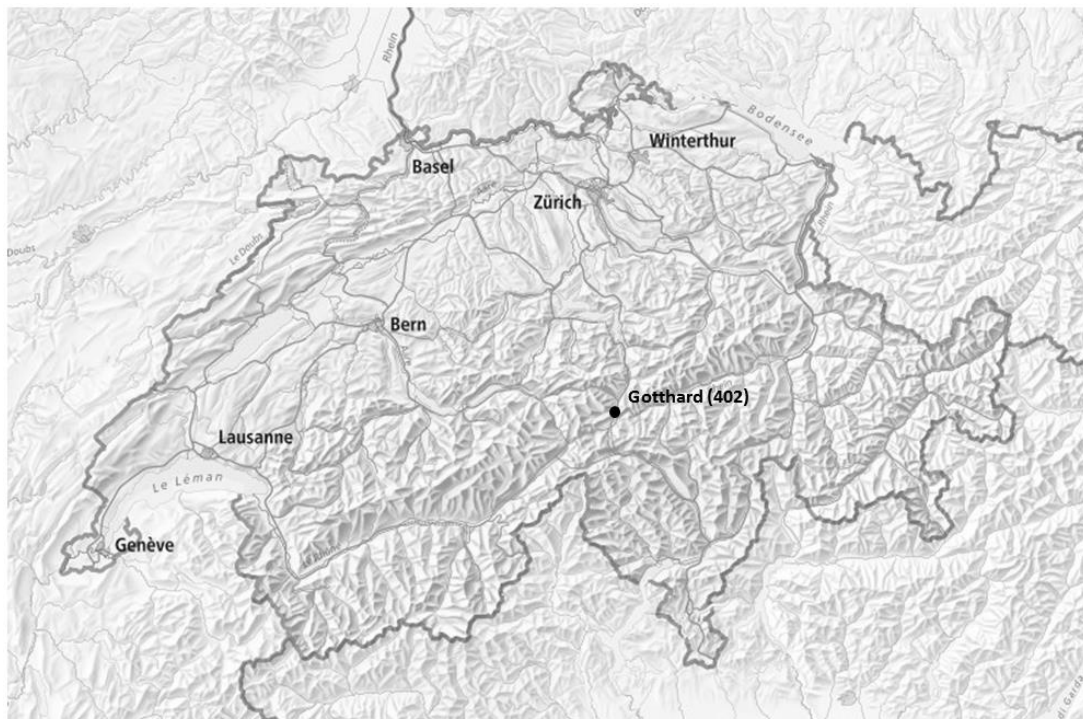




Gotthard - 2019

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

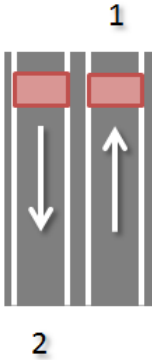
Dokument

Dokument WIM_2019_402
Version 1
Erschaffen am 25.05.2020 – 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	Fahrzeuigerkennung	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 Zuwachsrate	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
Gotthard	UR	A2	402	F3	XI	(1)*	2
Lage							
 <p>Das Diagramm zeigt zwei Gleise, die als 1 und 2 beschriftet sind. Gleis 1 hat einen nach unten gerichteten Pfeil, Gleis 2 einen nach oben gerichteten Pfeil. Über den Gleisen befinden sich rote Rechtecke, die die Positionen der WIM-Sensoren darstellen.</p>				<p>Spur 1 : Richtung Bellzone Spur 2 : Richtung Wassen</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		31.03.2019 26.08.2019 12.11.2019 – 31.12.2019					
Potentieller Datenverlust		04.04.2019 – 10 : 16 bis 11 : 20 07.05.2019 – 07 : 38 bis 08 : 38 10.09.2019 – 20 : 47 bis 21 : 51 23.09.2019 – 20 : 29 bis 21 : 46					
<i>Besondere Ereignis</i>							
1)	17.05.2019 – 11 : 20 à 11 : 25			Verdopplung der Datendatei. Nichtübereinstimmung der Speicherungen.			
<i>Entscheide</i>							
1)	Datei 40290517.V00 von 00 : 00 bis 11 : 20 : aufbewahrte Informationen. Datei 40290517.V00 von 11 : 20 bis 11 : 25 : nichtaufbewahrte Informationen. Datei 40290517.V01 von 11 : 20 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen.						
<i>Verknüpfung</i>							
Name der Datei :		2019_402_concat.log					
Anzahl Speicherungen :		957'006					
Anzahl effektiver Tage :		312.8					

**Bemerkung: 1 Richtung gespeichert. Die realen Richtungen (Bellinzona – Wassen) sind von den Spuren (Spur 1 – Spur 2).*

2 Integrität der Daten

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

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (147'725 Einträge).
2)	808'550 Einträge Richtung D1. 731 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (16 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (580 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (9 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (1'559 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (152 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (1 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (94 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2019_402_u3500.log).
2)	Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2 (1 Richtung gespeichert, siehe Bemerkung Kap.1)
3)	Ausschluss.
4)	Ausschluss.
5)	Ausschluss.
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2019_402.log
Anzahl Einträge :	806'139
Name der Ausschlussdatei :	2019_402_exclus.log
Anzahl Einträge :	3'142

Auf einer Gesamtmenge von 957'006 Einträgen, wurden 147'725 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 3'142 Einträge (0.39%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

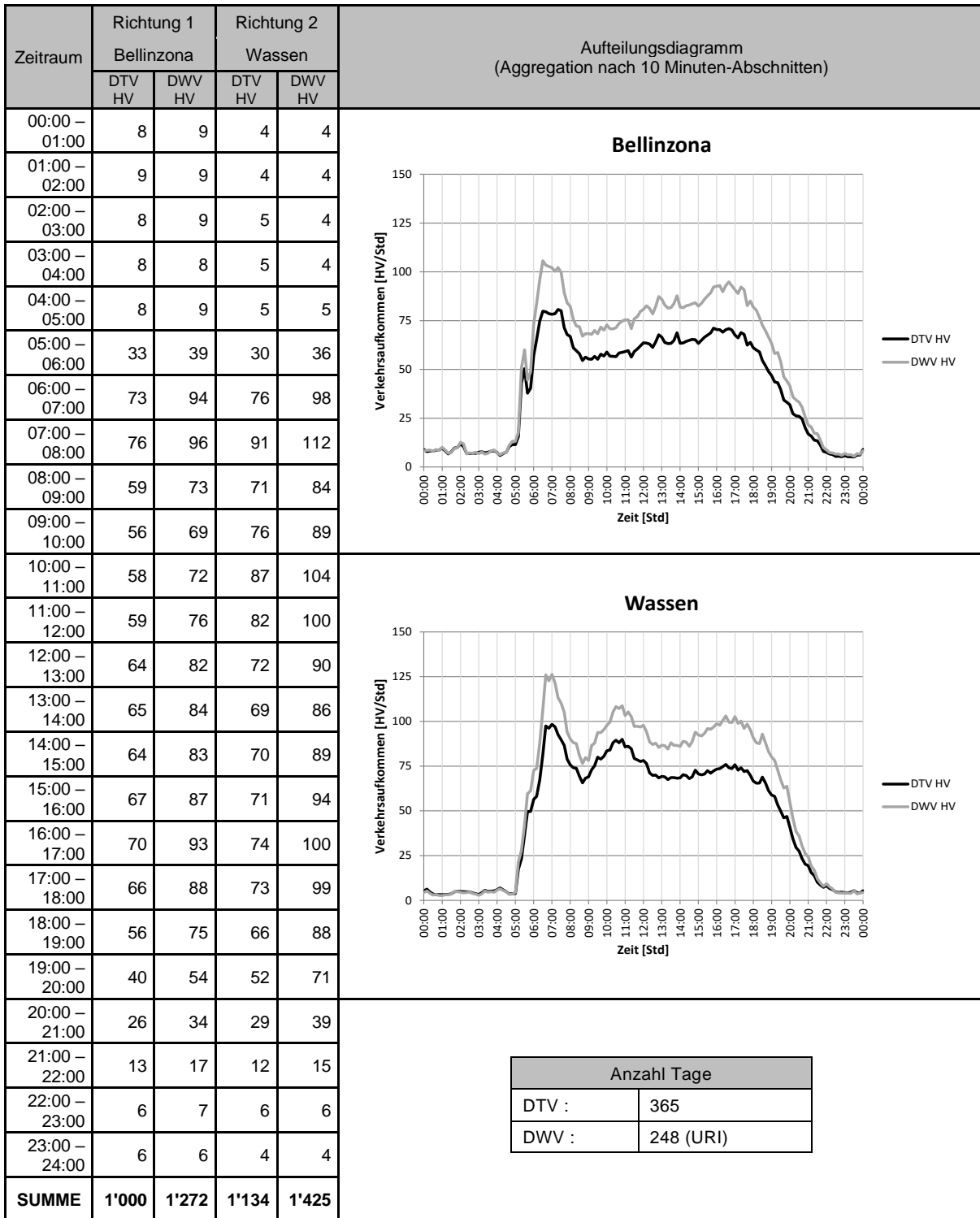
3 Statistikbearbeitung

3.1 Jährliche Stundenaufteilung

Zeitraum	Richtung 1 Bellinzona		Richtung 2 Wassen		Aufteilungsdiagramm (Aggregation nach 10 Minuten-Abschnitten)						
	DTV LW	DWV LW	DTV LW	DWV LW							
00:00 – 01:00	14	14	8	7							
01:00 – 02:00	13	12	7	6							
02:00 – 03:00	12	12	7	6							
03:00 – 04:00	11	10	6	6							
04:00 – 05:00	12	12	7	6							
05:00 – 06:00	39	46	33	39							
06:00 – 07:00	84	107	83	106							
07:00 – 08:00	89	111	97	119							
08:00 – 09:00	70	84	79	92							
09:00 – 10:00	68	82	86	99							
10:00 – 11:00	71	86	100	118							
11:00 – 12:00	73	90	98	117							
12:00 – 13:00	79	97	81	110							
13:00 – 14:00	80	99	87	107							
14:00 – 15:00	79	97	88	108							
15:00 – 16:00	80	100	88	112							
16:00 – 17:00	82	105	89	114							
17:00 – 18:00	76	99	86	111							
18:00 – 19:00	65	84	77	100							
19:00 – 20:00	48	63	63	81							
20:00 – 21:00	33	41	39	48							
21:00 – 22:00	20	24	19	21							
22:00 – 23:00	11	13	11	11							
23:00 – 24:00	10	11	9	8							
SUMME	1'220	1'496	1'357	1'652	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Anzahl Tage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DTV :</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>DWV :</td> <td>248 (URI)</td> </tr> </tbody> </table>	Anzahl Tage		DTV :	365	DWV :	248 (URI)
Anzahl Tage											
DTV :	365										
DWV :	248 (URI)										

