprojekt und ist daher eine wichtige Referenz.

3 Verkehrsanalyse

3.1 Analyse SASVZ

Zur Bestimmung der Verkehrsbelastungen im Bereich des Engpasses (AS Reichenau - Südportal Tunnel Isla Bella) wurden die Zählzeiten der ASTRA-Zählstelle Nr. 611 (Rothenbrunnen, Isla Bella Tunnel (AB)) des Jahres 2019⁵ analysiert.

3.1.1 Durchschnittlicher täglicher Verkehr

Die folgende Tabelle enthält den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) bzw. den durchschnittlichen werktäglichen Verkehr (DWV) für das Jahr 2019:

Abschnitt Tunnel Isla Bella	DTV ₂₀₁₉ [Fz./24h]		DWV ₂₀₁₉ [Fz./24h]	
	Ri. Bellinzona	Ri. Sargans	Ri. Bellinzona	Ri. Sargans
je Richtung	9'758	9'452	9'953	9'093
Querschnitt	19'210		19'046	

Tab. 1 Verkehrsbelastungen 2019, SASVZ-Zählstelle 611

3.1.2 Ganglinien

Die folgenden Übersichten enthalten die Tages-, Wochen- und Jahresganglinien der Zählstelle Nr. 611.

Tagesganglinie DWV / DTV

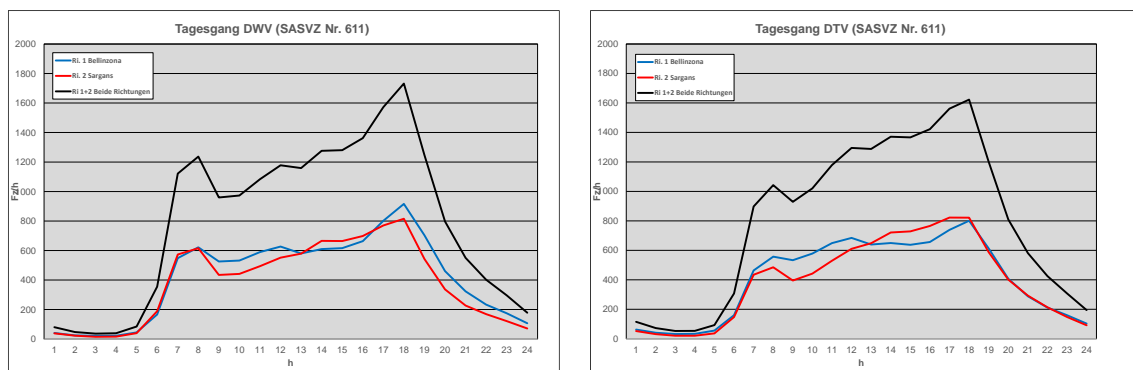


Abb. 1 Tagesganglinie DWV / DTV 2019, SASVZ-Zählstelle 611

Die Tagesganglinie zeigt sowohl im DWV als auch im DTV eine ausgeprägte Abendspitzenstunde; die jeweiligen Richtungen sind ähnlich belastet.

⁵ Wegen der Auswirkungen der COVID19-Pandemie sind die Zählzeiten des Jahres 2020 nicht repräsentativ.

Tagesganglinie Samstag / Sonntag

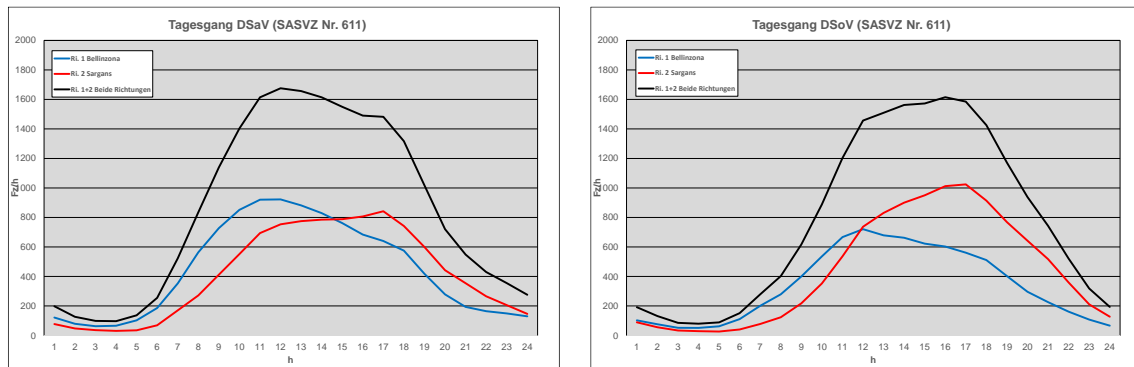


Abb. 2 Tagesganglinie Samstag / Sonntag 2019, SASVZ-Zählstelle 611

An den Wochenenden ist das Verkehrsaufkommen im Tagesverlauf insgesamt gleichmässiger verteilt, durch den grösseren Einfluss des Freizeitverkehrs an den Wochenenden zeigen sich aber Unterschiede bei den Fahrtrichtungen: In Richtung Bellinzona zeigen sich Belastungsspitzen am Vormittag. In Richtung Sargans zeigen sich durch den Rückreiseverkehr hohe Belastungen in den Nachmittag- und Abendstunden.

Wochenganglinie / Jahresganglinie

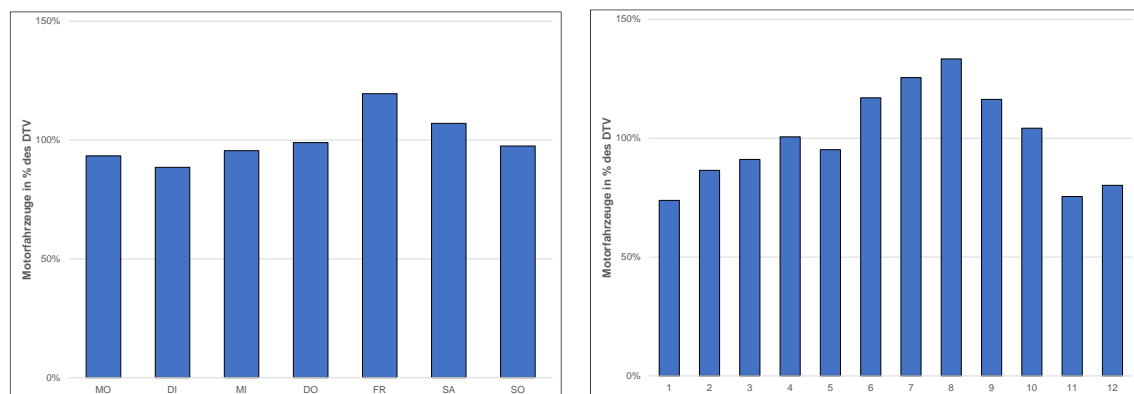


Abb. 3 Wochen-/Jahresganglinie 2019, SASVZ-Zählstelle 611

Der Wochenverlauf der Verkehrsbelastungen zeigt ein deutlich erhöhtes Verkehrsaufkommen freitags und erhöhte Werte an den Wochenenden. Dies ist typisch für Freizeitverkehr überlagert mit Pendlerverkehr. Der Freizeitverkehr wird besonders im Jahresverlauf deutlich: In den Sommermonaten und insbesondere in den Ferienmonaten Juli/August sind überdurchschnittlich hohe Verkehrsbelastungen zu beobachten.

3.1.3 Schwerverkehrsanteile

Abschnitt Tunnel Isla Bella	Schwerverkehr DTV ₂₀₁₉ [%]	Schwerverkehr DWV ₂₀₁₉ [%]
Querschnitt	4.4%	5.7%

Tab. 2 Schwerverkehrsanteile 2019, SASVZ-Zählstelle 611

Die Schwerverkehrsanteile⁶ sind pro Richtung etwa gleich gross. Wegen dem Sonntagsfahrverbot ist der Schwerverkehrsanteil bezogen auf den DWV grösser als in Bezug auf den DTV.

3.1.4 Verkehrsentwicklung

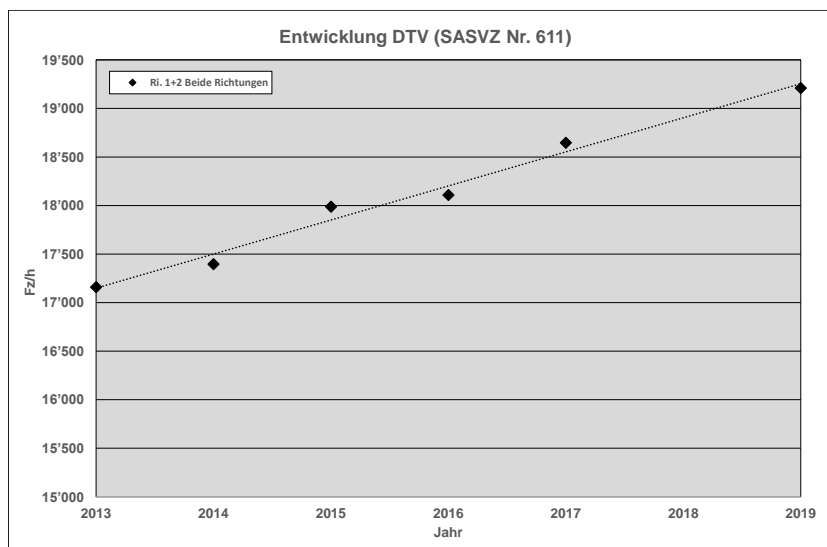


Abb. 4 Entwicklung DTV 2013-2019, SASVZ-Zählstelle 611

In den vergangenen Jahren hat das Verkehrsaufkommen kontinuierlich (seit 2013 durchschnittlich ca. 1.7% pro Jahr) zugenommen. Es muss von weiterem Verkehrswachstum in den kommenden Jahren ausgegangen werden.

⁶ Beim Schwerverkehrsanteil sind die SWISS10-Klassen 1 / 8 / 9 / 10 (Car / Lastwagen / Lastenzug / Sattelzug) berücksichtigt.

