



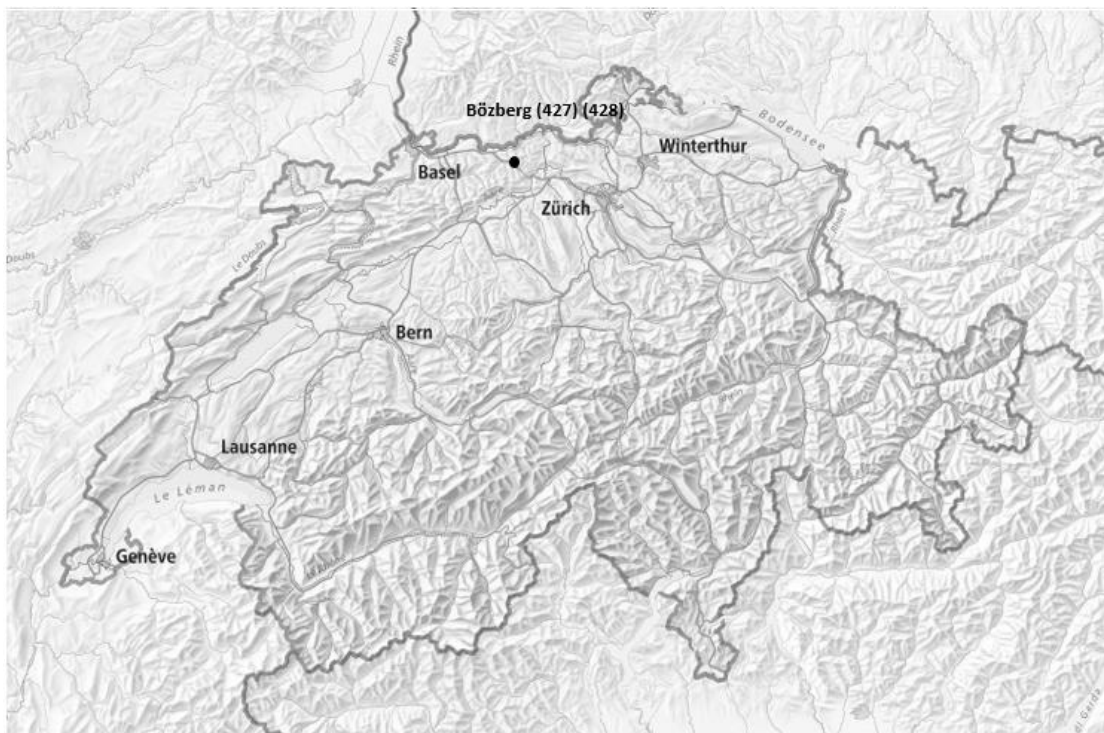
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bözberg – 2017

Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten



Ittigen, 31.10.2018

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_2017_427_428

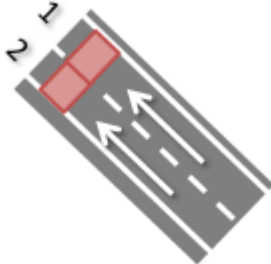
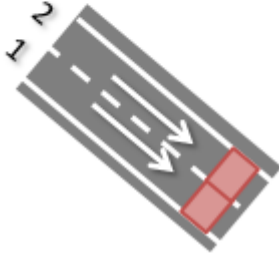
Version 1

Erschaffen am 31.10.2018 – 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
Bözberg	AG	A3	428 / 429	F3	VIII	2	2 + 2
Lage							
428 : Richtung Basel  427 : Richtung Zürich 							
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	03.06.2017 – 05.06.2017 (427)
Potentieller Datenverlust	28.03.2017 – 12 : 28 bis 14 : 03 (427) 30.05.2017 – 20 : 03 bis 21 : 23 (427) 01.06.2017 – 15 : 48 bis 00 : 00 (427) 02.06.2017 – 00 : 00 bis 11 : 47 (427) 06.06.2017 – 00 : 00 bis 13 : 46 (427) 21.06.2017 – 07 : 32 bis 09 : 55 (427) 25.04.2017 – 11 : 13 bis 12 : 46 (428) 25.10.2017 – 00 : 00 bis 04 : 10 (428)
<i>Besondere Ereignis</i>	
Anscheinend, ein Massnahmenurteil in 2. Spuren (427) von 4 Juni 2015 wird identifiziert und für das ganze Jahr 2017. Statistikdaten sind vorsichtig zu bewerten.	
<i>Entscheide</i>	
<i>Verknüpfung</i>	
Name der Datei :	2017_427_concat.log ; 2017_428_concat.log ;
Anzahl Speicherungen :	5'287'295 (427) ; 7'596'455 (428)
Anzahl effektiver Tage :	360.4 (427) ; 364.7 (428)