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

3.2 Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)

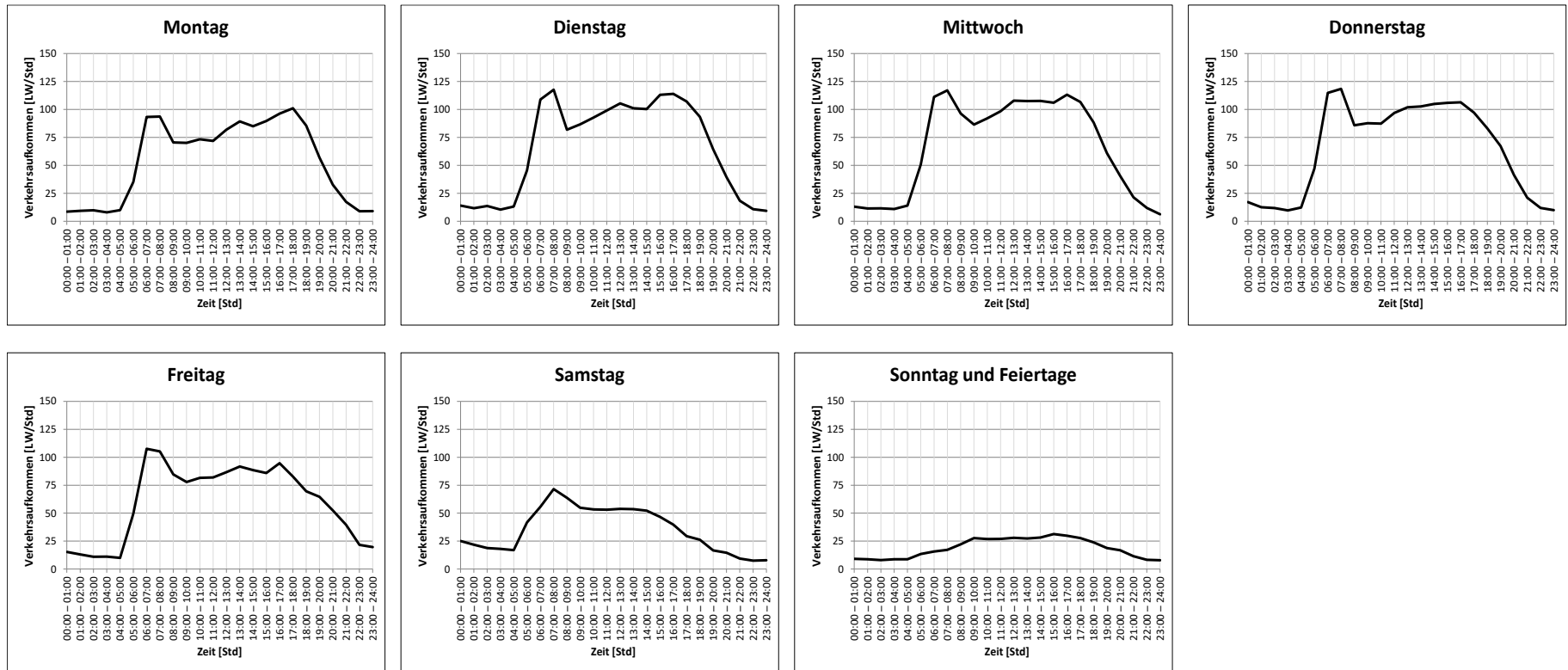


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

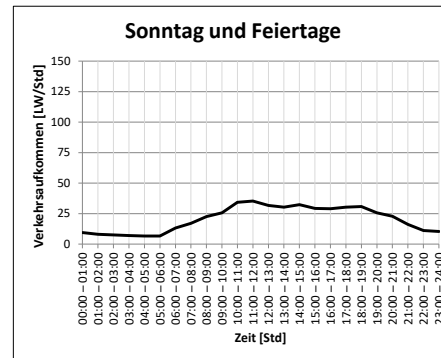
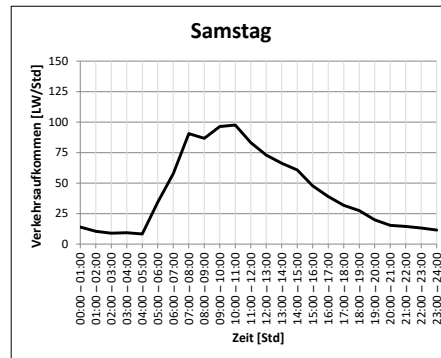
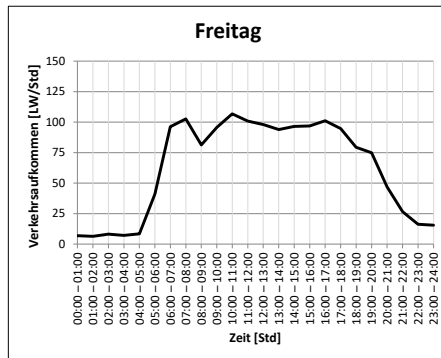
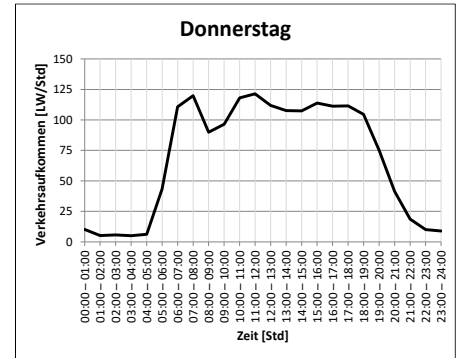
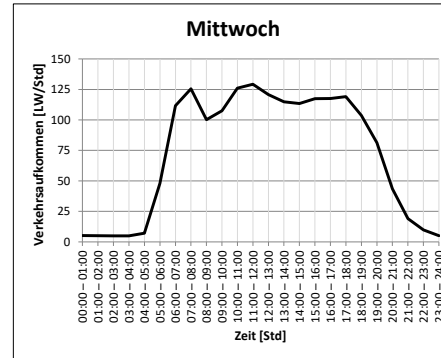
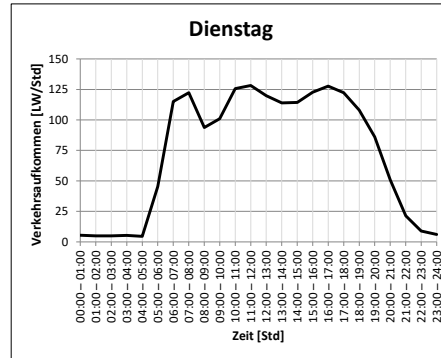
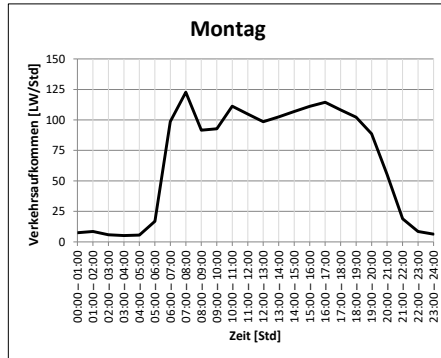
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (URI)	50	50	51	47	50	52	65

Richtung 1 : Bellinzona (Aggregation nach Stunde)



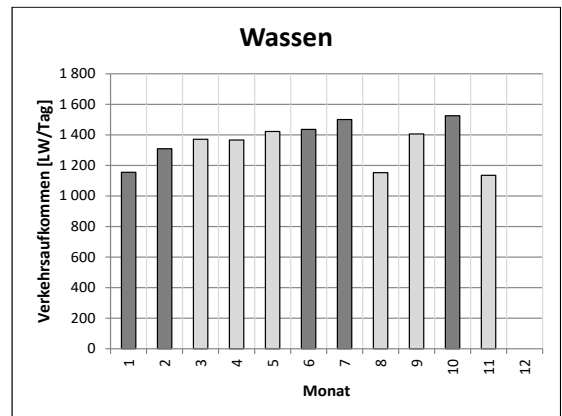
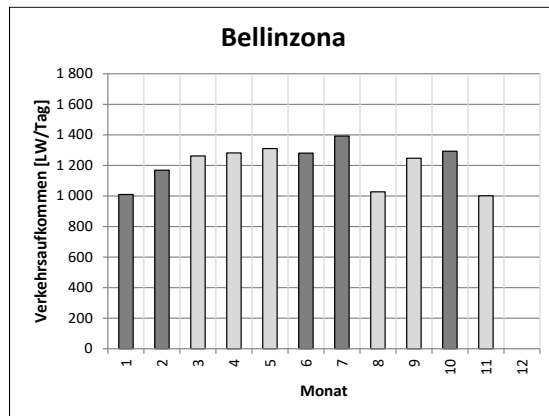
Richtung 2 : Wassen (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