3.1.5 Verkehrsüberlastungen und Stausituationen

Richtung Bellinzona

Für Perioden mit Verkehrsüberlastung im Engpass der N13 (AS Reichenau – Südportal Tunnel Isla Bella) zeigen die Daten der SASVZ-Zählstellen des ASTRA auf der N13 Richtung Bellinzona die stromaufwärts feststellbaren Auswirkungen. Anhand einiger Beispiele aus dem Jahr 2016⁷ wird diese Wirkung illustriert.

Abbildung 5 zeigt für den Karfreitag, dass die Verkehrsbelastung im Engpass (Zählstelle 611, zwischen AS Bonaduz und AS Rothenbrunnen) in der Stunde 8 (7:00-8:00 Uhr) die Leistungsfähigkeit erreicht. Mit einer Verzögerung führt der hierdurch entstandene Rückstau an der Zählstelle 096, zwischen den AS Chur Süd und Reichenau, zu einer deutlichen Abnahme der Fahrzeugzahlen. Dies, obwohl der Verkehrszufluss gemäss der Zählstelle 610 (zwischen AS Chur Nord und AS Chur Süd) weiterhin zunimmt. Der Vergleich der Fahrzeugzahlen der Zählstelle 610 mit der weiter stromaufwärts gelegenen Zählstelle 320 (zwischen AS Zizers und AS Chur Nord) lässt vermuten, dass der Rückstau, nochmal verzögert, auch diesen Querschnitt erreicht hat.

Die Verkehrsbelastung an der Zählstelle 238 ist auffallend höher als diejenige an der Zählstelle 611. Dies lässt vermuten, dass nicht nur der Lokalverkehr, sondern auch Ausweichverkehr am AS Rothenbrunnen auf die N13 in Richtung Bellinzona auffährt.

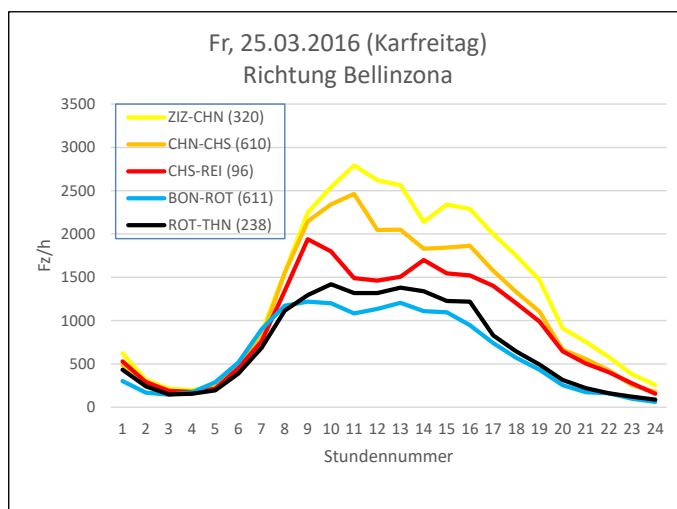


Abb. 5 Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Bellinzona, Karfreitag

Abbildung 6 zeigt ein ähnliches Bild für einen Samstag während der Reisesaison. Zusätzlich fällt hier auf, dass die Fahrzeugzahlen im Engpass (Zählstelle 611) nach einem ersten Spitzenwert (ca. 1'300 FZ/h) abnehmen. Diese Abnahme ist auch in der Zählstelle 96 (zwischen AS Chur Süd und AS Reichenau) offensichtlich, obwohl der Zufluss gemäss den Zählstellen 320 und 610 weiterhin gross ist.

⁷ Es wurden Messtage aus dem Jahr 2016 ausgewählt, damit ein Vergleich mit der Untersuchung «Verkehrsberuhigung Chur - Thusis» [2] möglich ist.

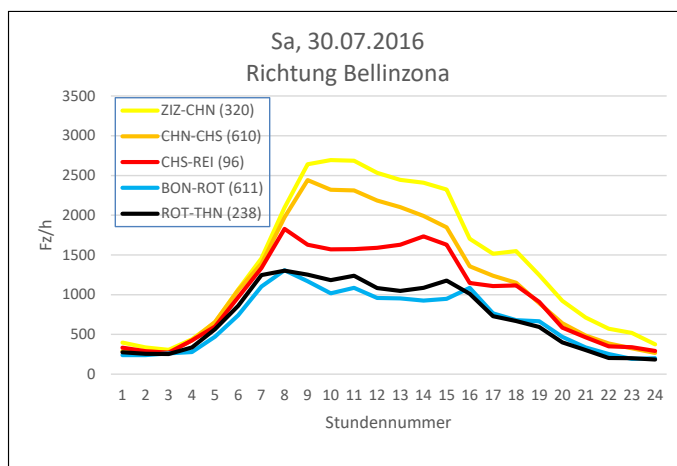


Abb. 6 Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Bellinzona, Samstag während den Sommerferien

Richtung Sargans

Am Sonntag nach Auffahrt wurde an der Zählstelle 611 (zwischen den AS Rothenbrunnen und Bonaduz) während einer längeren Periode eine Überlastung festgestellt⁸.

Der Vergleich der Ganglinien der Zählstellen 238 und 611 in Abbildung 7 lässt auch für die Fahrtrichtung Sargans vermuten, dass mehrere Fahrzeuge wegen dem Rückstau am AS Rothenbrunnen die N13 verlassen. Wie viele dieser Fahrzeuge via AS Bonaduz wieder auf die N13 auffahren, lässt sich nicht eruieren.

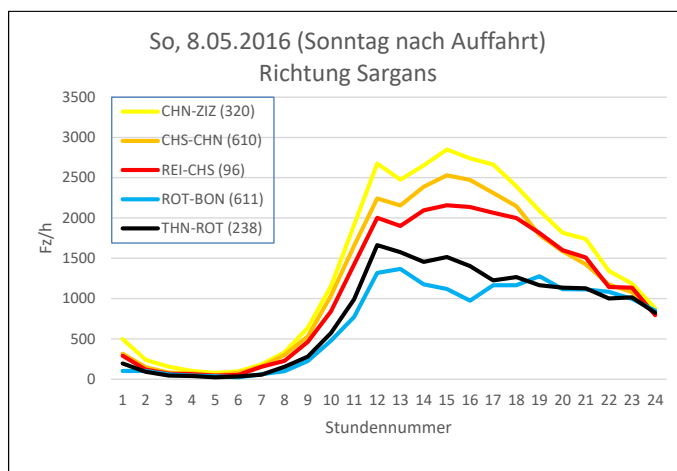


Abb. 7 Verkehrsbelastung auf der N13 Richtung Sargans, Sonntag nach Auffahrt

⁸ Vgl.: «Verkehrsberuhigung Chur - Thusis» [2]

3.2 Analyse Verkehrsmeldungen VMZ

3.2.1 Methodik und Datenaggregation

Mit den Verkehrsmeldungen der Verkehrsmanagementzentrale (VMZ) kann eine lokalisierte Beurteilung der Häufigkeit und der Dauer von verkehrsrelevanten Ereignissen vorgenommen werden.

Für die Analyse der Verkehrsmeldungen hat die VMZ Daten für folgende Perioden, jeweils für den Abschnitt Sarganserland bis Bellinzona, zur Verfügung gestellt:

- 15.12.2019 - 01.03.2020 (11 Wochen im Winter)
- 01.06.2021 - 29.08.2021 (13 Wochen im Sommer)

Zwischen den Meldungen der VMZ und den tatsächlichen Ereignissen im Verkehrsraum gibt es Unterschiede. So dürften Beginn und Ende der Meldungen zu nicht geplanten Ereignissen mit Verzögerung erscheinen, gewisse Ereignisse nicht erkannt werden und der räumliche Bezug, im Hinblick auf eine mögliche Eskalation, manchmal grosszügig gewählt werden.

Mit der Auswahl des Bereichs wurde sichergestellt, dass alle Meldungen, die Abschnitte der Nationalstrasse N13 zwischen Sarganserland und dem AS Thusis Süd betreffen, vorhanden sind. Weiter bearbeitet wurden nur Meldungen, die sich auf Abschnitte des hier relevanten Perimeters beziehen.

Oft betreffen solche Meldungen eine Ursache auf einem Strassenabschnitt. Verschiedentlich kann das Ereignis aber auch räumlich oder ursächlich eskalieren oder deeskalieren. Zur Vereinfachung der Auswertung werden solche mehrstufigen Meldungen als Meldung mit einer Ursache und einer räumlichen Ausdehnung behandelt. Dazu wird jeweils die letzte Meldungsstufe benutzt. Diese Art der Auswertung führt zu einer geringfügigen, aber vertretbaren Verzerrung der Aussagen zu den Ursachen und den betroffenen Abschnitten.

Die Meldungen weisen verschiedene Ursache auf. Für die streckenweise Analyse werden diese Ursachen wie folgt aggregiert:

- Gefahr und Verkehrsbehinderung
(Falschfahrer / Gegenstände, Personen, Tiere auf der Fahrbahn / schneebedeckte Fahrbahn / Verkehrsbehinderung)
- Stockender Verkehr
- Stau (Stau / Strecke gesperrt).