2 Integrität der Daten

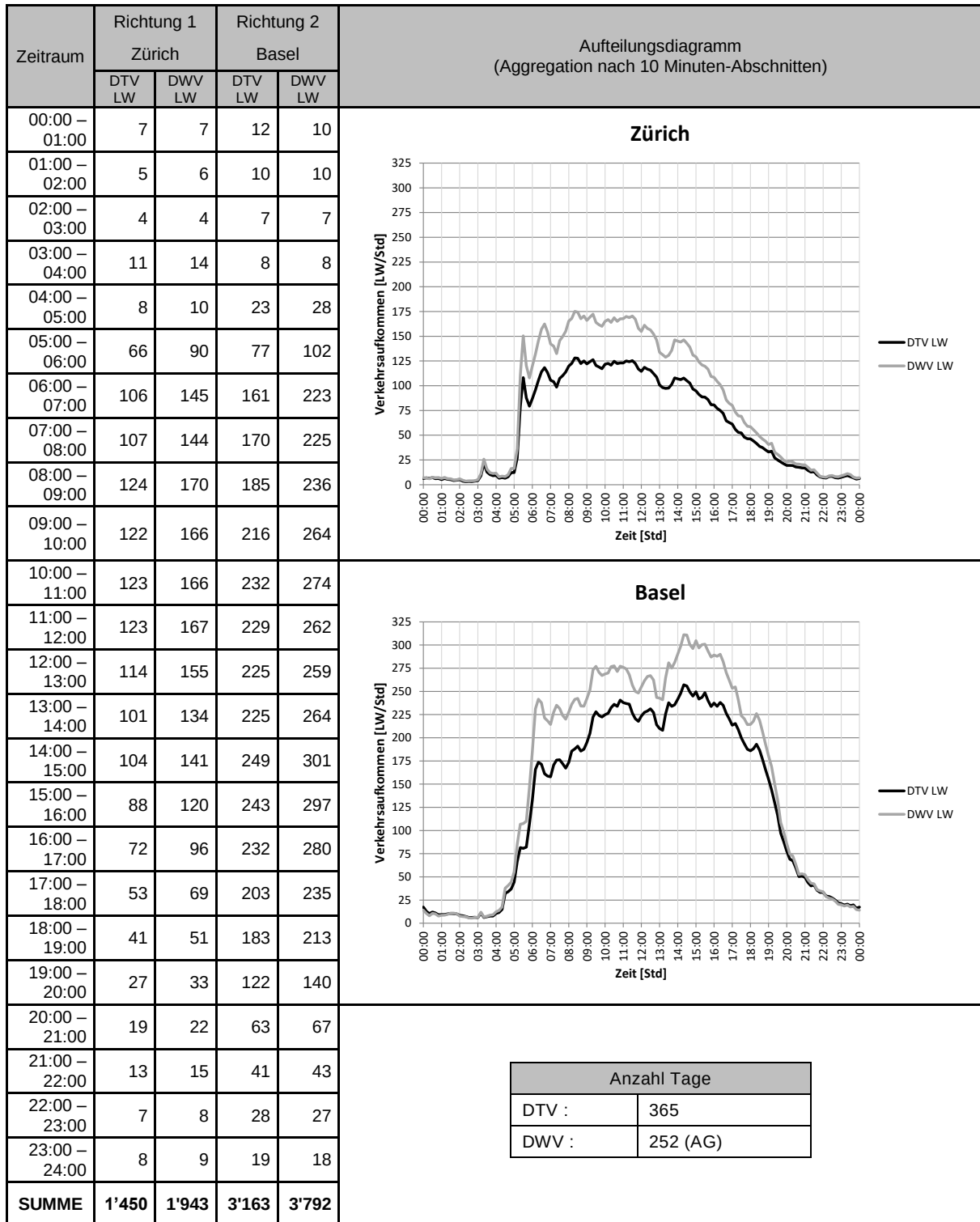
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (11'198'312 Einträge).
2)	525'828 Einträge Richtung D1 (427). 1'159'610 Einträge Richtung D2 (428).
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (464 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (7'034 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (1'275 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (64 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (4'404 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2017_427_428_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss.
5)	-
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2017_427_428.log
Anzahl Einträge :	1'676'601
Name der Ausschlussdatei :	2017_427_428_exclus.log
Anzahl Einträge :	13'241