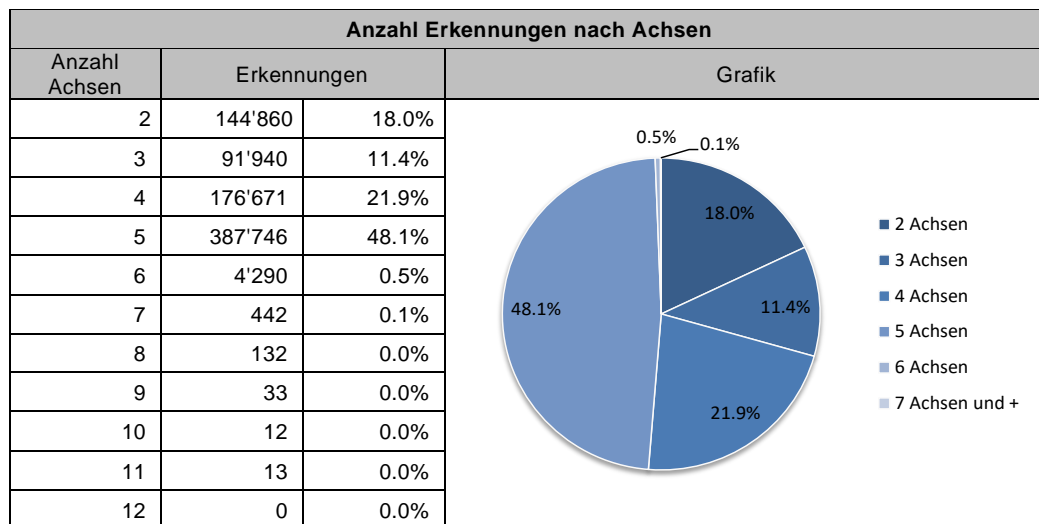
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen
Januar	31'321	35'822
Februar	32'716	36'642
März	37'841	41'125
April	38'404	40'930
Mai	40'541	44'031
Juni	38'422	43'084
Juli	43'164	46'522
August	30'831	34'565
September	37'283	42'027
Oktober	40'098	47'269
November	11'015	12'486
Dezember	-	-



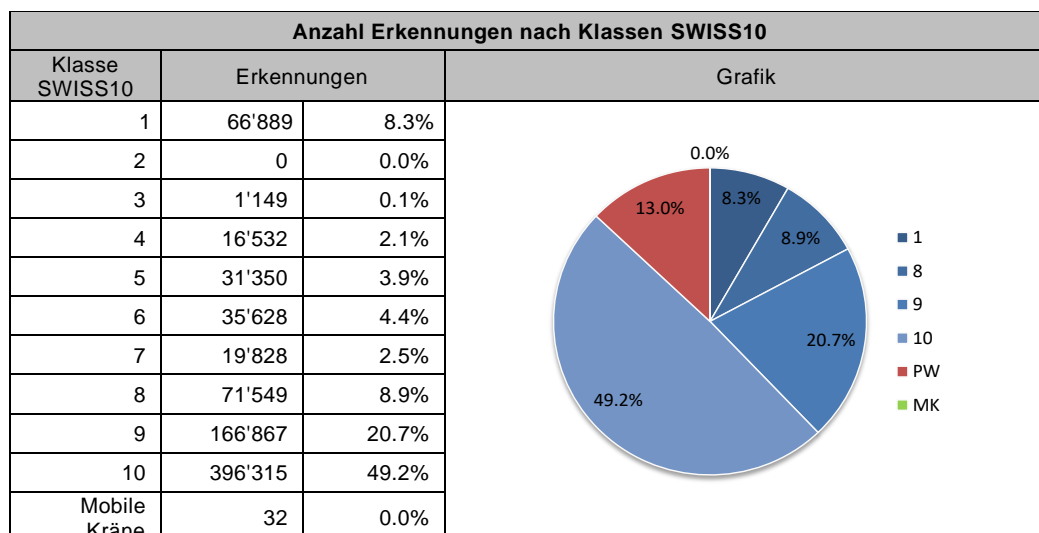
Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). März, April, Mai, August, September und November : Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

3.4.2 Nach Anzahl Achsen



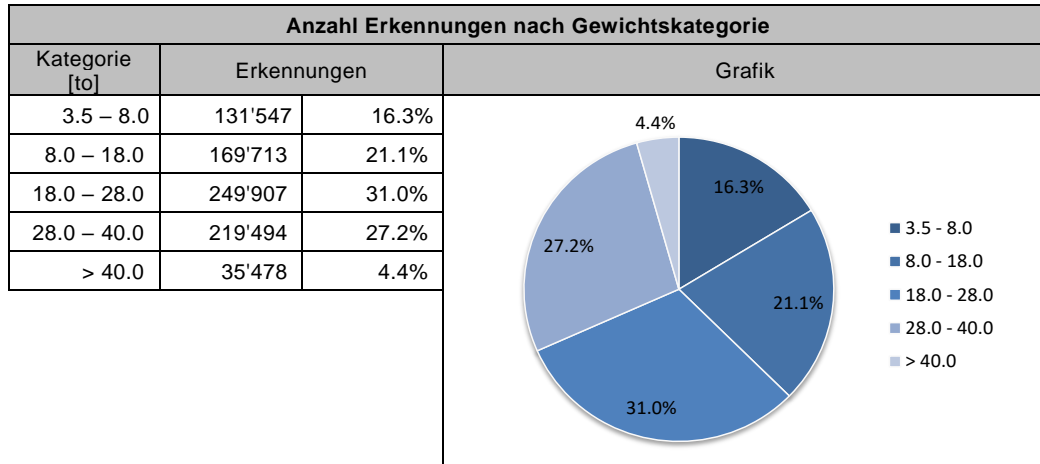
3.4.3 Nach Klasse SWISS10

Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]			
Erfassung der Klassen nach Schema «Swiss 10 »	Erfassung für die Schweizerische Strassenverkehrszählung (SSVZ)	Erfassung für das Verkehrsmanagement	für 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 104'487 Einträge (Klasse 2 bis 7, 13.0%) 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/Tr 0 - - - - 0 + - - - - 000		10	275'785	34.2%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - - 00		10	84'636	10.5%	
S/S 0 - - - - 0		8	54'705	6.8%	
S/S/Tr 0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	50'226	6.2%	
S/S 0 - - - - 0		1	49'071	6.1%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	43'290	5.4%	
S/S <i>Unschlüssig</i>			43'747	4.7%	
S/S/S <i>Unschlüssig</i>			30'832	3.3%	
S/Ta/Ta 0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	25'809	3.2%	
S/S/Ta <i>Unschlüssig</i>			26'516	2.8%	
S/Ta <i>Unschlüssig</i>			24'426	2.6%	
S/S/S/S 0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	18'706	2.3%	
S/Ta/S/S 0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	18'321	2.3%	
S/Ta 0 - - - - 00		1	15'081	1.9%	
S/Ta 0 - - - - 00		8	10'212	1.3%	
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/S/S 0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	7'513	0.9%	
Ta/Ta 00 - - - 00		8	1'614	0.2%	
S/S/S/S 0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	1'583	0.2%	
Ta/Tr 00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	1'043	0.1%	
S/S/S/Ta 0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	636	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 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Auf Basis von :
2x1 Spur	47.3%	52.7%	Anzahl Erkennungen
	45.3%	54.7%	Gesamtgewicht
	45.0%	55.0%	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 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
	0.43	0.40	0.7	0.41	0.38	0.6
	0.97	0.85	1.4	1.26	1.05	2.1
	0.97	0.95	1.5	1.67	1.61	2.7
	2.54	2.51	1.9	5.94	5.89	3.0
	1.04	0.98	0.5	0.96	0.90	0.5
	1.07	1.66	1.7	0.98	1.62	1.8
	1.07	1.28	1.8	1.09	1.37	2.2
	2.17	2.48	2.0	2.78	3.19	2.2
	1.62	1.88	2.0	1.57	1.85	1.9
	2.69	2.06	1.7	3.04	2.24	1.6
	2.94	2.31	1.3	3.28	2.45	1.0
	1.88	2.16	2.5	2.27	2.67	2.6
	1.46	1.35	1.2	1.98	1.84	0.9
	2.72	2.36	0.7	2.91	2.49	0.6
	1.15	1.06	1.4	1.62	1.48	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
1 : Bus, Car	2.31	2.06	2.3	2.56	2.25	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.53	0.49	0.9	0.57	0.52	1.0
9 : Lastenzug	2.05	2.02	1.9	2.41	2.38	2.0
10 : Sattelzug	1.86	2.21	1.7	2.31	2.79	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 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.61	1.77	1.6	1.96	2.18	1.7
	99.6%	99.7%		99.6%	99.7%	
Kategorie	1.82	1.98		2.18	2.42	
	82.8%	84.0%		82.8%	84.0%	
Klasse	1.82	1.99		2.19	2.43	
	81.2%	82.1%		81.2%	82.1%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{381'636 \text{ LW}}{312.8 \text{ Tage}} \cdot 1.61 = 1'967 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{425'503 \text{ LW}}{312.8 \text{ Tage}} \cdot 1.77 = 2'404 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{381'636 \text{ LW}}{312.8 \text{ Tage}} \cdot 1.96 = 2'392 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{424'503 \text{ LW}}{312.8 \text{ Tage}} \cdot 2.18 = 2'953 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