3.2.2 Periode «Winter»

Gesamtdauer der anstehenden Meldungen

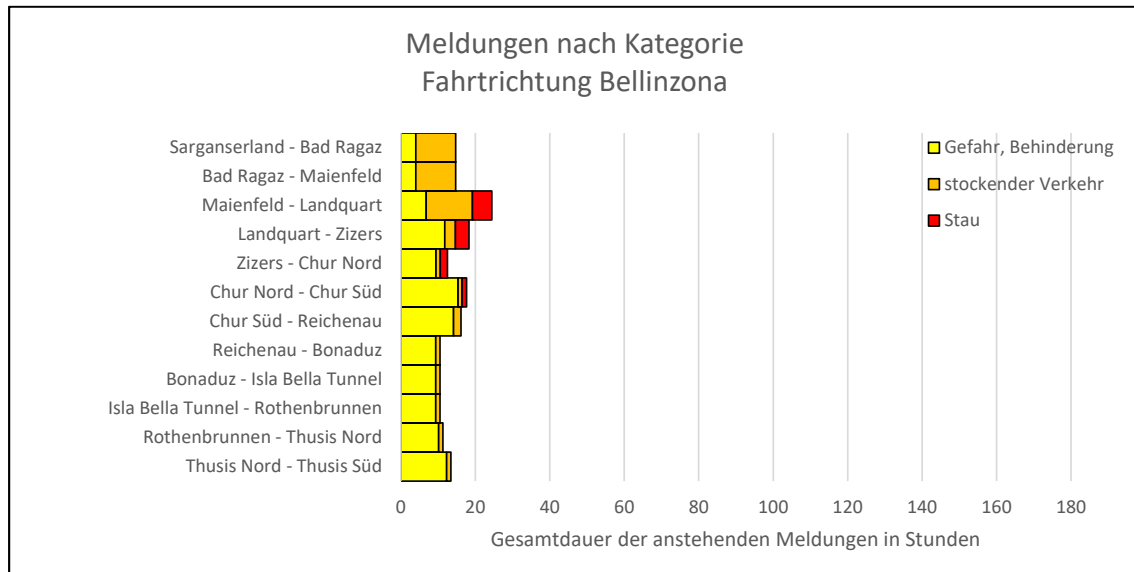


Abb. 8 Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Winter (11 Wochen)

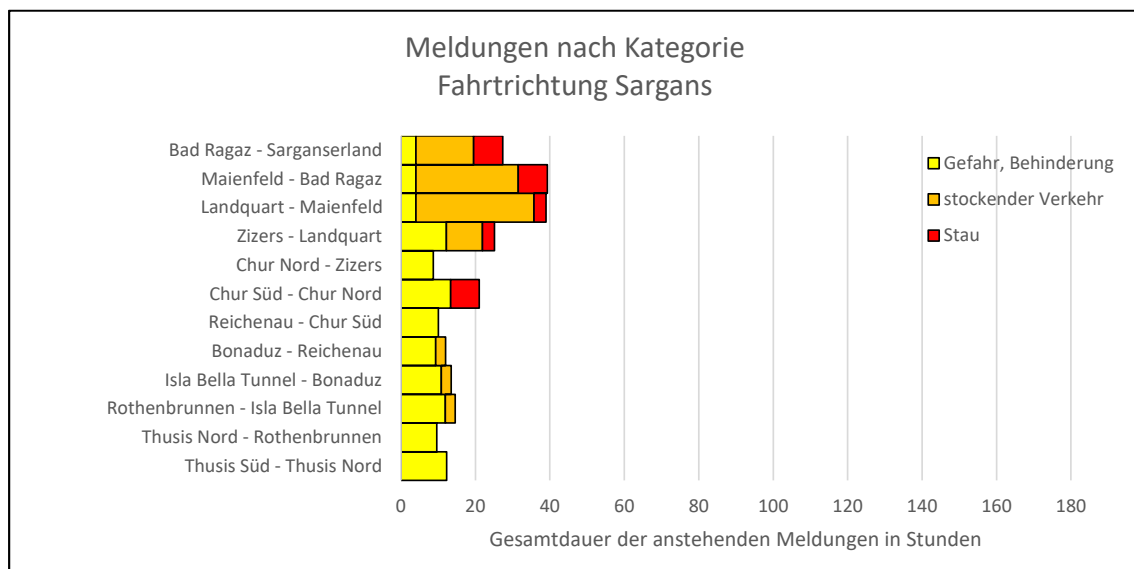


Abb. 9 Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Winter (11 Wochen)

Anzahl Perioden mit anstehenden Meldungen

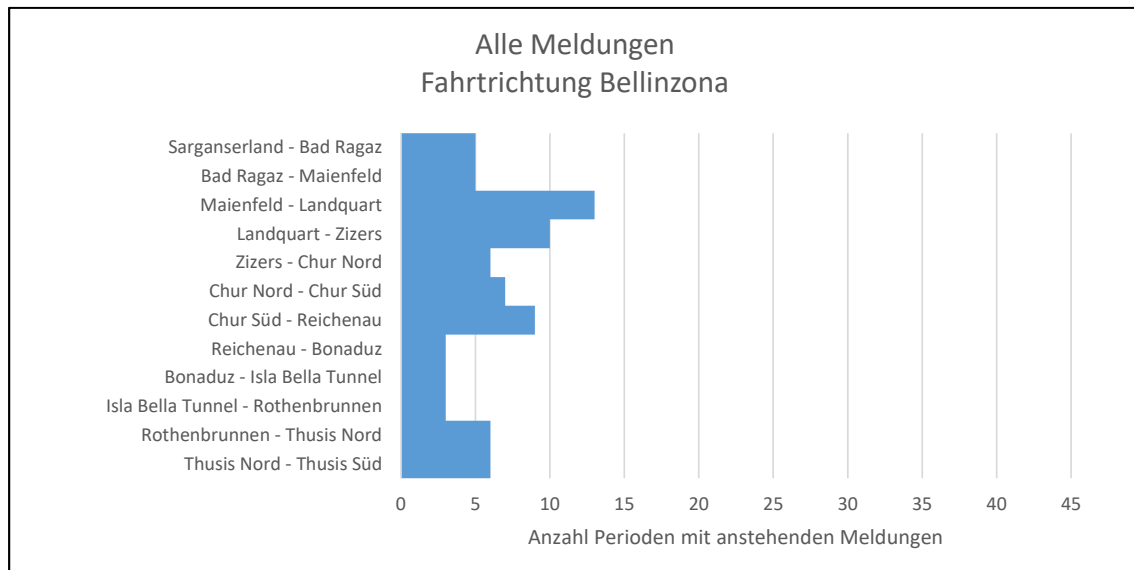


Abb. 10 Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Winter (11 Wochen)

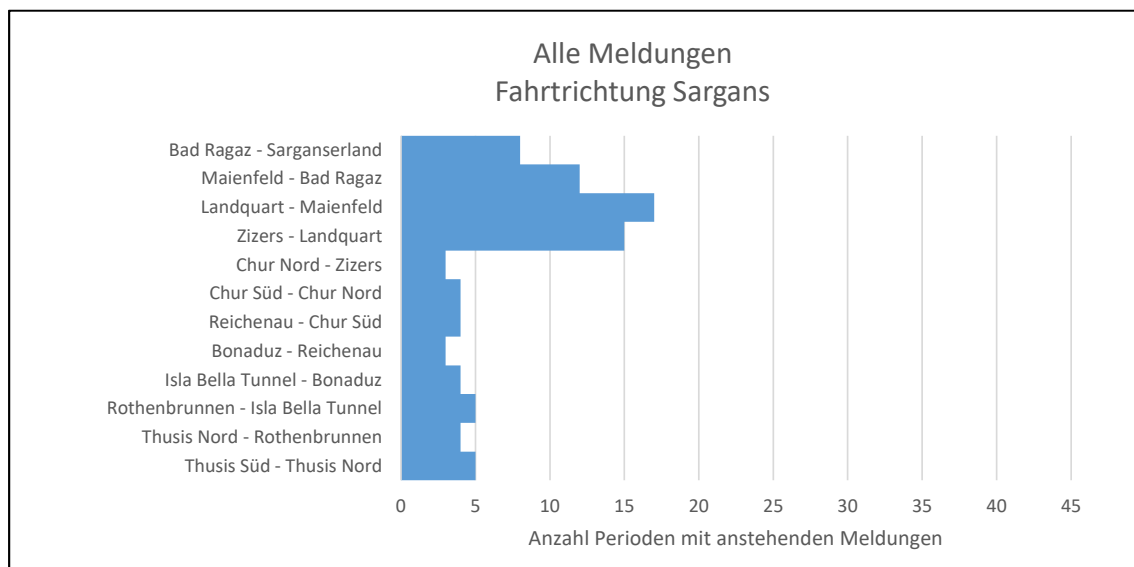


Abb. 11 Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Winter (11 Wochen)

3.2.3 Periode «Sommer»

Gesamtdauer der anstehenden Meldungen

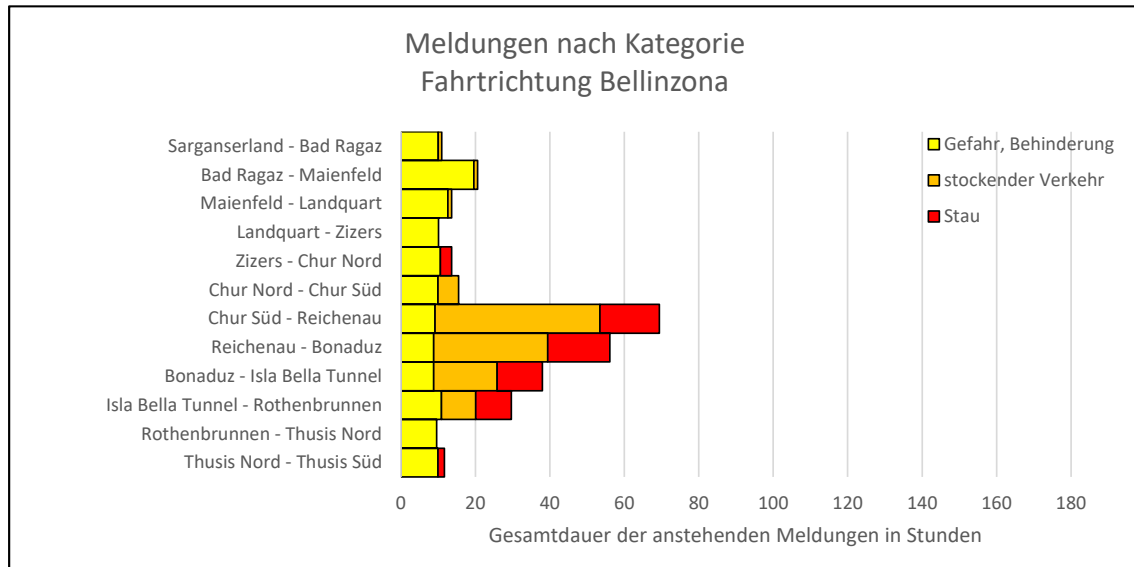


Abb. 12 Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Sommer (13 Wochen)

