



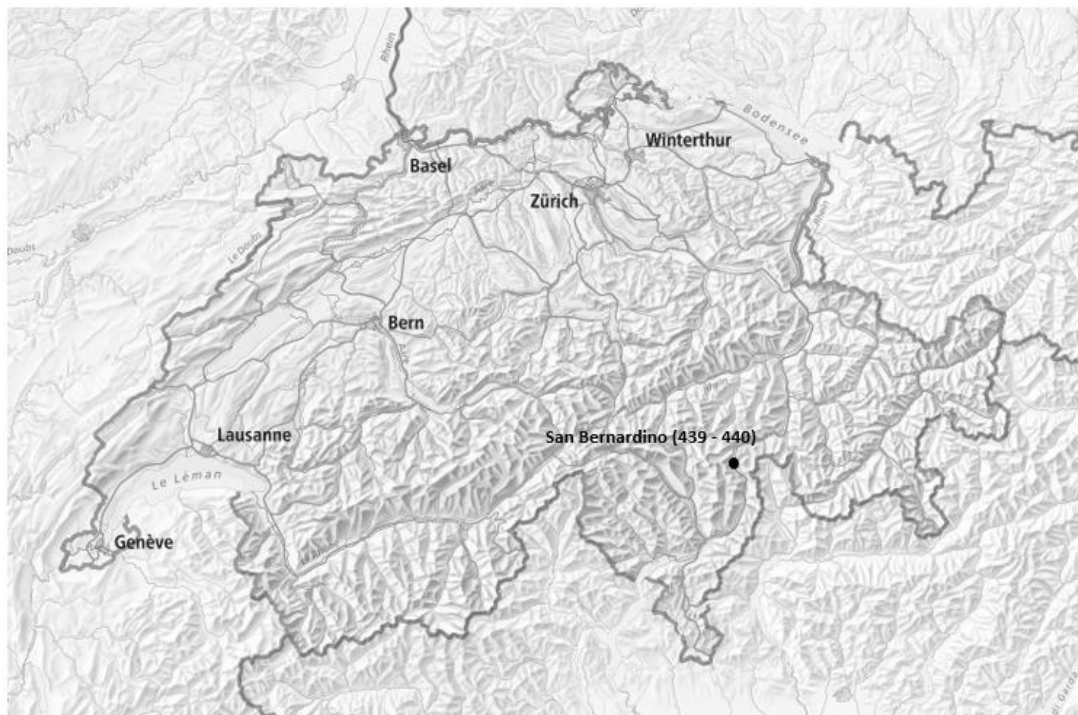
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

San Bernardino - 2018

Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten



Impressum

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVEK**

Bundesamt für Strassen ASTRA

Abteilung Strassennetze

Verkehr & Innovation Management

Überwachung des Strassenverkehrs

Dokument

Dokument WIM_2018_439_440

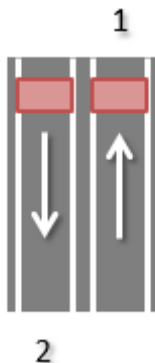
Version 1

Erschaffen am 31.05.2019 – MAF

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
1	Datenblatt.....	4
2	Integrität der Daten	5
3	Statistikbearbeitung.....	6
3.1	Jährliche Stundenaufteilung	6
3.2	Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)	7
3.3	Tägliche Stundenverteilung.....	8
3.4	Fahrzeugerkennung	10
3.4.1	Nach Monat	10
3.4.2	Nach Anzahl Achsen	11
3.4.3	Nach Klasse SWISS10	11
3.4.4	Nach Gewichtskategorie	12
3.4.5	Dominierender Umriss	12
4	Vorlage nach Norm SN 640 320	13
4.1	Aufteilung zwischen den Fahrspuren	13
4.2	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen	13
4.3	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien.....	13
4.4	Mittlerer Äquivalenzfaktor.....	14
4.5	Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324.....	14
4.6	Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates	14
5	Charakteristik der Lastwagen	15
5.1	Charakteristik der Lastwagen-Kategorien.....	15
5.2	Globale Charakteristik der Proben	19
6	Vorlage nach Norm SIA 261	21
6.1	Vorlage der Last 1 nach SIA 261	21
6.1.1	Konzentrierte Last Q	21
6.1.2	Verteilte Last q	21
7	Tendenz.....	22
7.1	Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung	22
7.2	Entwicklung der Erkennungen nach Monat	24
7.3	Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320	25
7.3.1	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse	25
7.3.2	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie	26
7.3.3	Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors	26
7.3.4	Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....	26
7.4	Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261	27
7.4.1	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....	27
7.4.2	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....	28
8	Vertrauensebene	29
	Bibliografie.....	30

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
San Bernardino	GR	A13	439 / 440	F5	V	2	2x1
Situation							
				Richtung 1 : 439 - Richtung Chur Richtung 2 : 440 - Richtung Bellinzona			
Speicherungen							
Art der Datei :			Tägliche Datei				
Format der Datei :			WIM_JAHRMONATTAG_NoASTRA.erweiterung				
Ausbau der Datei :			*.csv				
Filter Gewicht Fahrzeug :			-				
Einteilung SWISS :			SWISS10				

Datendatei	
Fehlende tägliche Dateien	
Potentieller Datenverlust	19.05.2018 – 23.05.2018 : mehrere Stopps 27.08.2018 – 09 : 12 bis 12 : 35 22.10.2018 – 12 : 03 bis 12 : 59
<i>Besondere Ereignis</i>	
<i>Entscheide</i>	
<i>Verknüpfung</i>	
Name der Datei :	2018_439_concat.log ; 2018_440_concat.log ;
Anzahl Speicherungen :	1'289'729 (439) ; 1'280'957 (440)
Anzahl effektiver Tage :	359.8 (439) ; 359.8 (440)

2 Integrität der Daten

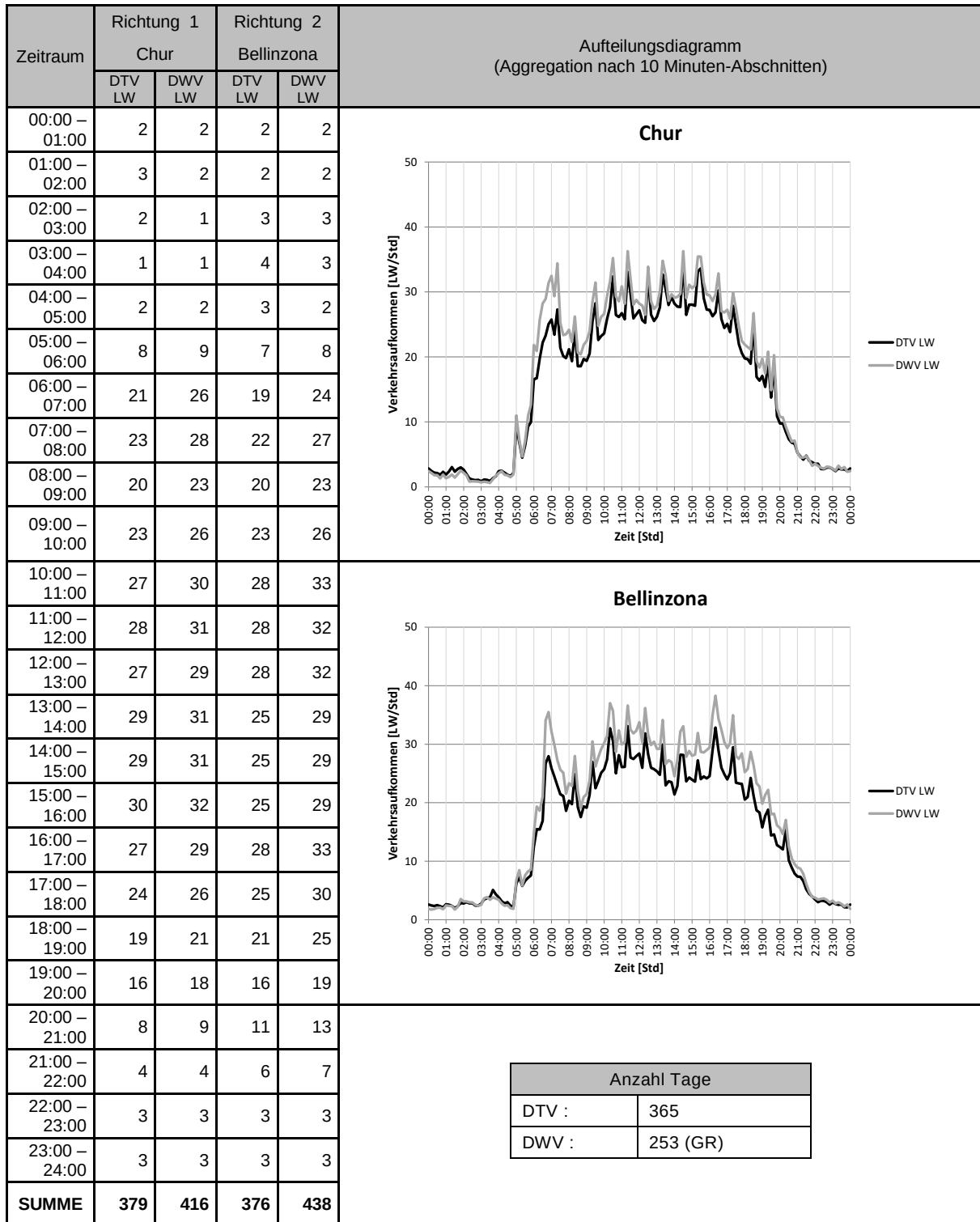
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (2'291'085 Einträge).
2)	142'609 Einträge Richtung D1. 136'992 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (262 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (6'715 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (365 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (114 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (842 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2018_439_440_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss .
5)	-
6)	Ausschluss .
7)	Ausschluss .
8)	Ausschluss .
9)	Ausschluss .
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2018_439_440.log
Anzahl Einträge :	271'303
Name der Ausschlussdatei :	2018_439_440_exclus.log
Anzahl Einträge :	8'298

Auf einer Gesamtmenge von 2'579'686 Einträgen, wurden 2'291'085 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 8'298 Einträge (2.88%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

3 Statistikbearbeitung

3.1 Jährliche Stundenaufteilung



Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

3.2 Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)

