



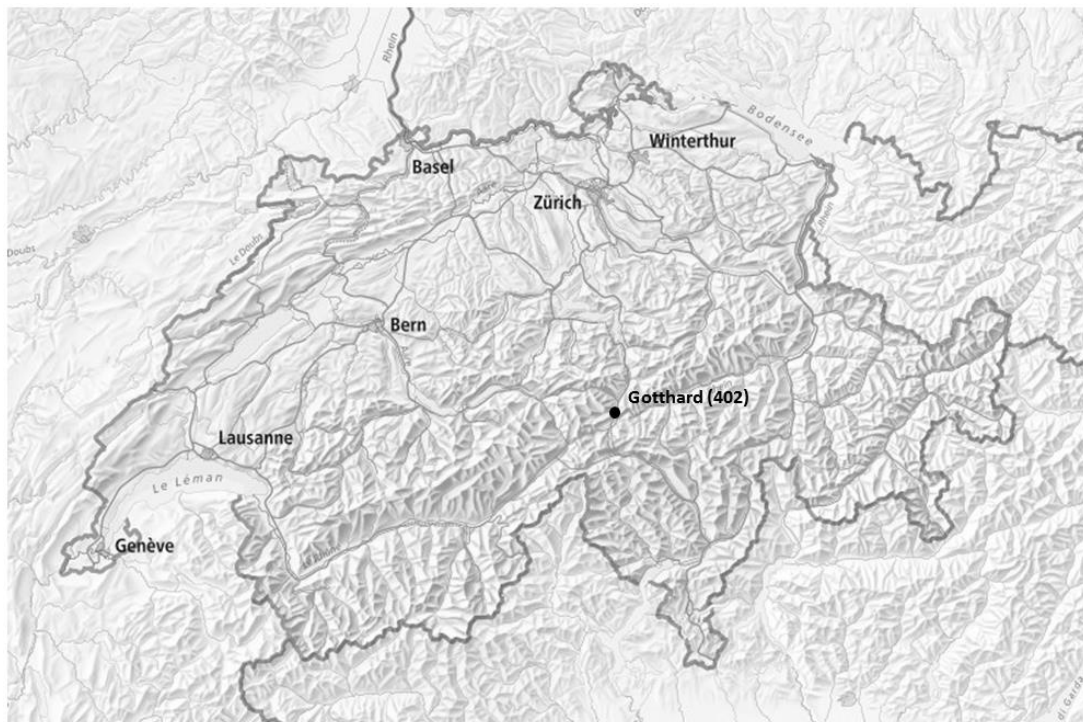
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Gotthard - 2016

Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten



Ittigen, 30.11.2017

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_2016_402

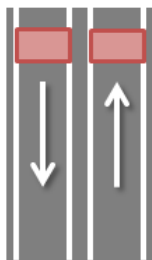
Version 1

Erschaffen am 30.11.2017 – 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
4.1	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen	13
4.2	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien.....	13
4.3	Mittlerer Äquivalenzfaktor.....	14
4.4	Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324.....	14
4.5	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 Erkennung 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
7.3.5	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....	27
7.3.6	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....	28
8	Vertrauensebene	29
	Bibliografie.....	30

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spur
Gotthard	UR	A2	402	F3	XI	(1)*	2
Situation							
1  2				Spur 1 : Richtung Bellzone Spur 2 : Richtung Wassen			
Speicherung							
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							
Potentieller Datenverlust							
Besondere Ereignis							
1)	07.05.2016 – 02 : 02 bis 02 : 05			Verdopplung der Datendatei. Nichtübereinstimmung der Speicherungen.			
2)	30.11.2016 – 00 : 54 bis 00 : 59			Verdopplung der Datendatei. Nichtübereinstimmung der Speicherungen.			
Entscheide							
1)	Datei 40260327.V00 von 00 : 00 bis 02 : 02 : aufbewahrte Informationen. Datei 40260327.V00 von 02 : 02 bis 02 : 05 : nichtaufbewahrte Informationen. Datei 40260327.V01 von 02 : 02 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen.						
Verknüpfung							
Name der Datei :			2016_402_concat.log				
Anzahl Speicherungen :			1'085'128				
Anzahl effektiver Tage :			366				

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

2 Integrität der Daten

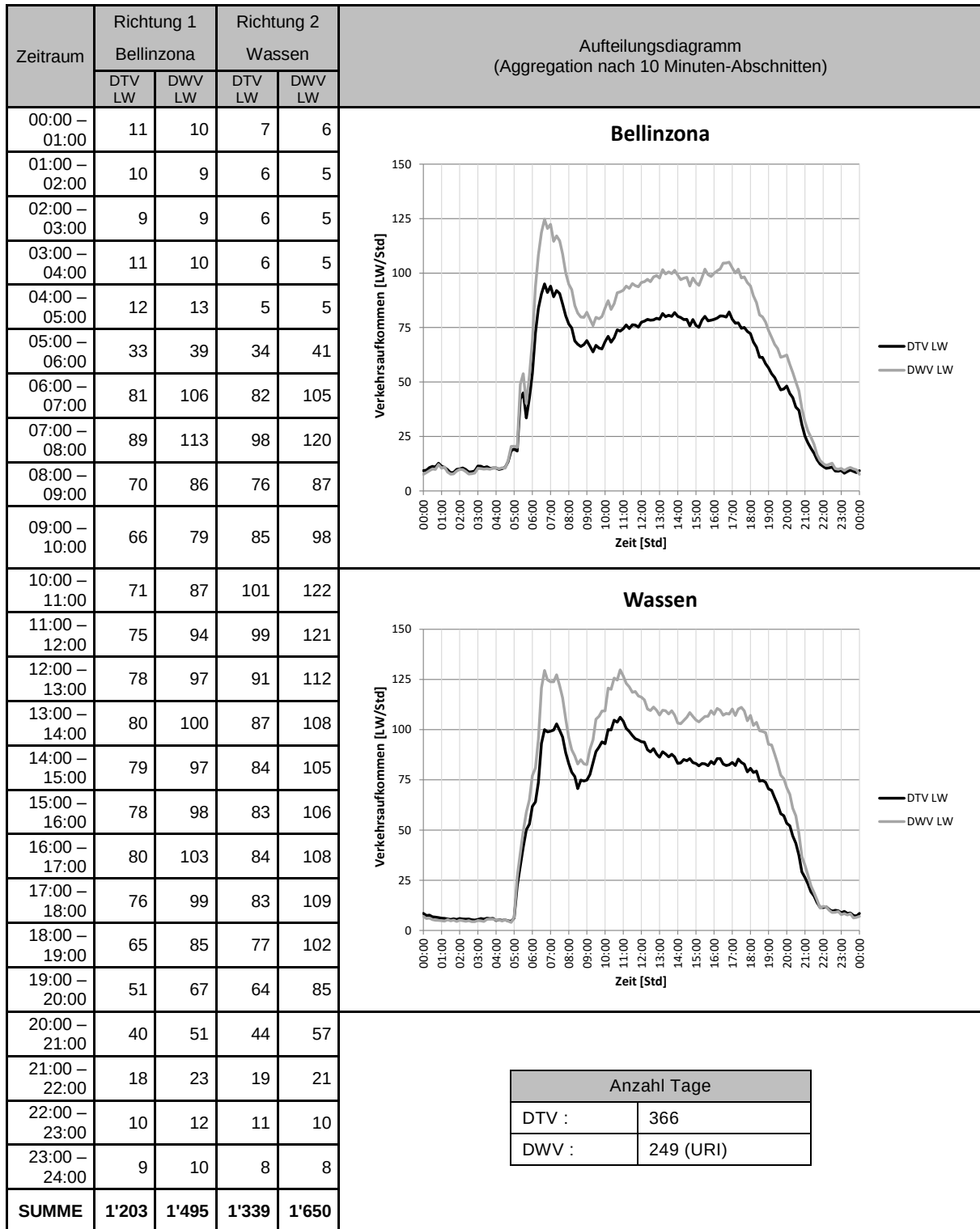
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (150'192 Einträge).
2)	934'111 Einträge Richtung D1. 825 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (17 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (754 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (6 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (2'257 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (229 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (2 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (478 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Abschluss (2016_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 :	2016_402.log
Anzahl Einträge :	930'368
Name der Ausschlussdatei :	2016_402_exclus.log
Anzahl Einträge :	4'568

Auf einer Gesamtmenge von 1'085'128 Einträgen, wurden 150'192 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 4'568 Einträge (0.49%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