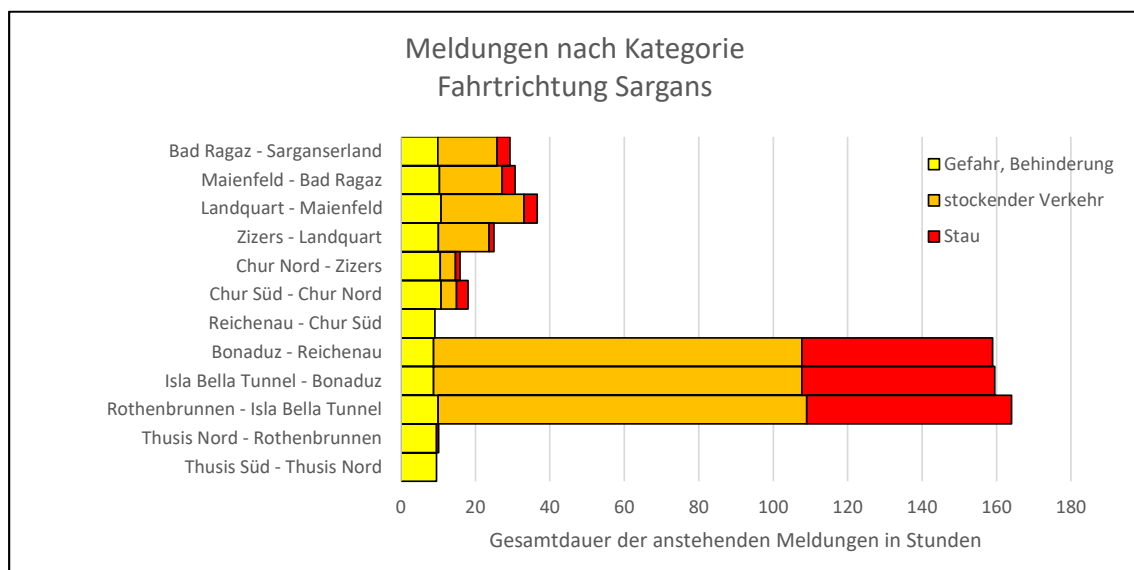
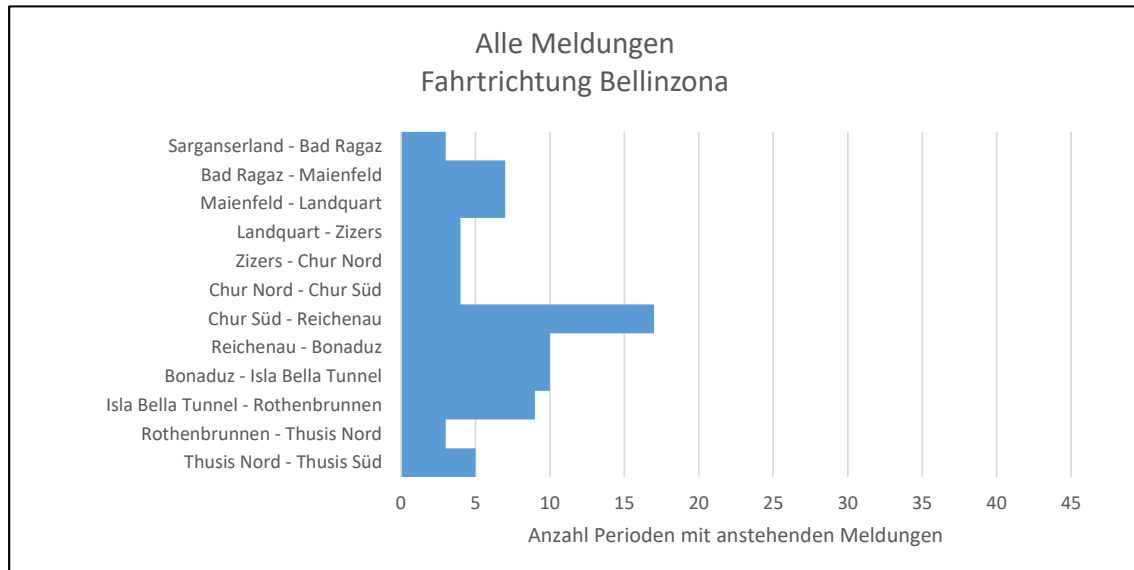
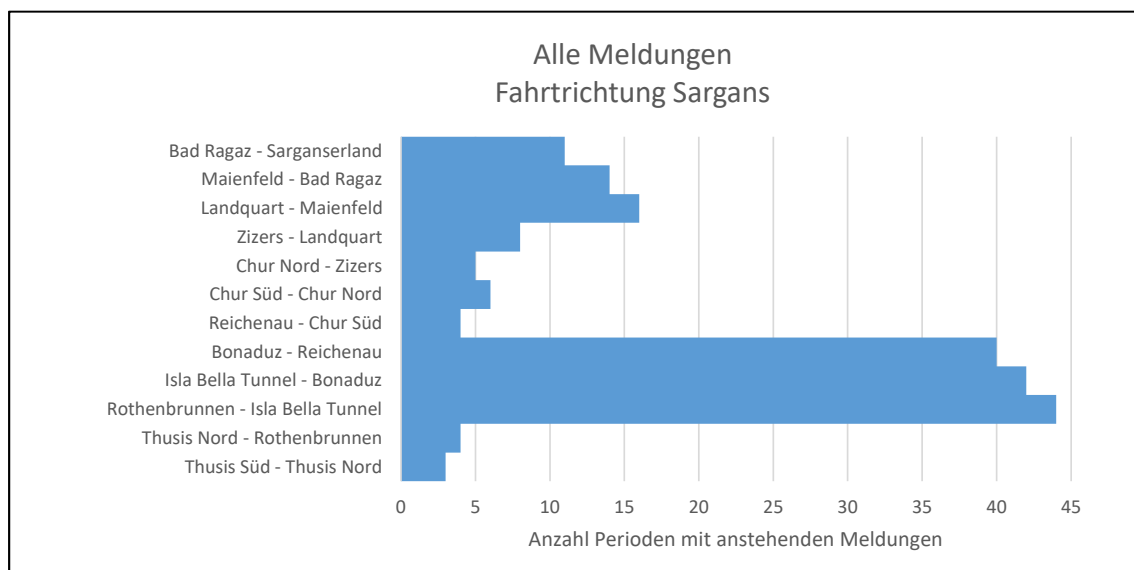


Abb. 13 Gesamtdauer der Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Sommer (13 Wochen)

Anzahl Perioden mit anstehenden Meldungen**Abb. 14** Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Bellinzona, Sommer (13 Wochen)**Abb. 15** Anzahl Perioden mit Verkehrsmeldungen, Fahrtrichtung Sargans, Sommer (13 Wochen)

3.2.4 Erkenntnisse

- In den Sommermonaten (Auswertung 01.06.-29.08.2021, 90 Tage) führt der Reiseverkehr von / nach Süden bzw. den Bündner Feriendestinationen zu regelmässigen Verkehrsüberlastungen.
- In Fahrtrichtung Bellinzona («Hinreiseverkehr») hängen die Verkehrsprobleme hauptsächlich mit der eingeschränkten Kapazität des je Richtung einstreifigen Streckenabschnitts zusammen und es bildet sich Rückstau stromaufwärts bis Chur:
 - Ri. Bellinzona, AS Chur-Süd bis AS Reichenau: 60 Stunden «stockender Verkehr» oder «Stau».
- In Fahrtrichtung Sargans («Rückreiseverkehr») sind die Verkehrsprobleme ausgeprägter; da sich der Rückreiseverkehr aus Feriendestinationen erfahrungsgemäss auf kürzere Zeiträume konzentriert. Betroffen ist besonders der je Richtung einstreifige Streckabschnitt zwischen den AS Rothenbrunnen und Reichenau - mit entsprechendem Ausweichverkehr auf das untergeordnete Strassennetz (Rhäzüns, Bonaduz):
 - Ri. Sargans, AS Rothenbrunnen bis Tunnel Isla Bella: 154 Stunden «stockender Verkehr» oder «Stau».

Zwischen dem AS Chur Süd und der Verzweigung Sarganserland führt der Verkehr aus den Bündner Feriendestinationen (Prättigau / Schanfigg / Lenzerheide) zu regelmässigen Überlastungen:

 - Ri. Sargans, AS Landquart bis AS Maienfeld: 25 Stunden «stockender Verkehr» oder «Stau».
- In den Wintermonaten (Auswertung 15.12.2019-01.03.2020, 78 Tage) konzentrieren sich die Verkehrsüberlastungen auf den nördlichen Streckenabschnitten zwischen dem AS Chur Süd und der Verzweigung Sarganserland; der je Richtung einstreifige Streckenabschnitt ist weniger betroffen. Ursache dürfte insbesondere der Verkehr zu / von den Bündner Skigebieten sein.
- In Fahrtrichtung Bellinzona treten Verkehrsprobleme auf eher niedrigerem Niveau zwischen der Verzweigung Sarganserland und Chur auf, dies mit in Fahrtrichtung abnehmender Häufigkeit.
- In Fahrtrichtung Sargans sind die Verkehrsprobleme insgesamt ausgeprägter («Rückreiseverkehr») und konzentrieren sich auf den Abschnitt zwischen dem AS Landquart bis Verzweigung Sarganserland.
 - Ri. Sargans, AS Landquart bis AS Maienfeld: 35 Stunden «stockender Verkehr» oder «Stau».
- Neben den Meldungen zu Verkehrsüberlastungen sind eine Vielzahl weiterer Verkehrsmeldungen (Gefahr, Behinderung) in den betrachteten Zeiträumen zu verzeichnen.

