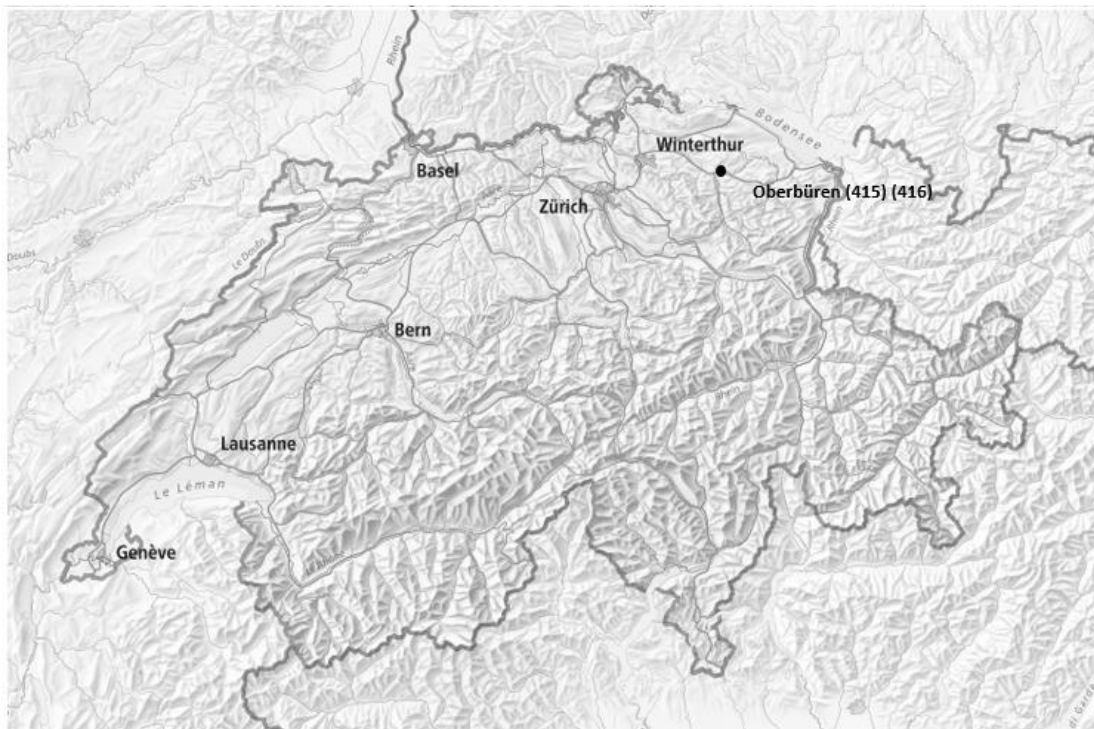




Oberbüren – 2020

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

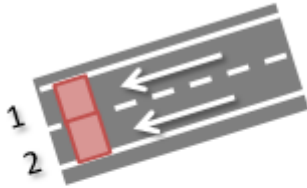

Dokument

Dokument WIM_2020_415_416
Version 1
Erschaffen am 19.03.2021 – 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
Oberbüren	SG	A2	415 / 416	F4	VI	2	2 + 2
Lage							
<p>416: Richtung Zürich</p>  <p>415: Richtung St. Gallen</p> 							
Speicherungen							
Art der Datei :		Tägliche Datei					
Format der Datei :		NoASTRAJAHRMONATTAG.erweiterung					
Ausbau der Datei :		*.V00, *.V01					
Filter Gewicht Fahrzeug :		> 2998 kg					
Einteilung SWISS :		SWISS10					
Datendatei							
Fehlende tägliche Dateien		01.01.2020 03.01.2020 (415) 05.01.2020 – 07.01.2020 (416) 08.01.2020 (415) 30.03.2020 (415) 13.04.2020 19.10.2020 – 09.12.2020 (415) 22.10.2020 – 26.10.2020 (416) 09.12.2020 (416) 14.12.2020 (415)					
Potentieller Datenverlust		27.10.2020 – 00 : 00 bis 16 : 28 (416) 10.12.2020 – 00 : 00 bis 08 : 21 (415)					
<i>Besondere Ereignis</i>							
<i>Entscheide</i>							
<i>Verknüpfung</i>							
Name der Datei :		2020_415_concat.log ; 2020_416_concat.log ;					
Anzahl Speicherungen :		820'809 (415) ; 844'689 (416)					
Anzahl effektiver Tage :		307.6 (415) ; 354.3 (416)					

2 Integrität der Daten

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

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (322'075 Einträge).
2)	656'530 Einträge Richtung D1 (415). 158 Einträge Richtung D2 (415). 686'526 Einträge Richtung D1 (416). 209 Einträge Richtung D2 (416).
3)	Gesamtlänge nichtig (226 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (9'735 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (6 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (6'018 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (1'595 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (258 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (561 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2020_415_416_u3500.log).
2)	Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2.
3)	Ausschluss.
4)	Ausschluss.
5)	Ausschluss.
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2020_415_416.log
Anzahl Einträge :	1'324'657
Name der Ausschlussdatei :	2020_415_416_exclus.log
Anzahl Einträge :	18'766

Auf einer Gesamtmenge von 1'665'498 Einträgen, wurden 322'075 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 18'766 Einträge (1.40%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

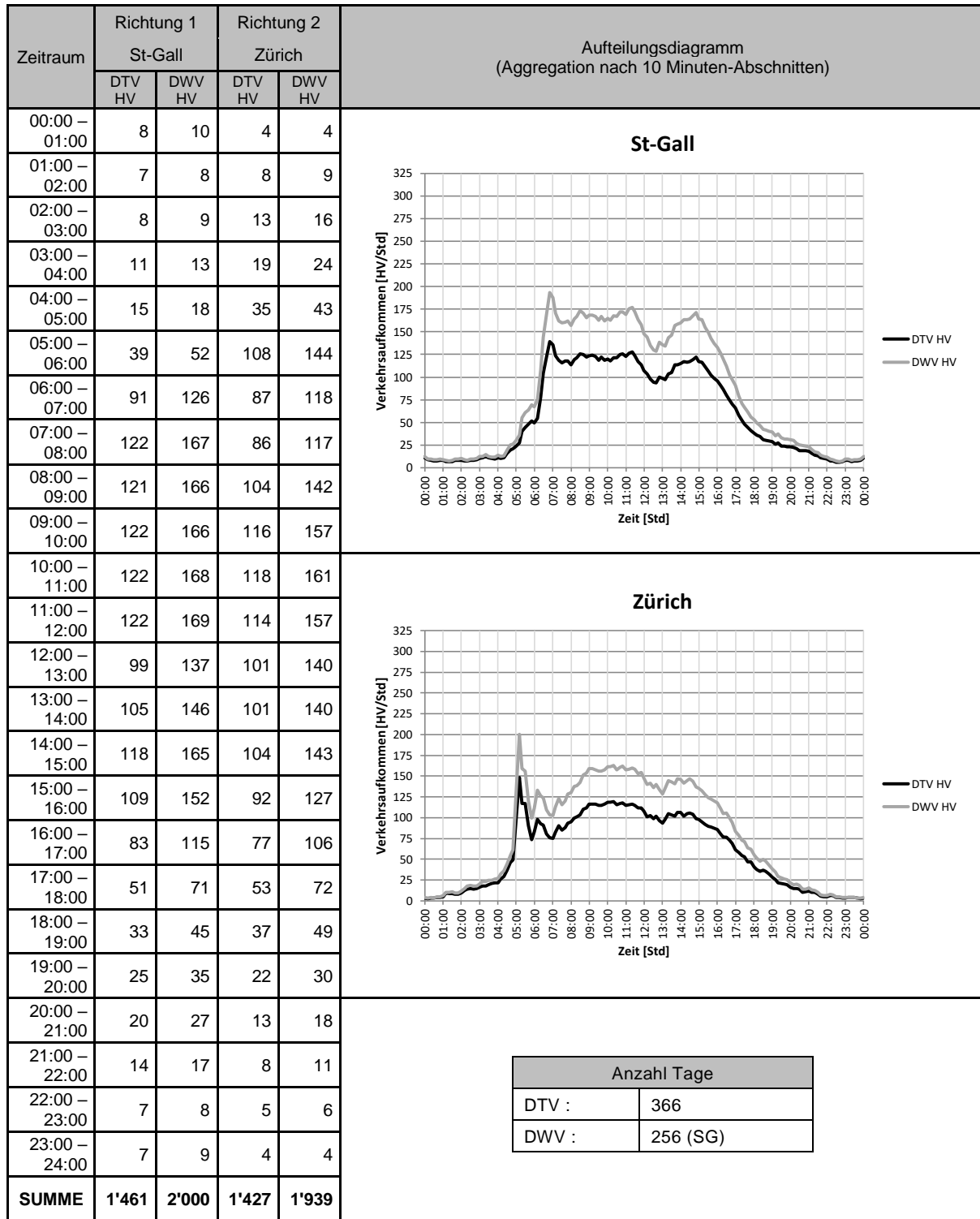
3 Statistikbearbeitung

3.1 Jährliche Stundenaufteilung

Tranche horaire	Richtung 1 St-Gall		Richtung 2 Zürich		Aufteilungsdiagramm (Aggregation nach 10 Minuten-Abschnitten)						
	DTV LW	DWV LW	DTV LW	DWV LW							
00:00 – 01:00	15	16	7	7	<div style="text-align: center;"> St-Gall </div>						
01:00 – 02:00	13	13	12	14							
02:00 – 03:00	12	13	16	19							
03:00 – 04:00	14	16	21	26							
04:00 – 05:00	19	24	40	49							
05:00 – 06:00	51	68	126	169							
06:00 – 07:00	121	166	119	161							
07:00 – 08:00	169	231	123	168							
08:00 – 09:00	169	230	135	185							
09:00 – 10:00	165	222	146	197							
10:00 – 11:00	166	221	152	204							
11:00 – 12:00	166	222	149	200							
12:00 – 13:00	139	184	132	177							
13:00 – 14:00	146	195	135	182							
14:00 – 15:00	164	222	140	189							
15:00 – 16:00	155	210	126	171							
16:00 – 17:00	129	173	109	146							
17:00 – 18:00	89	117	80	104							
18:00 – 19:00	59	76	57	73							
19:00 – 20:00	45	58	37	46							
20:00 – 21:00	35	42	23	28							
21:00 – 22:00	25	30	15	18							
22:00 – 23:00	16	18	9	10							
23:00 – 24:00	15	17	6	7							
SUMME	2'100	2'783	1'915	2'551	<div style="text-align: center;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Anzahl Tage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DTV :</td> <td>366</td> </tr> <tr> <td>DWV :</td> <td>256 (SG)</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Anzahl Tage		DTV :	366	DWV :	256 (SG)
Anzahl Tage											
DTV :	366										
DWV :	256 (SG)										