Auf einer Gesamtmenge von 12'883'750 Einträgen, wurden 11'194'312 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 13'241 Einträge (0.79%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

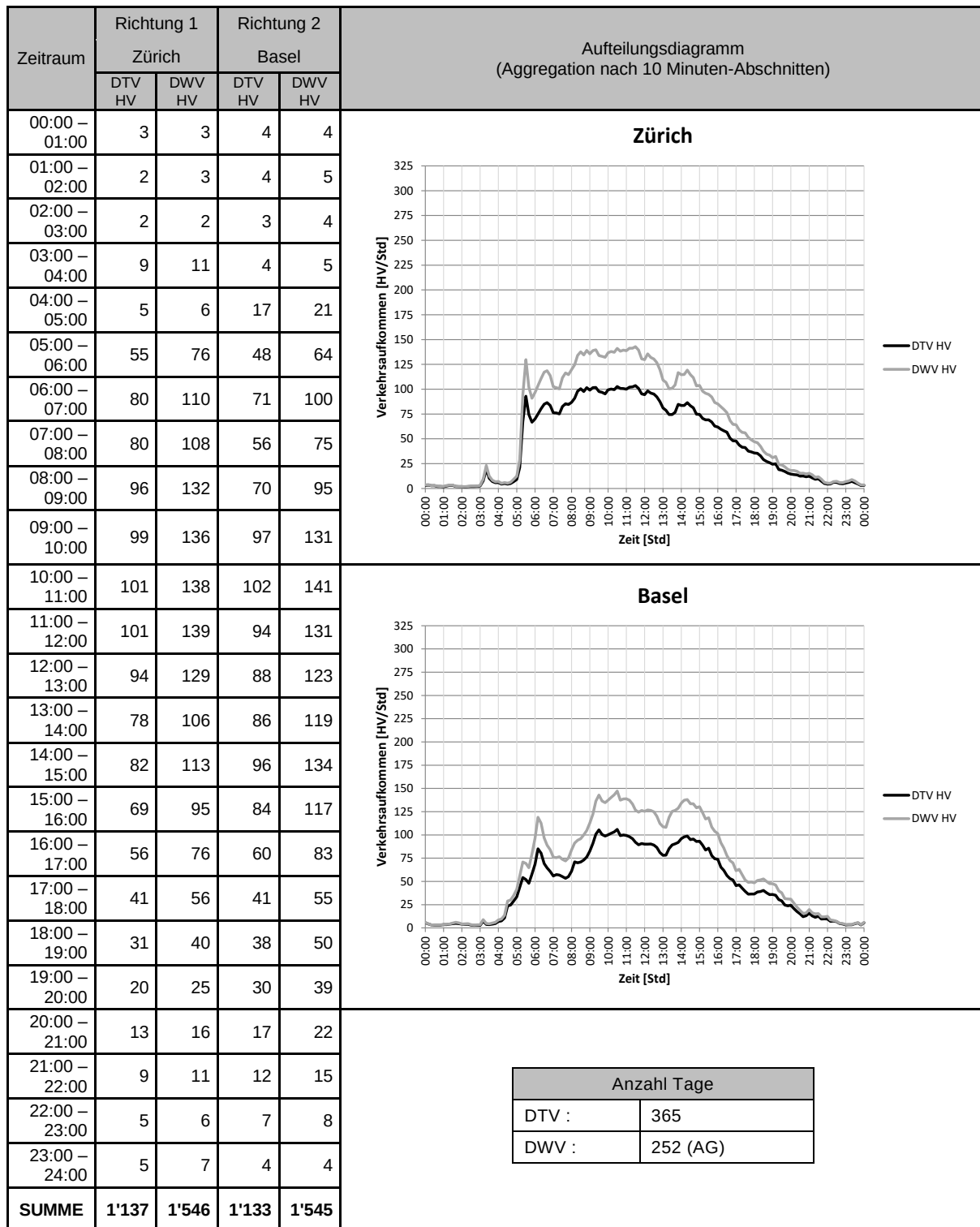
3 Statistikbearbeitung

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)