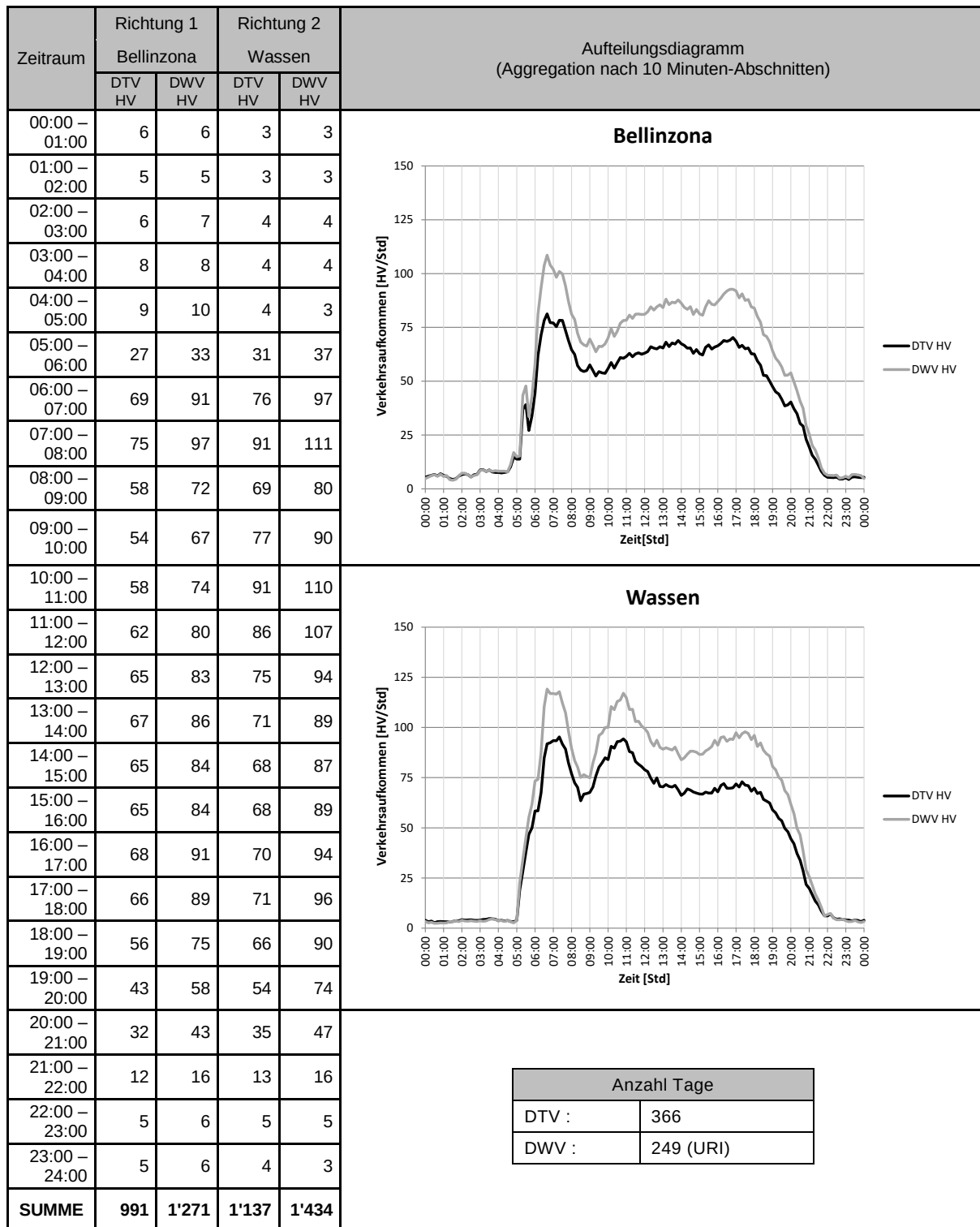
3 Statistikbearbeitung

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)

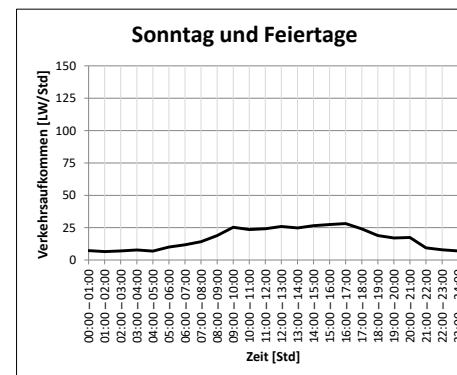
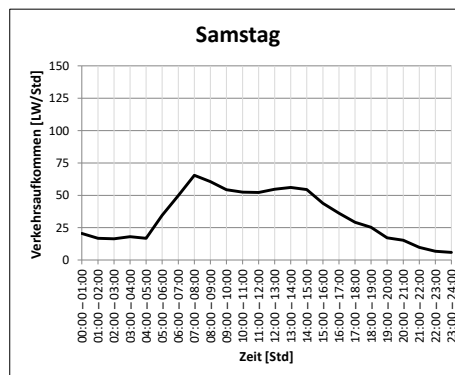
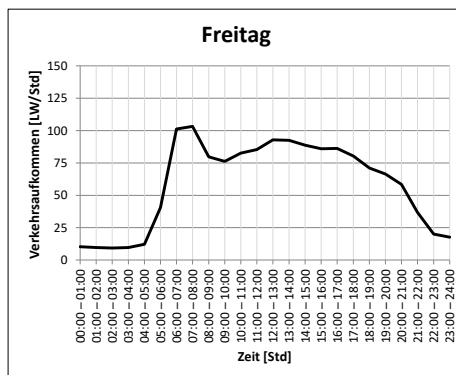
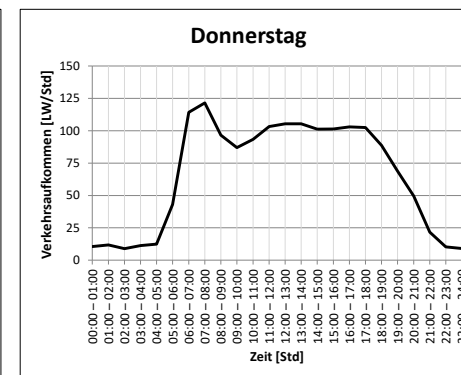
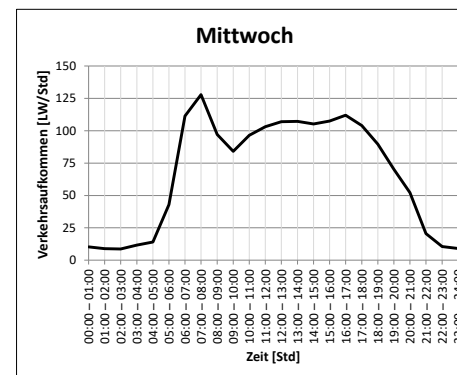
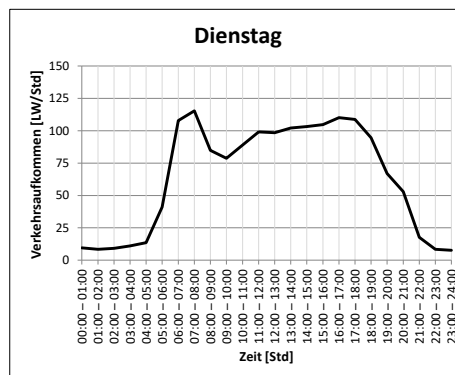
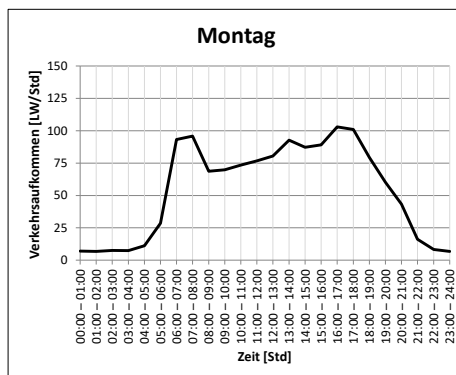


Bemerkung : Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

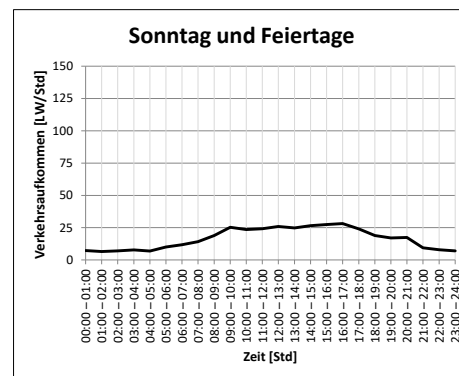
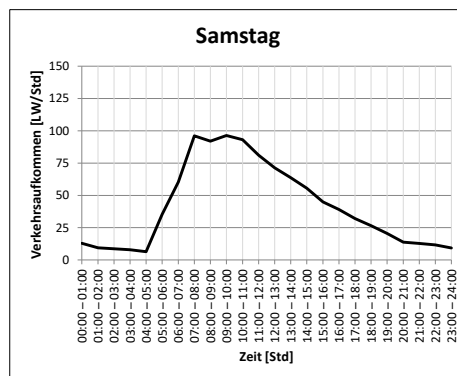
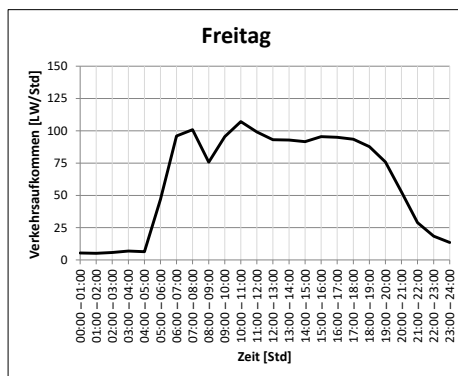
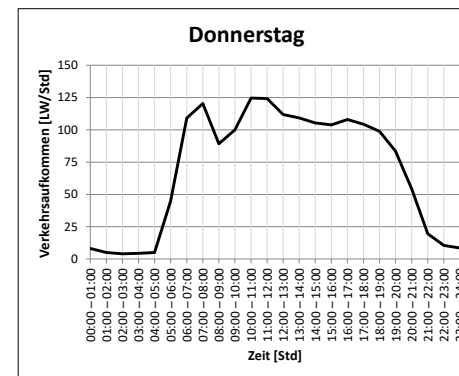
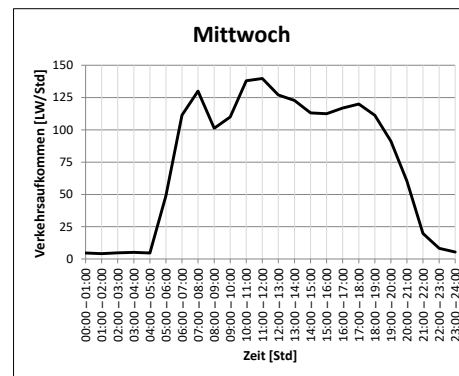
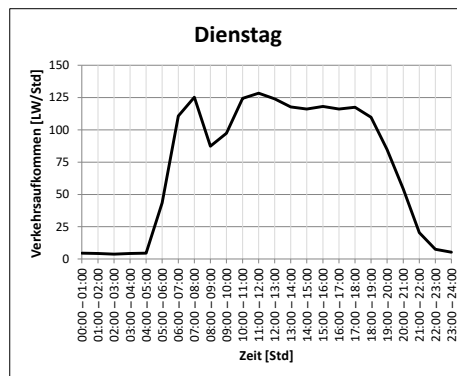
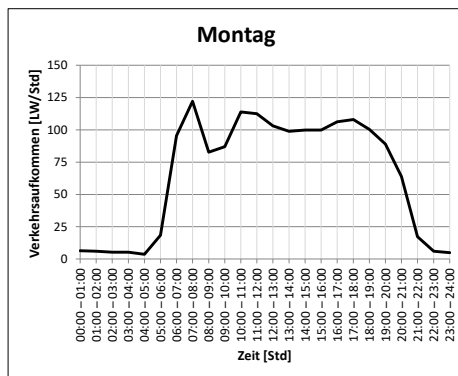
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (URI)	47	51	51	49	51	52	65

Richtung 1 : Bellinzona (Aggregation nach Stunde)