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

3.2 Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)

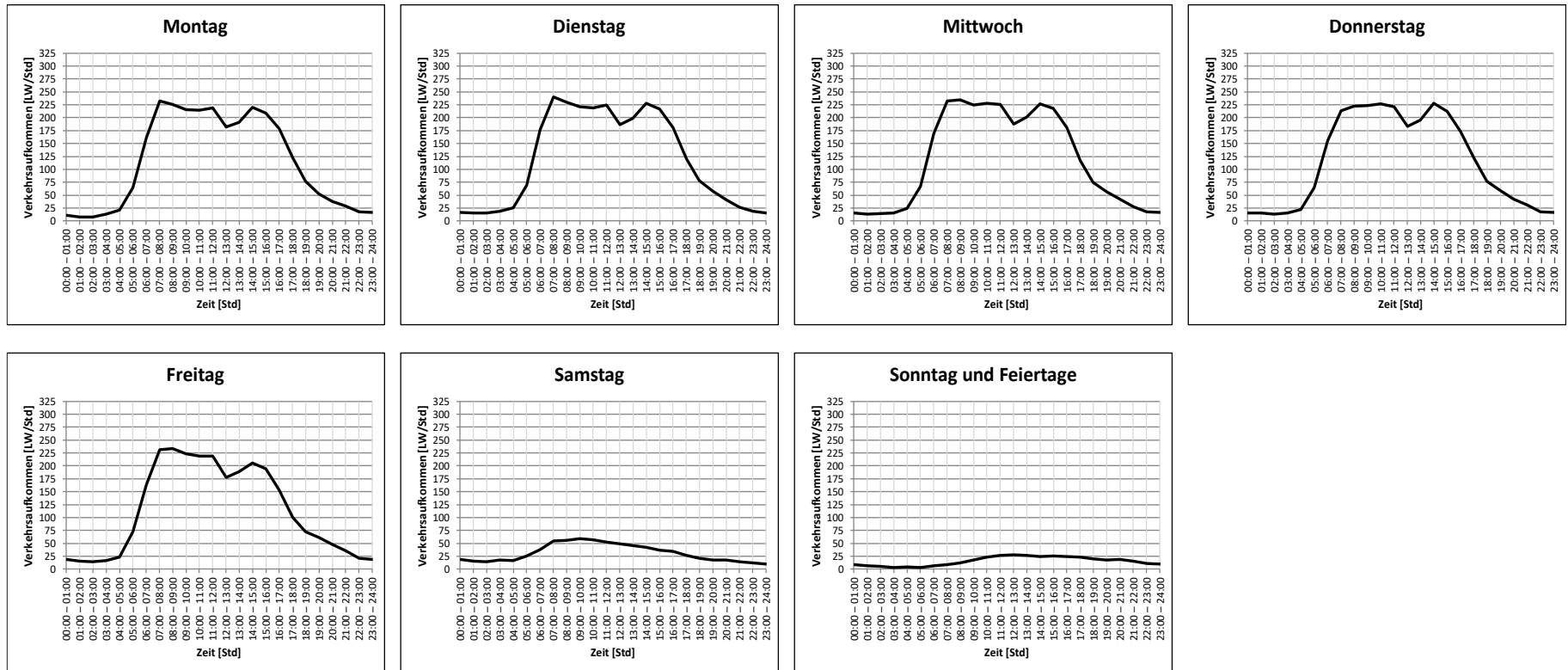


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

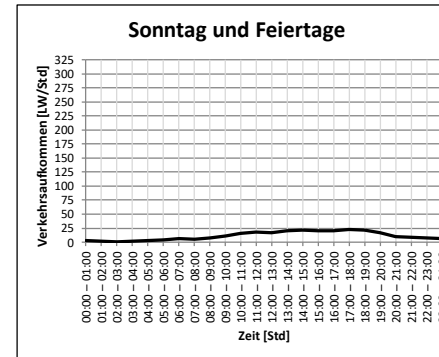
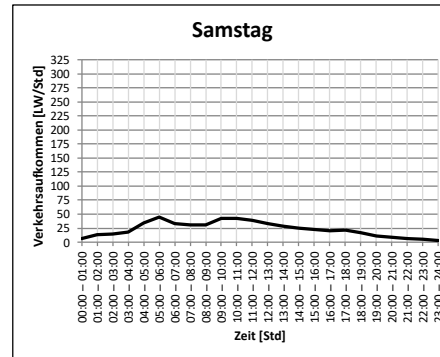
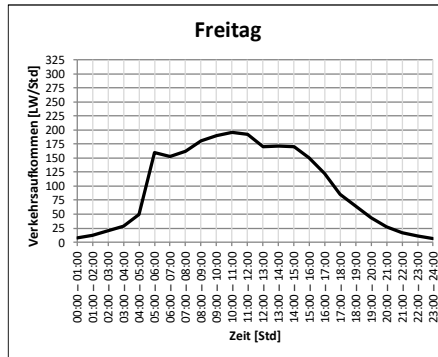
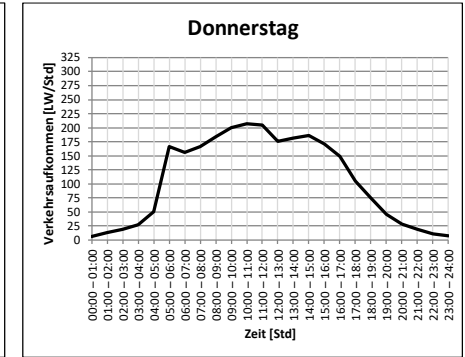
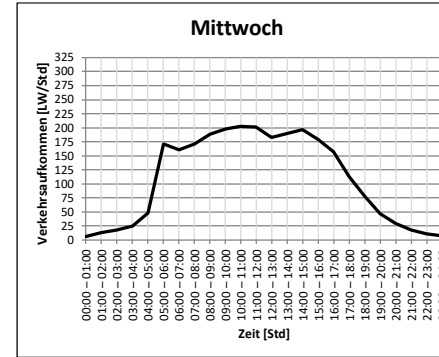
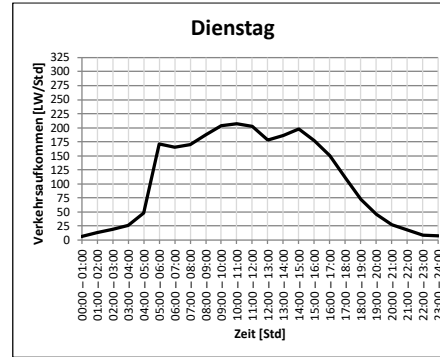
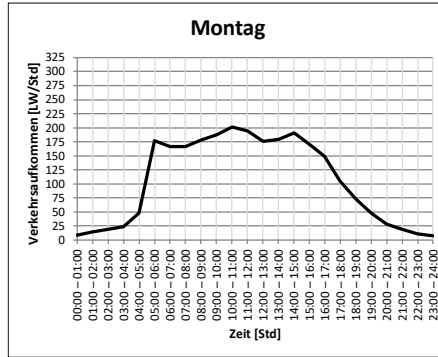
3.3 Tägliche Stundenverteilung

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

Richtung 1 : St-Gall (Aggregation nach Stunde)



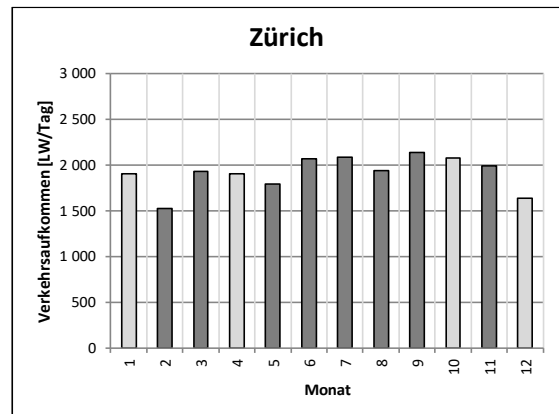
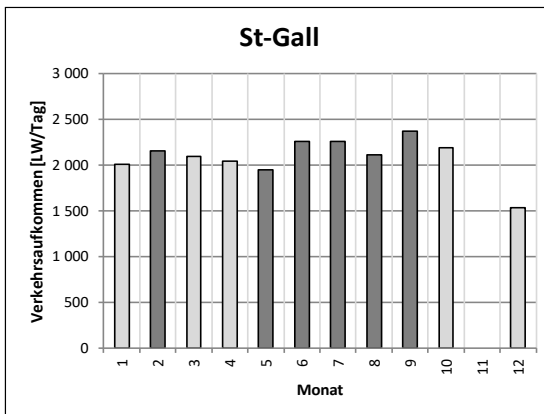
Richtung 2 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