3.3 Abklärungen mit Betrieb und Unterhalt

Durch eine Koordination mit den Verantwortlichen von Betrieb und Unterhalt (GE V, KAPO) sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Bestätigung und allenfalls Ergänzung der in den durchgeführten Verkehrsanalysen festgestellten, aus verkehrstechnischer Sicht kritischen Bereiche.
- Klärung von betrieblichen Bedürfnissen, die bei einer steuerbaren Signalisation berücksichtigt werden sollten, damit regelmässige manuelle Einrichtungen künftig automatisiert erfolgen können⁹.

Der grundsätzliche Wirkperimeter einer künftigen GHGW konnte bei einer Koordinationssitzung vom 02.11.2021 bestätigt werden.

Die vorhandenen Dreh- und Klappsignale wurden mittels Signalisationsplänen und aktuellen Videoaufnahmen in einem Katalog zusammengestellt und von den Verantwortlichen von Betrieb und Unterhalt analysiert¹⁰. Folgende Fragen sollen dabei geklärt werden:

- Was kann mit den vorhandenen Dreh- und Klappsignalen signalisiert werden (sofern nicht offensichtlich)?
- Werden die Signale regelmässig benötigt oder kann künftig auf sie verzichtet werden?
- Gibt es künftigen Bedarf an Signalen, die heute noch nicht installiert sind?

Die Ergebnisse dieser Abklärungen haben u.U. Einfluss auf die Anordnung von Signalquerschnitten, vorzusehende Signalbilder und Betriebszustände einer künftigen GHGW.

⁹ Im betrachteten Perimeter gibt es eine Vielzahl von Dreh- und Klappsignalen, mit denen z.B. vor Gefahrensituationen (u.a. Schleudergefahr) gewarnt, die zulässige Höchstgeschwindigkeit reduziert oder der Verkehr umgeleitet werden kann.

¹⁰ Die Abklärungen und Analysen bzgl. der manuellen Signale sind noch nicht abgeschlossen (30.11.2021).

3.4 Zusammenfassung Verkehrsanalyse

Engpass zwischen Reichenau und Rothenbrunnen

Das Verkehrsgeschehen im Betrachtungsperimeter wird vor allem durch die zweistreifige Strecke zwischen dem AS Reichenau und dem Südportal des Tunnels Isla Bella geprägt.

In Richtung Bellinzona ist der Verkehrsdruck häufig deutlich grösser als die Leistungsfähigkeit im Engpassbereich. Hierdurch entsteht regelmässig Rückstau auf der N13, dessen Stauende teilweise bis zwischen die AS Chur Nord und Chur Süd zurückreicht.

In Richtung Sargans ist die Verkehrsbelastung vor der Spurreduktion beim Tunnel Isla Bella zwar häufig höher als im Engpass verarbeitet werden kann. Die Verkehrsmengen von San Bernardino und von Tiefencastel her sind zu Spitzenzeiten offenbar aber nur wenig höher als die Leistungsfähigkeit im Engpassbereich¹¹ und der Rückstau beschränkt sich deshalb in der Regel auf den Abschnitt AS Rothenbrunnen - Tunnel Isla Bella.

Beim Halbanschluss Bonaduz fahren im Engpassbereich weitere Fahrzeuge Richtung Sargans auf die N13 auf. Wenn die Strecke Tunnel Isla Bella - AS Bonaduz bereits voll ausgelastet ist, entsteht erneut Rückstau.

Anschlüsse

Der Verkehr aus Richtung Sargans verursacht häufig Rückstau auf verschiedenen Ausfahrten. Dieser Rückstau kann sich bis auf die N13 ausdehnen. In der Gegenrichtung führt die Verkehrsbelastung auf den Einfahrten verschiedentlich zu Stau auf der N13. Am häufigsten ist der AS Landquart (Erschliessung Prättigau) hiervon betroffen.

Ausweichverkehr

Für beide Fahrtrichtungen lassen die Verkehrsdaten darauf schliessen, dass während Rückstau vor dem Engpass AS Reichenau - Tunnel Isla Bella Verkehrsteilnehmer zur Stauumfahrung Wege ausserhalb der N13 benutzen.

Beobachtungen weisen darauf hin, dass es zwischen weiteren Anschlüssen ebenfalls zu Ausweichverkehr kommt.

¹¹ Es ist anzunehmen, dass verschiedene Engpässe auf diesen Zufahrten bereits zu einer Dosierung führen.

4 Funktionalitäten

4.1 GHGW

4.1.1 Ziele

Die Ziele der GHGW lassen sich - abgestützt auf die ASTRA-Richtlinie 15016 - wie folgt zusammenfassen:

- Harmonisierung des Verkehrsflusses durch Reduktion grosser Geschwindigkeitsdifferenzen bei hohem Verkehrsaufkommen
- dadurch Sicherheitsgewinn und räumliche und zeitliche Verzögerung der Staubildung und damit eines Kapazitätseinbruchs
- frühzeitige Information der Verkehrsteilnehmer über Gefahren im folgenden Streckenabschnitt und dadurch Erhöhung der Verkehrssicherheit und Minimierung von Verkehrsstörungen
- im Zusammenspiel mit der Geschwindigkeitsharmonisierung verbessert die Gefahrenwarnung die Akzeptanz und die Einhaltung der Geschwindigkeitsreduktion im Bereich von Gefahrenstellen.

Zudem können mit einer GHGW Anlage Bedürfnisse von Unterhalt und Betrieb bei der steuerbaren Signalisation berücksichtigt werden, damit regelmässige manuelle Einrichtungen automatisiert erfolgen können (vgl. Kap. 3.3).

4.1.2 Wirkungsbereich

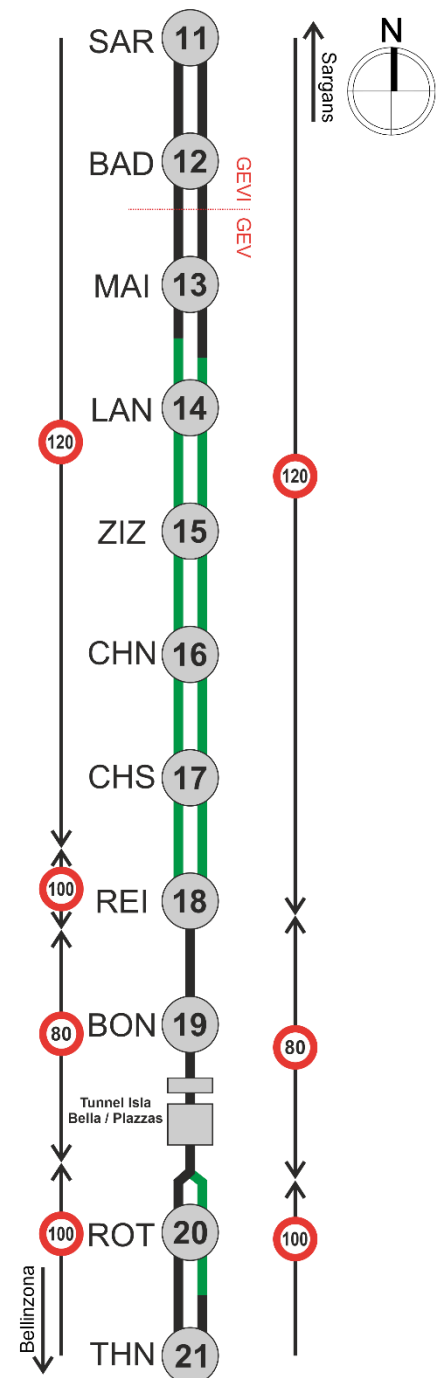
Auf Grundlage der erfolgten Verkehrsanalysen und abgestützt auf die Erfahrungen von Betrieb und Unterhalt wird der Wirkungsbereich der GHGW im Perimeter AS Landquart bis AS Rothenbrunnen wie folgt festgelegt:

Richtung Bellinzona

- Die Wirkung der GHGW soll bereits zwischen den AS Maienfeld und Landquart beginnen. Dies, damit die zulässige Höchstgeschwindigkeit stufenweise (in 20 km/h-Schritten) und deutlich vor der Ausfahrt Landquart (häufig Rückstau bis auf N13) auf 80 km/h reduziert werden kann.
- Zwischen den AS Landquart und Chur Nord sind die Verkehrsprobleme nicht so ausgeprägt wie in anderen Streckenabschnitten. Zur Sicherstellung einer durchgängigen Signalisation und bzgl. weiteren Bedürfnissen von Unterhalt und Betrieb ist auch in diesem Bereich eine GHGW zweckmässig.
- Der Wirkungsbereich der GHGW endet beim AS Reichenau. Im einspurigen Bereich wird auf eine GHGW verzichtet. Im Rahmen der Sanierung der Verkehrsregelungsanlage (VRA) Tunnel Isla Bella / Plazzas ist die Anordnung von Signalen bzw. Signalbildern für weitergehende Höchstgeschwindigkeits- (d.h. Reduktion auf 60 km/h) oder Gefahrenwarnung zu prüfen.