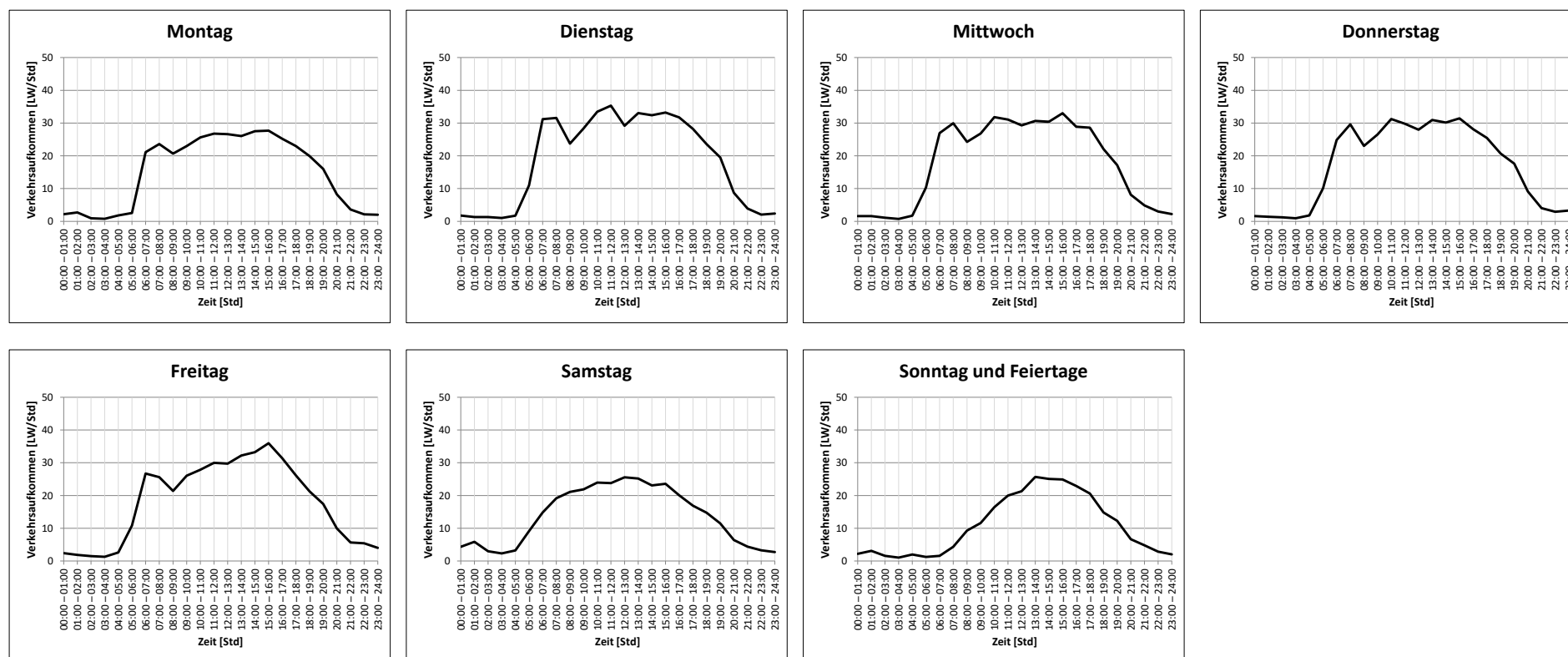
Zeitraum	Richtung 1		Richtung 2		Aufteilungsdiagramm (Aggregation nach 10 Minuten-Abschnitten)				
	Chur		Bellinzona						
	DTV HV	DWV HV	DTV HV	DWV HV					
00:00 – 01:00	1	1	1	1	Chur				
01:00 – 02:00	2	1	1	2					
02:00 – 03:00	1	1	2	2					
03:00 – 04:00	1	1	3	3					
04:00 – 05:00	2	1	2	2					
05:00 – 06:00	7	8	5	6					
06:00 – 07:00	18	23	16	21					
07:00 – 08:00	19	24	18	22					
08:00 – 09:00	16	18	15	17					
09:00 – 10:00	18	21	16	21					
10:00 – 11:00	19	23	20	25	Bellinzona				
11:00 – 12:00	17	21	19	24					
12:00 – 13:00	14	18	19	24					
13:00 – 14:00	166	20	16	21					
14:00 – 15:00	17	21	16	21					
15:00 – 16:00	19	23	17	21					
16:00 – 17:00	17	21	20	26					
17:00 – 18:00	15	19	18	23					
18:00 – 19:00	12	16	15	19					
19:00 – 20:00	11	13	11	14					
20:00 – 21:00	4	5	7	9	Anzahl Tage <table><tr><td>DTV :</td><td>365</td></tr><tr><td>DWV :</td><td>253 (GR)</td></tr></table>	DTV :	365	DWV :	253 (GR)
DTV :	365								
DWV :	253 (GR)								
21:00 – 22:00	2	2	3	3					
22:00 – 23:00	1	1	1	1					
23:00 – 24:00	1	1	1	1					
SUMME	247	302	259	329					

Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

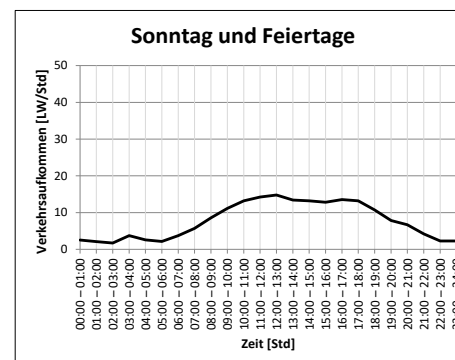
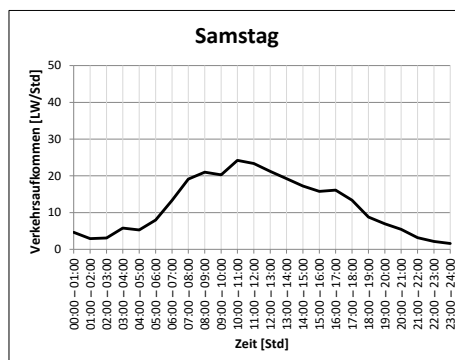
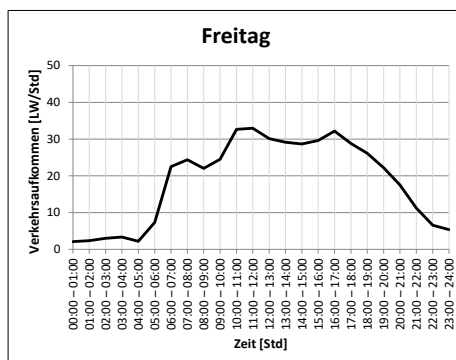
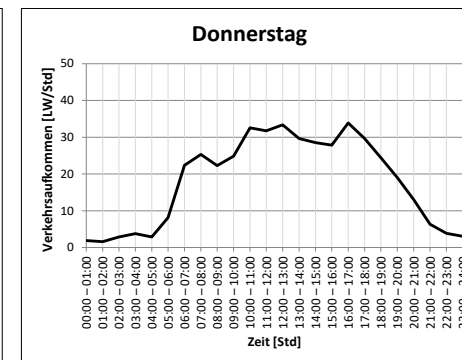
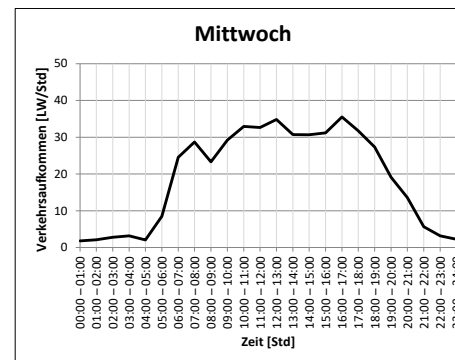
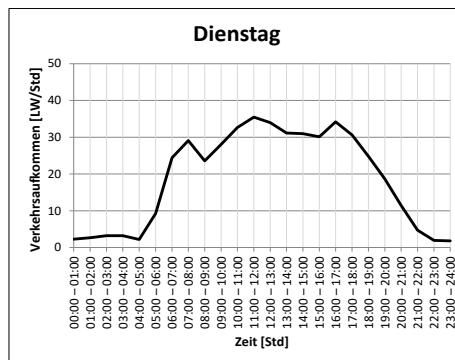
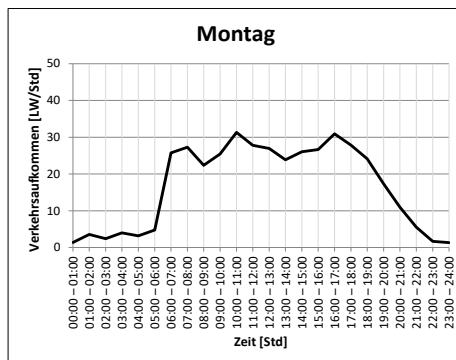
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (GR)	50	51	50	51	51	52	60

Richtung 1 : Chur (Aggregation nach Stunde)



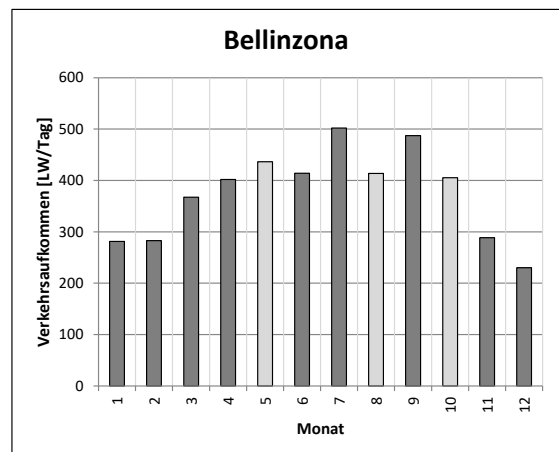
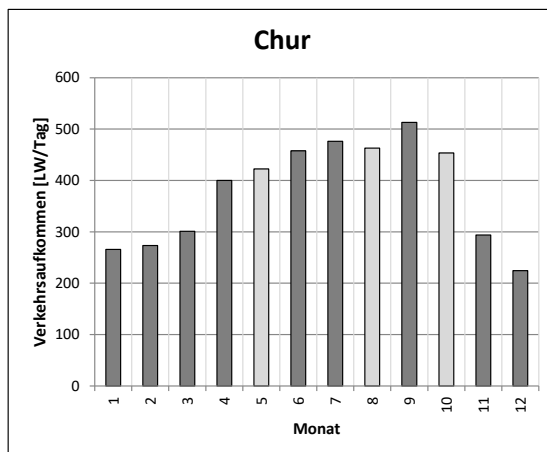
Richtung 2 : Bellinzona (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

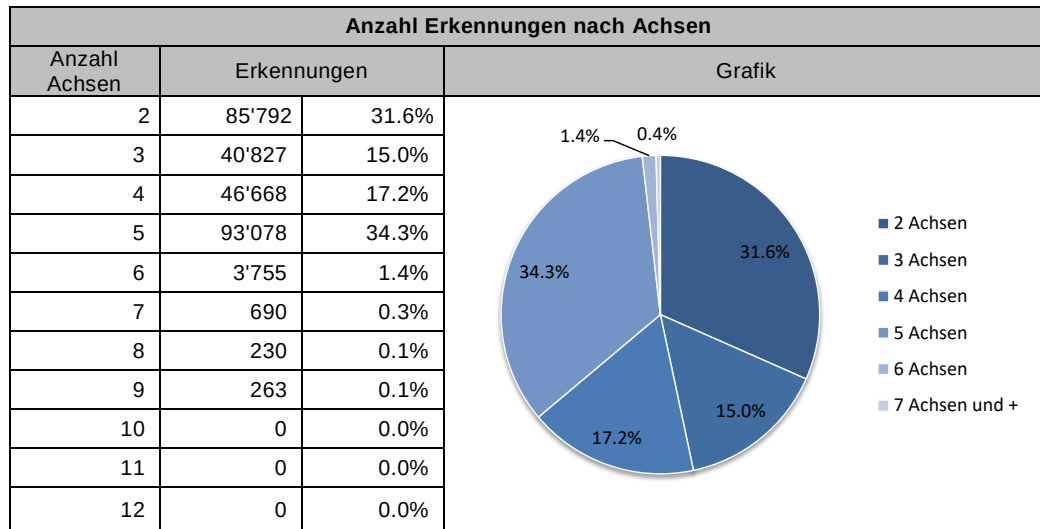
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona
Januar	8'242	8'721
Februar	7'651	7'922
März	9'327	11'393
April	12'006	12'054
Mai	10'979	11'345
Juni	13'735	12'420
Juli	14'759	15'560
August	14'305	12'780
September	15'393	14'616
Oktober	14'012	12'526
November	8'815	8'654
Dezember	6'957	7'130