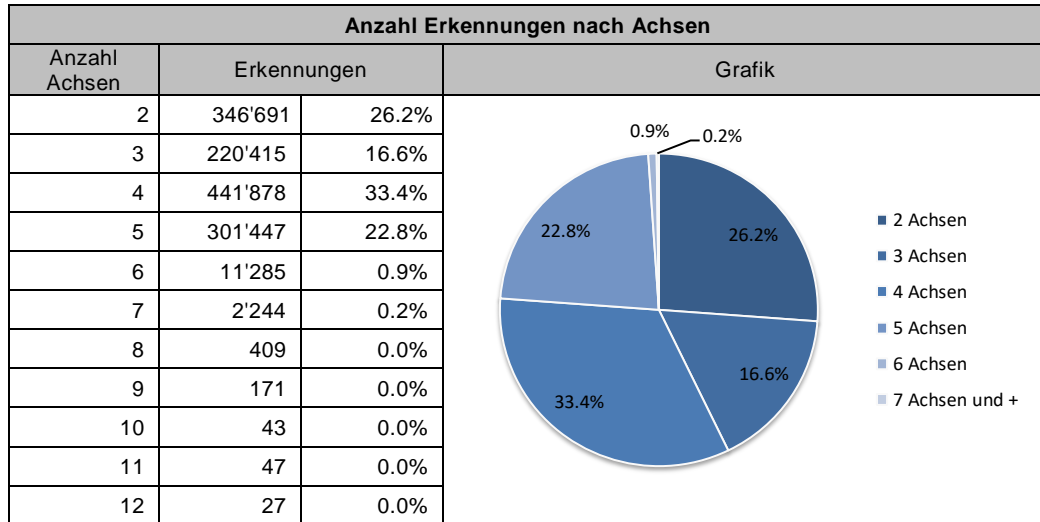
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich
Januar	56'089	51'436
Februar	62'562	44'141
März	62'735	59'838
April	59'113	55'256
Mai	60'467	55'679
Juni	67'771	61'986
Juli	70'048	64'514
August	65'470	60'008
September	71'078	64'227
Oktober	39'421	54'499
November	-	59'691
Dezember	31'569	49'059



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). Januar, März (415), April, Oktober und Dezember: Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

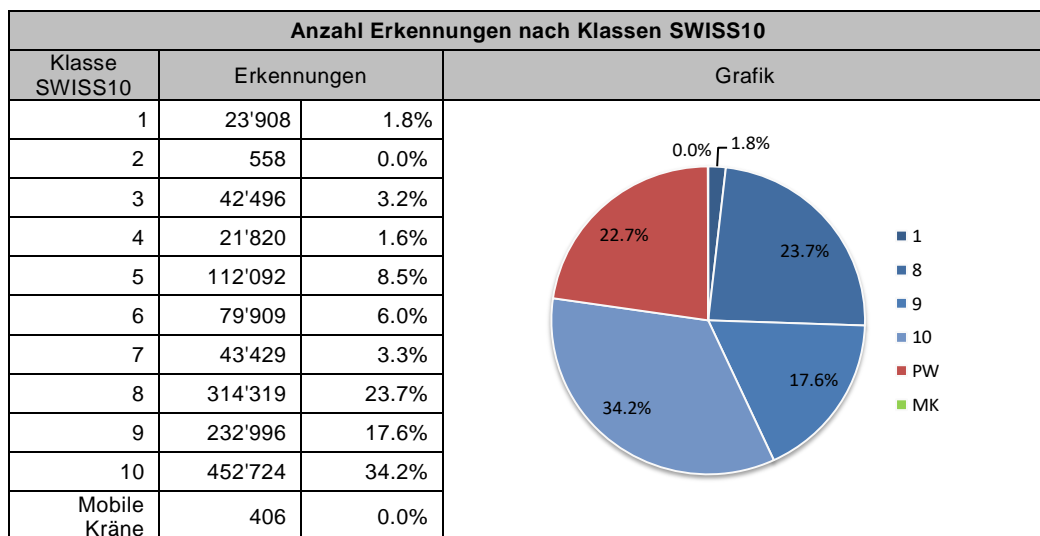
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

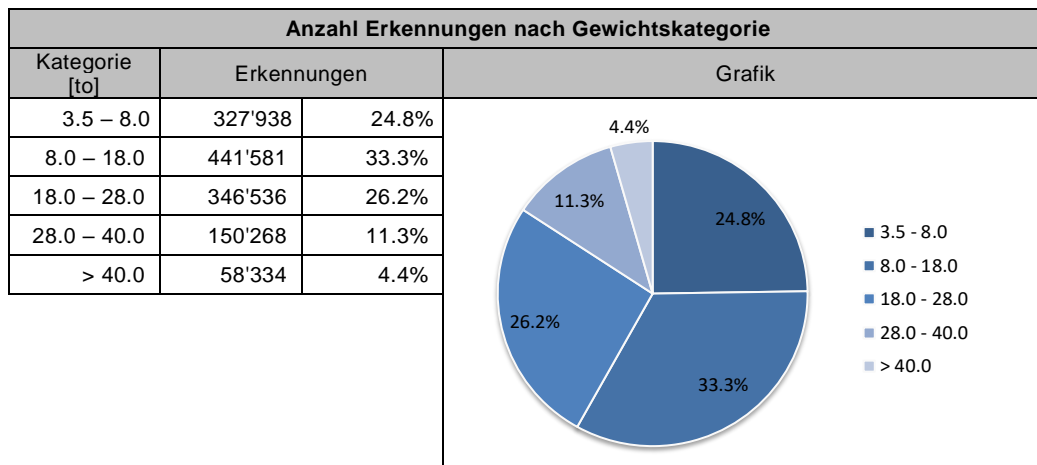
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

Erfassung der Klassen nach Schema «Swiss 10 »	Erfassung für die Schweizerische Strassenverkehrszählung (SSVZ)	Erfassung für das Verkehrsmanagement	das
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 300'304 Einträge (Klasse 2 bis 7, 22.7%) 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					
Konfiguration	Umriss	SWISS10	Erkennungen		
S/S	0 - - - - - 0		8	178'292	13.5%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00		10	166'897	12.6%
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - - - 000		10	160'823	12.1%
S/S	Unschlüssig			154'435	11.7%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	110'563	8.3%
S/S/S	Unschlüssig			67'517	5.1%
S/S/S	0 - - - - - 0 + - - 0 - -		10	66'010	5.0%
S/S/Ta	Unschlüssig			62'697	4.7%
S/Ta	0 - - - - - 00		8	54'474	4.1%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - - 0		9	48'972	3.7%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	37'139	2.8%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	26'556	2.0%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - 00 - -		9	25'988	2.0%
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - 000 - -		9	17'961	1.4%
S/S/Tr	Unschlüssig			13'250	1.0%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	13'237	1.0%
S/Ta	Unschlüssig			12'838	1.0%
S/S	0 - - - - - 0		1	12'682	1.0%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	12'399	0.9%
S/Ta	0 - - - - - 00		1	7'245	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'047	0.1%

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 : St-Gall		Richtung 2 : Zürich		Auf Basis von :
	1	2	2	1	
2x2 Spuren	50.9%	1.4%	2.2%	45.5%	Anzahl Erkennungen
	49.2%	0.8%	1.1%	49.0%	Gesamtgewicht
	47.1%	0.3%	0.5%	52.1%	Äquivalente Verkehrslast total W

Legende : NB : nicht-bemesst

4.2 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Schwerverkehrsklassen						
Umriss	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
	0.73	0.82	0.7	0.69	0.79	0.6
	1.22	1.28	1.4	1.66	1.77	2.1
	1.38	1.79	1.5	2.45	3.22	2.7
	2.72	3.17	1.9	6.35	7.60	3.0
	1.02	1.36	0.5	0.93	1.29	0.5
	1.00	2.29	1.7	0.89	2.30	1.8
	1.16	1.17	1.8	1.24	1.22	2.2
	1.94	2.11	2.0	2.49	2.59	2.2
	1.29	1.97	2.0	1.21	1.95	1.9
	1.45	1.69	1.7	1.53	1.81	1.6
	2.51	2.36	1.3	2.77	2.64	1.0
	2.02	1.91	2.5	2.50	2.34	2.6
	1.26	1.70	1.2	1.76	2.50	0.9
	1.57	1.86	0.7	1.60	1.94	0.6
	0.84	1.24	1.4	1.09	1.85	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
1 : Bus, Car	1.36	1.61	2.3	1.52	1.89	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.92	1.05	0.9	1.14	1.34	1.0
9 : Lastenzug	1.52	1.89	1.9	1.66	2.07	2.0
10 : Sattelzug	1.52	1.64	1.7	1.81	1.86	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 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : St-Gall	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.09	1.32	1.6	1.32	1.60	1.7
	99.1%	98.7%		99.1%	98.7%	
Kategorie	1.35	1.53		1.58	1.76	
	70.9%	75.2%		70.9%	75.2%	
Klasse	1.33	1.55		1.57	1.82	
	68.5%	73.3%		68.5%	73.3%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : St-Gall

$$TF_0 = \frac{646'323 \text{ LW}}{307.6 \text{ Tage}} \cdot 1.09 \cdot \frac{47.1\%}{47.5\%} = 2'274 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{678'334 \text{ LW}}{354.3 \text{ Tage}} \cdot 1.32 \cdot \frac{52.1\%}{52.5\%} = 2'512 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : St-Gall

$$TF_0 = \frac{646'323 \text{ LW}}{307.6 \text{ Tage}} \cdot 1.32 \cdot \frac{47.1\%}{47.5\%} = 2'759 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Zürich