Richtung Sargans

- Die Wirkung der GHGW soll rechtzeitig vor dem AS Rothenbrunnen, ca. auf Höhe Rodels beginnen und bis zum Bereich des Spurabbaus fortgeführt werden. Ab dort ist eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h fix signalisiert.
- Im einspurigen Bereich bis zum AS Reichenau wird auf eine GHGW verzichtet. Im Rahmen der Sanierung der VRA Tunnel Isla Bella / Plazzas ist die Anordnung von Signalen bzw. Signalbildern für weitergehende Höchstgeschwindigkeits- (d.h. Reduktion auf 60 km/h) oder Gefahrenwarnung zu prüfen.
- Zwischen den AS Reichenau und Chur Nord sind die Verkehrsprobleme nicht so ausgeprägt wie in anderen Streckenabschnitten. Zur Sicherstellung einer durchgängigen Signalisation und bzgl. weiteren Bedürfnissen von Unterhalt und Betrieb soll auch in diesem Bereich eine GHGW angeordnet werden.
- Der Wirkungsbereich der GHGW umfasst den AS Landquart und seine Anschlüsse Richtung Sargans und Prättigau. Dabei soll die notwendige Freigabe einer Höchstgeschwindigkeitsreduktion erst nach dem Anschluss Richtung Sargans erfolgen. Zur Reduktion der Verkehrsprobleme in diesem Bereich wird die Realisierung einer PUN von einem anderen Projekt geprüft. Im Rahmen der GHGW ist jedoch eine Rampendosierungsanlage beim Anschluss Richtung Sargans zwingend zu prüfen. Diese soll darauf ausgelegt werden, dass eine anschließende PUN möglich, jedoch auch ohne PUN vollumfänglich funktionstüchtig ist.



4.2 Rampenbewirtschaftung

4.2.1 Ziele

Die Ziele der Rampenbewirtschaftung lassen sich - abgestützt auf der ASTRA-Richtlinie 15015 - wie folgt zusammenfassen:

- Aufrechterhaltung eines flüssigen und möglichst staufreien Verkehrsablaufes auf der Stammstrecke der Nationalstrasse
- Verhinderung oder Reduktion der Reisezeitverluste im Wirkungssperimeter
- Schaffen von Kapazitäten für stromabwärts liegende Einfahrten
- Optimierung der Einfädelungsvorgänge und Reduzierung der Fahrstreifenwechsel im Anschlussbereich der Stammstrecke der NS
- Vermeiden von stehenden Fahrzeugen auf dem Beschleunigungstreifen und geringen Geschwindigkeiten beim Fahrstreifenwechsel auf den Normalfahrstreifen

4.2.2 Entstehung des Rückstaus

Wenn der Verkehrszufluss bei einer Spurreduktion oder bei einer Einfahrt die Kapazität des Abflussbereichs übersteigt, entsteht Rückstau. Die Stauwurzel entsteht aber nicht am Ort der Spurreduktion, sondern weiter stromabwärts. Dies wird dadurch verursacht, dass die Verkehrsteilnehmer vorerst einen kürzeren Fahrzeugabstand akzeptieren, bei der Weiterfahrt den für sie üblichen Fahrzeugabstand aber wieder herstellen¹².

Dieses Phänomen ist bei der Beurteilung von Massnahmen zum Engpassbereich AS Reichenau - Tunnel Isla Bella zu berücksichtigen.

4.2.3 Road Map VM-CH

Gemäss der Road Map [1] des ASTRA ist an folgenden Anschlüssen im Perimeter die Zweckmässigkeit von Anlagen für die Rampenbewirtschaftung zu prüfen:

- AS Reichenau (18), Richtung Bellinzona
- AS Bonaduz (19), Richtung Sargans
- AS Landquart (14), Richtung Sargans

In Absprache mit der Bauherrschaft wird die ebenfalls in der Road Map aufgeführte Rampenbewirtschaftung beim AS Landquart (14) in Richtung Sargans weiterverfolgt und ist zu prüfen. Obwohl die Anordnung einer PUN zur Reduktion der Verkehrsprobleme zweckmässiger sein dürfte, muss eine Rampendosierung geprüft werden. Die Umsetzung einer PUN von Landquart in Richtung Sargans wird zur Zeit vom ASTRA geprüft und gegebenenfalls möglichst zeitnahe umgesetzt.

Im Rahmen der N13 GHGW Rothenbrunnen - Landquart soll die Rampenbewirtschaftung geprüft und allenfalls geplant werden, dass sie mit und ohne einer PUN voll funktionstüchtig ist.

¹² Beim Gotthardtunnel wurde häufig festgestellt, dass die Stauwurzel bis zu 2 km nach der Spurreduktion beim Tunnelportal entsteht.

4.2.4 Anschluss Reichenau, Richtung Bellinzona

Die Verkehrssituation

Beim AS Reichenau teilt sich der Verkehr in Richtung Hinterrheintal und Surselva. Im Jahresdurchschnitt dürfte rund zwei Drittel der Fahrzeuge auf der N13 verbleiben und weiter Richtung Bellinzona fahren. Je nach Jahres- und Tageszeit kann dieser Anteil bis zu 80 % zunehmen.

Der Abschnitt vom AS Reichenau bis nach dem Tunnel Isla Bella bildet mit einem Fahrstreifen pro Richtung den Engpass auf der N13 Richtung Bellinzona. Erfahrungsgemäss darf angenommen werden, dass bei Überlastung dieses Abschnitts der Stau nicht direkt am Beginn des Engpasses, sondern weiter stromabwärts entsteht. Dieser Bereich ist in Abbildung 16 mit «Stauwurzel» bezeichnet.

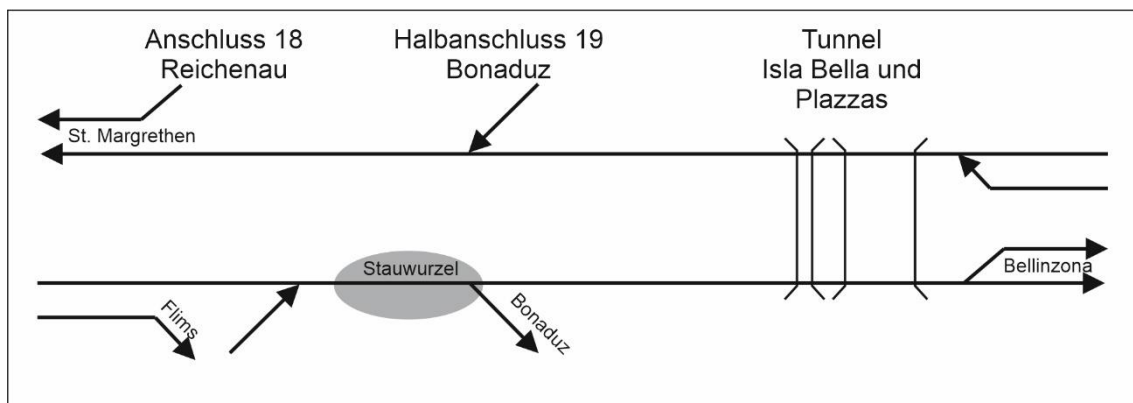


Abb. 16 Verkehrssituation AS Reichenau → Tunnel Isla Bella

Rampendosierung

Um die Entstehung des Rückstaus zu verhindern und somit die maximale Leistungsfähigkeit der einstreifigen Strecke dauernd auszunutzen, ist der Zufluss zu diesem Bereich knapp unterhalb dieser Leistungsfähigkeit zu beschränken. Dies kann aber nur erreicht werden, in dem die Fahrzeuge auf dem linken Fahrstreifen der N13 dosiert werden, allenfalls ergänzt mit einer Dosierung oder zumindest einer Zählung auf der Einfahrt in Richtung Bellinzona. Bei einem zu grossen Verkehrsaufkommen auf der N13 Richtung Bellinzona wird mit einer auf die Einfahrtsrampe reduzierten Dosieranlage die Entstehung des Rückstaus nicht vermieden werden können.

Dosierung auf der N13

Wir gehen davon aus, dass es sich bei der in der Road Map VM-CH aufgeführten Rampendosierung im AS Reichenau nicht um eine Dosierung auf der Stammstrecke handelt. Neben einer anspruchsvollen technischen Umsetzung (Dosierung knapp Unterhalb der Leistungsfähigkeit des einstreifigen Streckenabschnitts) dürfte eine solche Lösung mit weiteren Nebenwirkungen (z.B. Ausweichverkehr innerhalb des Anschlusses bzw. über das untergeordnete Strassennetz) verbunden sein.

Nach ersten Einschätzungen können die Verkehrsprobleme im Bereich AS Reichenau Richtung Bellinzona durch eine Rampendosierung nicht nachhaltig gelöst und die Entstehung eines Rückstaus nicht verhindert werden. Dies ist jedoch durch den PV zu prüfen und die daraus resultierende Empfehlung im MP zwingend zu begründen.

4.2.5 Halbanschluss Bonaduz, Richtung Sargans

Die Verkehrssituation

Rund 700 m vor dem Tunnel Isla Bella wird die zweistreifige Richtungsfahrbahn in Fahrtrichtung Sargans auf einen Fahrstreifen reduziert. Der durch diese Spurreduktion verursachte Rückstau dürfte beim Südportal des Tunnels oder im Tunnel Isla Bella beginnen. Rund 5 km nach der Spurreduktion werden über den Halbanschluss Bonaduz weitere Fahrzeuge auf die einstreifige Strecke geführt. Auch hier kann - wiederum in einiger Distanz nach der Einfahrt - erneut ein Rückstau entstehen. Die beiden Bereiche sind in Abbildung 17 vermerkt.