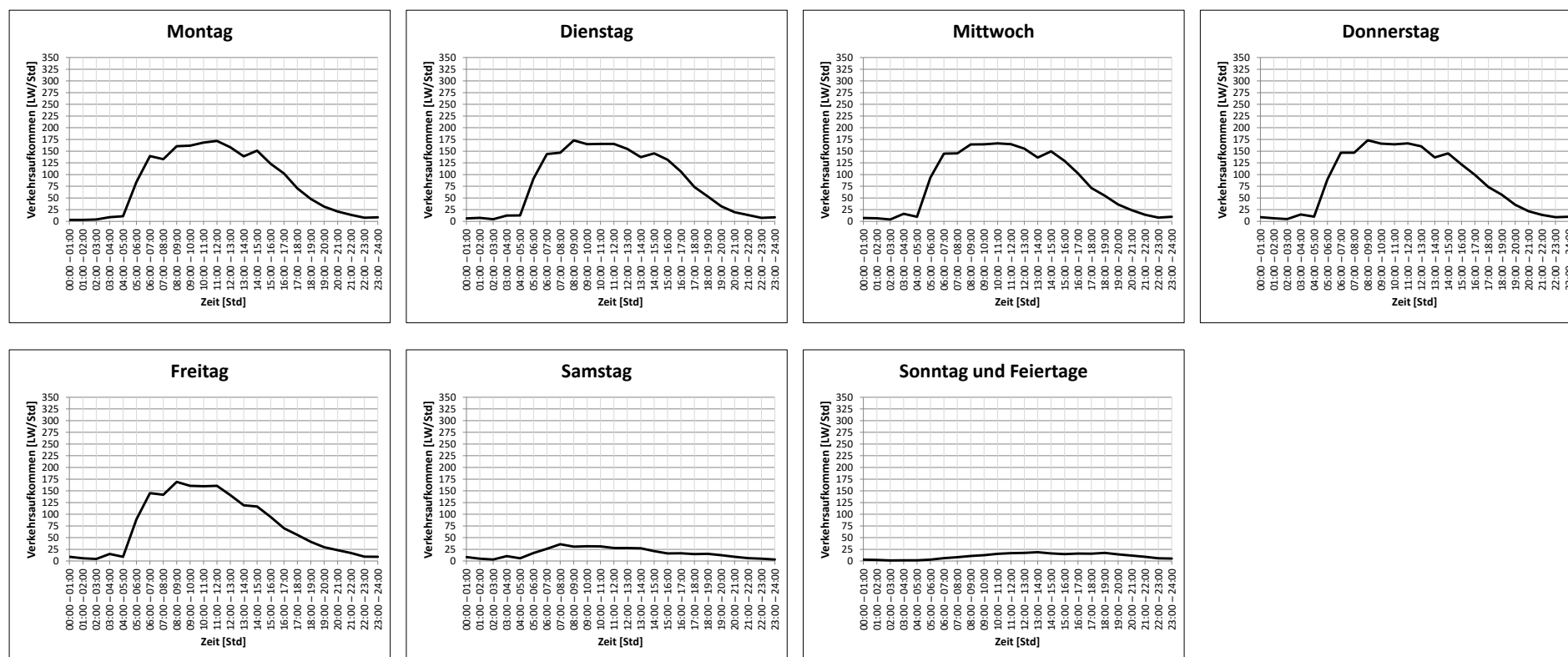


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

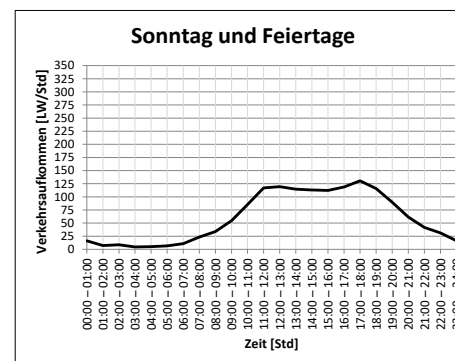
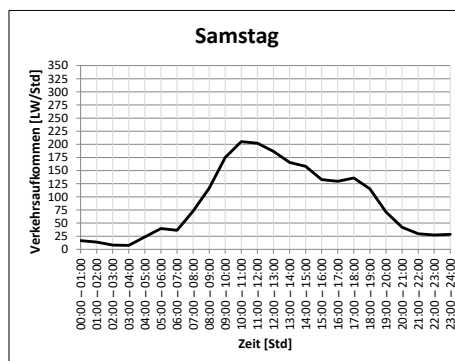
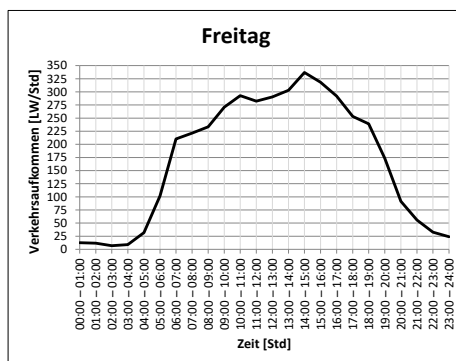