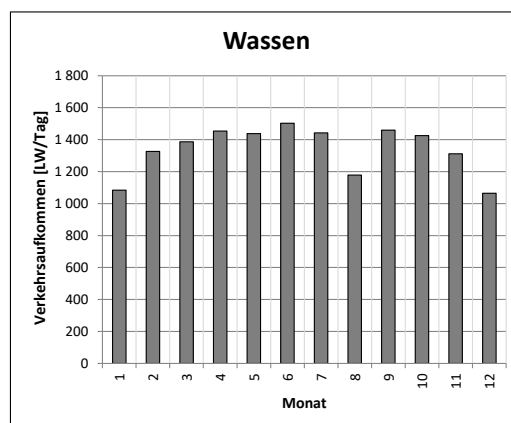
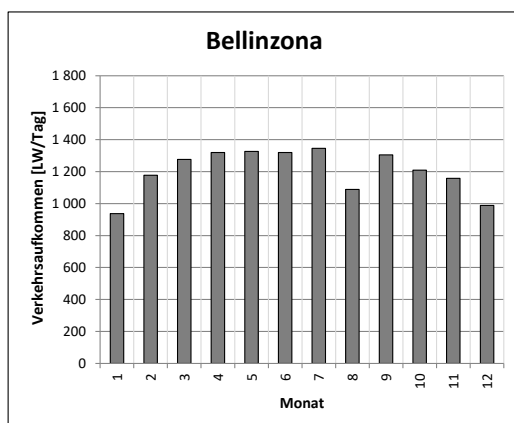
Richtung 2 : Wassen (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

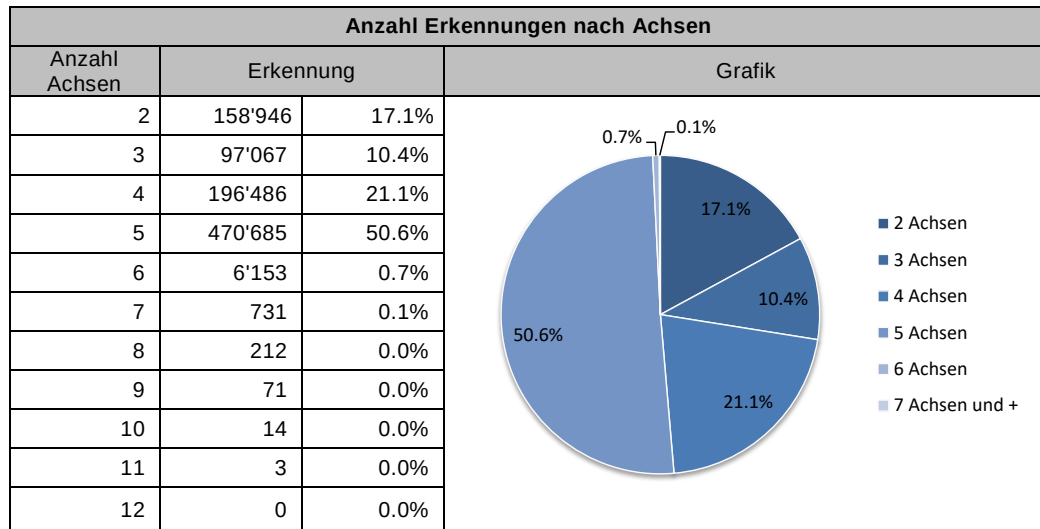
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen
Januar	29'058	33'599
Februar	34'132	38'478
März	39'571	42'992
April	39'577	43'597
Mai	41'116	44'568
Juni	39'571	45'097
Juli	41'718	44'716
August	33'741	36'519
September	39'157	43'780
Oktober	37'471	44'194
November	34'725	39'333
Dezember	30'639	33'019



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste).

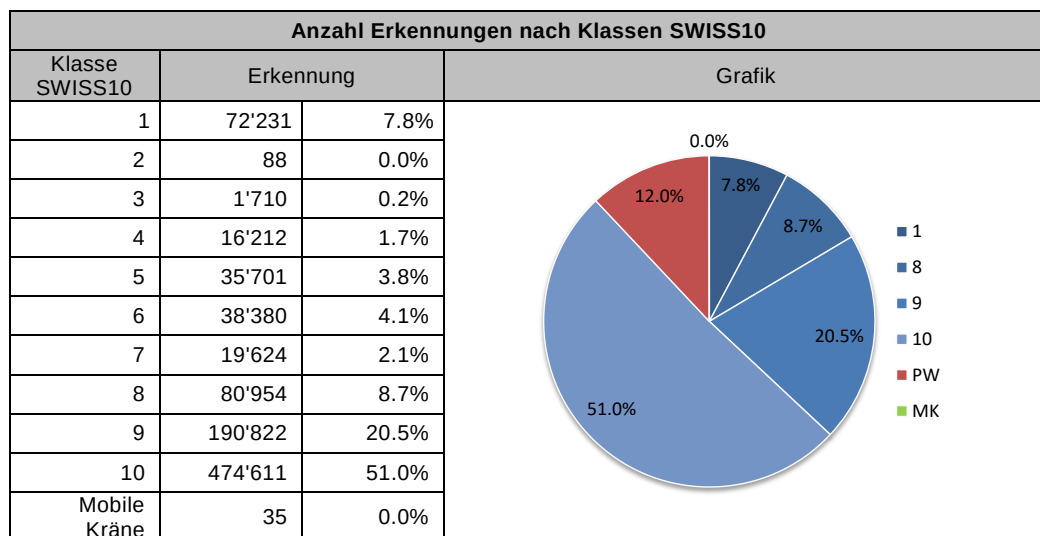
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

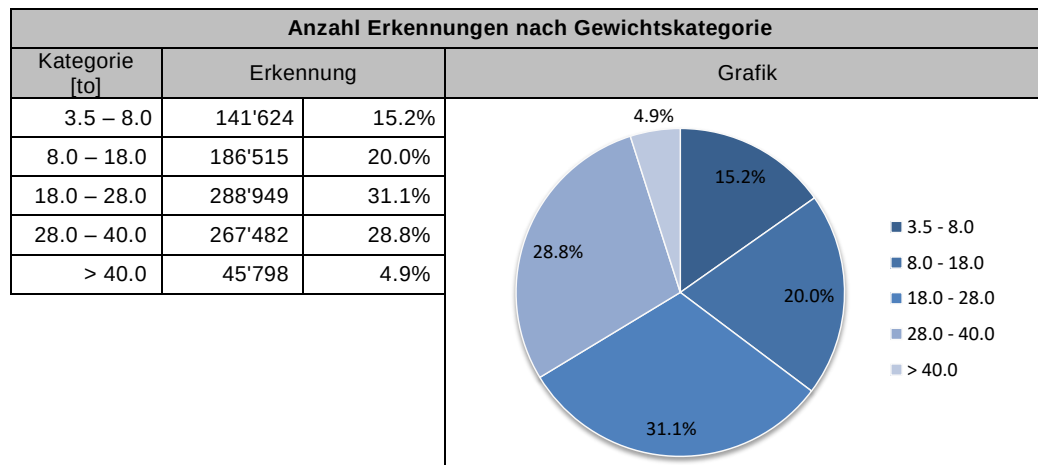
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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, Reisebus	1 : Bus, Reisebus	2 : LKW-ähnliche Fahrzeuge (Fahrzeuge > 3.5 t)
8 : Lastkraftwagen	5 : Lastkraftwagen	
9 : Lastenzug	6 : Lastenzug + Sattelzug	
10 : Sattelzug		



Wir stellen fest, dass 111'715 Einträge (Klasse 2 bis 7, 12.0%) 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	Erkennung	
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	346'088	37.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	91'999	9.9%
S/S	0 - - - - 0		8	62'167	6.7%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	54'376	5.8%
S/S	0 - - - - 0		1	52'766	5.7%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	46'218	5.0%
S/S	Unschlüssig			42'003	4.6%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	31'407	3.4%
S/S/S	Unschlüssig			29'865	3.2%
S/S/Ta	Unschlüssig			27'132	2.9%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	24'860	2.7%
S/Ta	Unschlüssig			22'488	2.4%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	21'517	2.3%
S/Ta	0 - - - - 00		1	16'844	1.8%
S/Ta	0 - - - - 00		8	12'208	1.3%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	8'400	0.9%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	1'982	0.2%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	1'656	0.2%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'061	0.1%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	633	0.1%

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

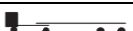
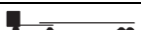
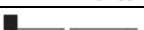
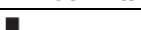
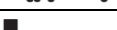
4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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
	45.5%	54.5%	Gesamtgewicht
	46.7%	53.3%	Äquivalente Verkehrslast total W

4.1 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
	0.47	0.45	0.7	0.45	0.41	0.6
	0.99	0.96	1.4	1.30	1.25	2.1
	1.10	1.53	1.5	1.90	2.70	2.7
	2.27	1.94	1.9	5.22	4.40	3.0
	1.16	1.00	0.5	1.09	0.93	0.5
	1.17	1.80	1.7	1.12	1.79	1.8
	1.15	1.27	1.8	1.19	1.35	2.2
	2.42	2.48	2.0	3.12	3.19	2.2
	1.86	1.98	2.0	1.83	1.96	1.9
	2.97	2.03	1.7	3.37	2.19	1.6
	3.25	2.53	1.3	3.63	2.75	1.0
	2.00	2.36	2.5	2.48	2.92	2.6
	1.45	1.39	1.2	1.98	1.92	0.9
	3.02	2.36	0.7	3.25	2.50	0.6
	1.32	1.13	1.4	1.91	1.59	2.1

4.2 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, Reisebus	2.56	2.08	2.3	2.88	2.28	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.58	0.56	0.9	0.63	0.61	1.0
9 : Lastenzug	2.16	2.06	1.9	2.55	2.44	2.0
10 : Sattelzug	2.10	2.24	1.7	2.63	2.83	2.0

4.3 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)	1.77	1.82	1.6	2.17	2.24	1.7
	99.6%	99.5%		99.6%	99.5%	
Kategorie	2.00	2.03		2.43	2.48	
	84.1%	85.7%		84.1%	85.7%	
Klasse	2.01	2.03		2.44	2.48	
	82.4%	84.0%		82.4%	84.0%	

4.4 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{440'476 \text{ LW}}{366 \text{ Tage}} \cdot 1.77 = 2'133 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{489'892 \text{ LW}}{366 \text{ Tage}} \cdot 1.82 = 2'435 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{440'476 \text{ LW}}{366 \text{ Tage}} \cdot 2.17 = 2'610 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{489'892 \text{ LW}}{366 \text{ Tage}} \cdot 2.24 = 2'996 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