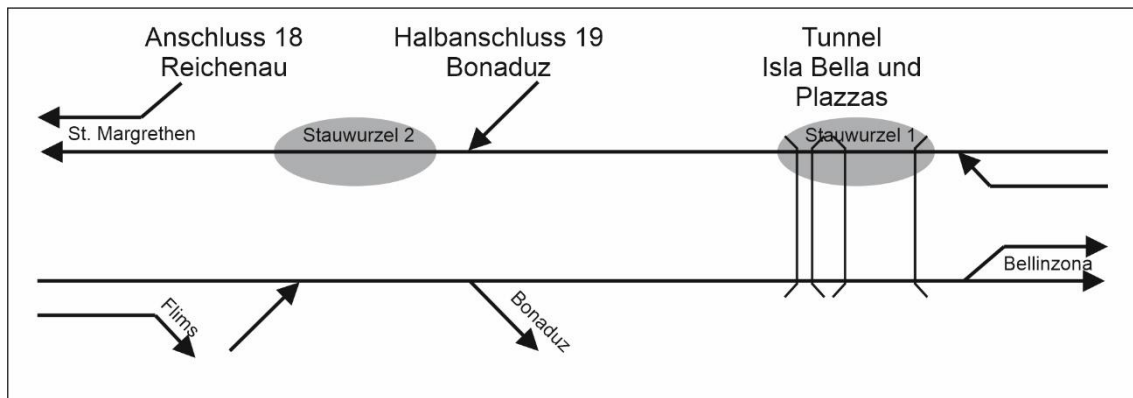


Abb. 17 Verkehrssituation Tunnel Isla Bella -> Reichenau

In Perioden mit hoher Verkehrsbelastung Richtung Sargans dürfte ein wesentlicher Anteil des Verkehrs auf der Einfahrt Bonaduz Ausweichverkehr sein: Verkehrsteilnehmer, die aus Erfahrung oder durch "Navi-Hinweise" beim AS Rothenbrunnen die N13 verlassen und via Rhäzüns zur Einfahrt Bonaduz gelangen.

Rampendosierung

Durch eine Dosierung des Verkehrs auf der Einfahrt Bonaduz könnte einerseits die Entstehungshäufigkeit des Rückstaus nach dem Einfahrtsbereich Bonaduz ("Stauwurzel 2") reduziert werden. Andererseits wäre mit der Dosierung und den damit verbundenen Wartezeiten eine Umfahrung des überlasteten Streckabschnitts zwischen den Anschlüssen Rothenbrunnen und Bonaduz weniger attraktiv und Umfahrungsverkehr könnte u.U. reduziert werden. Allerdings könnte dies aber auch dazu führen, dass der einstreifige Abschnitt grossräumiger umfahren wird und damit weitere Siedlungsgebiete (Reichenau / Tamins) belastet werden.

Technisch lässt sich eine Dosieranlage im Anschluss Bonaduz auf der Einfahrt Richtung St. Margrethen gut realisieren. Es steht ein Stauraum von ungefähr 550 m zur Verfügung.

Dosierung auf der N13

Wie beim Anschluss Reichenau müsste, um die Entstehung des Rückstaus innerhalb des Engpasses zu verhindern, der Zufluss zum einstreifigen Bereich knapp unterhalb dieser Leistungsfähigkeit beschränkt werden. Eine optimale Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der gesamte einstreifigen Abschnitts würde auch hier das Dosieren auf der N13 bei der Spurreduktion voraussetzen.

Neben einer anspruchsvollen technischen Umsetzung (Dosierung knapp Unterhalb der Leistungsfähigkeit des einstreifigen Streckenabschnitts) dürfte eine solche Lösung mit weiteren Nebenwirkungen (z.B. Ausweichverkehr innerhalb des Anschlusses bzw. über das untergeordnete Strassennetz) verbunden sein.

Eine Rampendosierung am AS Bonaduz in Richtung Sargans hat das Potential, Rückstausituationen nach dem Einfahrtsbereich Bonaduz und Umfahungsverkehr zu reduzieren. Es wird daher empfohlen, eine Rampendosierung zu realisieren. Dabei sollten die Auswirkungen auf den Umfahungsverkehr und allfällige Beeinträchtigungen weiterer Siedlungsgebiete (Reichenau / Tamins) besonderes beachtet und die betroffenen Gemeinden in den Entscheidungsprozess miteinbezogen werden.

5 Signalisation der GHGW

5.1 Anordnung

5.1.1 Anordnung der Signalquerschnitte

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA (vgl. Kap. 2.3) sind folgende Grundsätze zu beachten, die Einfluss auf die Anordnung der Signalquerschnitte haben:

- Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in 20 km/h-Schritten (bei Aufhebung in einem Schritt)
- der Inhalt der Signale soll aus einer Entfernung von mindestens 150 m erkennbar sein
- die Abstände zwischen den Anzeigequerschnitten sollen in der Regel ca. 1'000 m bis max. 1'500 m betragen
- zu statischen Signalen soll möglichst ein Abstand von mindestens 200 m eingehalten werden
- zur Sicherstellung einer stufenweisen Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und für eine rechtzeitige Gefahrenwarnung soll der erste Anzeigequerschnitt bereits 2 Querschnitte vor dem problematischen Streckenabschnitt beginnen
- bei Einfahrten sollen die Signalquerschnitte am Ende des Beschleunigungstreifens wiederholt oder im Bereich der Einfahrtsrampen angeordnet werden.

Anhang 1 enthält einen Entwurf für eine mögliche Anordnung der Signalquerschnitte.

Für die skizzierte Anordnung wurde die Zweckmässigkeit und die bauliche Machbarkeit der einzelnen Standorte in diesem Rahmen nicht abschliessend beurteilt.

Im weiteren Projektverlauf sind daher u.a. zwingend folgende Punkte zu klären:

- Platzverhältnisse im Querschnitt
- Abstände zu Hochspannungsleitungen
- Möglichkeiten zur elektrotechnischen Erschliessung
- Eigentumsverhältnisse, allenfalls notwendiger Landerwerb
- Zweckmässigkeit der Nutzung von Überführungen für die Montage von Signalen.

5.1.2 Anordnung der Signale im Querschnitt

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA (vgl. Kap. 2.3) sind folgende Grundsätze bei der Anordnung der Signale im Querschnitt zu beachten:

- bei einer zweistreifen Fahrbahn werden die Signale in der Regel mittig über den Fahrstreifen (Höchstgeschwindigkeitssignale) bzw. zwischen den Fahrstreifen (Gefahrensignale) angeordnet
- seitliche Anordnungen sind nur in Ausnahmefällen (z.B. Niveauunterscheide bei den Fahrbahnen) zulässig
- die geforderten Lichtraumprofile und Sicherheitsabstände gemäss [8, 9] müssen eingehalten werden
- die Montage an den Signalträgern hat so zu erfolgen, dass eine Verschiebung der Signale bei geänderten Spurführungen (z.B. bei Langzeitbaustellen) möglich ist.

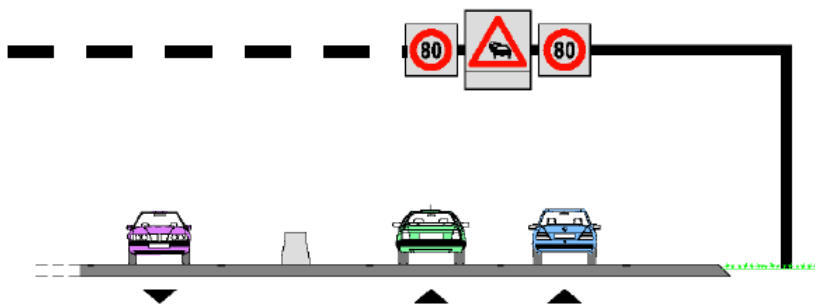


Abb. 18 Anordnung der Signale über zweistreifiger Fahrbahn gemäss [5]

5.2 Signale

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA (vgl. Kap. 2.3, [1]) sind folgende Grundsätze bzgl. der vorzusehenden Signaltechnik und -bilder zu beachten:

- Ausführung der Signale in Vollmatrix-LED-Technologie
- Ausführung der Signalbilder im Grossformat
- automatische Regulierung der Leuchtstärke
- vorzusehende Signalbilder GH-Signale: neben den Geschwindigkeitsreduktionen (100 / 80 / 60 km/h) Bilder zur spezifischen Freigabe (Ende 100 / 80 / 60 km/h)
- vorzusehende Signalbilder GW-Signale: neben verschiedenen Gefahrenbildern Möglichkeit zur Anzeige von Zusatztexten unterhalb des Signalbilds.

Die Vorgaben bzgl. der vorzusehenden Signaltechnik und -bilder müssen auf der folgenden Projektstufe detailliert werden.

Soweit es der Bildervorrat erlaubt, sollten Signale mit ständig anstehenden Bildern als Prismensignale ausgeführt werden.

6 Betriebszustände

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA (vgl. Kap. 2.3, [1]) sind folgende Grundsätze bzgl. der vorzusehenden Betriebszustände (BZ) zu beachten:

- Arten der Auslösung: automatisch, halbautomatisch, manuell
- Ausprägungen der einzelnen BZ zur GH bzw. GW gem. [5]
- Lösung von Überlagerungsfällen mit den vorgegebenen Signalbildprioritäten [5, 6]
- Quer- und Längsabgleiche gemäss [6]

Die Vorgaben zu Ausgestaltung und Regelungslogik der BZ müssen auf der folgenden Projektstufe detailliert werden.

7 Verkehrs- und Zustandserfassung

7.1 Detektoren

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA [1] [5] sind folgende Grundsätze bzgl. Erfassungstechnologie und Installation der Verkehrsdaten-Detektoren zu beachten:

- Anordnung der Detektoren: in der Regel bei jedem Signalquerschnitt, je Fahrstreifen, überkopf¹³, Berücksichtigung von Ein- und Ausfahrten¹⁴
- Technologie der Detektoren: sog. «Triple-Technologie» oder Laser-Detektoren.

Die Vorgaben bzgl. Anordnung und Technologie der vorzusehenden Detektoren müssen auf der folgenden Projektstufe detailliert werden.

In einzelnen Situationen sind stromabwärts des letzten Signalquerschnitts Detektoren anzuordnen.

7.2 Verkehrsdaten

Die Projektierungsgrundlagen des ASTRA [1] [5] enthalten die Vorgaben für die Erfassung und Verarbeitung der Verkehrsdaten.