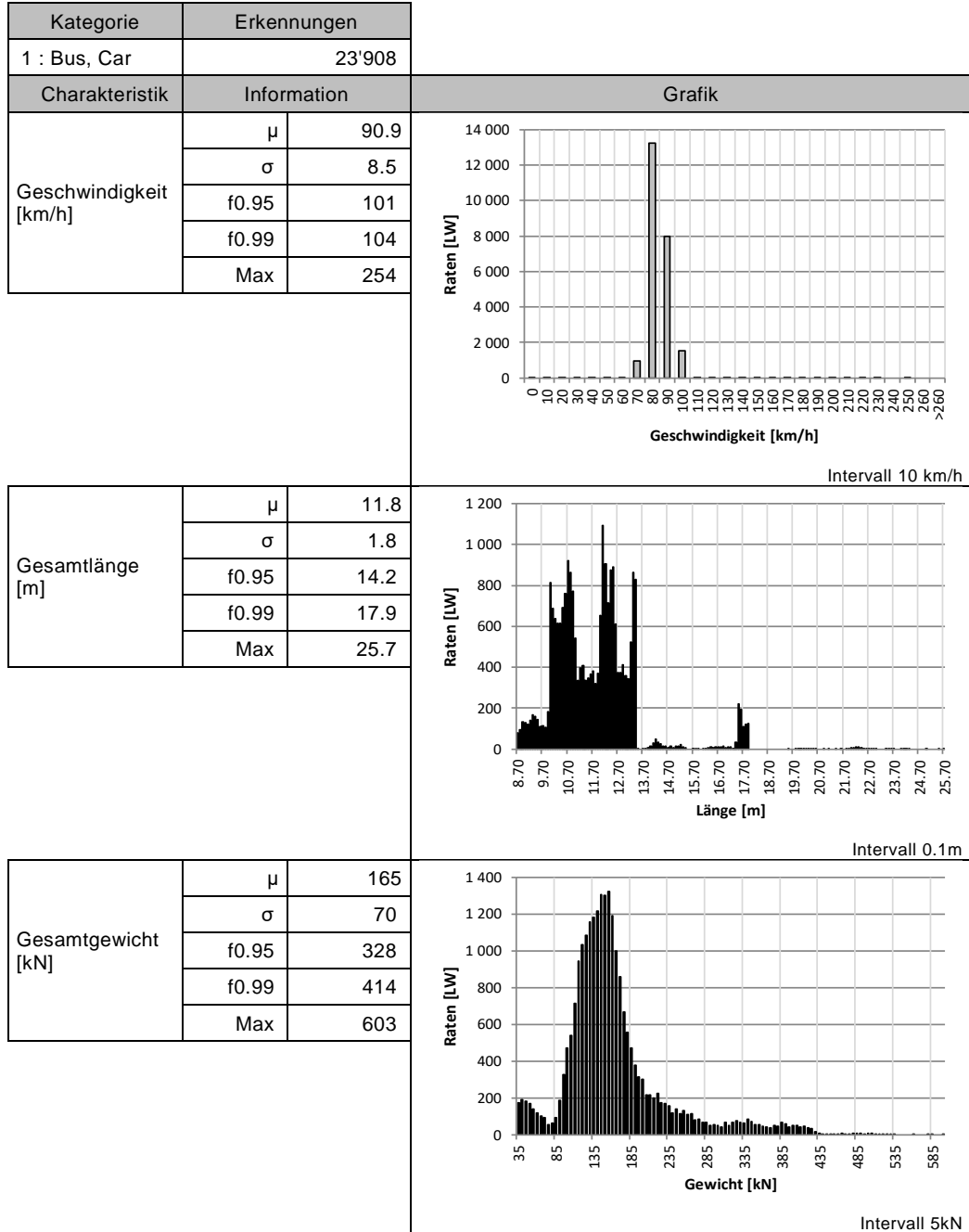
$$TF_0 = \frac{678'334 \text{ LW}}{354.3 \text{ Tage}} \cdot 1.60 \cdot \frac{52.1\%}{52.5\%} = 3'045 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

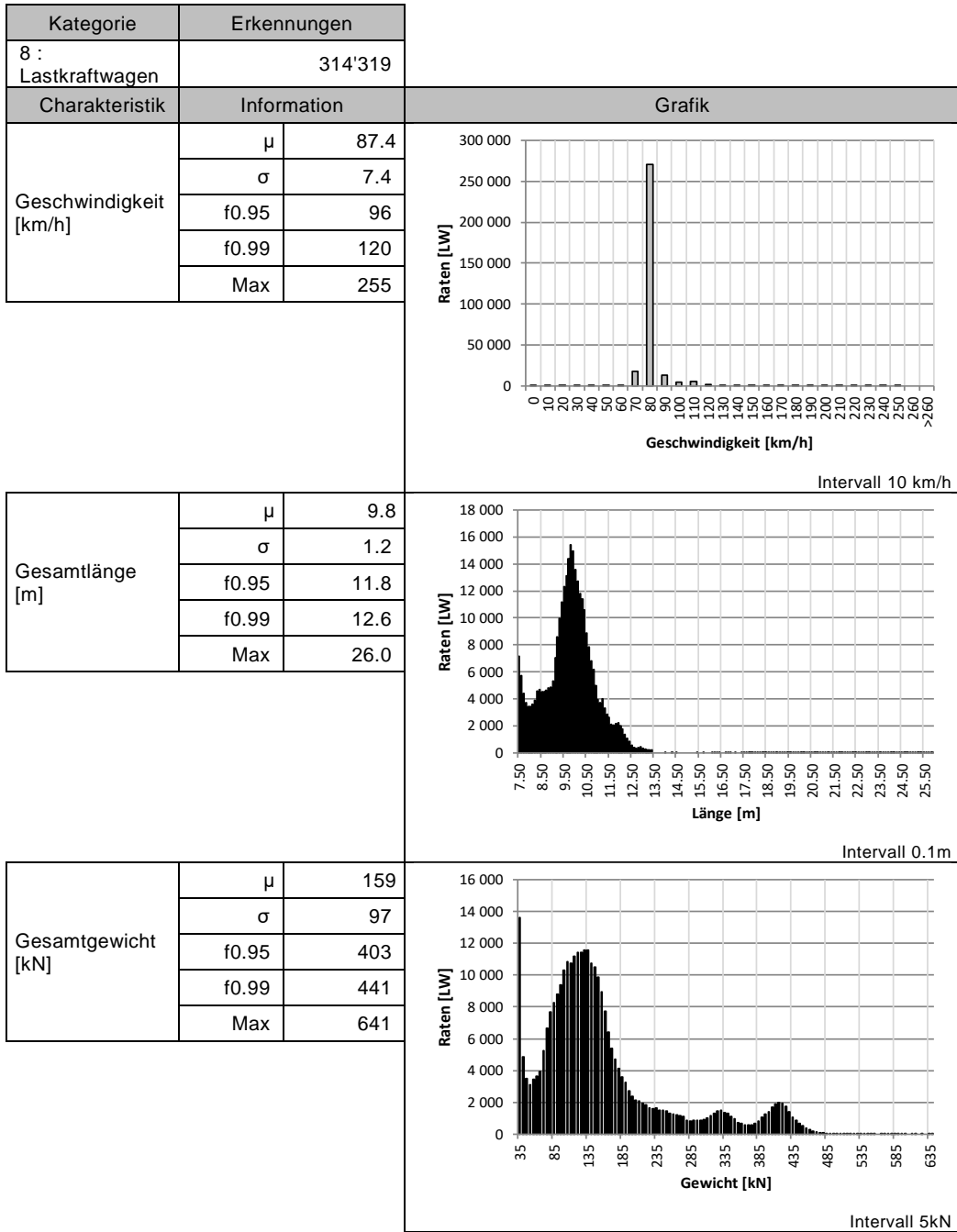
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