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). Mai, August und Oktober : Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

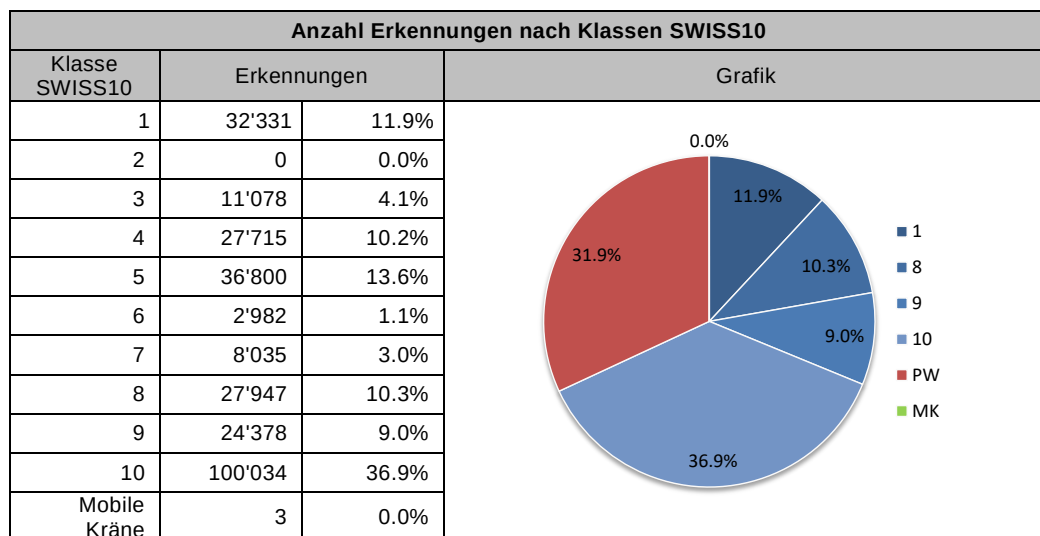
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

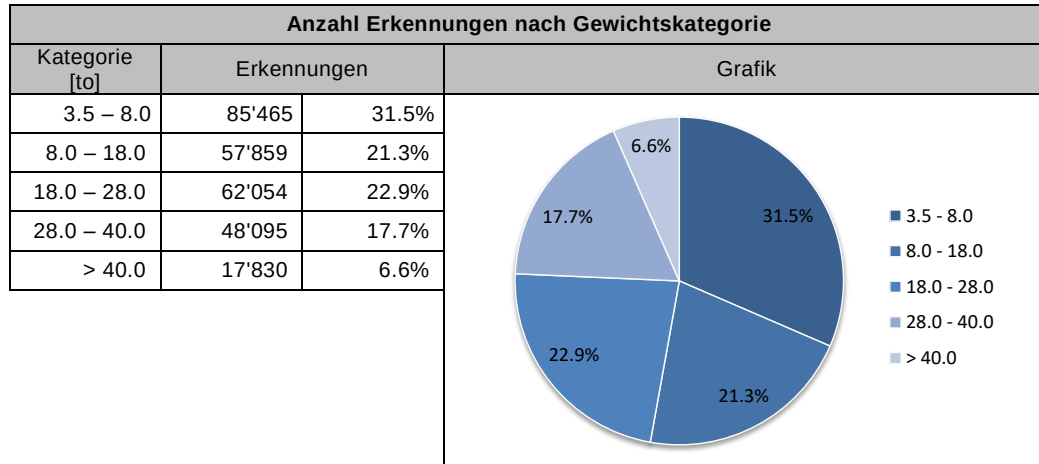
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

Erfassung der Klassen nach Schema «Swiss 10 »	Erfassung für die Schweizerische Strassenverkehrszählung (SSVZ)	Erfassung für das Verkehrsmanagement
2 : Motorrad	2 : Motorrad	1 : PW-ähnliche Fahrzeuge (Fahrzeuge < 3.5 t)
3 : Personenwagen	3 : Personenwagen	
4 : Personenwagen mit Anhänger		
5 : Lieferwagen	4 : Lieferwagen	
6 : Lieferwagen mit Anhänger		
7 : Lieferwagen mit Auflieger		
1 : Bus, Car	1 : Bus, Car	2 : LKW-ähnliche Fahrzeuge (Fahrzeuge > 3.5 t)
8 : Lastkraftwagen	5 : Lastkraftwagen	
9 : Lastenzug	6 : Lastenzug + Sattelzug	
10 : Sattelzug		



Wir stellen fest, dass 86'610 Einträge (Klasse 2 bis 7, 31.9%) der Kategorie der leichten Fahrzeuge untergeordnet wurden, diese jedoch, deren Einträge nach, unter den schweren Fahrzeugen eingeordnet werden sollten.

3.4.4 Nach Gewichtskategorie



3.4.5 Dominierender Umriss

Gemäss [6] : « Wird als dominierende Klasse des Lastwagenverkehrs beschrieben, jeder Umriss, dessen Anteil sich auf über 1% der gesamten Anzahl Lastwagen erhebt »

Dominierender Umriss					
Configuration	Umriss	SWISS10	Erkennungen		
S/S/Tr 0 - - - - 0 + - - - - 000		10	67'089	24.7%	
S/S Unschlüssig			36'467	13.3%	
S/S 0 - - - - 0		1	24'616	9.1%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - - 00		10	19'431	7.2%	
S/S/S Unschlüssig			17'414	6.4%	
S/S 0 - - - - 0		8	17'786	6.6%	
S/S/Ta Unschlüssig			11'927	4.4%	
S/S/Tr Unschlüssig			9'432	3.4%	
S/Ta Unschlüssig			7'872	2.9%	
S/Ta/S/S 0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	6'688	2.5%	
S/Ta 0 - - - - 00		1	6'206	2.3%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	5'354	2.0%	
S/S/S/S 0 - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	4'058	1.5%	
S/Ta 0 - - - - 00		8	3'947	1.5%	
S/Ta/Ta 0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	3'461	1.3%	
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/S/S 0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	1'731	0.6%	
S/S/S/S 0 - - - - 0 + - - - 0 - 0		10	1'038	0.4%	
S/S/S/Ta 0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	334	0.1%	
Ta/Tr 00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	228	0.1%	
Ta/Ta 00 - - - 00		8	38	0.0%	

Legende: S : Achse einfach, Ta : Achse doppelt, Tr : Achse dreifach

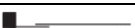
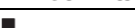
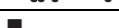
4 Vorlage nach Norm SN 640 320

Referenzdokument : [1] [2] [6] [12]

4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren			
Konfiguration	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Auf Basis von :
2x1 Spur	50.2%	49.8%	Anzahl Erkennungen
	50.7%	49.3%	Gesamtgewicht
	50.7%	49.3%	Äquivalente Verkehrslast total W

4.2 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Schwerverkehrsklassen						
Umriss	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011
	0.53	0.57	0.7	0.52	0.53	0.6
	1.10	1.02	1.4	1.48	1.31	2.1
	1.19	0.41	1.5	2.09	0.61	2.7
	2.42	1.93	1.9	5.65	4.25	3.0
	1.17	1.28	0.5	1.13	1.22	0.5
	2.58	1.94	1.7	2.61	1.92	1.8
	1.55	1.28	1.8	1.66	1.31	2.2
	2.95	2.59	2.0	3.88	3.30	2.2
	2.09	1.79	2.0	2.10	1.77	1.9
	2.51	3.42	1.7	2.76	3.95	1.6
	3.77	2.31	1.3	4.13	2.52	1.0
	1.97	2.04	2.5	2.44	2.46	2.6
	1.45	1.56	1.2	2.05	2.19	0.9
	2.38	2.69	0.7	2.54	2.88	0.6
	0.94	1.11	1.4	1.27	1.52	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011
1 : Bus, Car	2.08	2.36	2.3	2.27	2.59	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.64	0.68	0.9	0.71	0.72	1.0
9 : Lastenzug	2.14	2.25	1.9	2.54	2.63	2.0
10 : Sattelzug	2.66	2.21	1.7	3.42	2.74	2.0

4.4 Mittlerer Äquivalenzfaktor

Mittlerer Äquivalenzfaktor k für den Strassentyp / Anteil auf Datenprobe						
Daten	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011	Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.57	1.53	1.6	1.96	1.85	1.7
	99.0%	99.6%		99.0%	99.6%	
Kategorie	2.18	2.08		2.68	2.48	
	62.6%	62.1%		62.6%	62.1%	
Klasse	2.18	2.09		2.69	2.49	
	60.5%	60.3%		60.5%	60.3%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Chur

$$TF_0 = \frac{136'182 \text{ LW}}{359.8 \text{ Tage}} \cdot 1.57 = 593 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

Richtung 2 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{135'121 \text{ LW}}{359.8 \text{ Tage}} \cdot 1.53 = 576 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Chur

$$TF_0 = \frac{136'182 \text{ LW}}{359.8 \text{ Tage}} \cdot 1.96 = 743 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

Richtung 2 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{135'121 \text{ LW}}{359.8 \text{ Tage}} \cdot 1.85 = 695 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