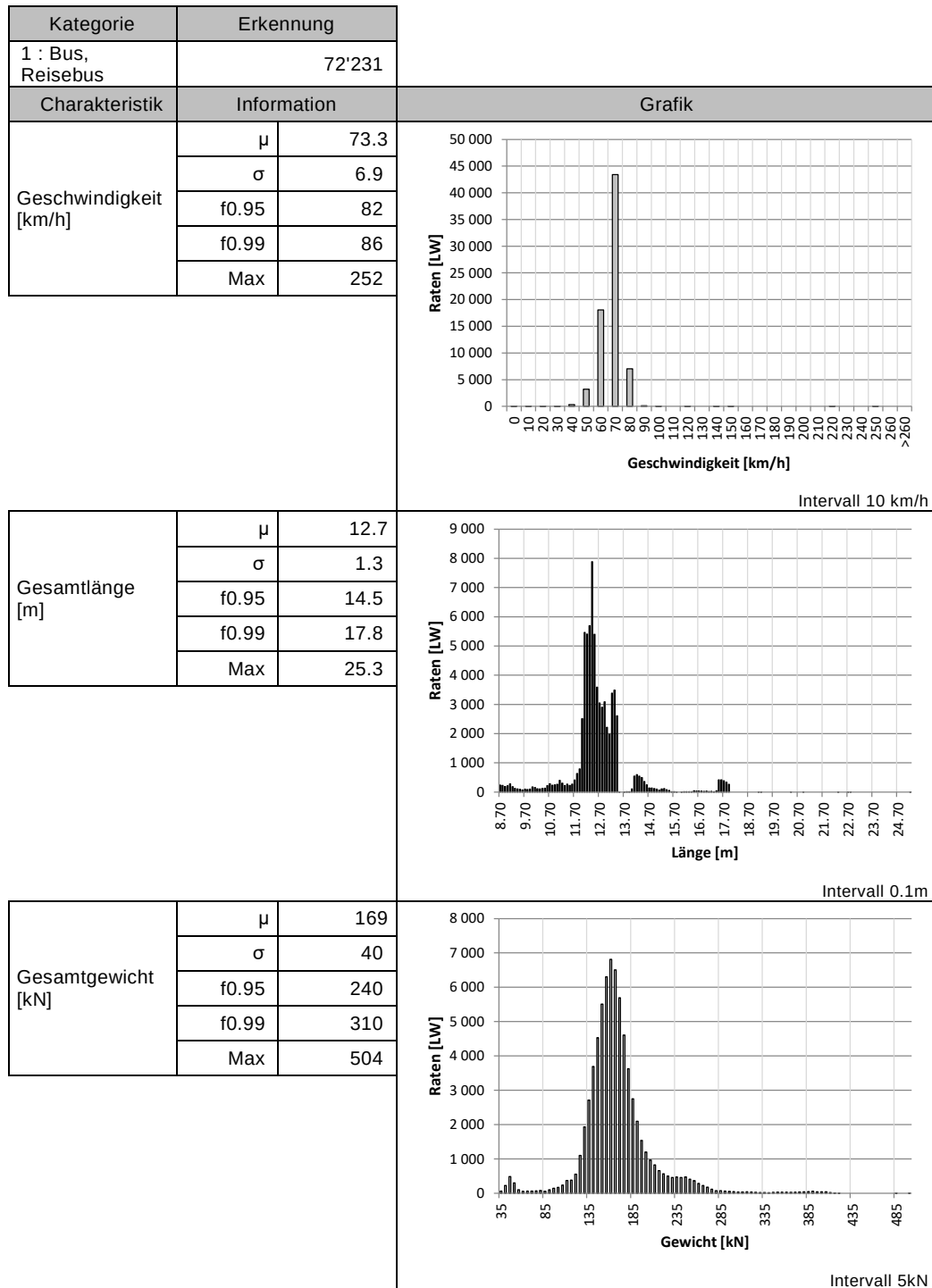
4.5 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

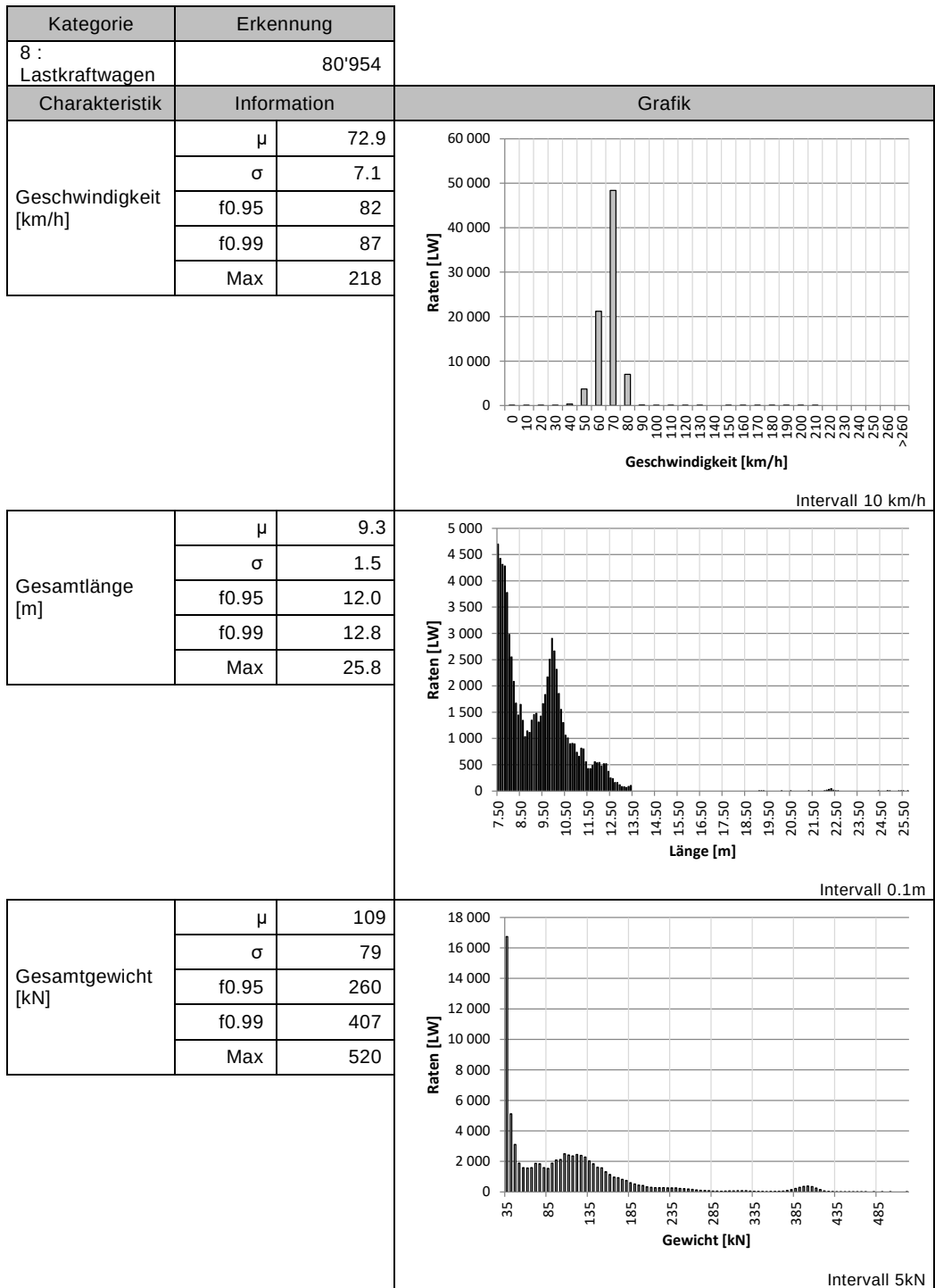
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates		
Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Auf Basis von :
- 0.3%	- 0.3%	Anzahl Erkennungen
- 0.6%	- 0.6%	Gesamtgewicht
- 0.2%	- 0.9%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

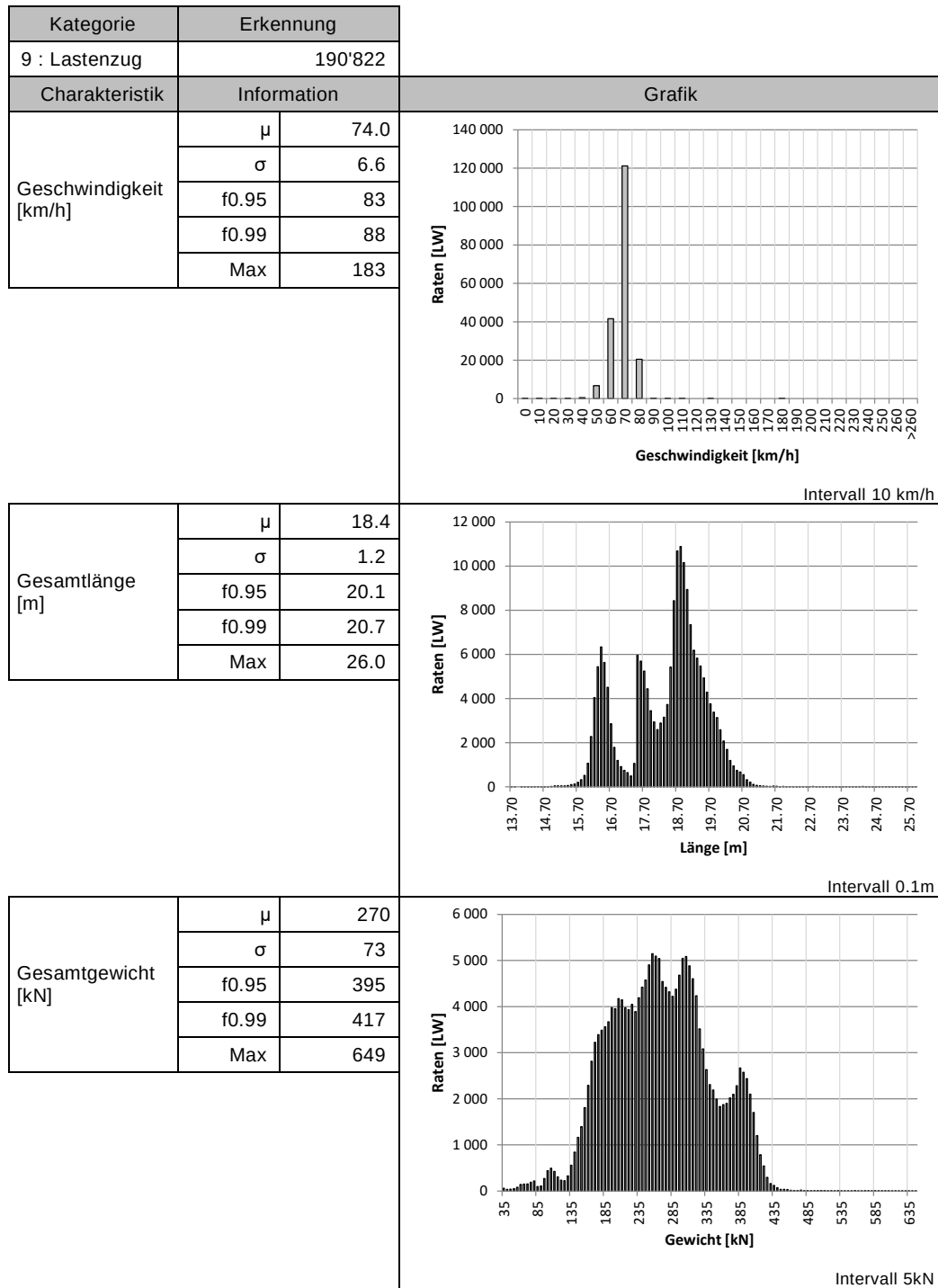
Dieser Abschnitt wurde bei den Jahresberichte von 2013, 2014, 2015 und 2016 festgestellt.