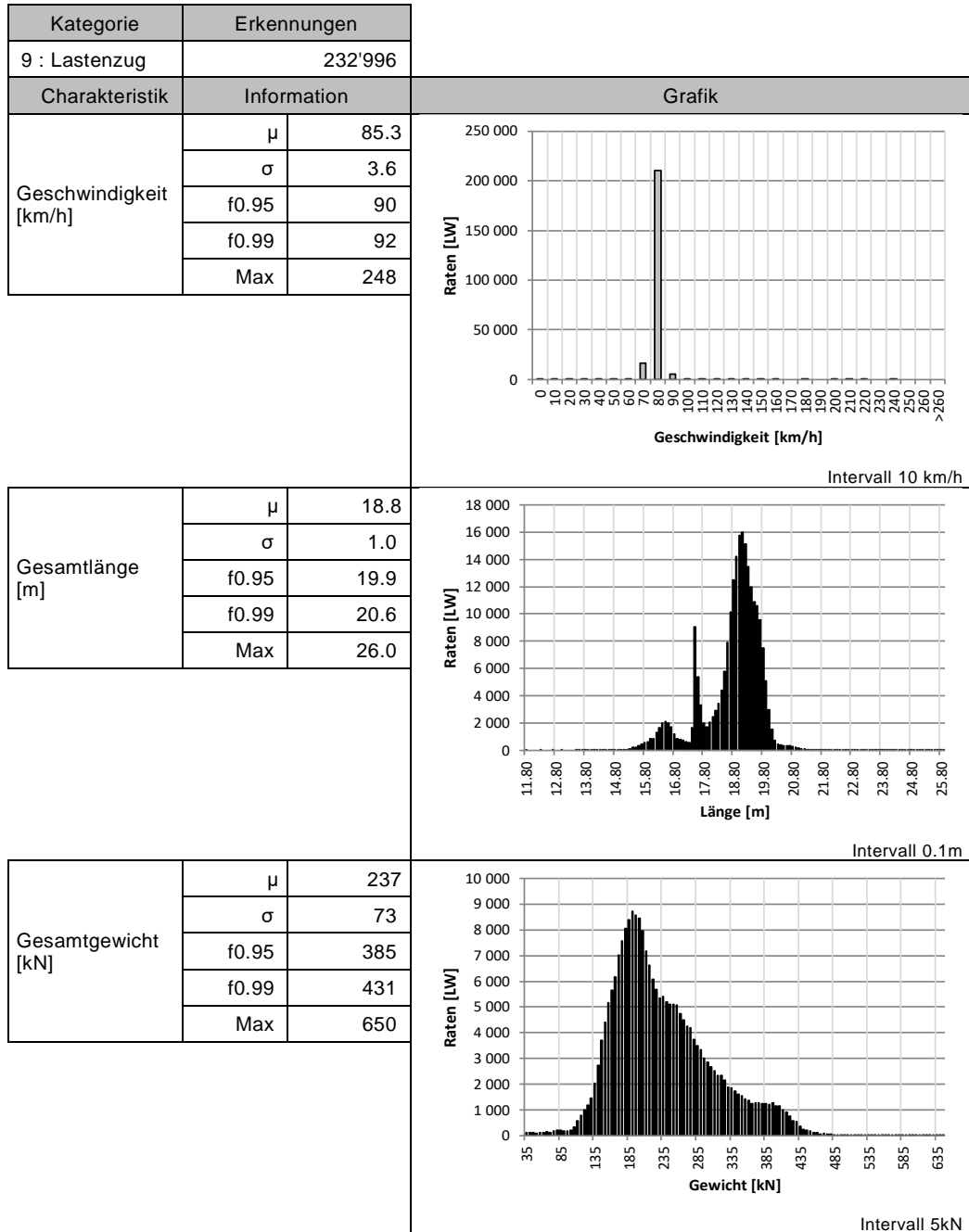
Aufgrund der gesundheitlichen Lage (COVID-19), werden keine Tendenzen analysiert.

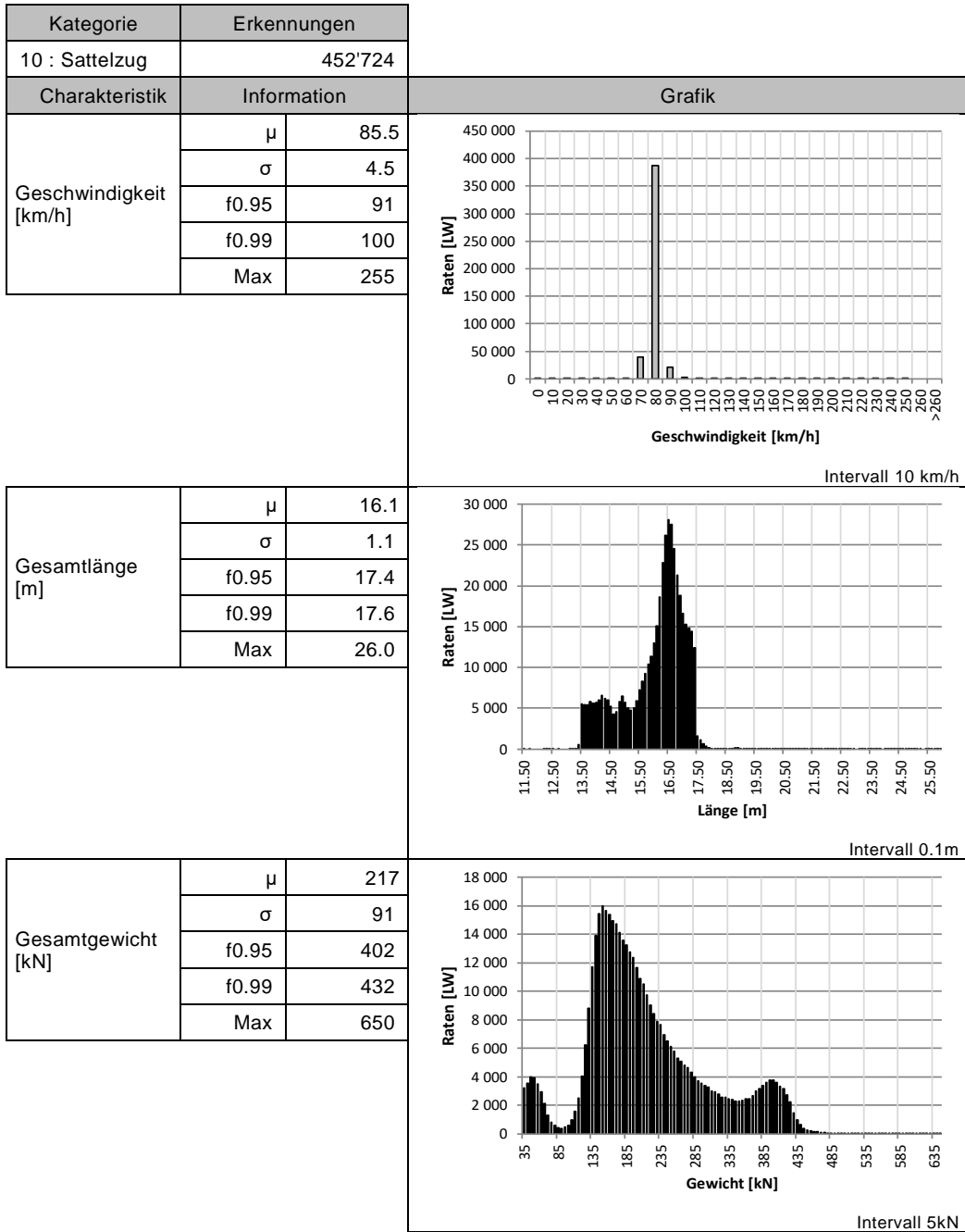
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