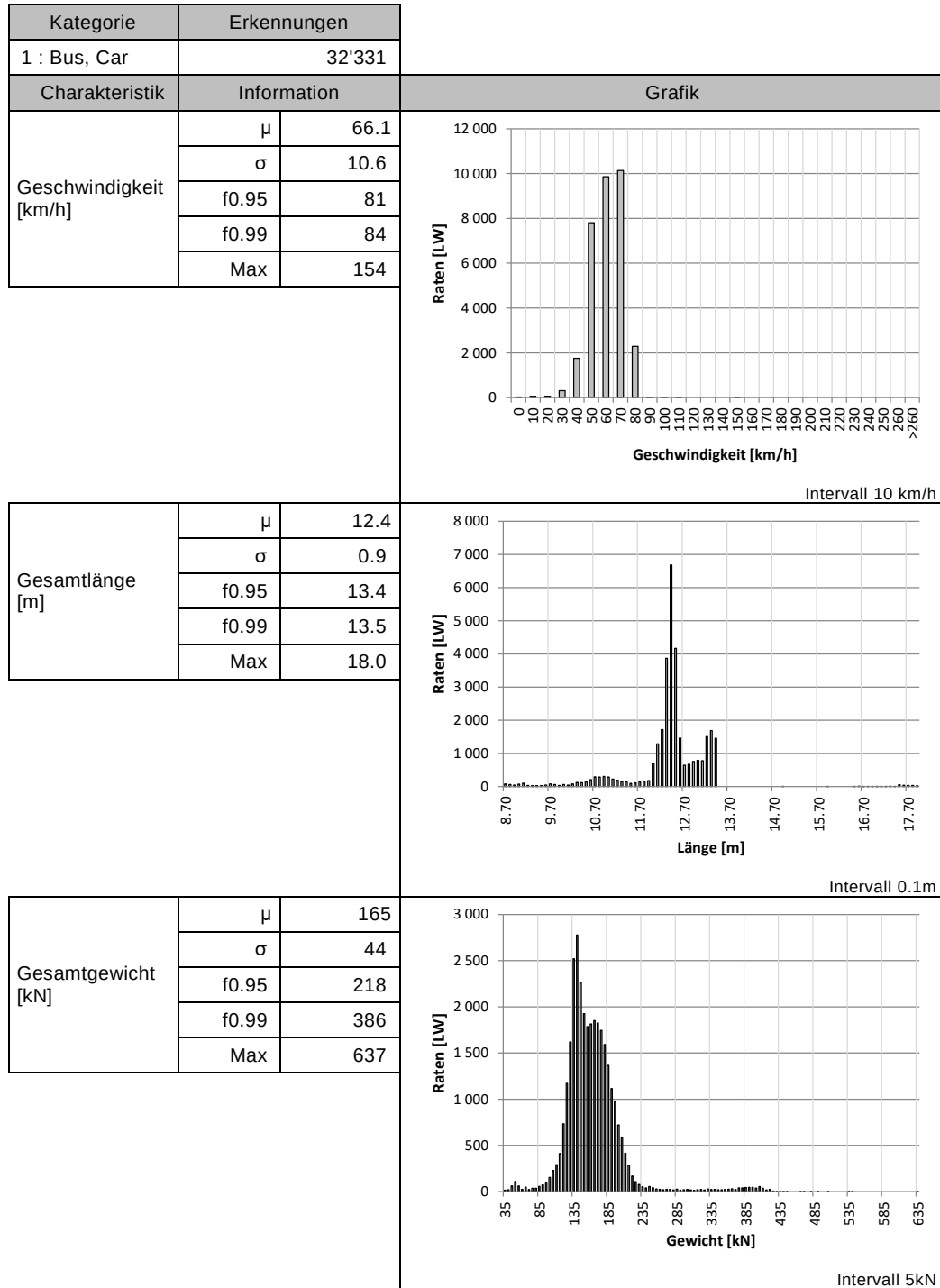
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

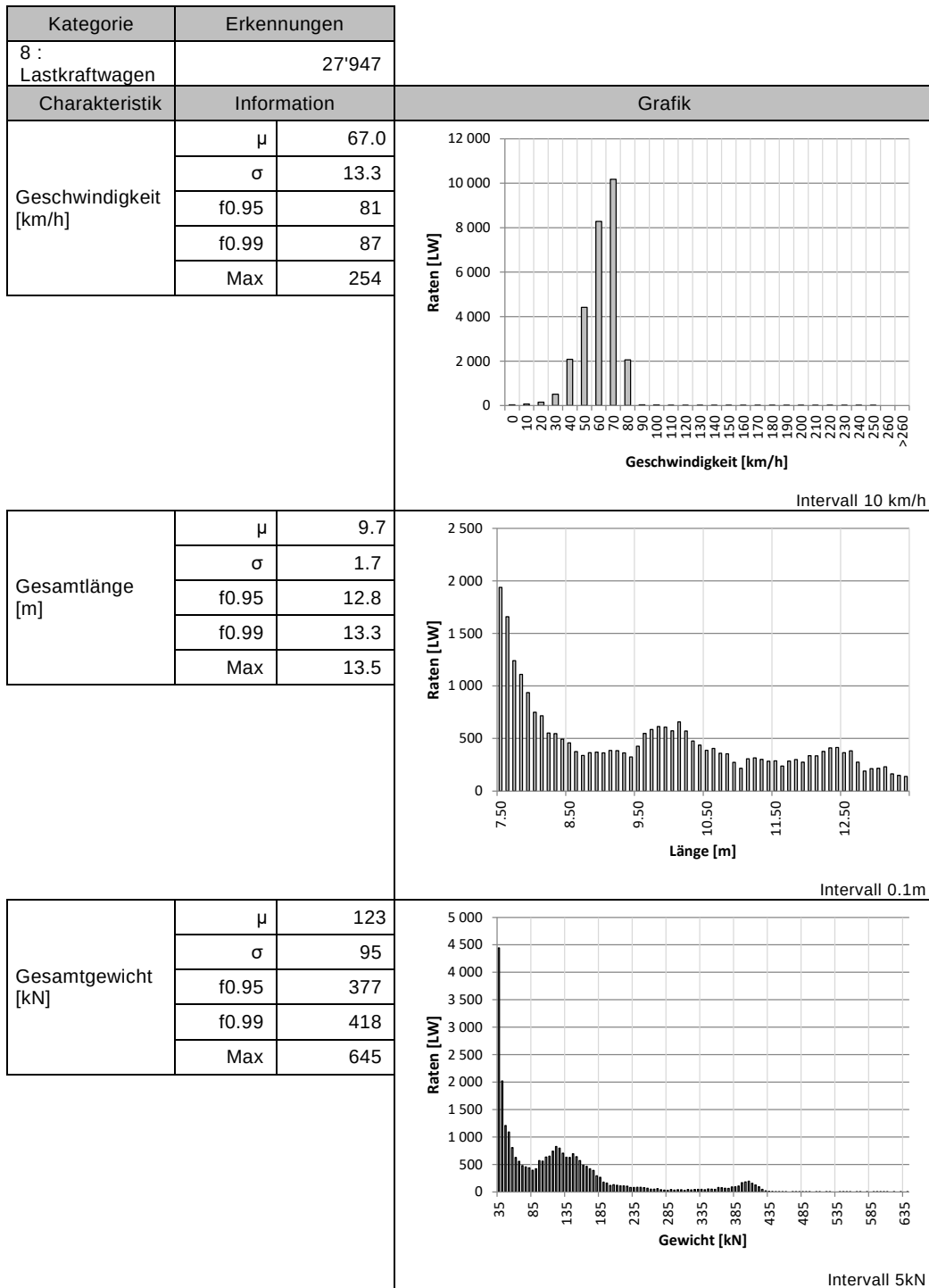
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Chur	Richtung 2 : Bellinzona	Auf Basis von :
-0.9%	0.5%	Anzahl Erkennungen
-1.3%	-0.7%	Gesamtgewicht
-3.0%	0.2%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

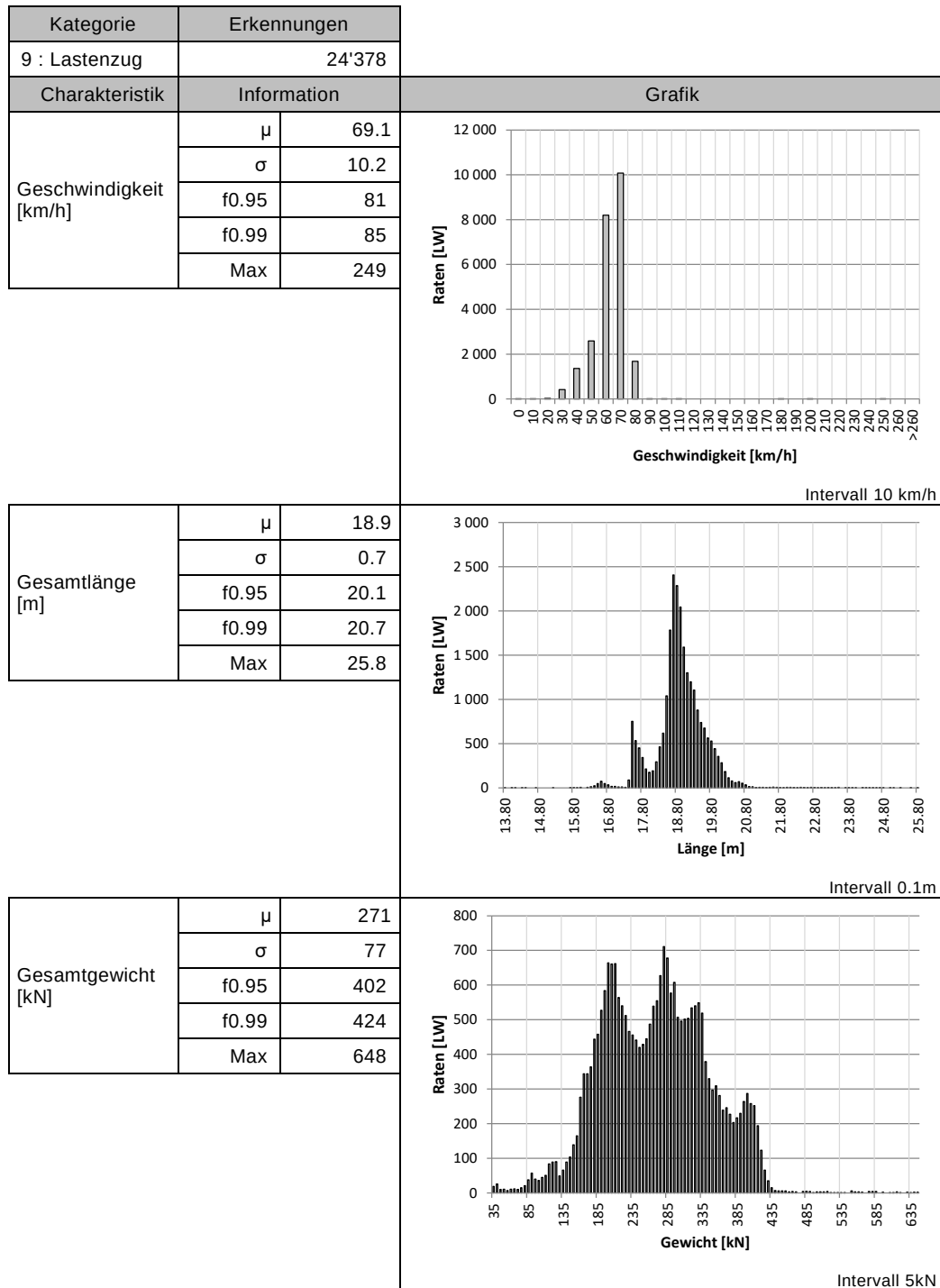
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2015 bis 2018.