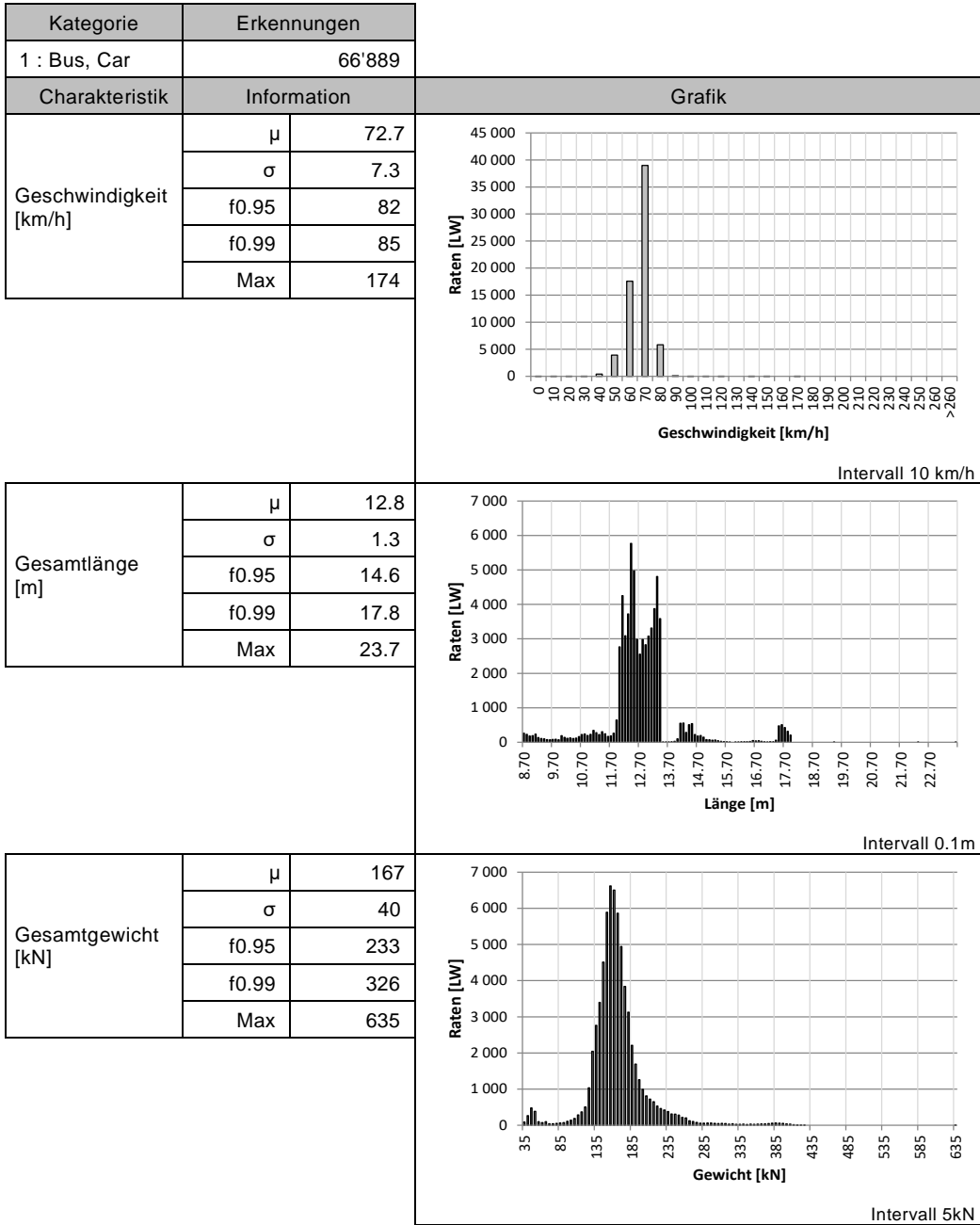
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

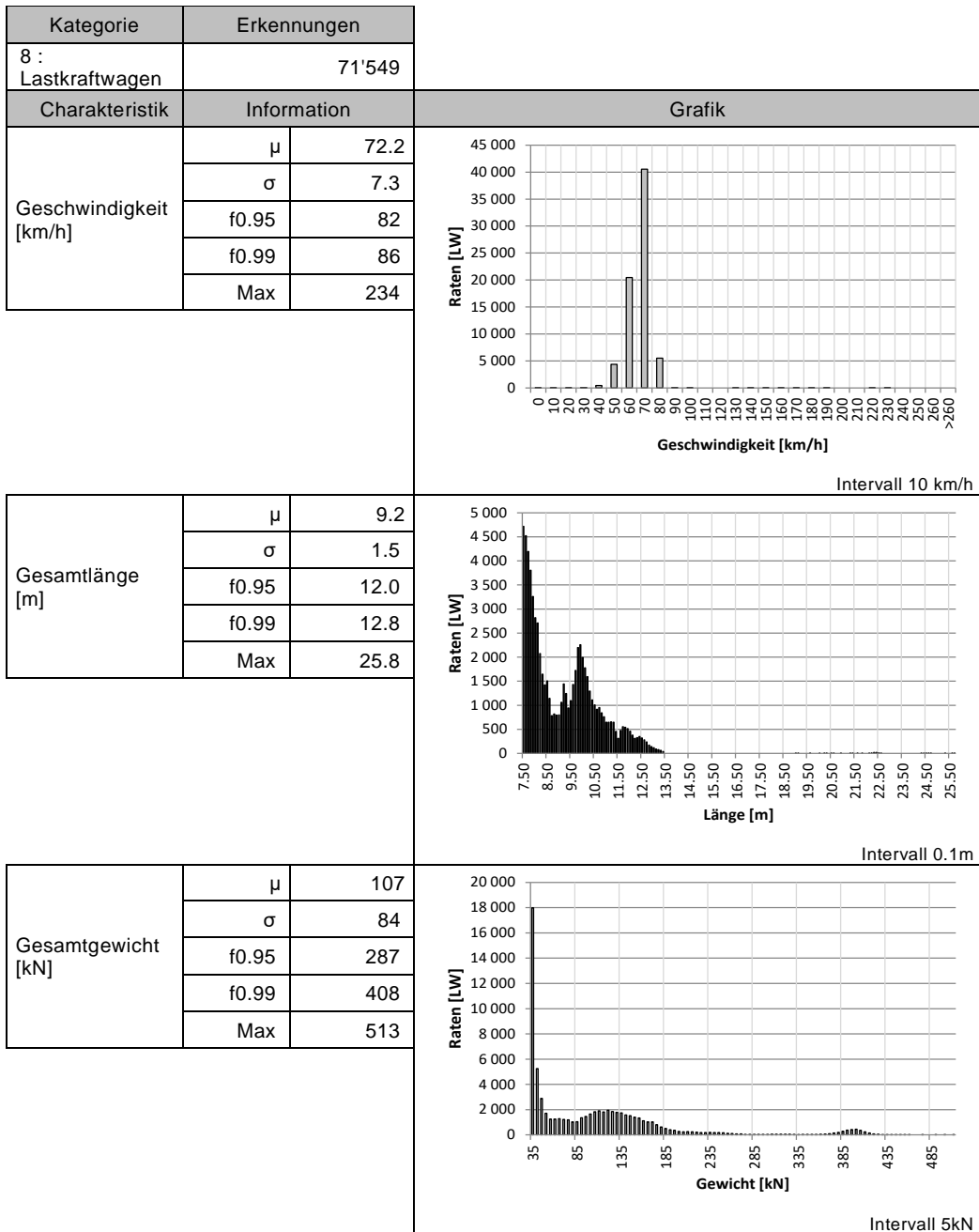
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Auf Basis von :
- 0.3%	- 0.3%	Anzahl Erkennungen
- 0.7%	- 0.6%	Gesamtgewicht
- 0.6%	- 0.9%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

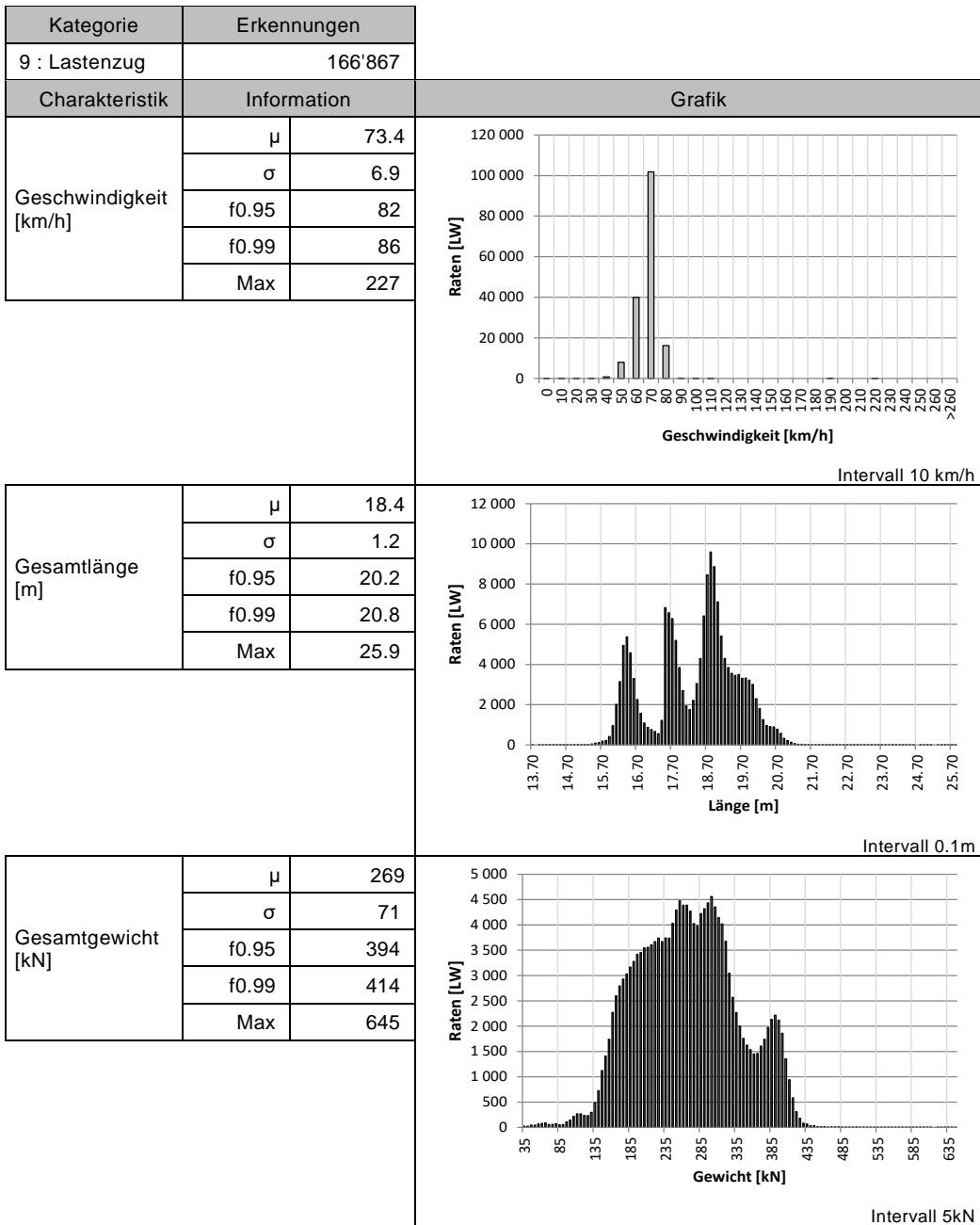
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2013 bis 2019.