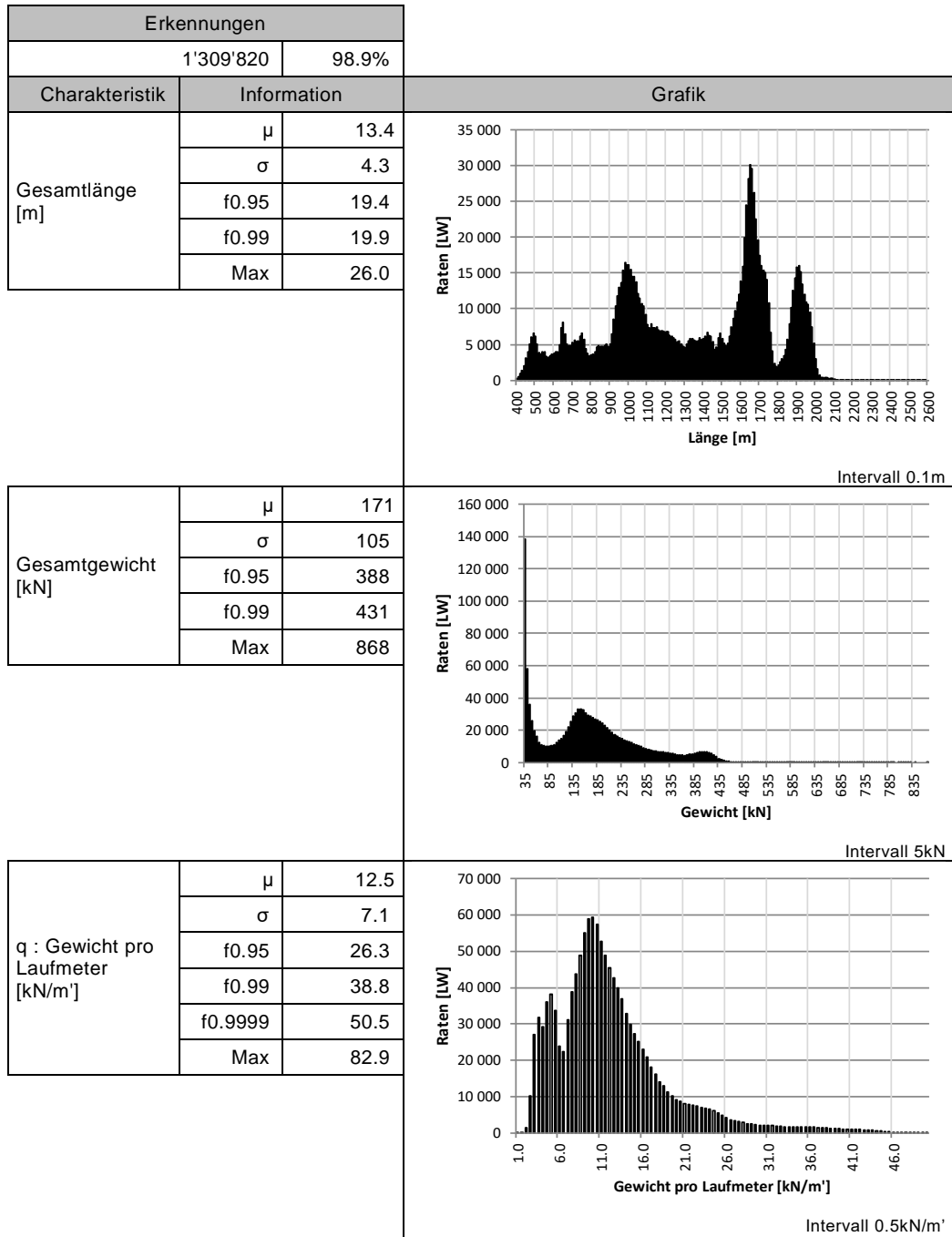


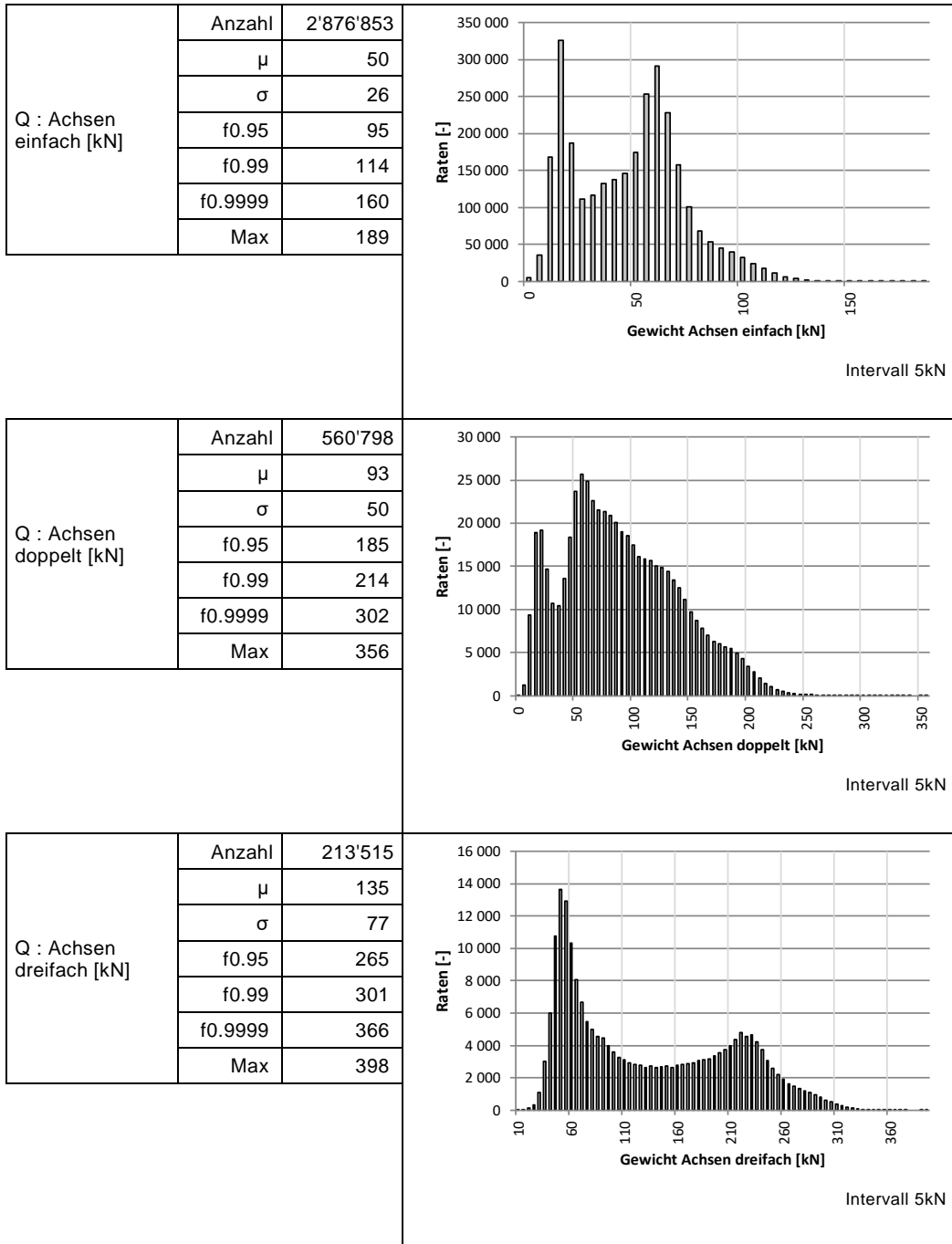




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



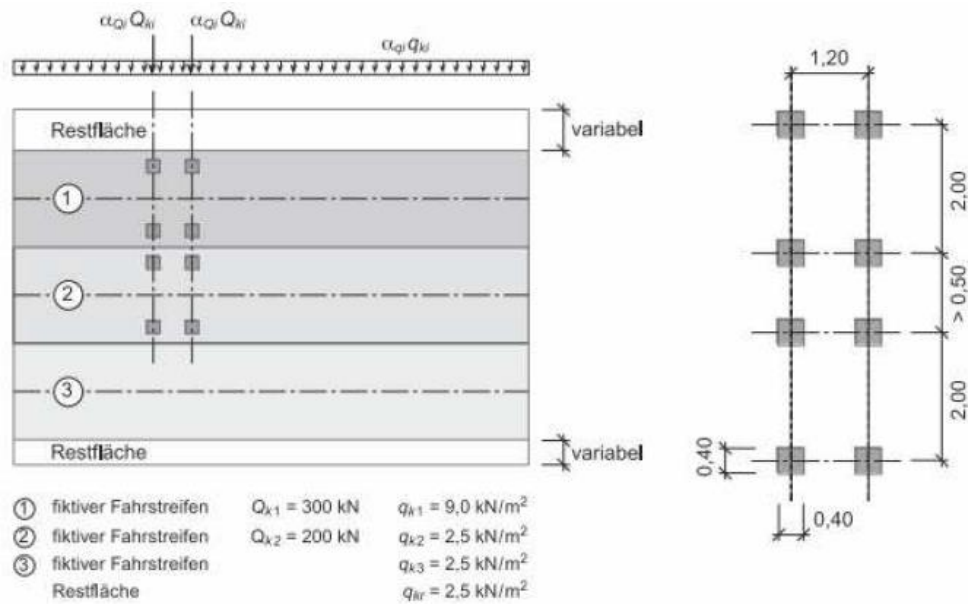


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 98.9% 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	50	50	95	114	160
Doppelt	93	46	185 (93)	214 (107)	302 (151)
Dreifach	135	45	265 (88)	301 (100)	366 (122)

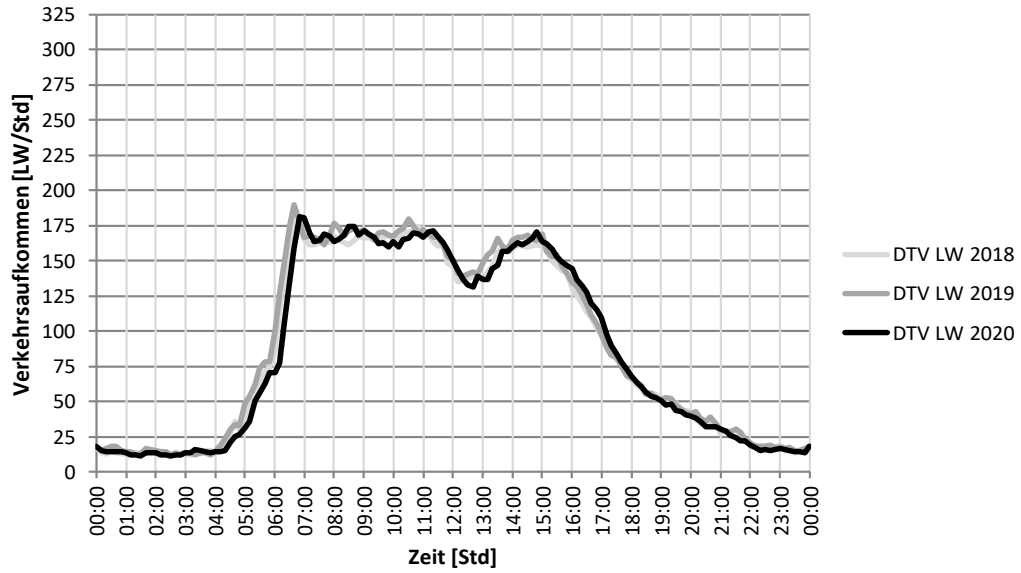
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.5	26.3	38.8	50.5
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.2	8.8	12.9	16.8

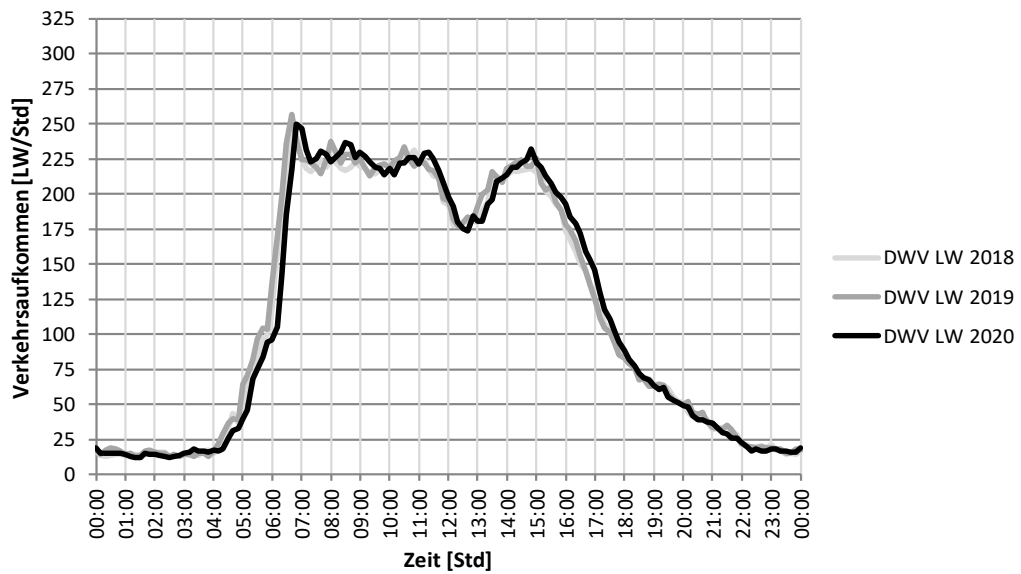
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