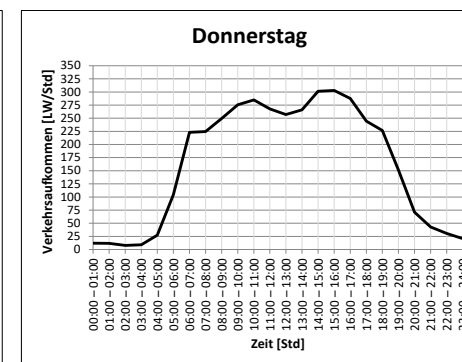
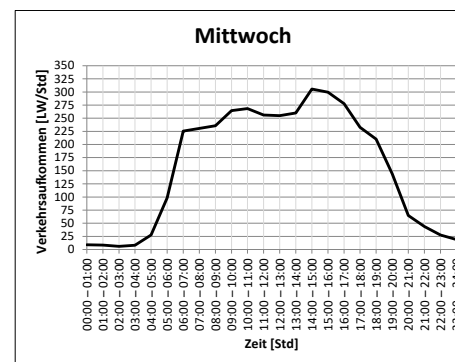
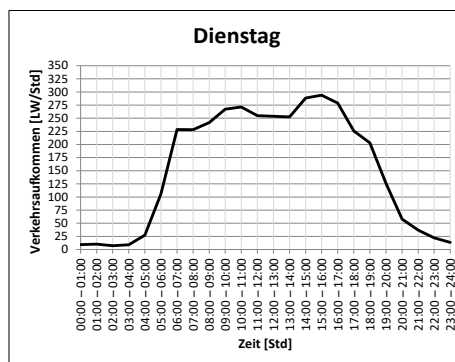
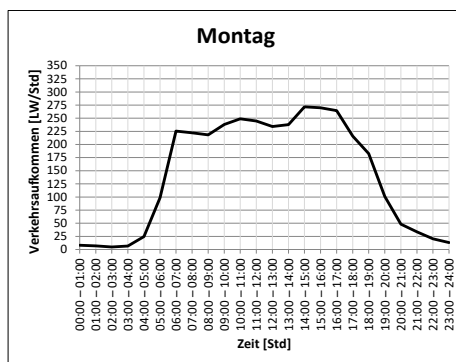
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (AG)	48	50	52	51	51	52	61