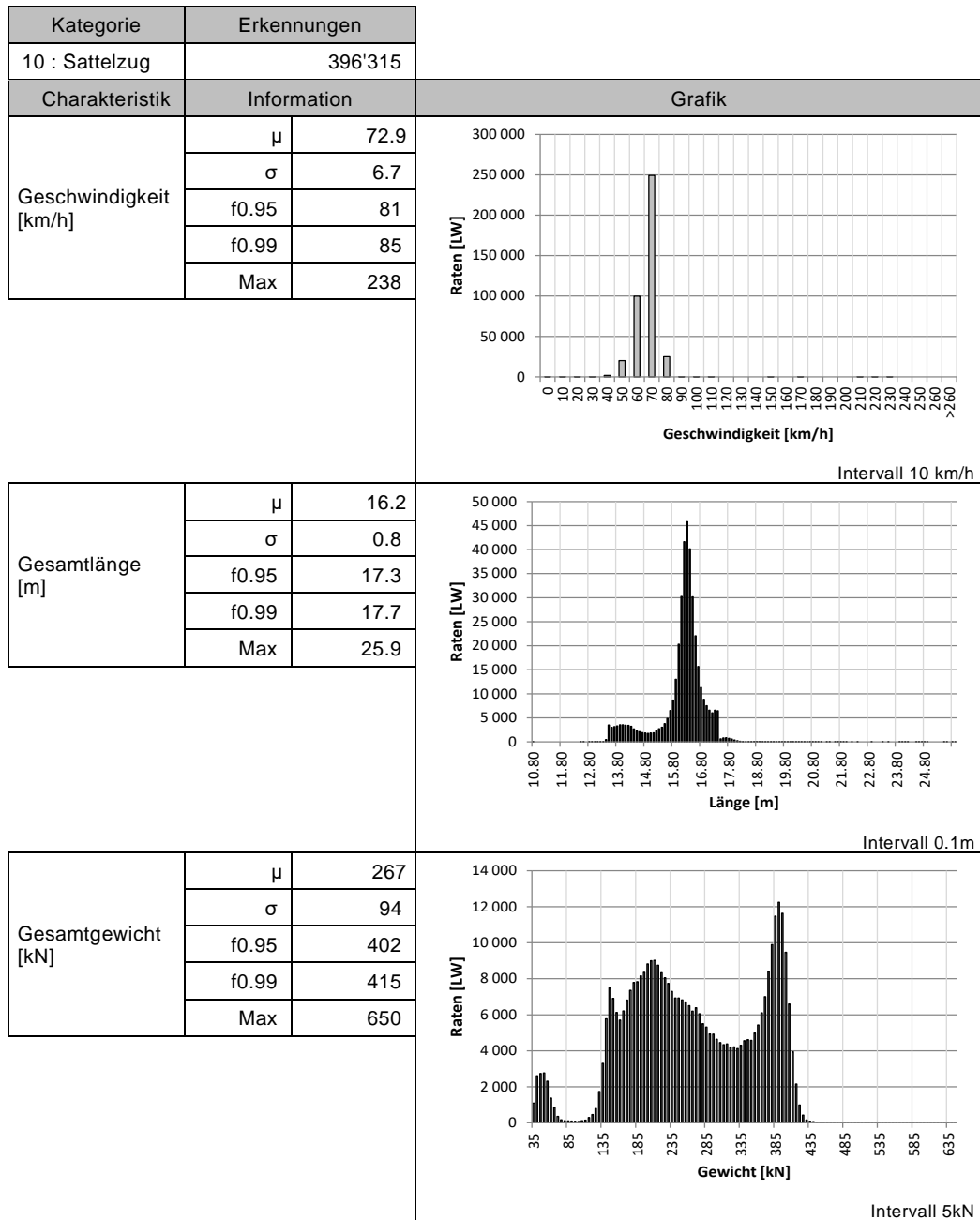
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