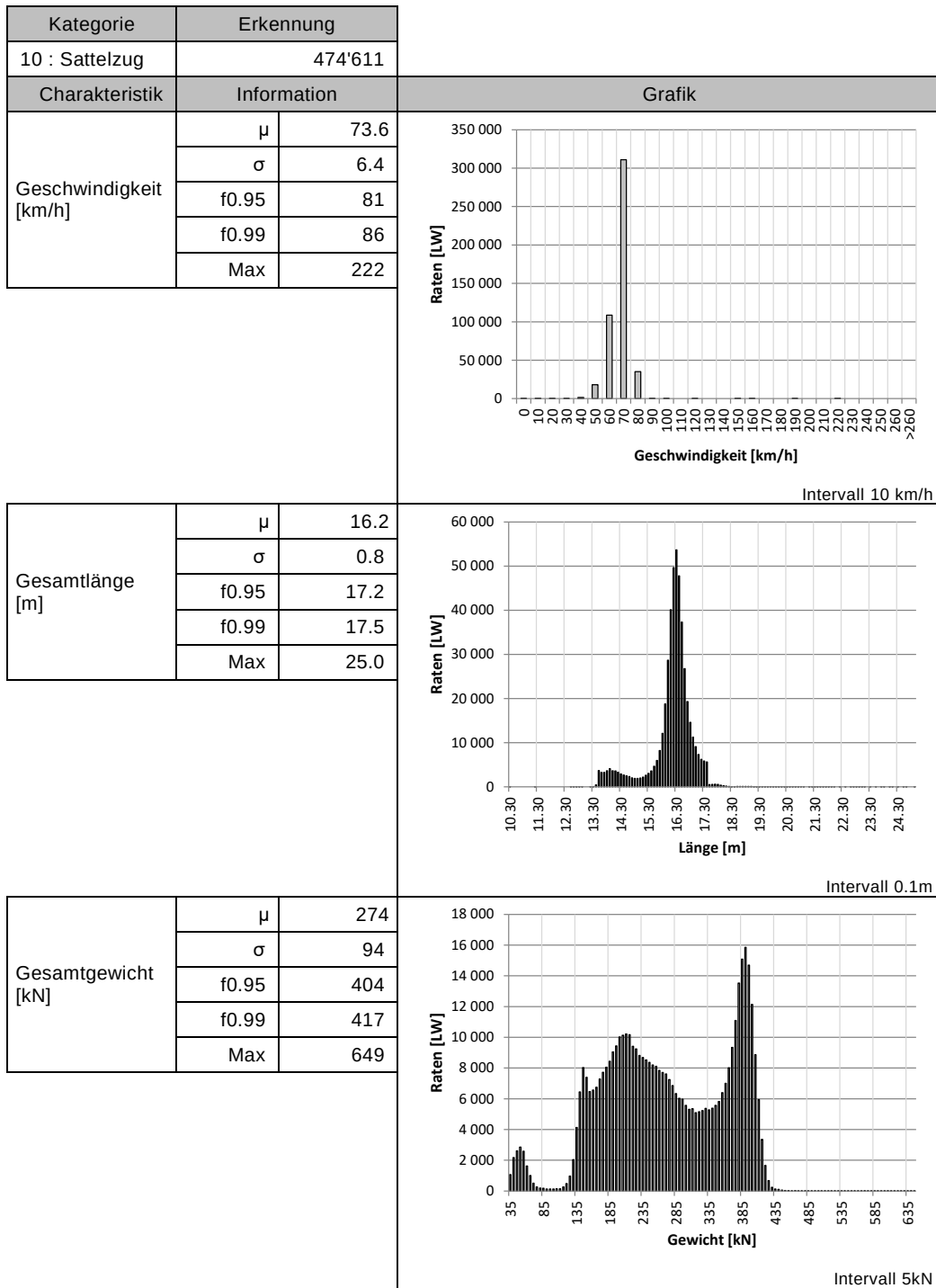
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