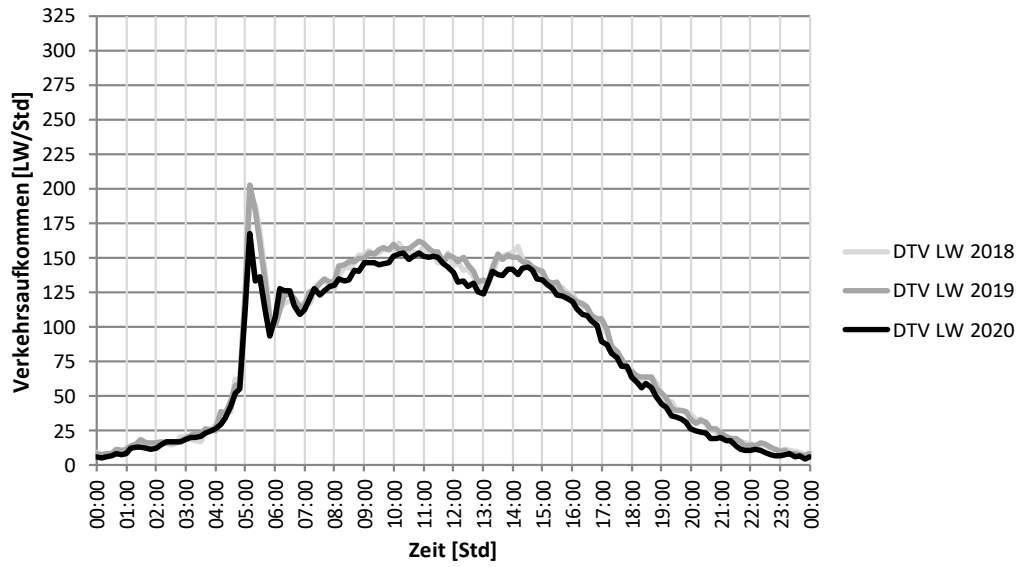
St-Gall



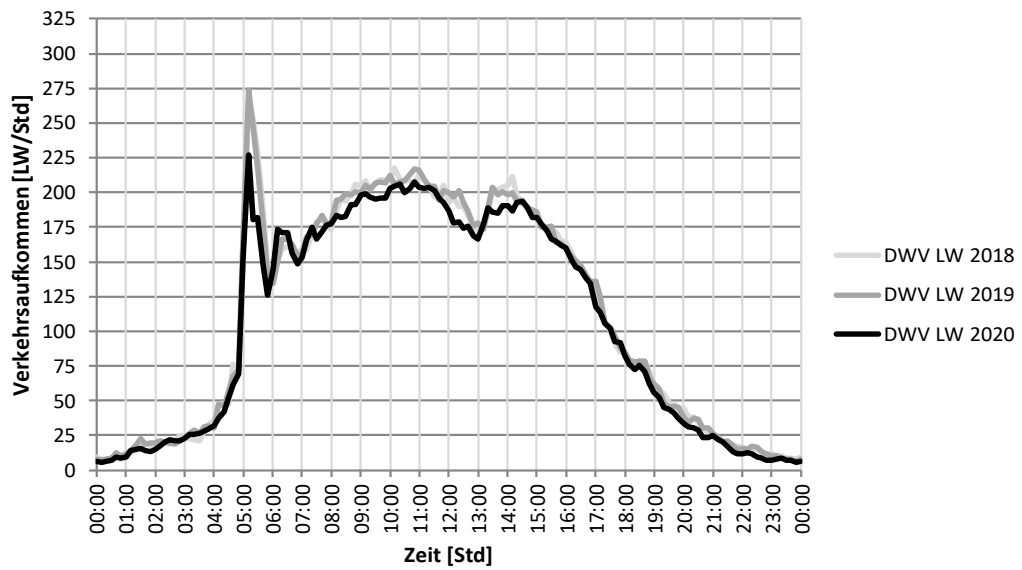
St-Gall



Zürich

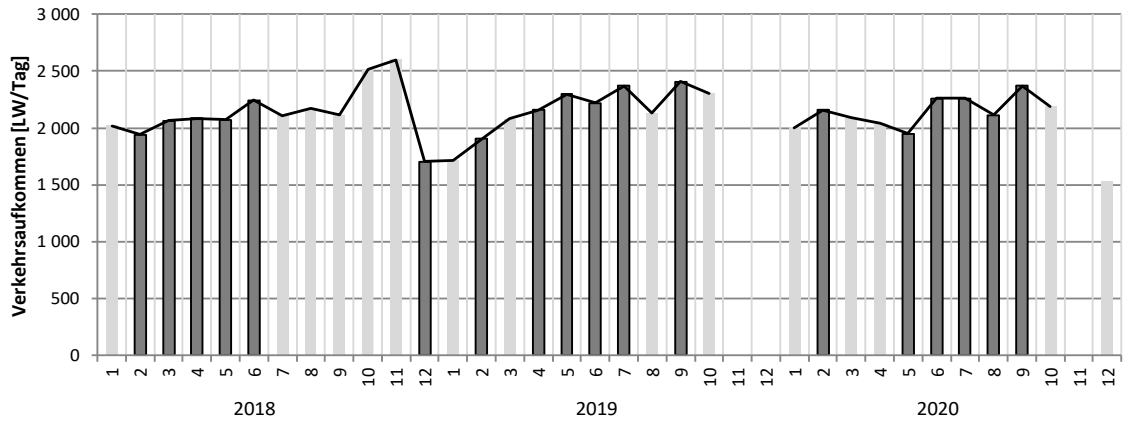


Zürich

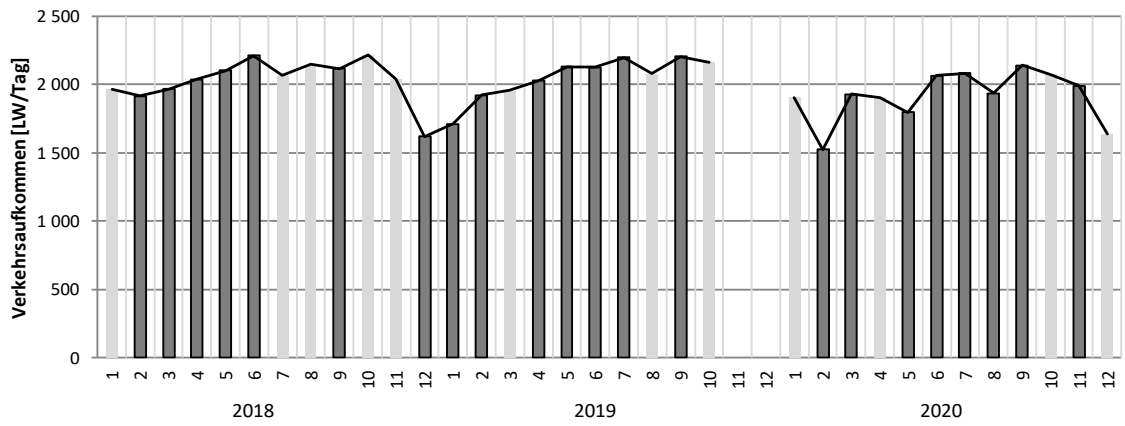


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

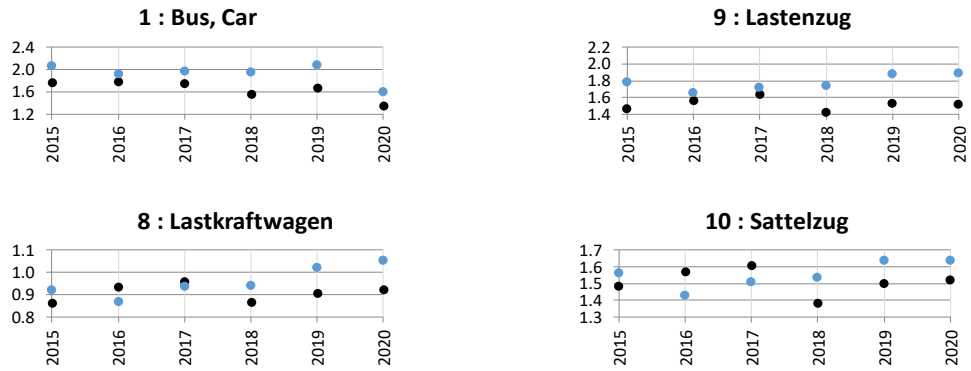
St-Gall



Zürich

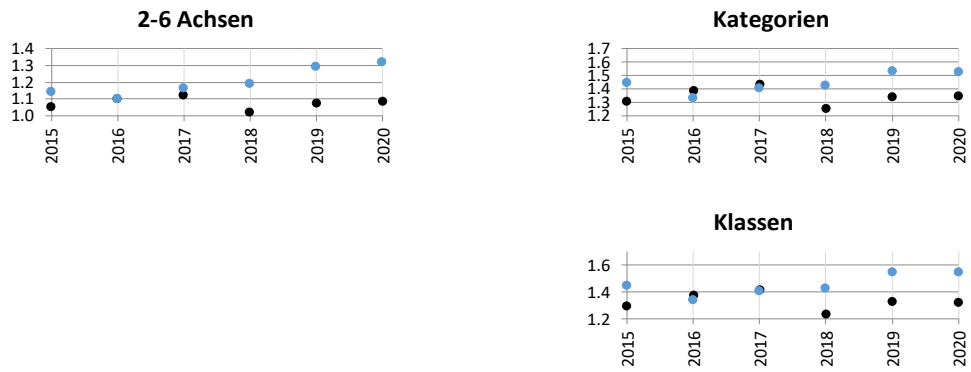


7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



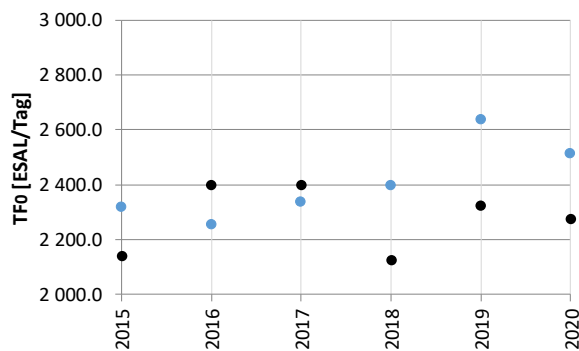
Schwarz : Richtung St-Gall ; Blau : Richtung Zürich.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung St-Gall ; Blau : Richtung Zürich.

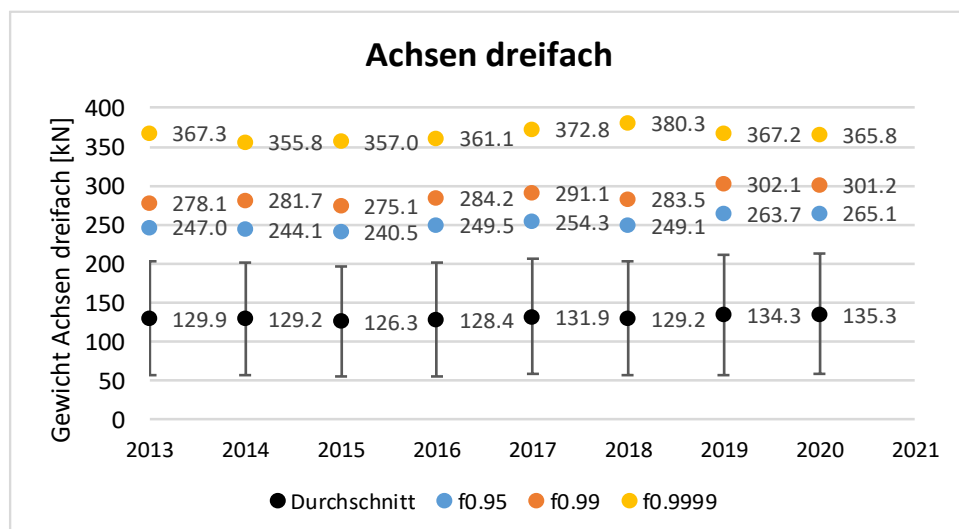
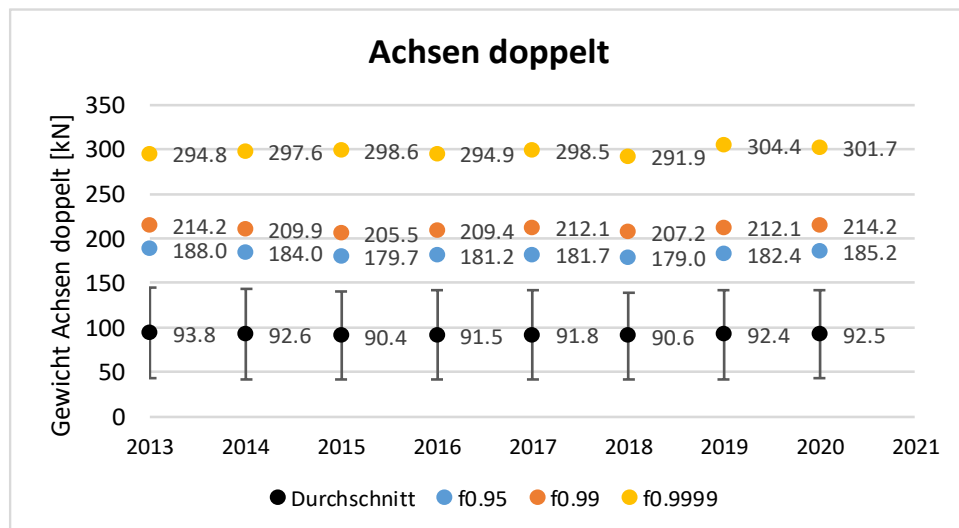
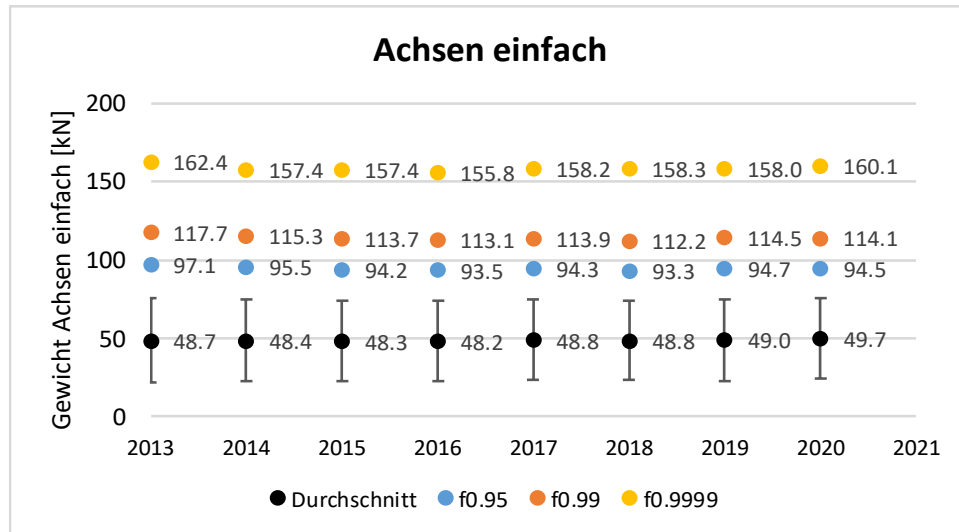
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast



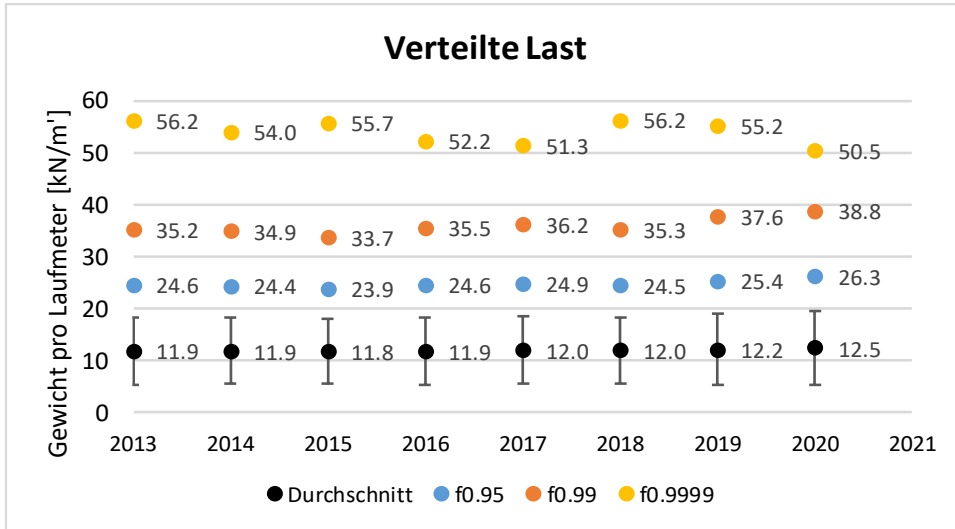
Schwarz : Richtung St-Gall ; Blau : Richtung Zürich.

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 :	18.05.2017 – Richtung St-Gall (voie 1) 17.05.2017 – Richtung Zürich (voie 1)	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung St-Gall : -3.80 % Richtung Zürich : 3.95%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung St-Gall : Ja Richtung Zürich : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung St-Gall : Gut Richtung Zürich : Sehr gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung St-Gall : - Richtung Zürich : -	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 59 Tage / 12 Tage	
Ausgeschlossen :	1.40%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	In Ordnung	
Einordnung SWISS10, PW \geq 3.5 to :	22.7%	
Inkohärente Umriss :	26.7% davon 24.6% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 2.1% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in den Daten der Station ist befriedigend. 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 (März 2019), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Trafic pondéral équivalent** », VSS 40 320.
- [2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (März 2019), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Sol de fondation et chaussée** », VSS 40 324.
- [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 V1.06.

Dokumentation

- [5] M.-A. Fénart, 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. Fénart, 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. Fénart (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., Fénart 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. Fénart, 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. Fénart, 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. Fénart, 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.
-