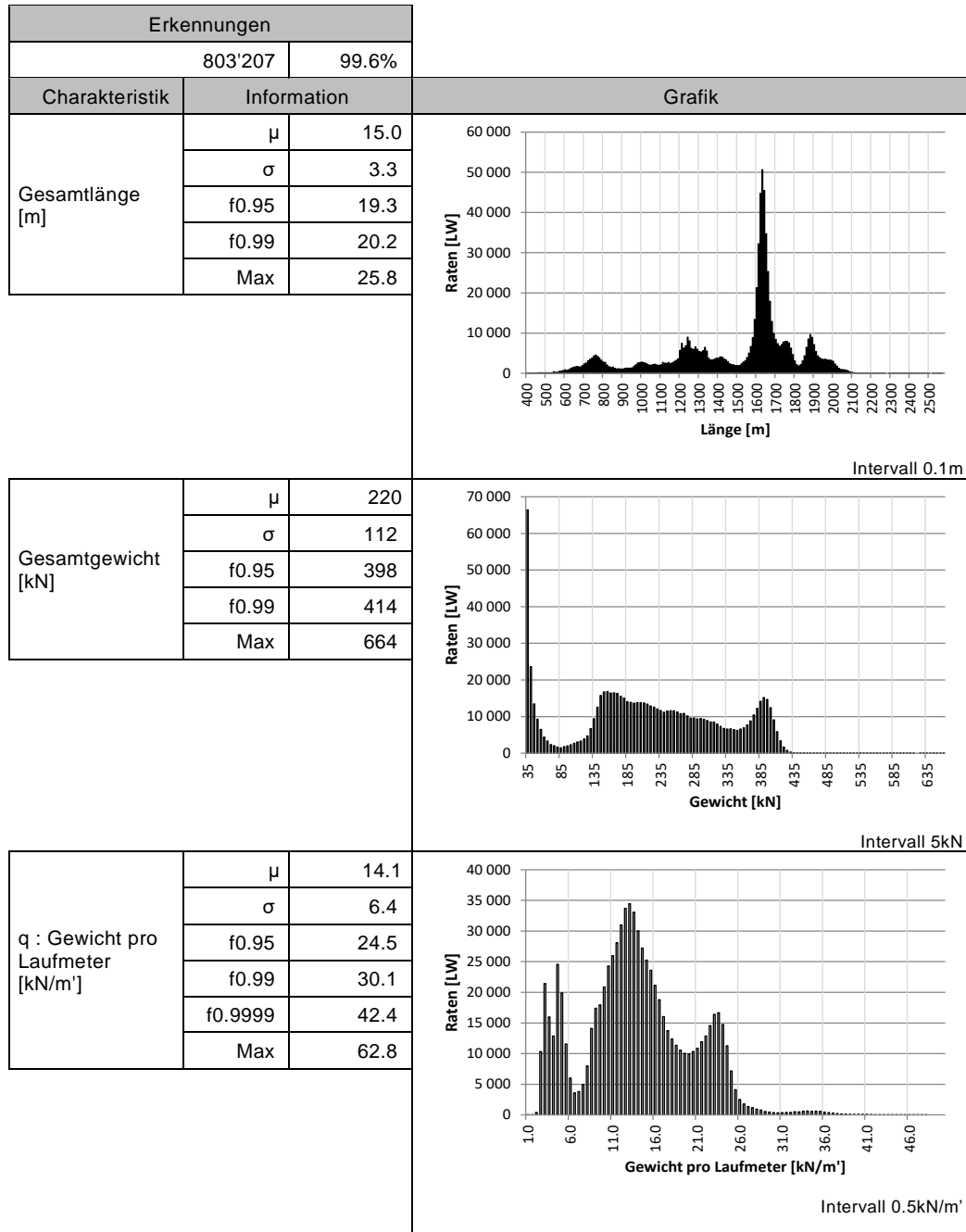


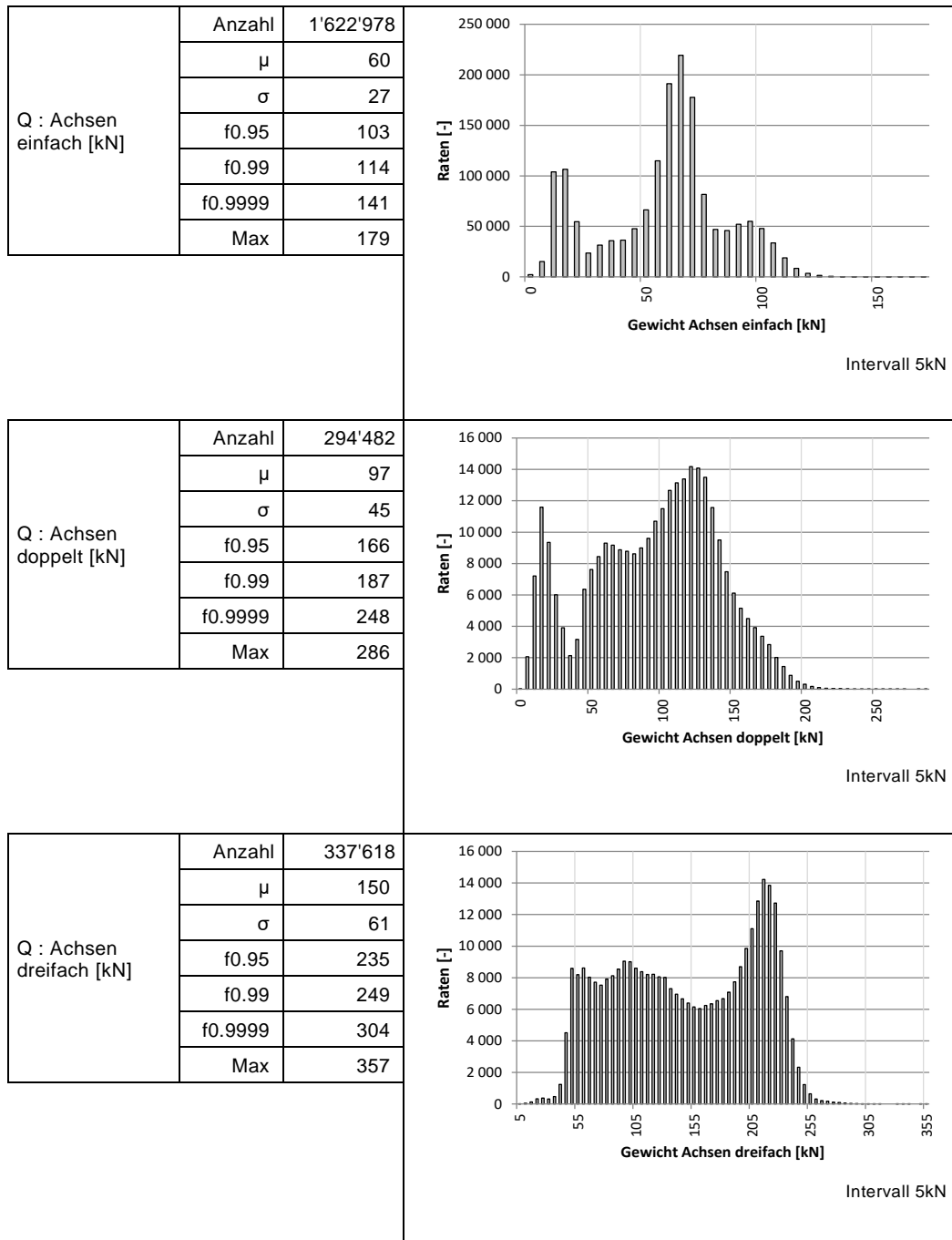




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umriss 2 bis 6 Achsen.



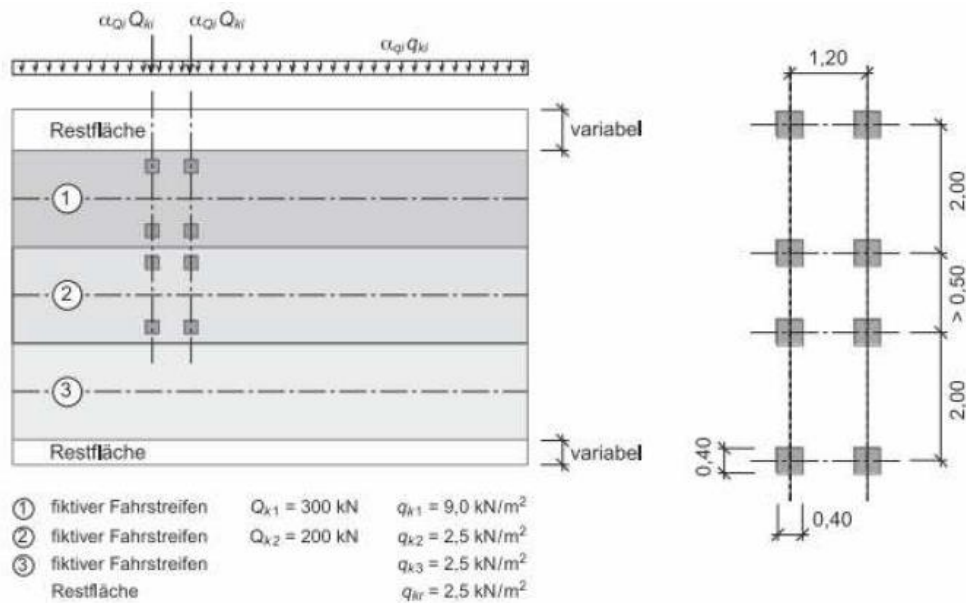


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.6% 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	60	60	103	114	141
Doppelt	97	48	166 (83)	187 (94)	248 (124)
Dreifach	150	50	235 (78)	249 (83)	304 (101)

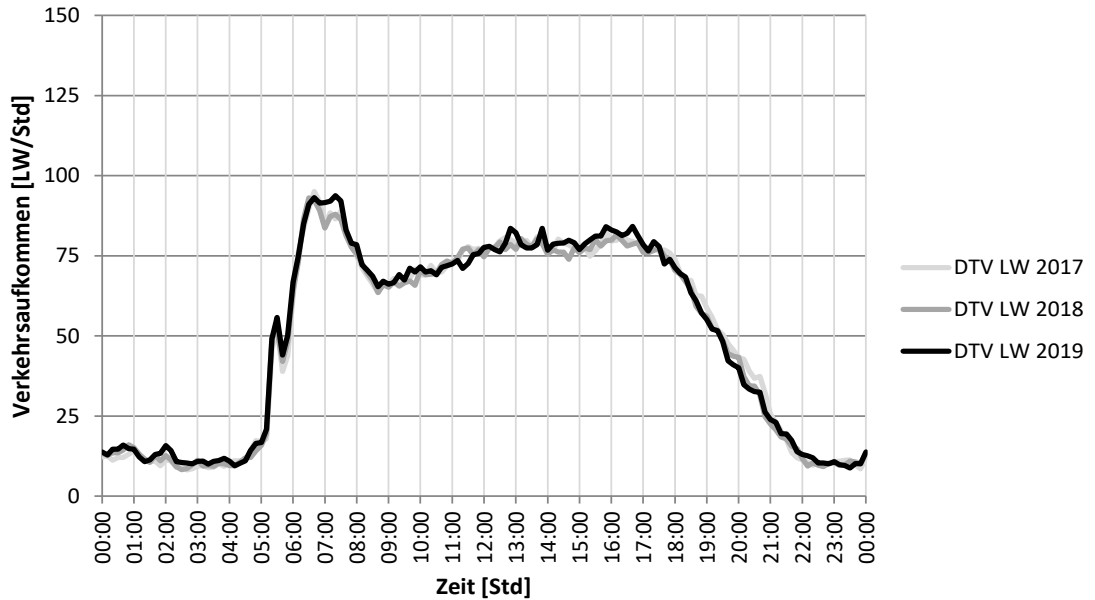
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	14.1	24.5	30.1	42.4
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m ²]	4.7	8.2	10.0	14.1

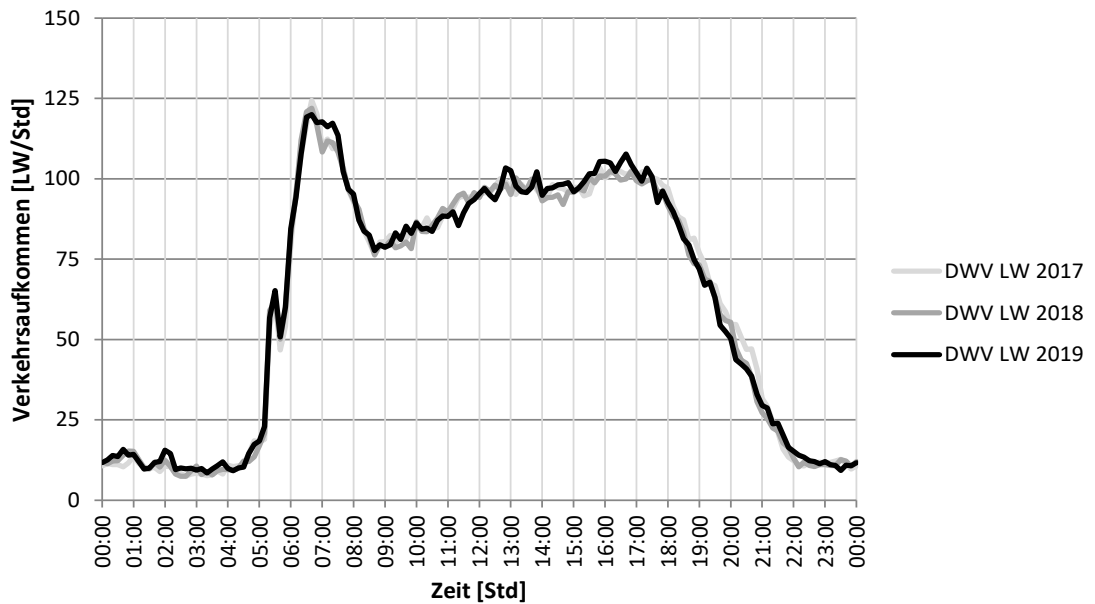
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