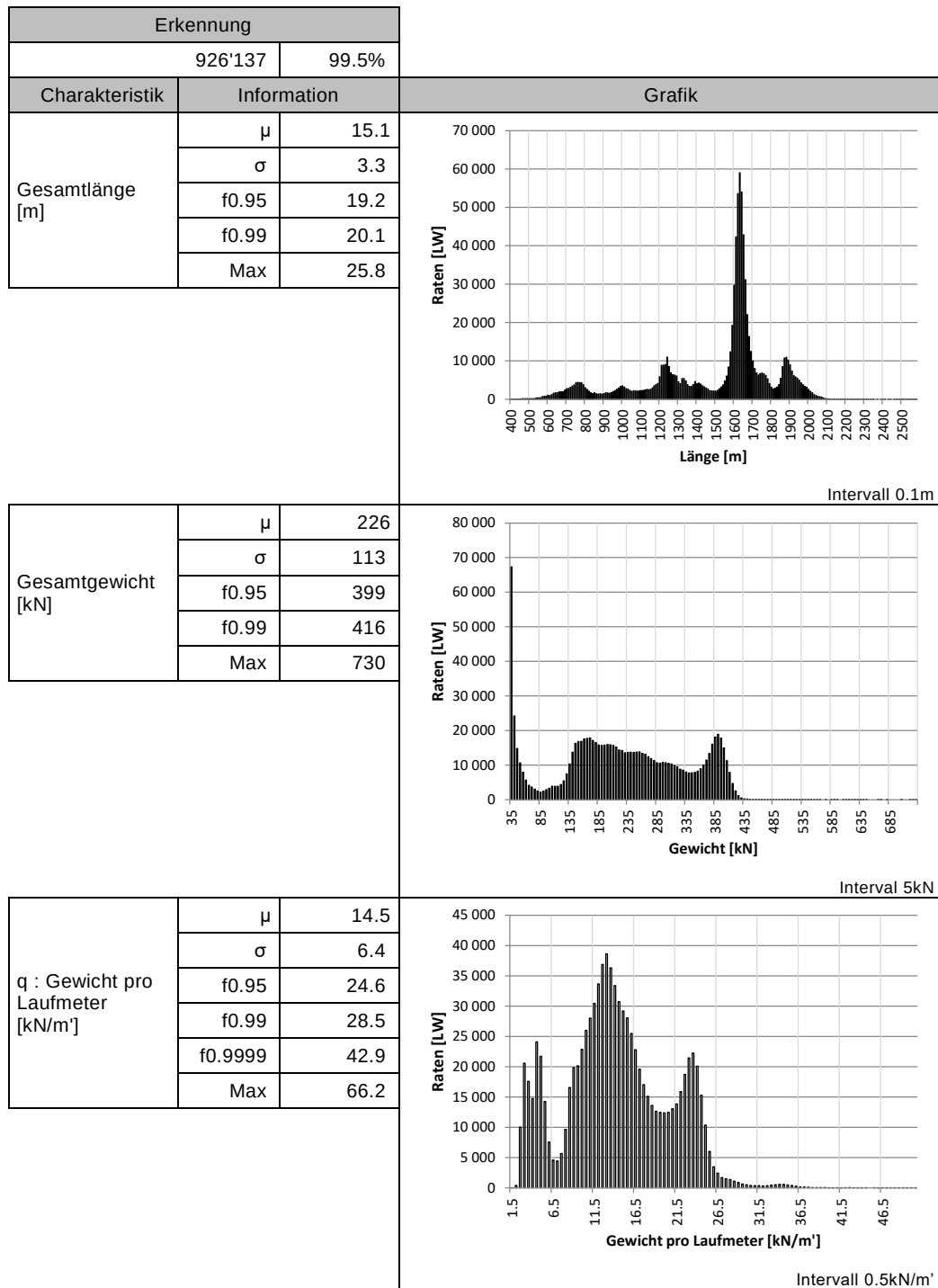


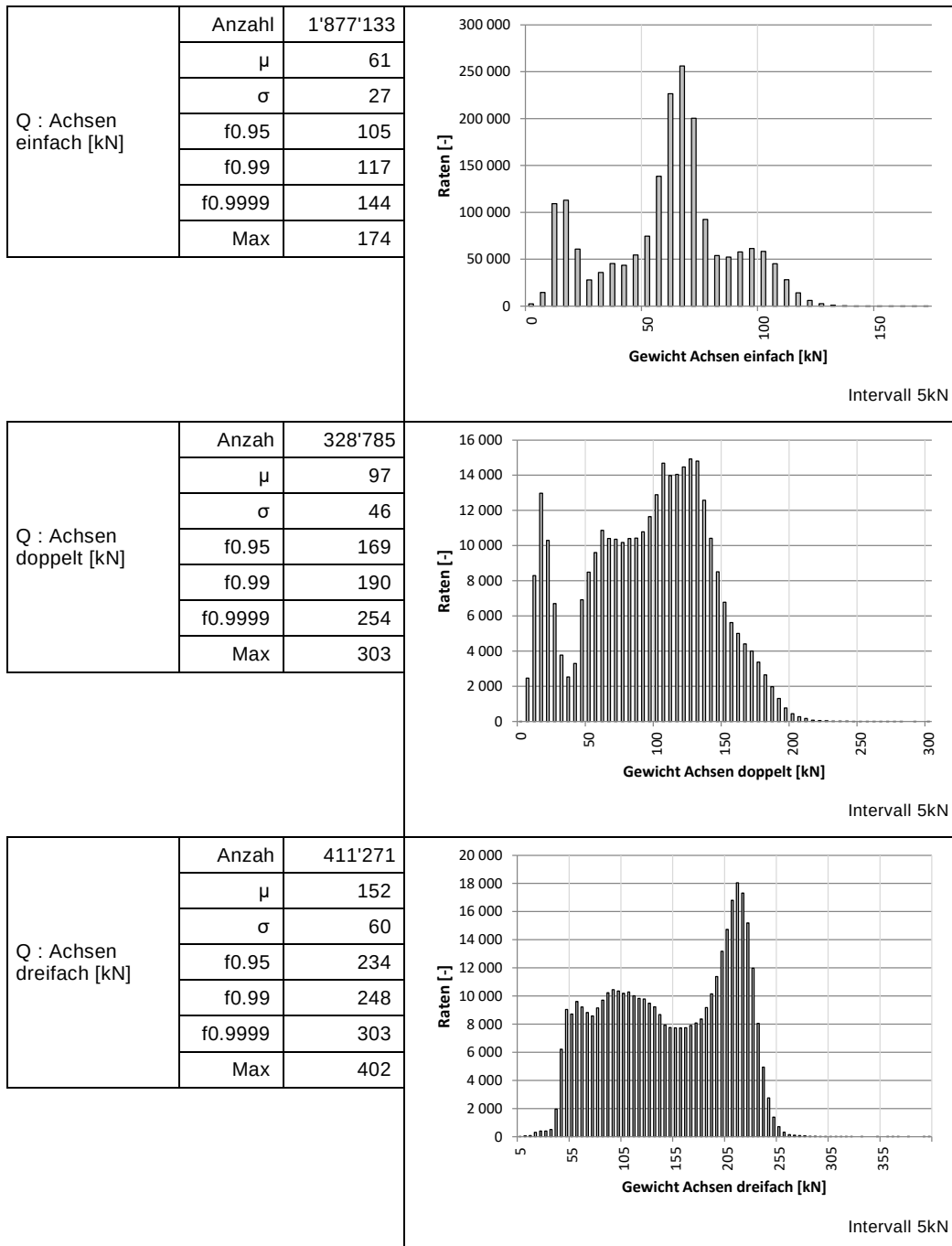




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



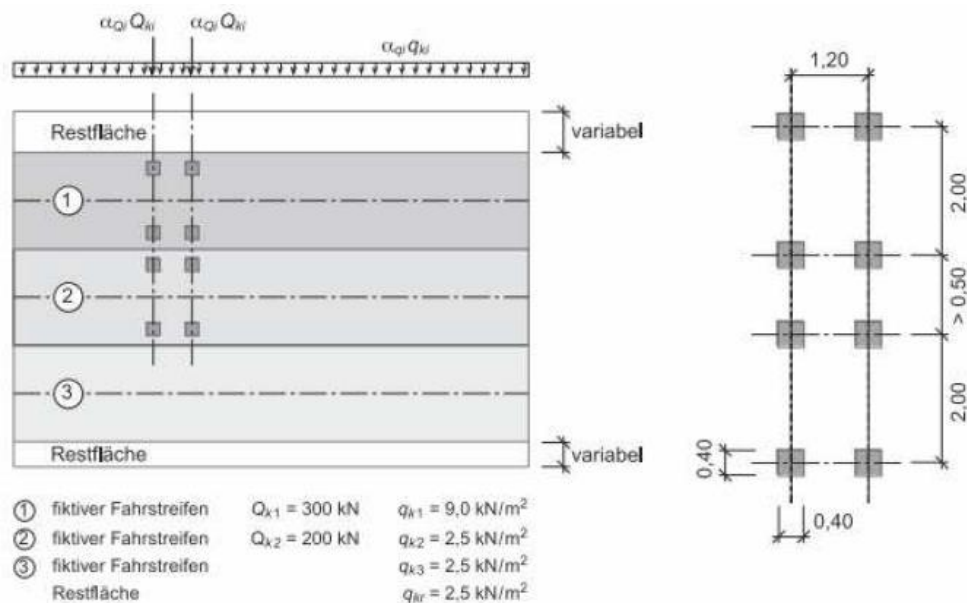


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Les Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.5% der gesamten Proben.

6.1 Vorlage der Last 1 nach SIA 261



6.1.1 Konzentrierte Last Q

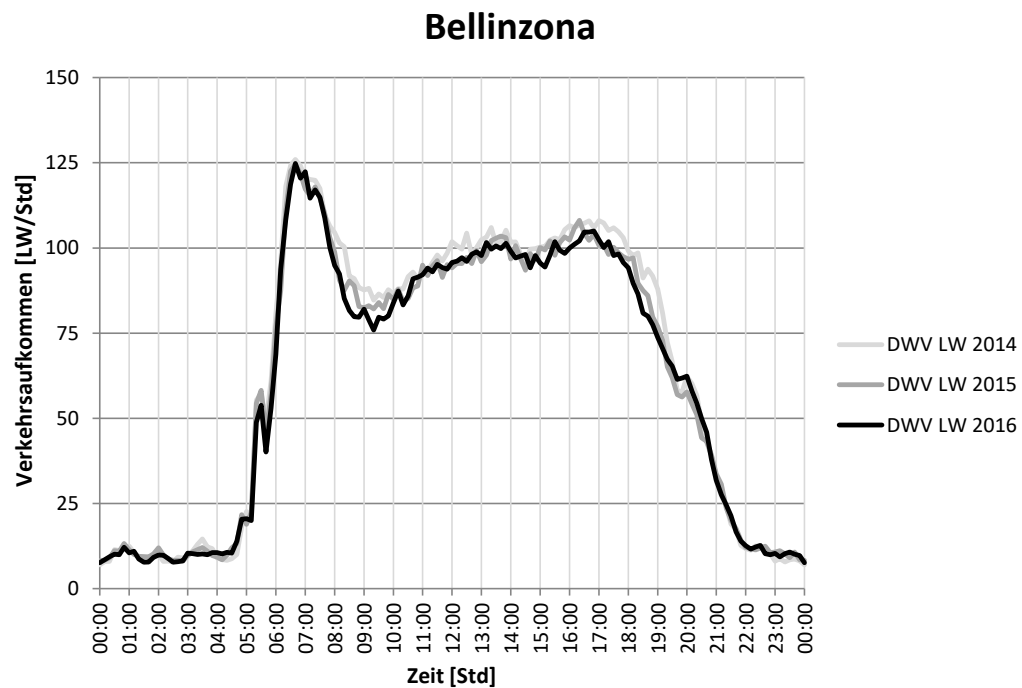
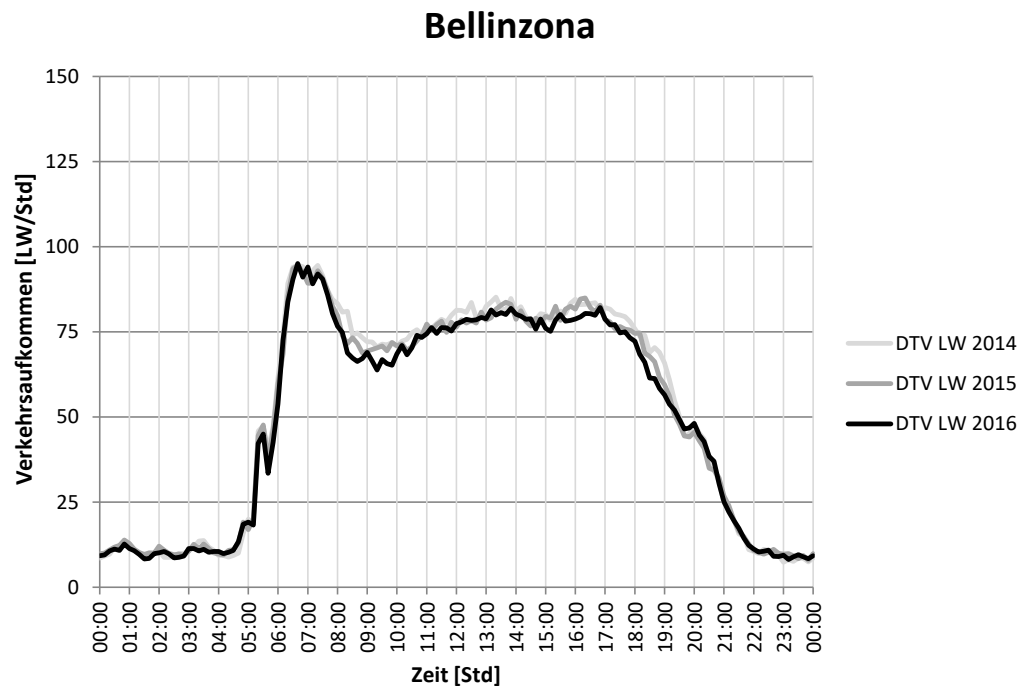
Konzentrierte Last Q					
Typ Achsen	Durchschnittslast [kN]	Durchschnittslast pro Achse [kN]	f0.95 [kN] (pro Achse)	f0.99 [kN] (pro Achse)	f0.9999 [kN] (pro Achse)
Einfach	61	61	105	117	144
Doppelt	97	48	169 (84)	190 (95)	254 (127)
Dreifach	152	51	234 (78)	248 (83)	303 (101)

6.1.2 Verteilte Last q

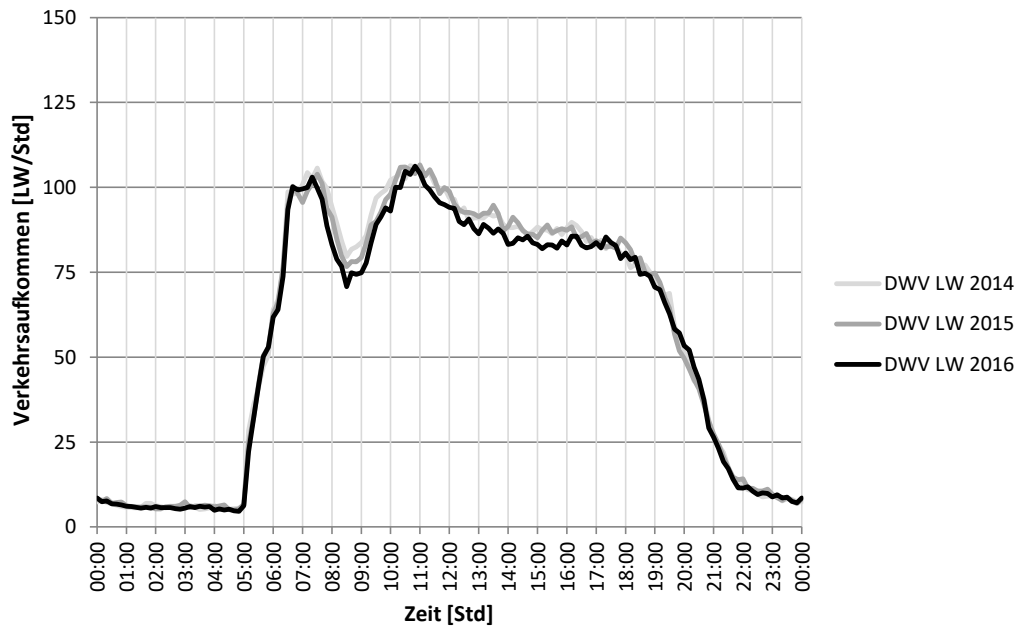
Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	14.5	24.6	28.5	42.9
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.8	8.2	9.5	14.3