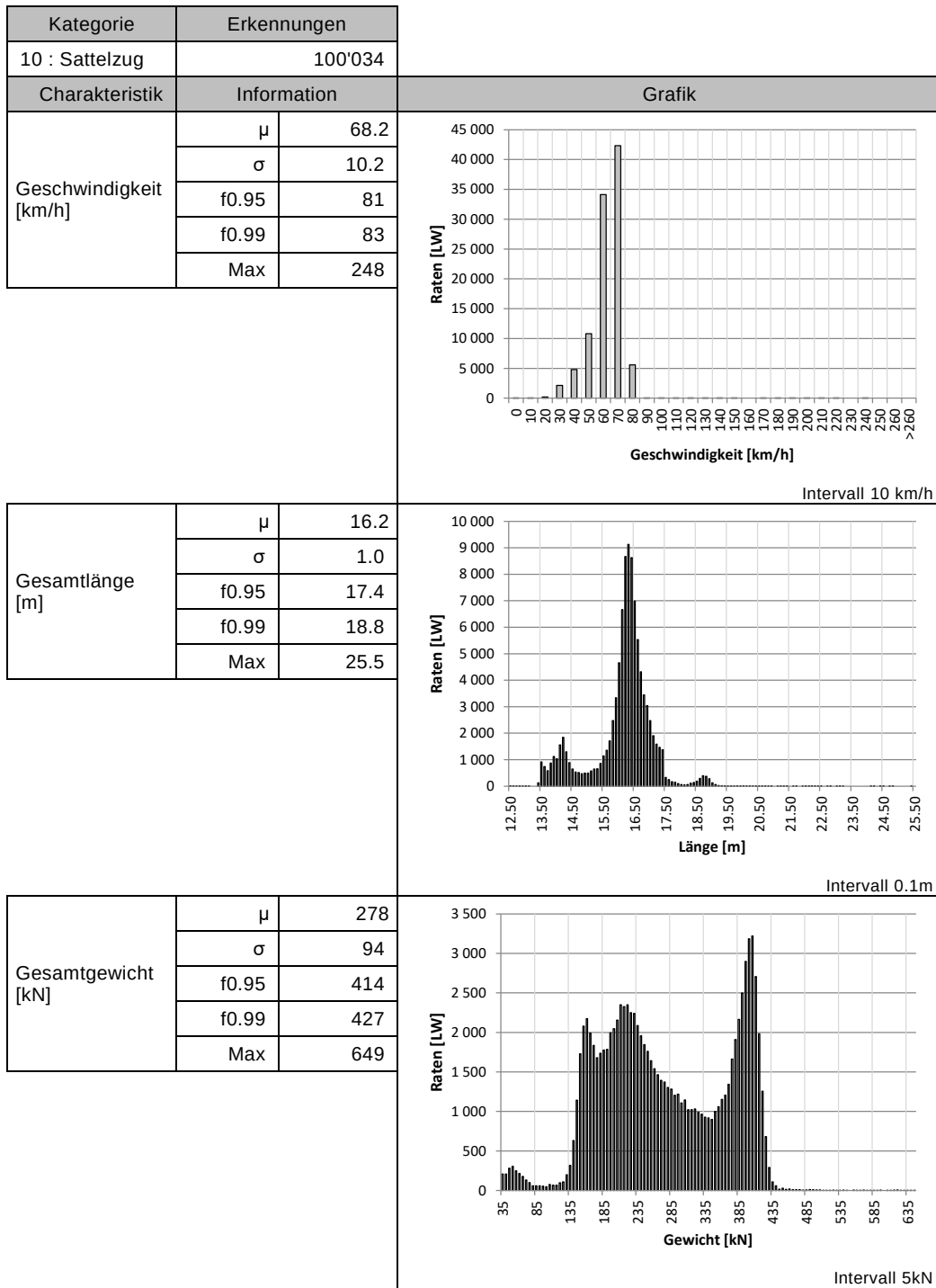
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