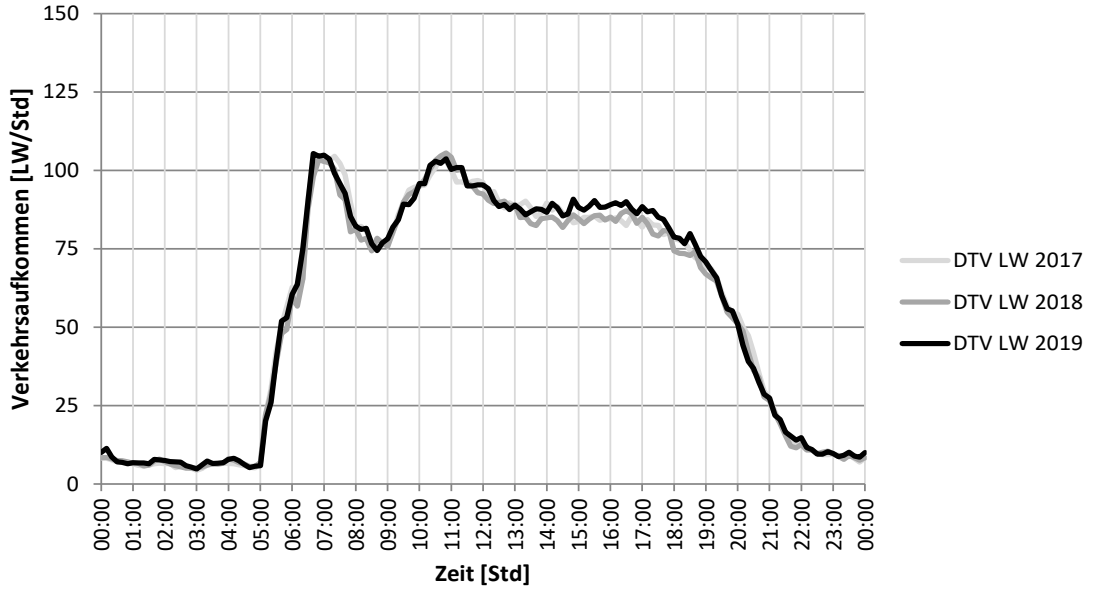
Bellinzona



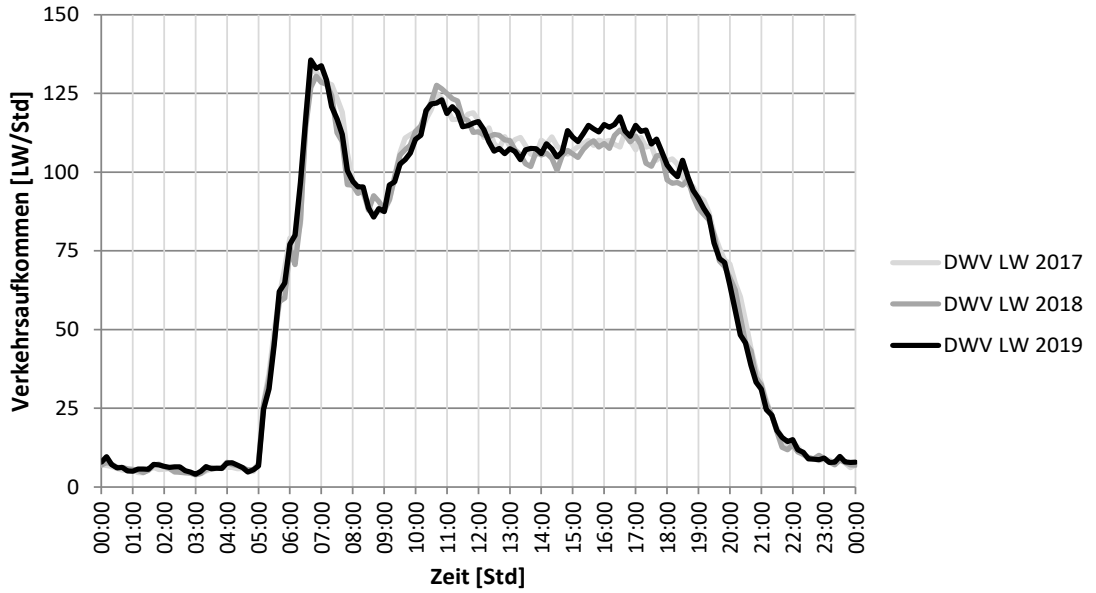
Bellinzona



Wassen

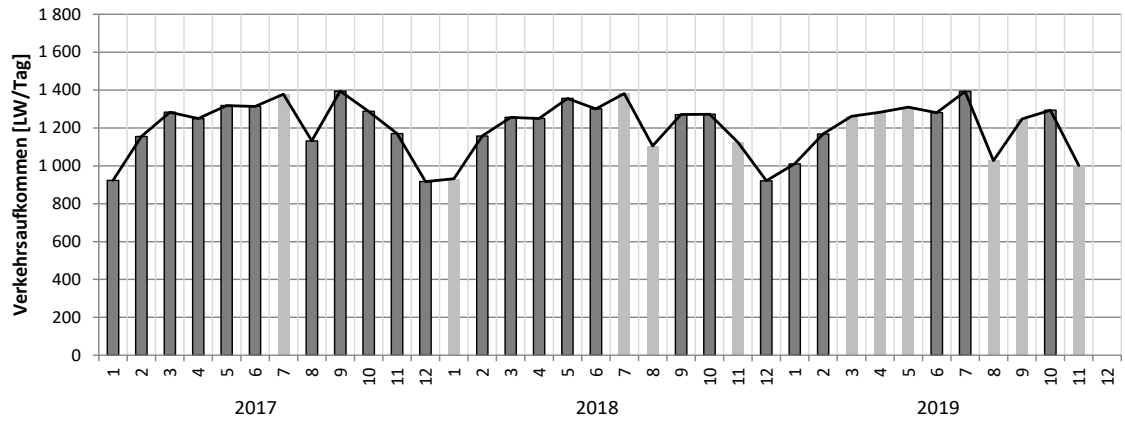


Wassen

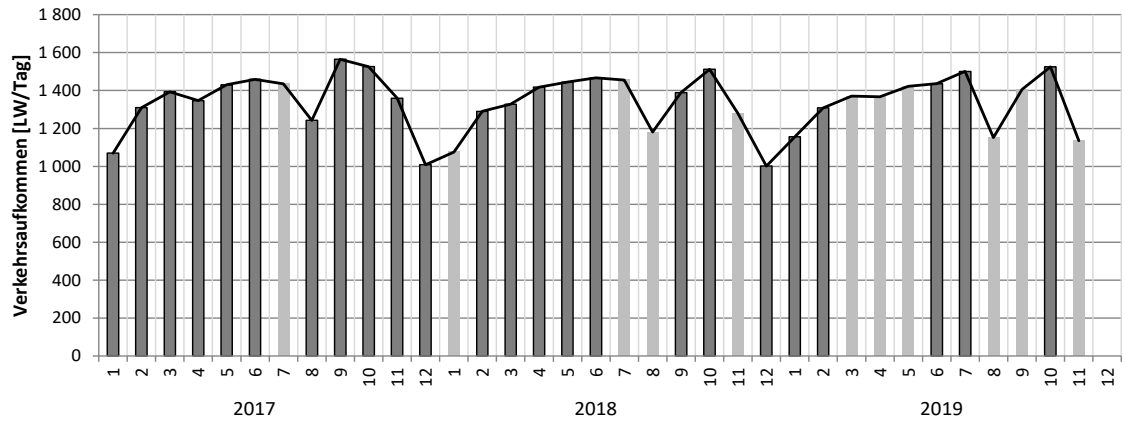


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Bellinzona



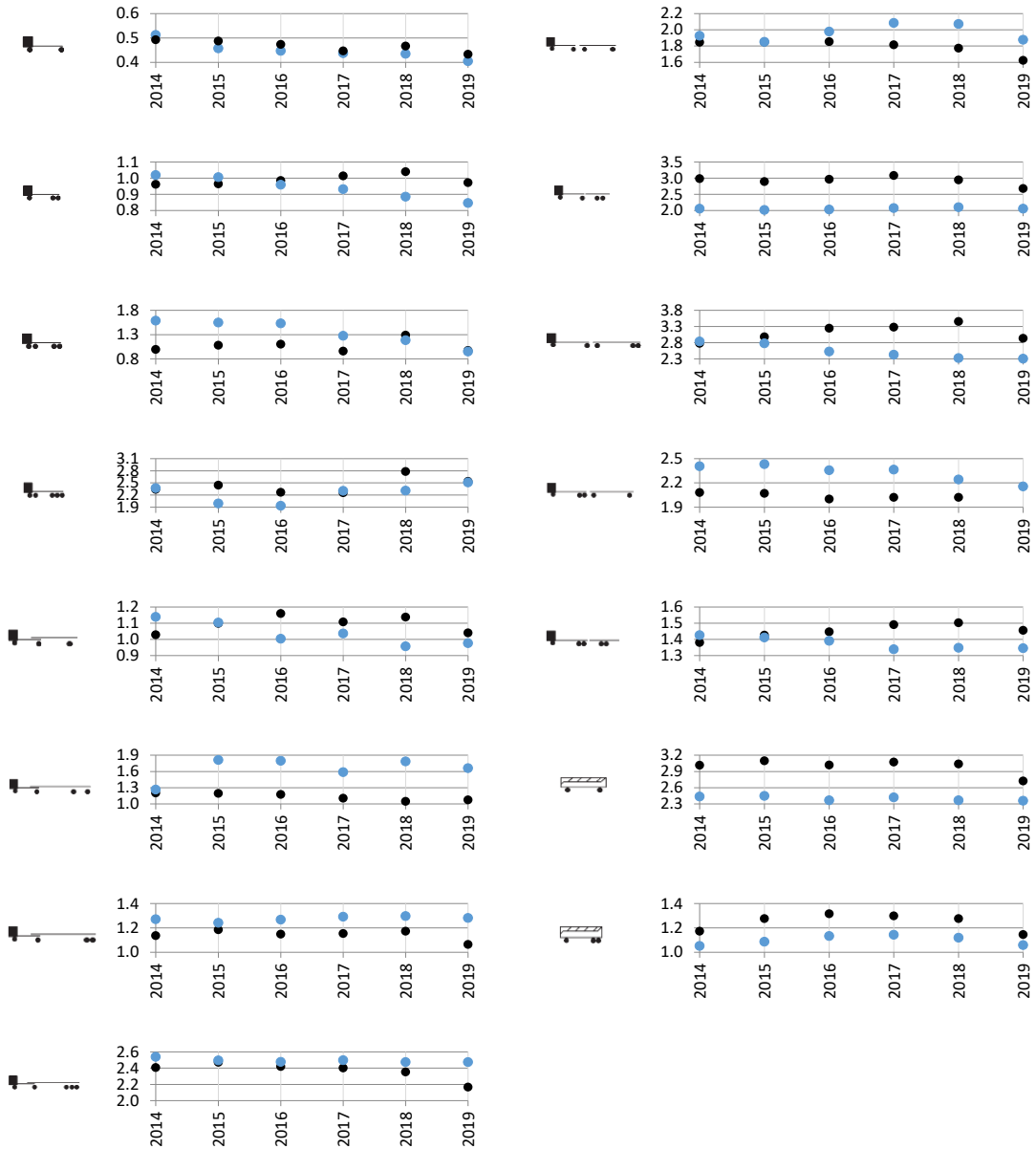
Wassen



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

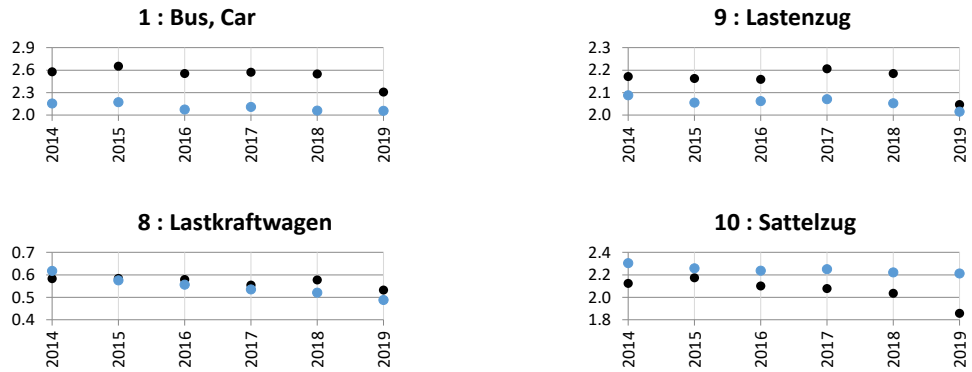
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