7 Tendenz

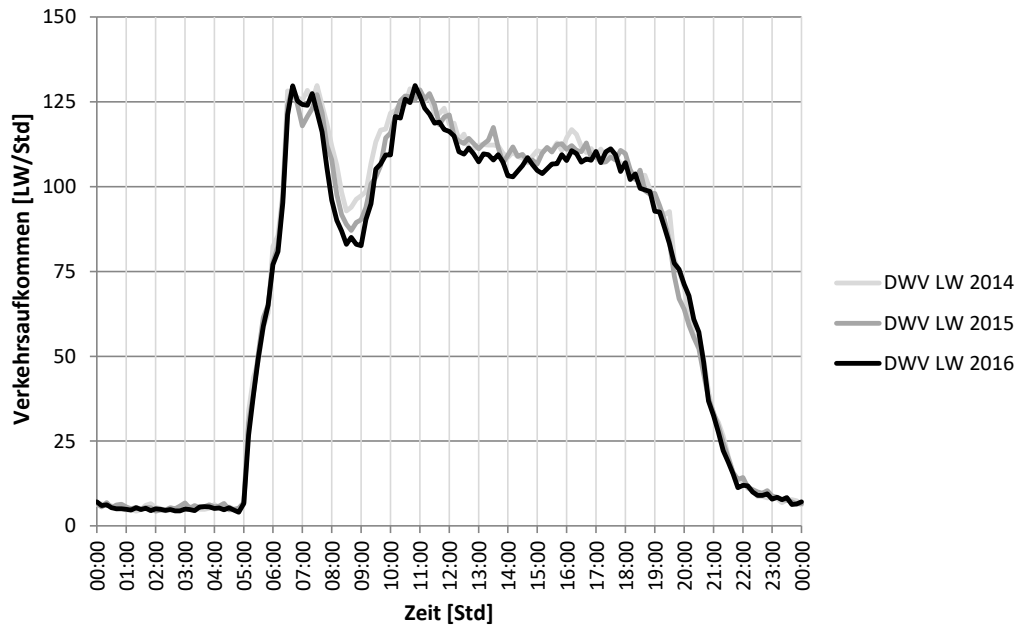
7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung



Wassen

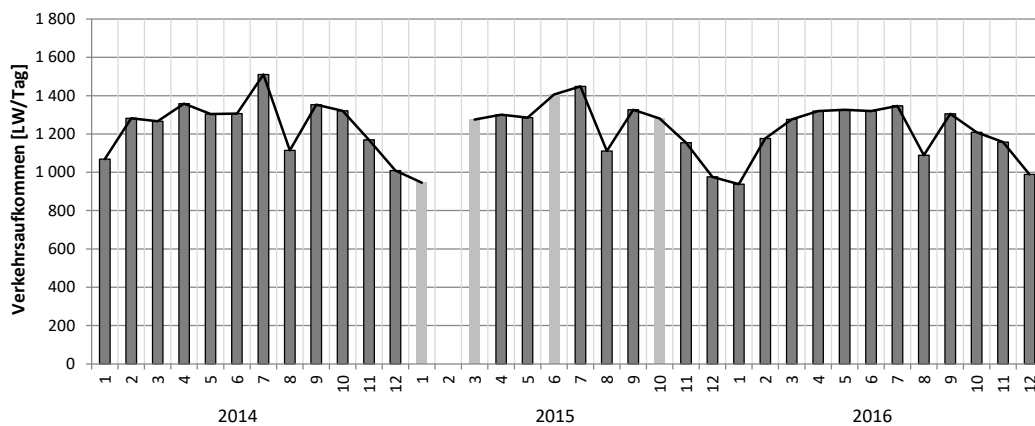


Wassen

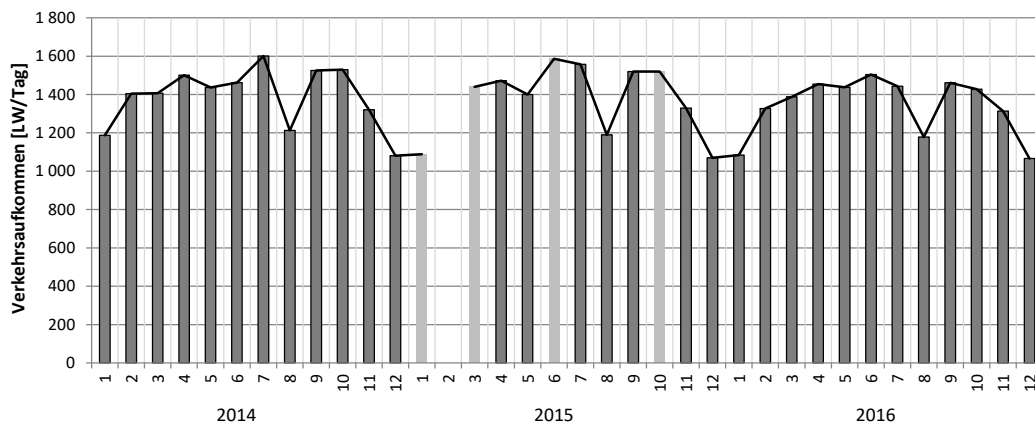


7.2 Entwicklung der Erkennung nach Monat

Bellinzona



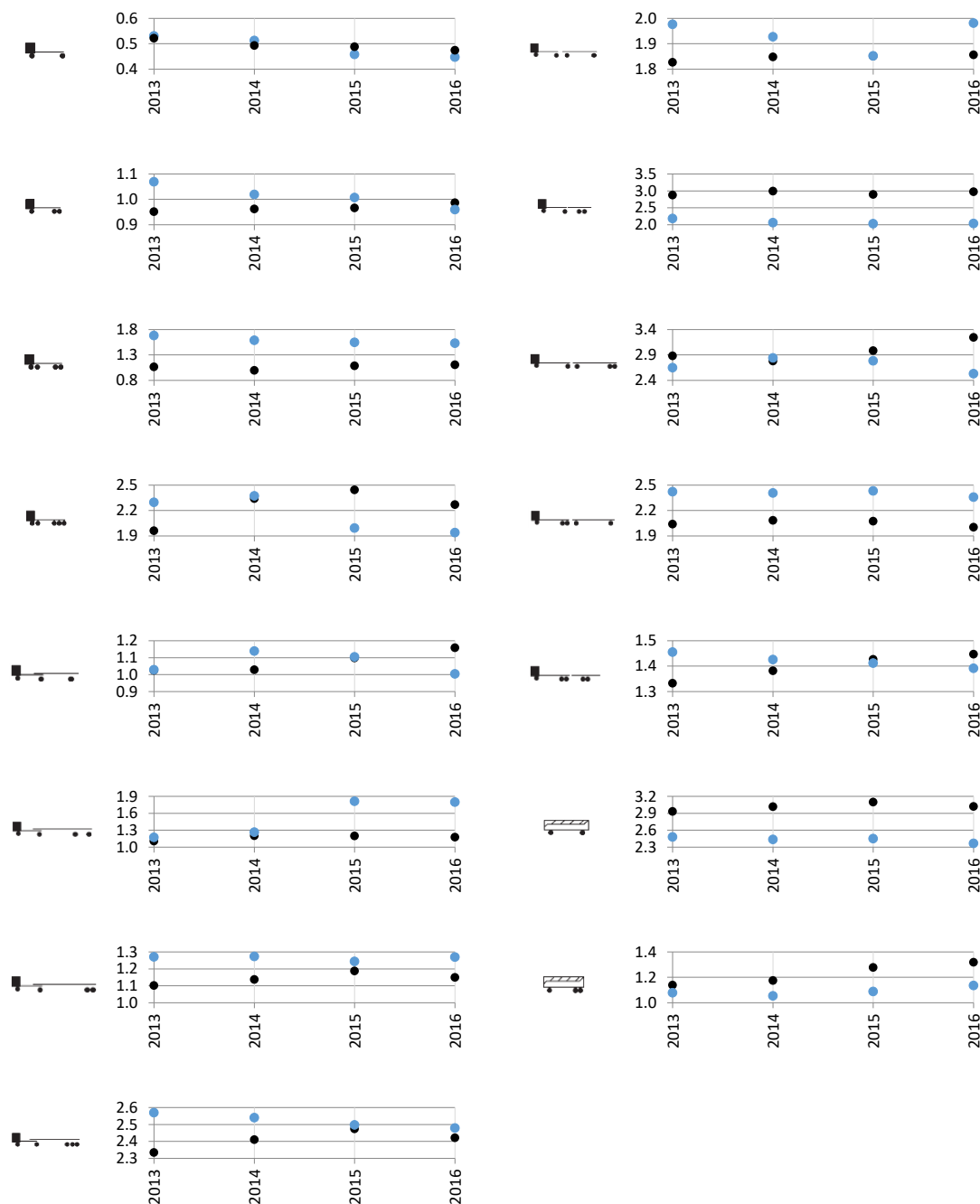
Wassen



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

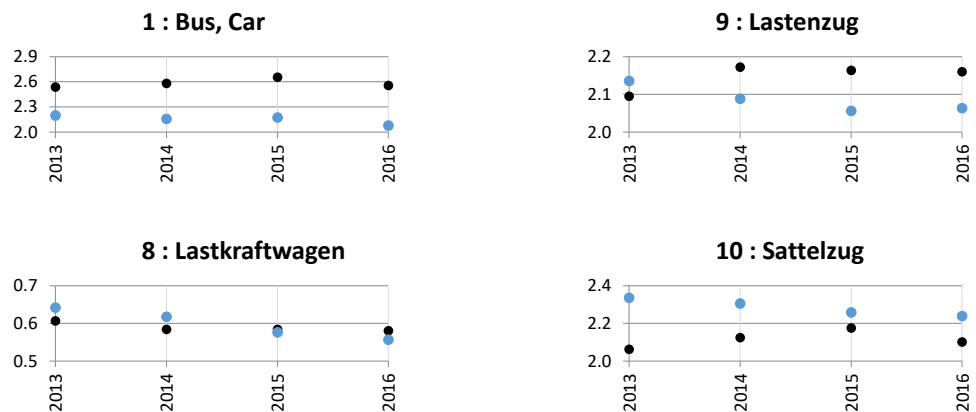
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halb-streifen Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