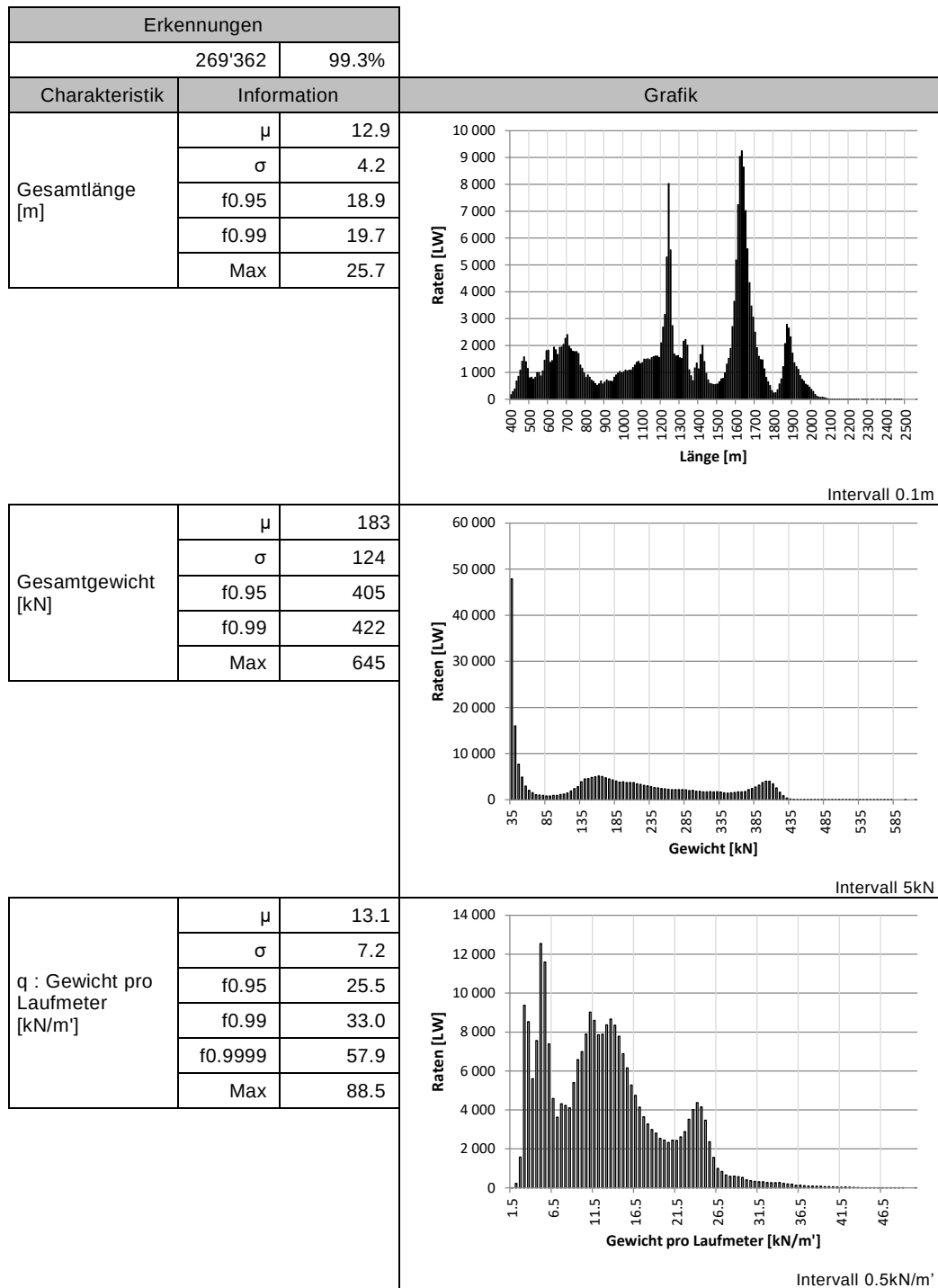


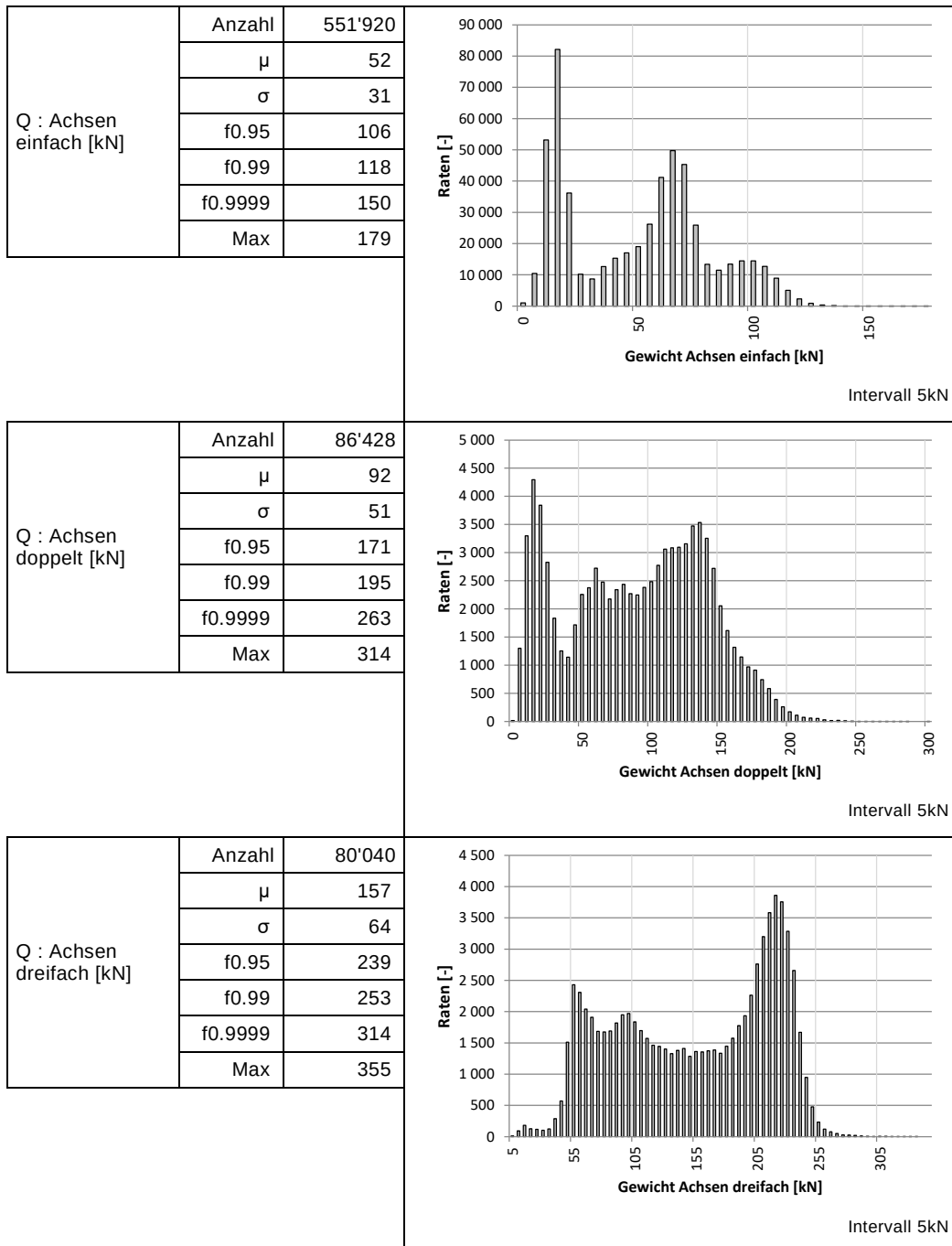




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



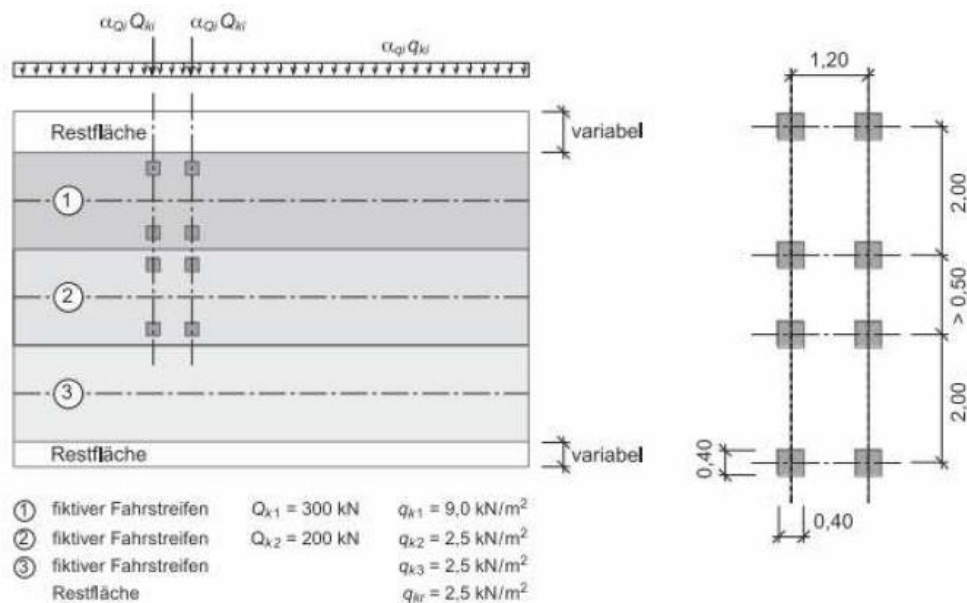


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.3% der gesamten Proben.

6.1 Vorlage der Last 1 nach SIA 261



6.1.1 Konzentrierte Last Q

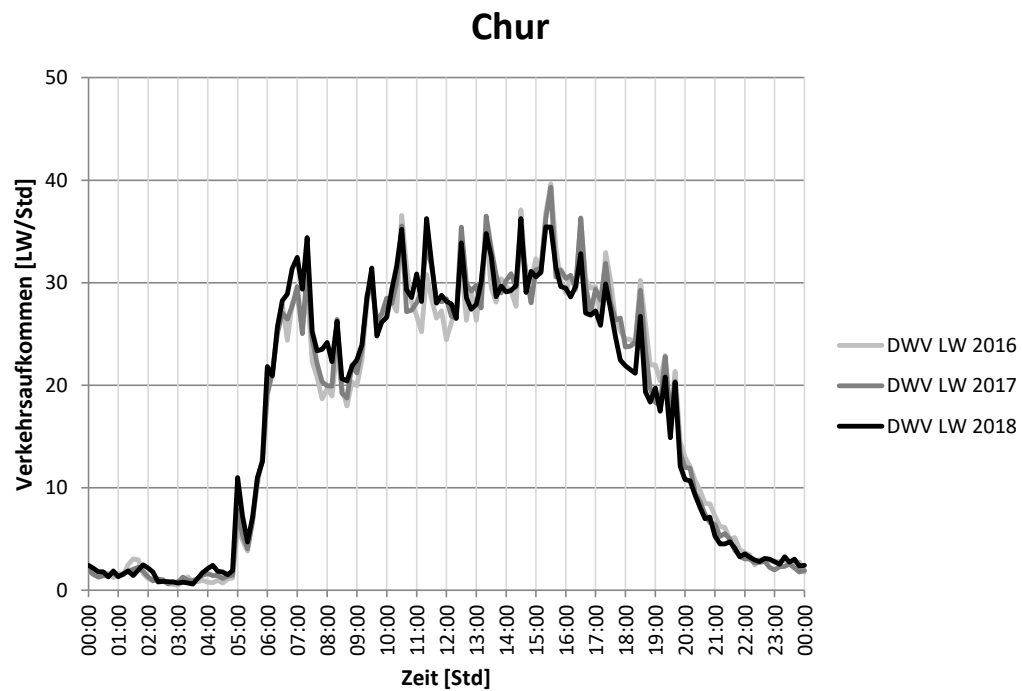
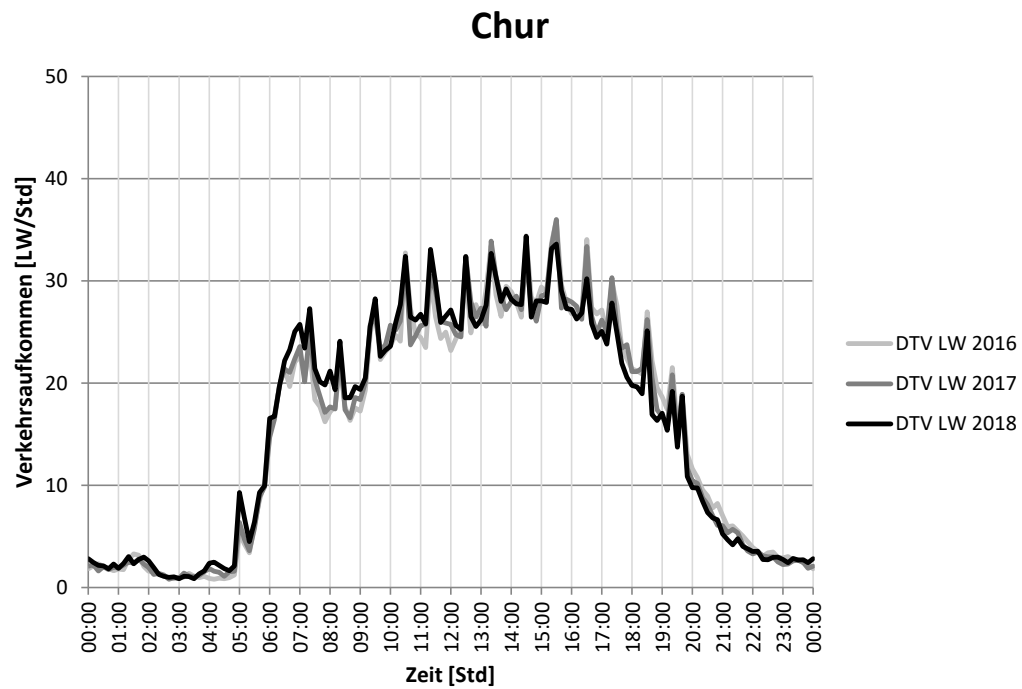
Konzentrierte Last Q					
Typ Achsen	Durchschnittslast [kN]	Durchschnittslast pro Achse [kN]	f0.95 [kN] (pro Achse)	f0.99 [kN] (pro Achse)	f0.9999 [kN] (pro Achse)
Einfach	52	52	106	118	150
Doppelt	92	46	171 (85)	195 (97)	263 (131)
Dreifach	157	52	239 (80)	253 (84)	314 (105)

6.1.2 Verteilte Last q

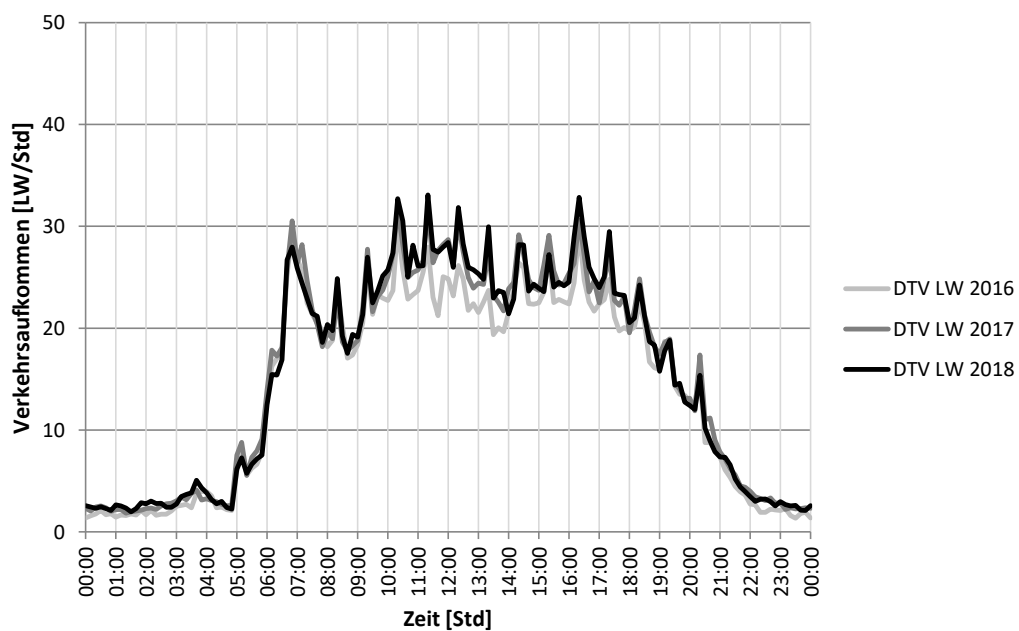
Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	13.1	25.5	33.0	57.9
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.4	8.5	11.0	19.3

7 Tendenz

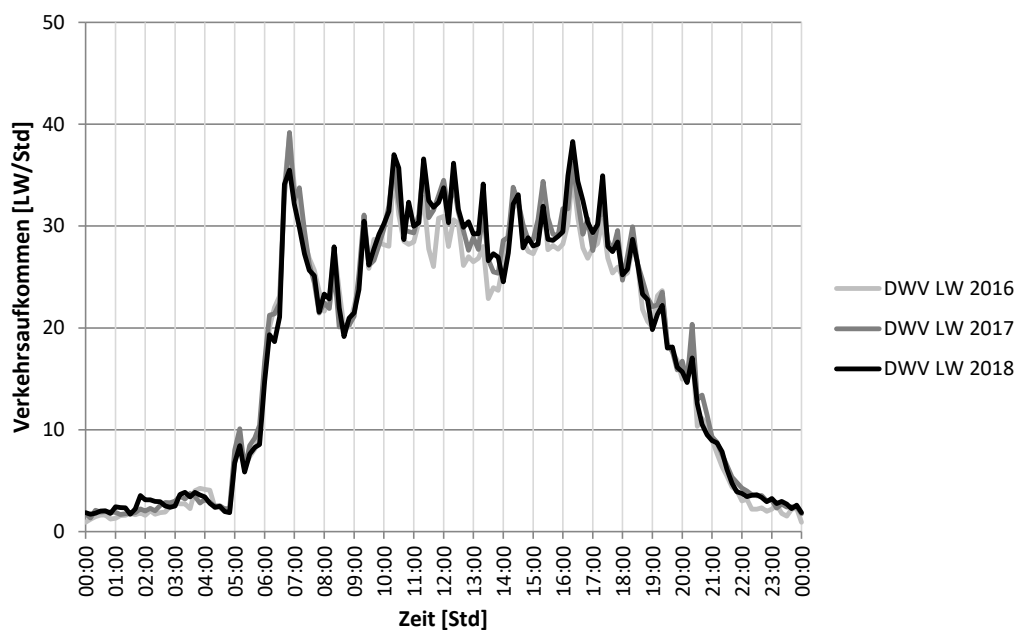
7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung