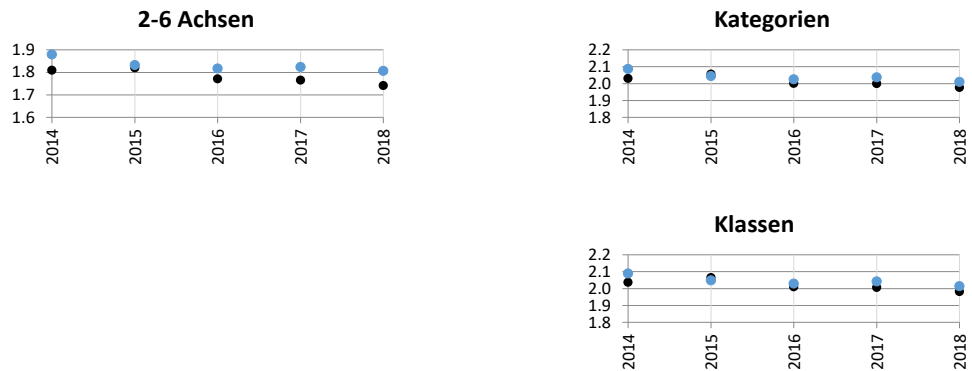
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



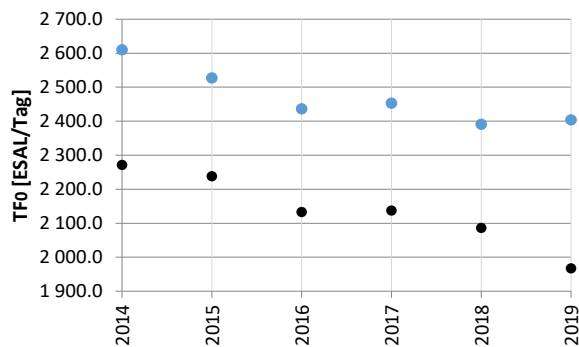
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

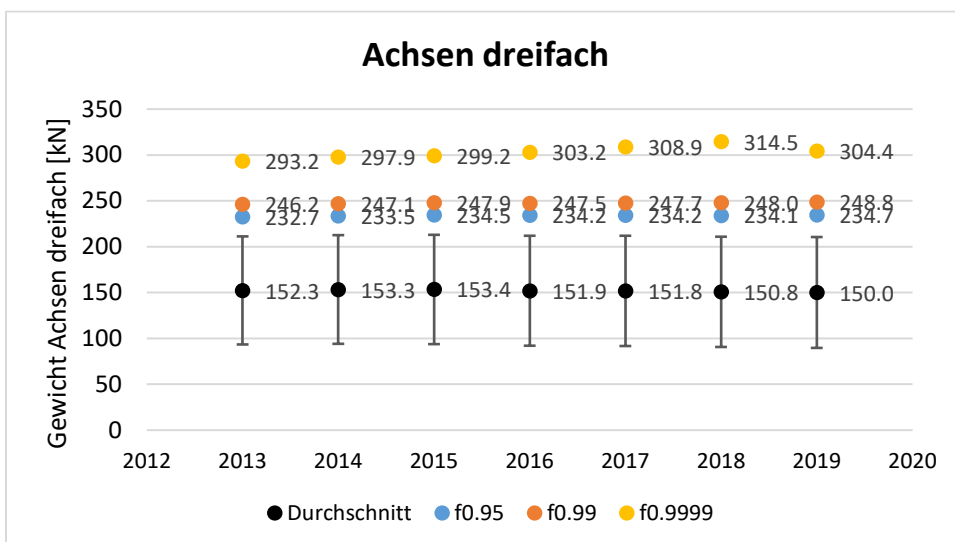
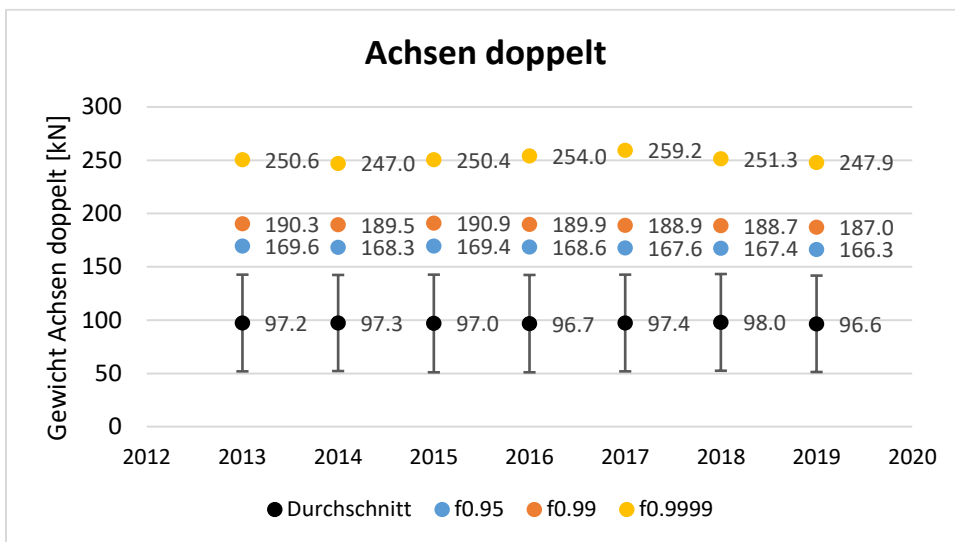
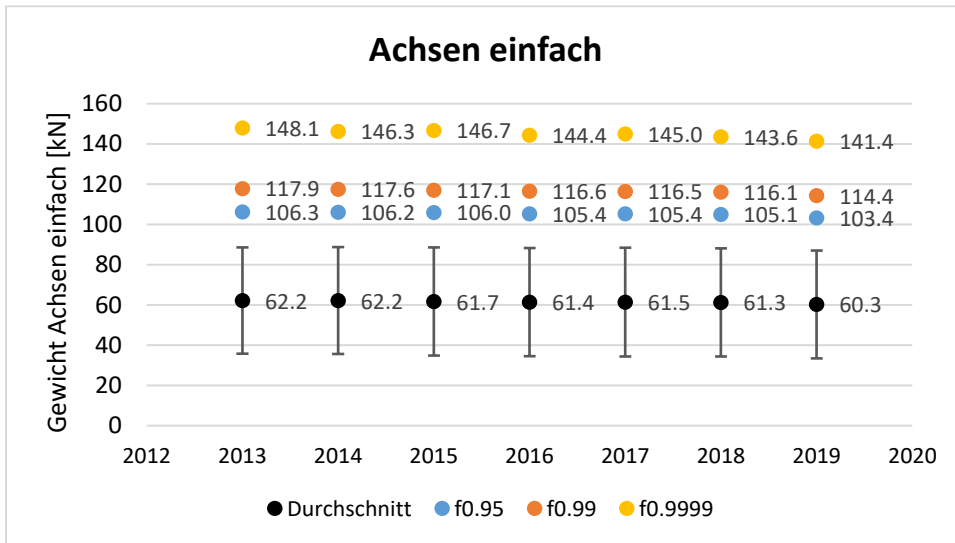
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast



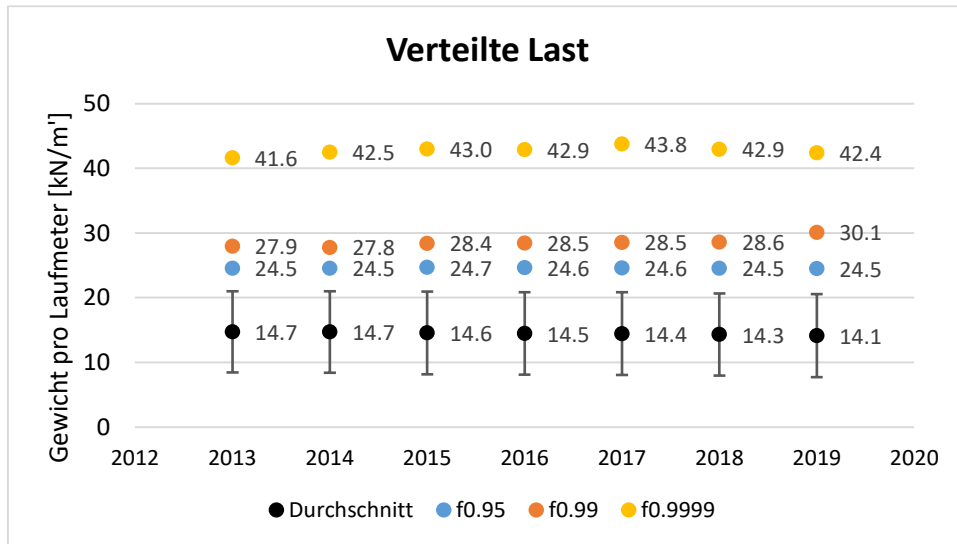
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

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 :	02.10.2018 – Richtung Bellinzona 03.10.2018 – Richtung Wassen	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Bellinzona : -1.67% Richtung Wassen : 1.48%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Bellinzona : Nein Richtung Wassen : Nein	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Bellinzona : Gut Richtung Wassen : Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Bellinzona : 2016 bis 2019 Richtung Wassen : 2016 bis 2019	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 53 Tage	
Ausgeschlossen :	0.39%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW \geq 3.5 to :	13.0%	
Inkohärente Umrisse :	16.5% davon 16.0% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.5% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die 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 (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. 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.