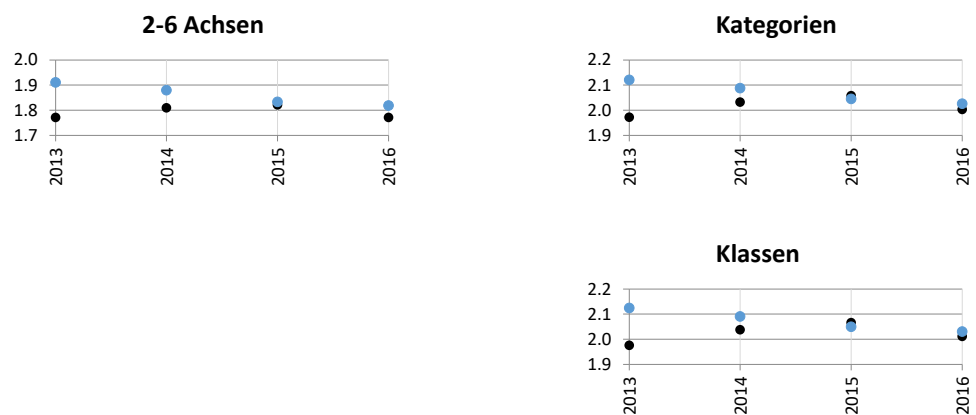
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



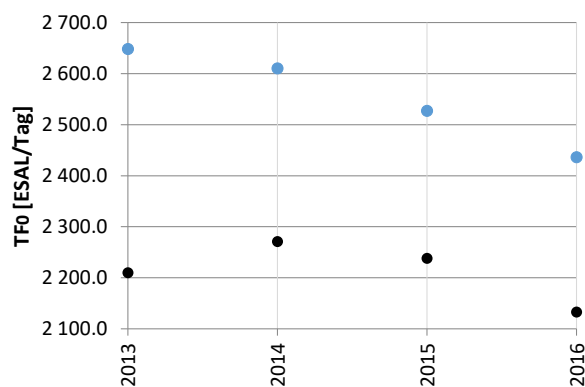
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

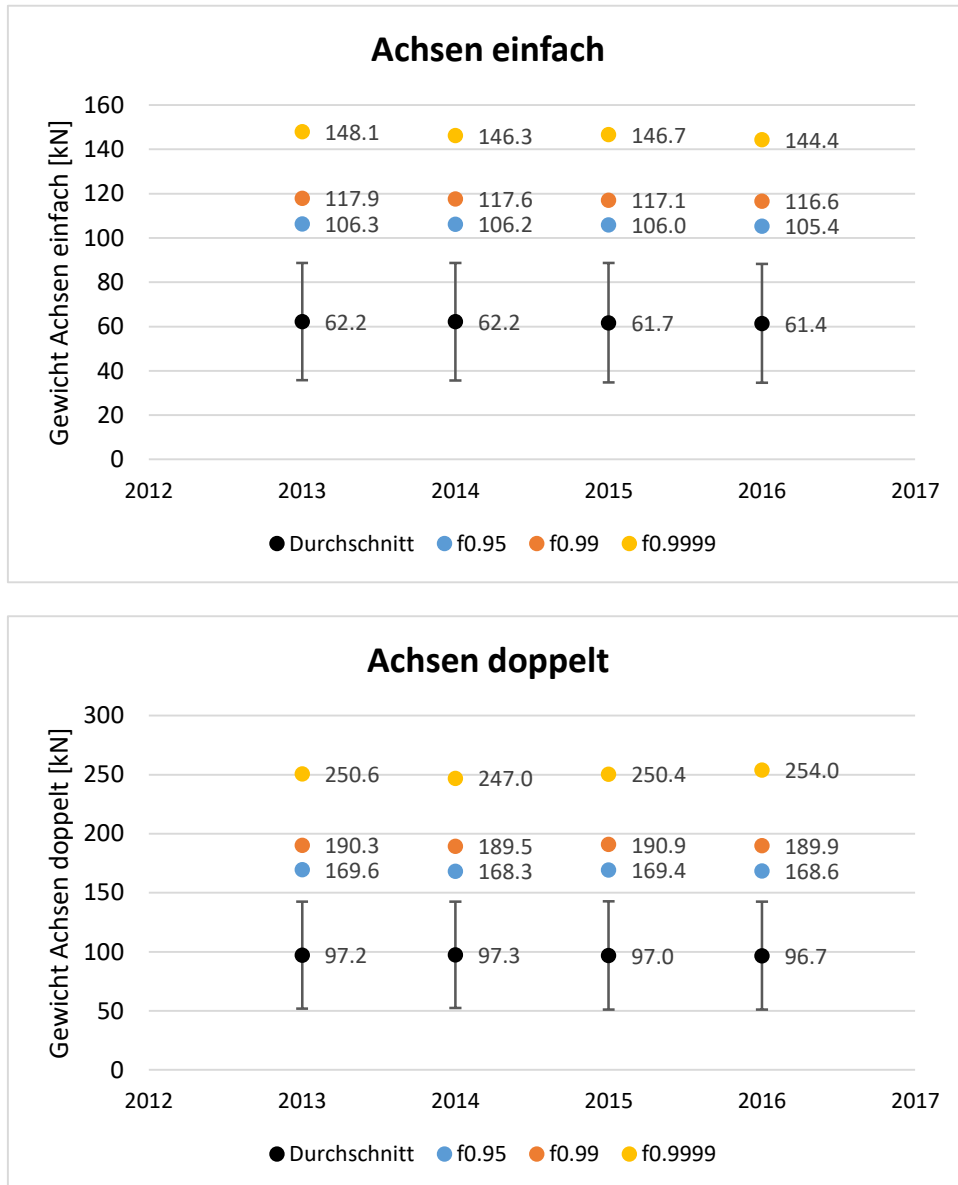
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

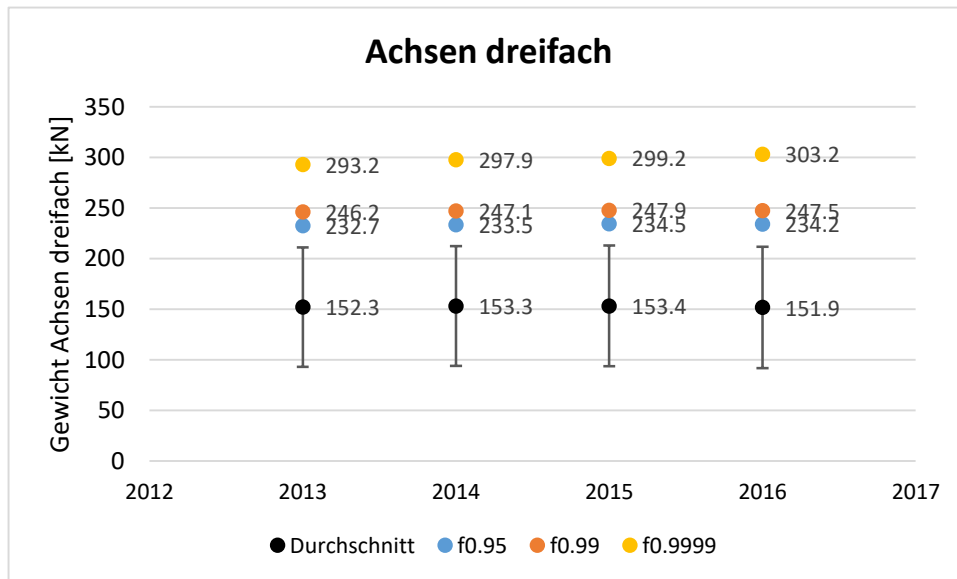


Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

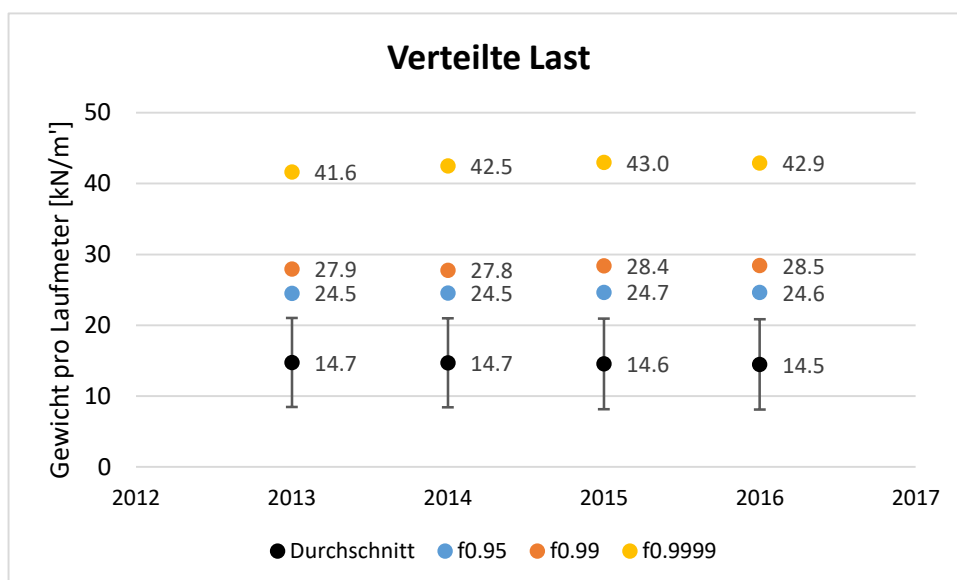
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

7.3.5 Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q





7.3.6 Entwicklung der Quantile der verteilten Last q



8 Vertrauensebene

Vertrauensebene : [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 :	23.08.2016 – Richtung Bellinzona 24.08.2016 – Richtung Wassen	
Angewendeter Korrekturfaktor : Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Bellinzona : -0.93% Richtung Wassen : 0.48%	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Bellinzona : Nein Richtung Wassen : Nein	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Bellinzona : Gut Richtung Wassen : Sehr gut	
Datum der letzten Kalibrierung :	Richtung Bellinzona : 2016 – 2017 Richtung Wassen : 2016 – 2017	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 0 Tage	
Ausgeschlossen :	0.49%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	In Ordnung	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	12.0%	
Inkohärente Umriss :	15.0% davon 14.4% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.6% Andere inkohärent	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die 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 an	Sehr gut
	2-3 ans	Gut
	4-5 ans	Befriedigend
	> 5 ans	Schlecht

Bibliografie

Normes

- [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.

Directives

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

Documentation

- [5] M.-A. Fénart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (en cours) « **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*.
- [6] M.-A. Fénart, M. Ould-Henia, M. Delaby (en cours) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411*.
- [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.