Bellinzona

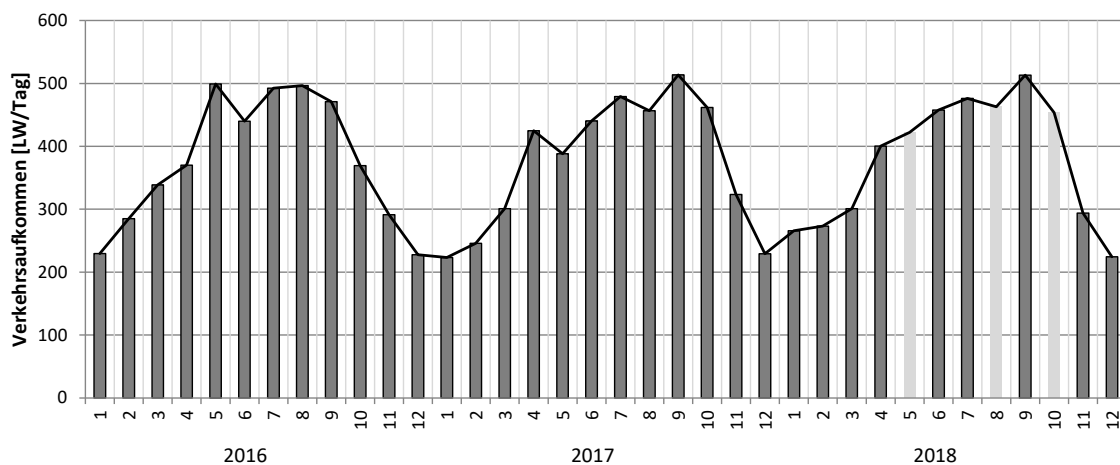


Bellinzona

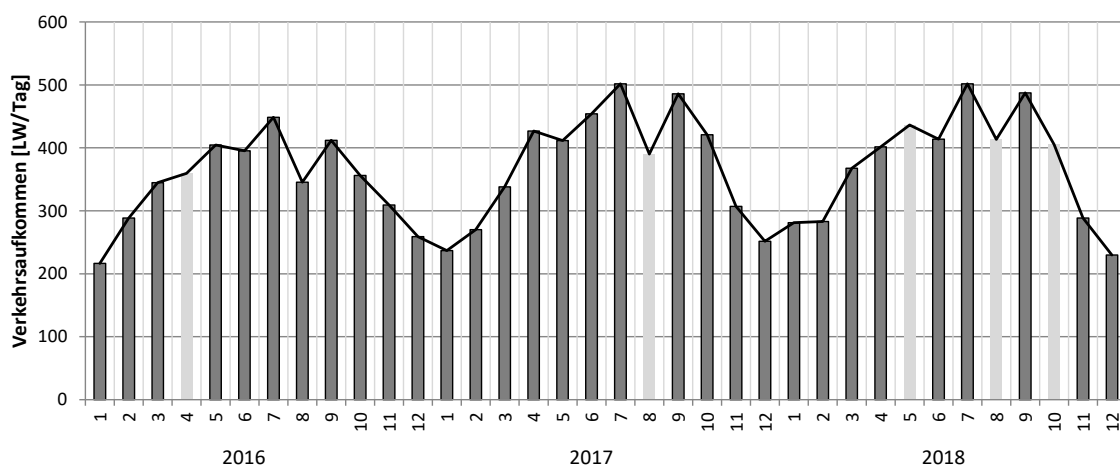


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Chur



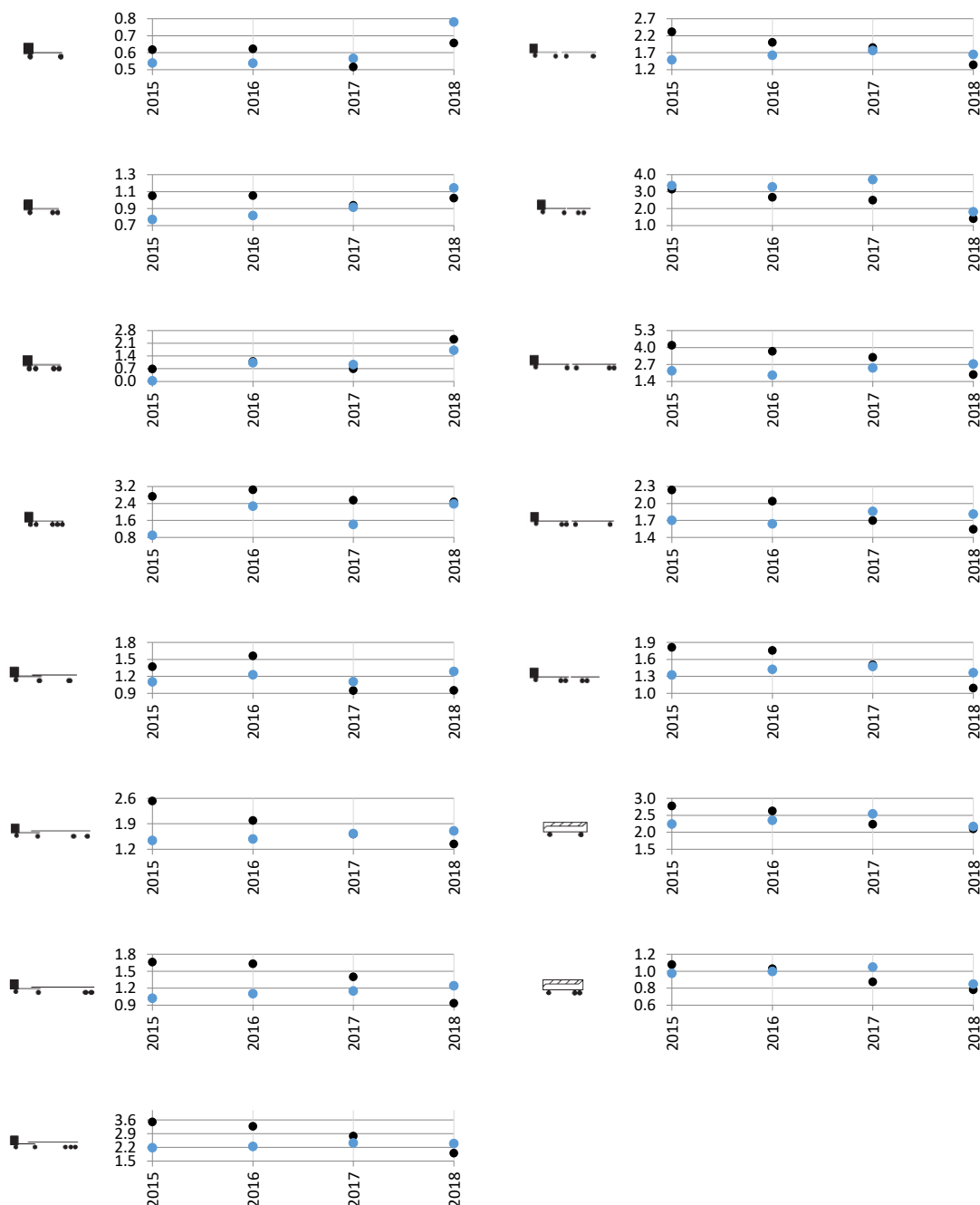
Bellinzona



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

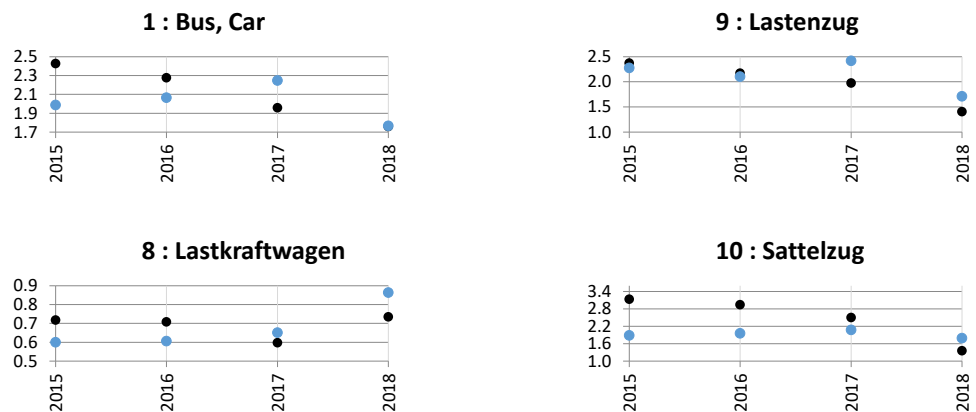
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



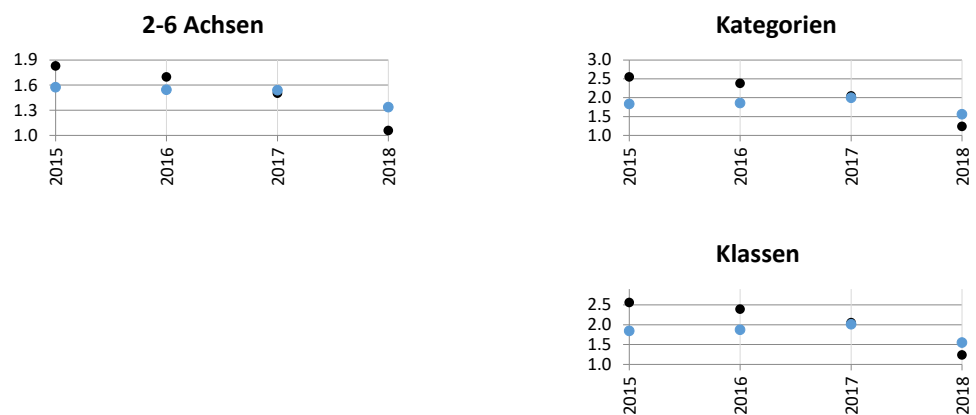
Schwarz : Richtung Chur ; Blau : Richtung Bellinzona.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



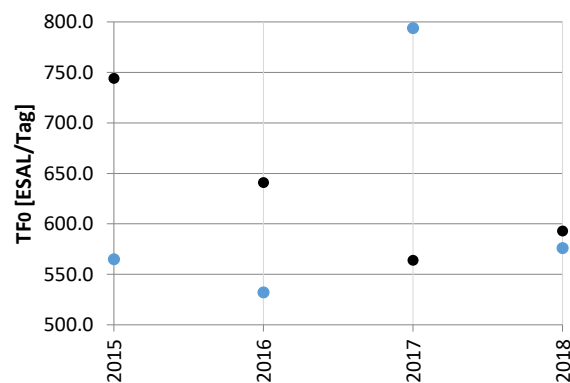
Schwarz : Richtung Chur ; Blau : Richtung Bellinzona.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Chur ; Blau : Richtung Bellinzona.