7.3 Regelungslogik

Gemäss Projektierungsgrundlagen des ASTRA bzgl. Regelungslogik [6] sind folgende Ansätze für die Algorithmen zu berücksichtigen:

- GHGW mit Nutzung Einzelfahrzeugdaten
- GW Stauerkennung Kriterium Belegung in Analogie zur MARZ

¹³ Es sind Systeme zu bevorzugen, welche keinen Eingriff in bestehende Bauten bedingen (z.B. Fräsen von Schlaufen)

¹⁴ Für eine zuverlässige GHGW im Bereich der Spurreduktionen (AS Reichenau Fahrtrichtung Bellinzona bzw. Südportal Tunnel Isla Bella Fahrtrichtung Sargans) sind Erfassungsquerschnitte im jeweils stromabwärts gelegenen einstreifigen Bereich vorzusehen. Die Zweckmässigkeit der Ausrüstung auch von Ein- und Ausfahrten ist auf der folgenden Projektstufe zu prüfen.

7.4 Videokameras

Für die Verkehrsbeobachtung sind an neuralgischen Stellen Kameras vorzusehen.

Die Vorgaben bzgl. Anordnung und Technologie der vorzusehenden Kameras müssen auf der folgenden Projektstufe zusammen mit den Verantwortlichen von Unterhalt und Betrieb (GE V, KAPO, VMZ) detailliert werden.

7.5 Enforcement

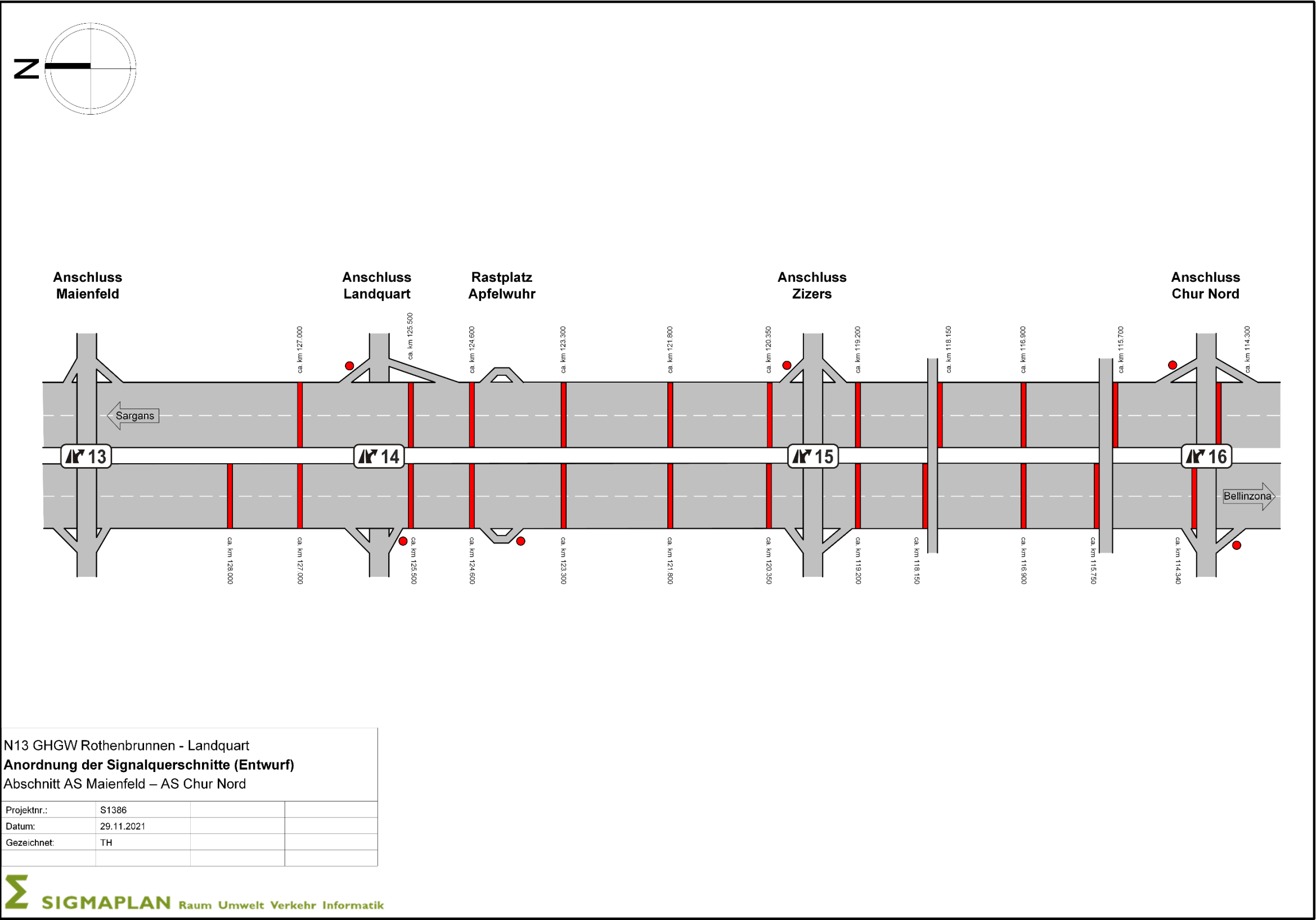
GHGW-Anlagen sind mit Enforcement-Systemen auszurüsten; nur so kann eine optimale Einhaltung der Geschwindigkeiten in damit die verkehrliche Wirkung erzielt werden. Gemäss ASTRA sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Geschwindigkeitsmessanlagen (GMA) werden durch die Filialen und in Zusammenarbeit mit der KAPO geplant und realisiert, durch die GE betrieben und unterhalten sowie die Bus-sengelder durch die KAPO eingenommen.
- Es existieren für die Schweiz keine abgestimmten und standardisierten Rahmenbedingungen und Kriterien und keine technischen Standards, nach denen GMA geplant und festgelegt werden können.

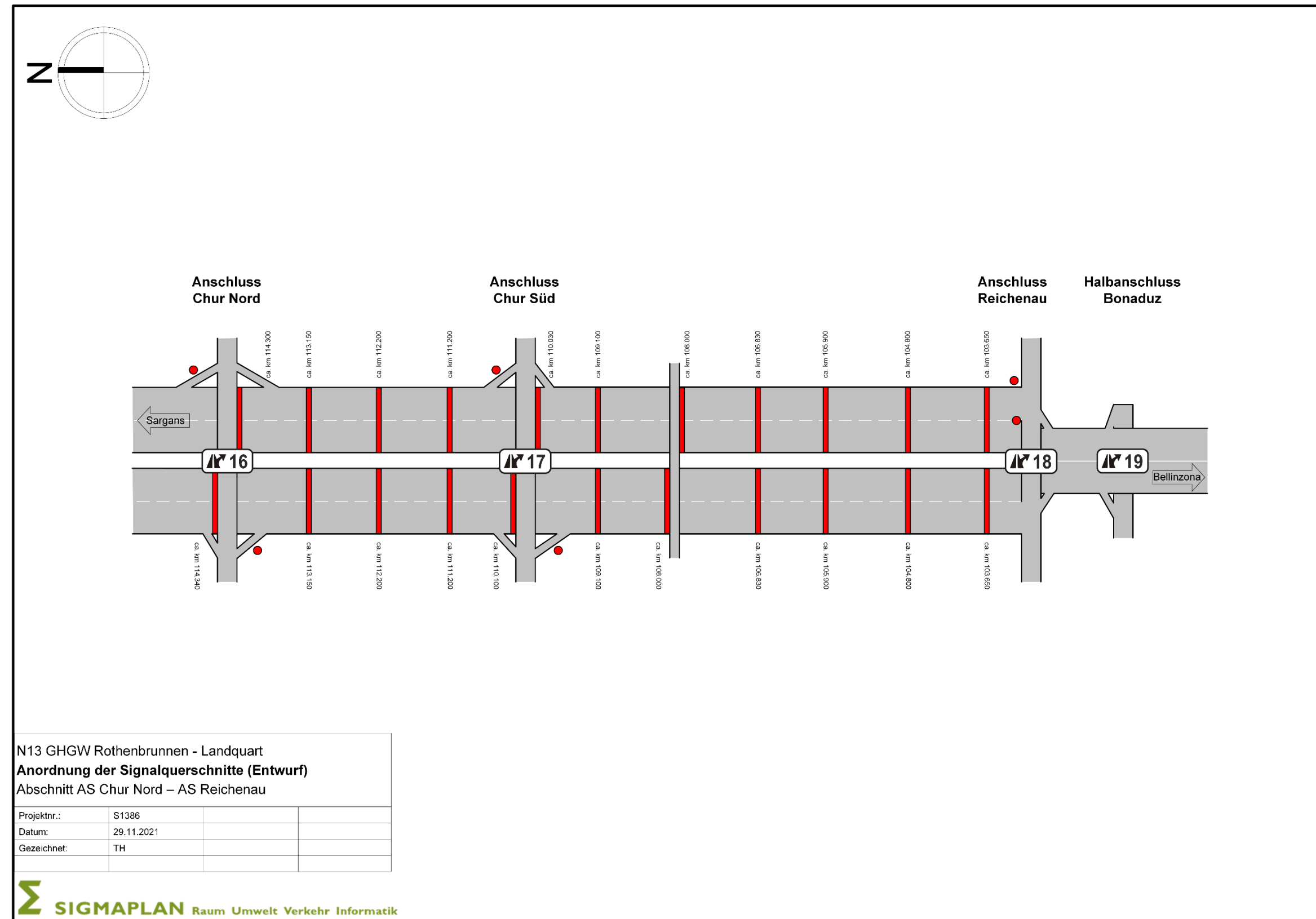
Für die Umsetzung einer GMA gilt daher das Best-Practice-Prinzip. Dabei darf die erfolgte Realisierung bei der GHGW Muri-Thun [7] als Pilotprojekt gelten und ist daher eine wichtige Referenz.

Die Vorgaben bzgl. Anordnung und Technologie der vorzusehenden GMA muss auf der folgenden Projektstufe zusammen mit der KAPO detailliert werden.

Anhang 1.1: Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt AS Maienfeld - AS Chur Nord



Anhang 1.2: Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt AS Chur Nord - AS Reichenau



Anhang 1.3: **Anordnung der Signalquerschnitte, Abschnitt Südportal Tunnel Isla Bella - AS Thusis Nord**