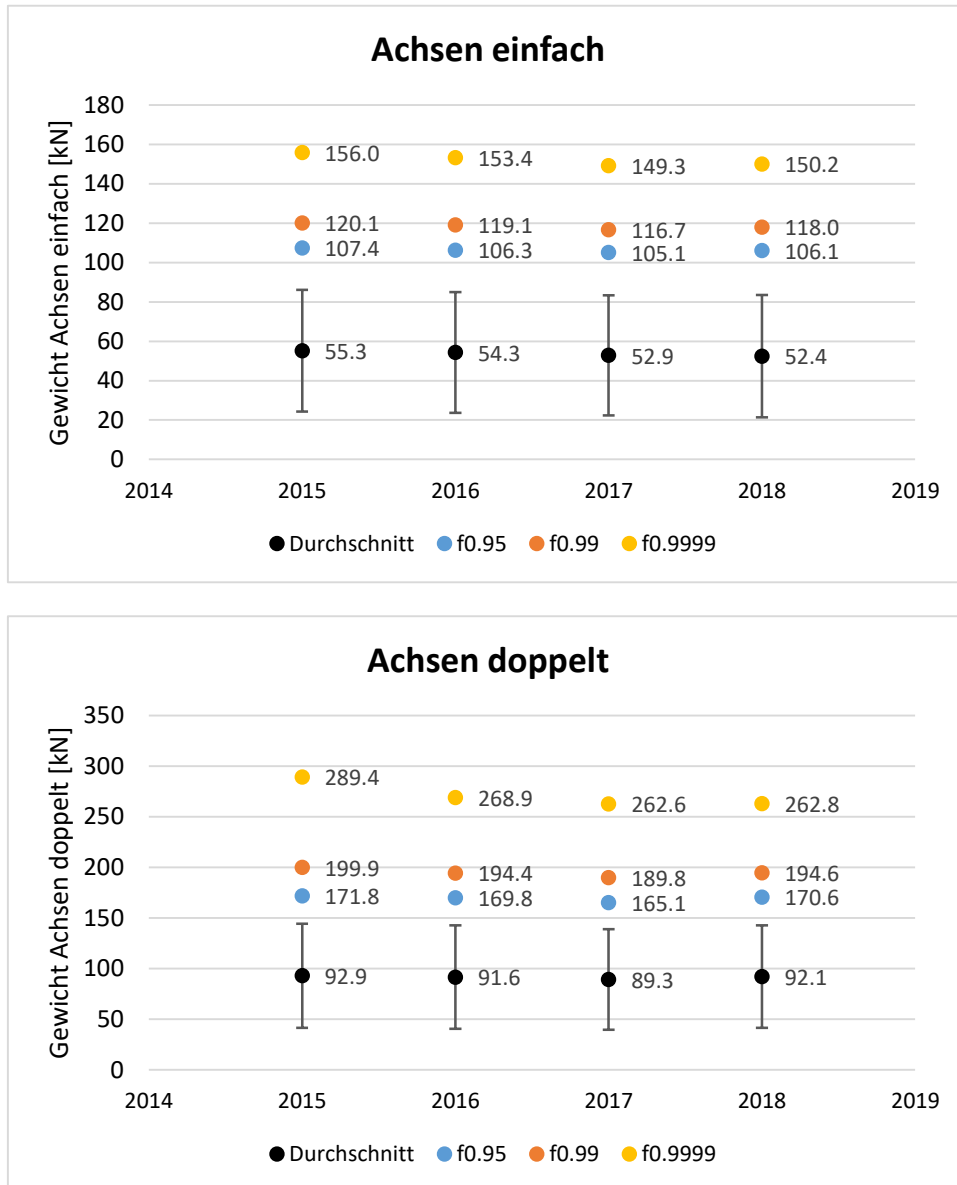
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

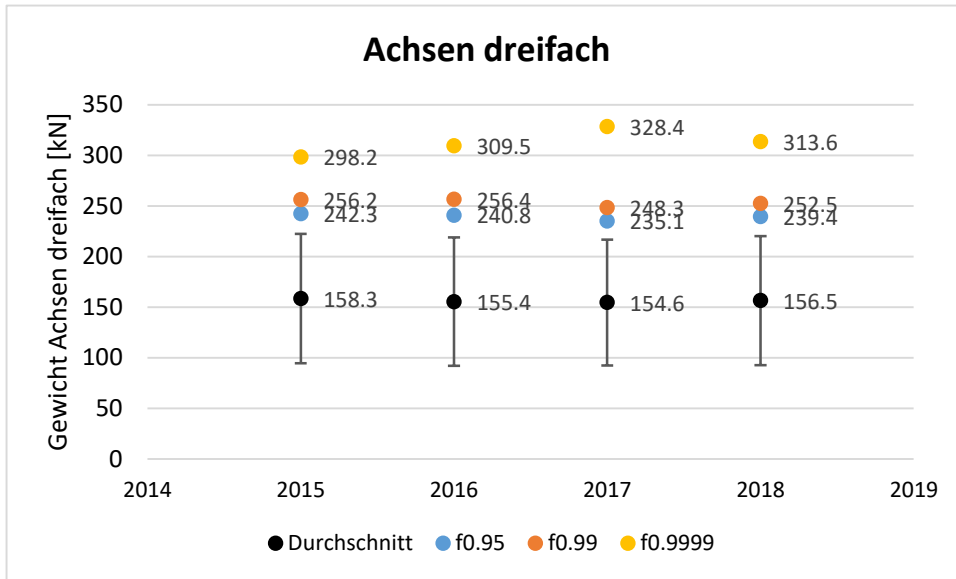


Schwarz : Richtung Chur ; Blau : Richtung Bellinzona.

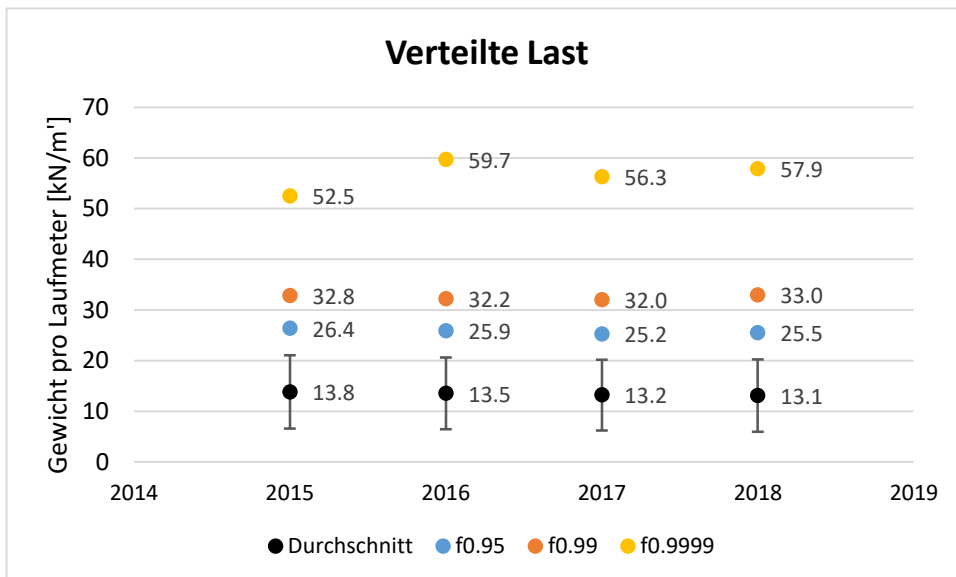
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

7.4.1 Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q





7.4.2 Entwicklung der Quantile der verteilten Last q



8 Vertrauensebene

Referenzdokument : [4] [6]

Vertrauensebene nach [6], Absolutwerte

Vertrauensebene	Maximale Änderung der Lasten	Änderung der Äquivalenzfaktoren
Sehr gut	0.8%	3%
Gut	2.0%	8%
Befriedigend	3.2%	13%
Schlecht	> 3.2%	> 13%

Vertrauensebene		
Eigenschaften	Kommentar	Farbcode
Datum der letzten Kalibrierung :	Richtung Chur : 14.09.2016 Richtung Bellinzona : 14.09.2016	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Chur : -1.07%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Bellinzona : -7.09%	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Chur : Nein Richtung Bellinzona : Ja	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Chur : Gut Richtung Bellinzona : Gut	
Datum der letzten Kalibrierung :	Richtung Chur : Ende 2016 – 2018 Richtung Bellinzona : Ende 2016 – 2018	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 5 / 5 Tage	
Ausgeschlossen :	2.88%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	In Ordnung	
Einordnung SWISS10, PW ≥ 3.5 to :	31.9%	
Inkohärente Umriss :	37.1% davon 36.0% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.1% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in den Daten der Station ist gut. Jedoch scheint die Präzision der Einteilung SWISS10 nicht genügend zu sein. Eine Überprüfung gemäss den erforderlichen Präzisionswerten [4] wird empfohlen.		

Farbcodelegende		
Farbcode	Legende	
	Kalibrierung	Daten und Übereinstimmung
	1 Jahr	Sehr gut
	2-3 Jahre	Gut
	4-5 Jahre	Befriedigend
	> 5 Jahre	Schlecht

Bibliografie

Normen

- [1] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (Août 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Trafic pondéral équivalent** », SN 640 320.
- [2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (Août 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Sol de fondation et chaussée** », SN 640 324.
- [3] Société suisse des ingénieurs et architectes SIA (2014), « **Actions sur les structures porteuses** », Norme SIA 261:2014.

Richtlinien

- [4] Office fédéral des routes OFROU (2009), « **Postes de comptage du trafic** », directive ASTRA 13012, édition 2009 V1.05.

Dokumentation

- [5] M.-A. Féart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (2017) « **Simulations de trafic intégrant la détermination d'indices de performance structurale. Partie 1 : Trafic** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche AGB 2010/003, Rapport n° 685*.
- [6] M.-A. Féart, M. Ould-Henia, M. Delaby (2017) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411, Rapport n° 1606*.
- [7] M.-A. Féart (2013) « **Modélisations de trafic – Denges (VD) – Ceneri (TI)** », *Technical report EPFL dans le cadre du projet de recherche AGB 2011/003 « Aktualisierte Bremskräfte zur Überprüfung von Strassenbrücken »*, LAVOC – EPFL.
- [8] Bressi S., Fürbringer J.-M., Féart M.-A., Dumont A.-G. (LAVOC / SB-SPH, EPFL) (2014) « **Global Sensitivity Analysis and Monte Carlo Analysis of Swiss design method applied to flexible pavements** », *Conférence EATA 2015*, Stockholm, Suède.
- [9] J. Martins, M.-A. Féart, G. Feltrin, A.-G. Dumont, K. Beyer (2015) « **Defining a braking probability to estimate extreme braking forces on road bridges** », *Conférence ICASP12 2015*, Vancouver, Canada.
- [10] J. Martins, M.-A. Féart, G. Feltrin, A.-G. Dumont, K. Beyer (2014) « **Deriving a load model for braking forces on road bridges: Comparison between a deterministic and a probabilistic approach** », *Istanbul Bridge Conference*, Istanbul, Turquie.
- [11] L. D'Angelo, Prof. A. Nussbaumer, M.-A. Féart, Prof. A.-G. Dumont (2013) « **Fatigue life assessment of existing motorway bridge** », *SEMC 2013*, Afrique du Sud.
- [12] AASHTO (1986 - 1998), « **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures** », American Association of State Highway and Transportation Officials.