Richtung 1 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



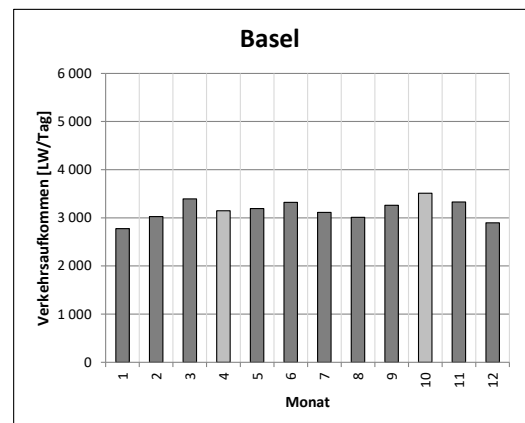
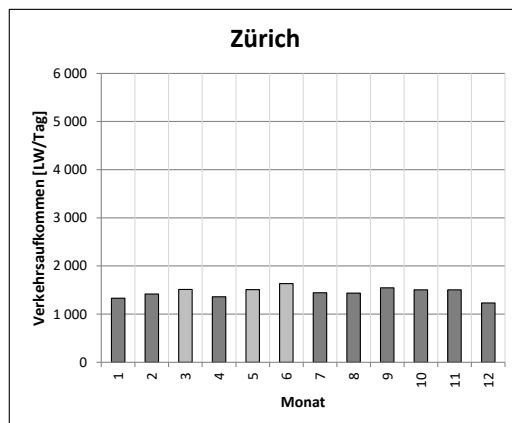
Richtung 2 : Basel (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

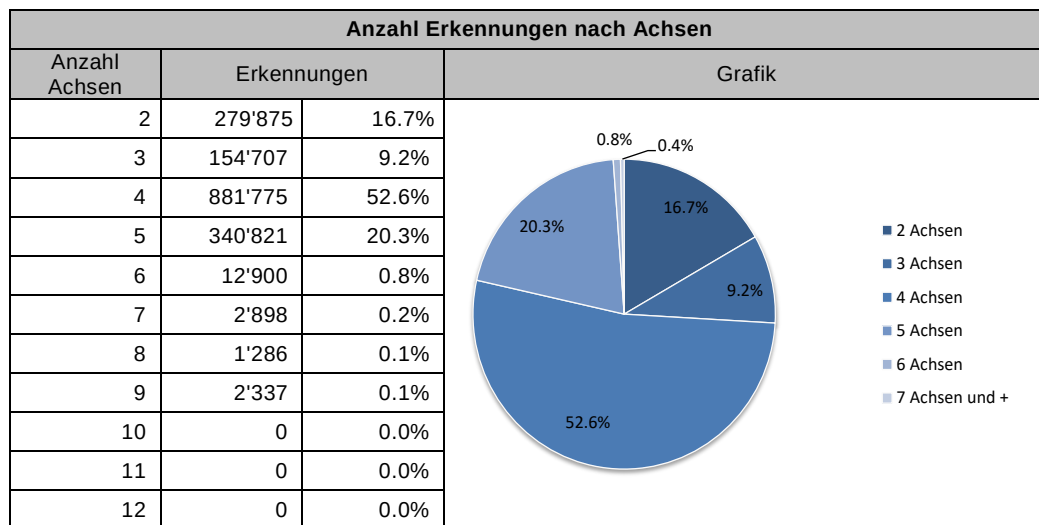
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel
Januar	41'237	86'052
Februar	39'702	84'739
März	46'735	105'249
April	40'779	94'077
Mai	46'671	98'979
Juni	41'668	99'696
Juli	44'763	96'501
August	44'487	93'317
September	46'390	97'818
Oktober	46'598	108'097
November	45'202	99'864
Dezember	38'188	89'790



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). März (427), April (428), Mai (427), Juni (427), Oktober (428) : Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

3.4.2 Nach Anzahl Achsen

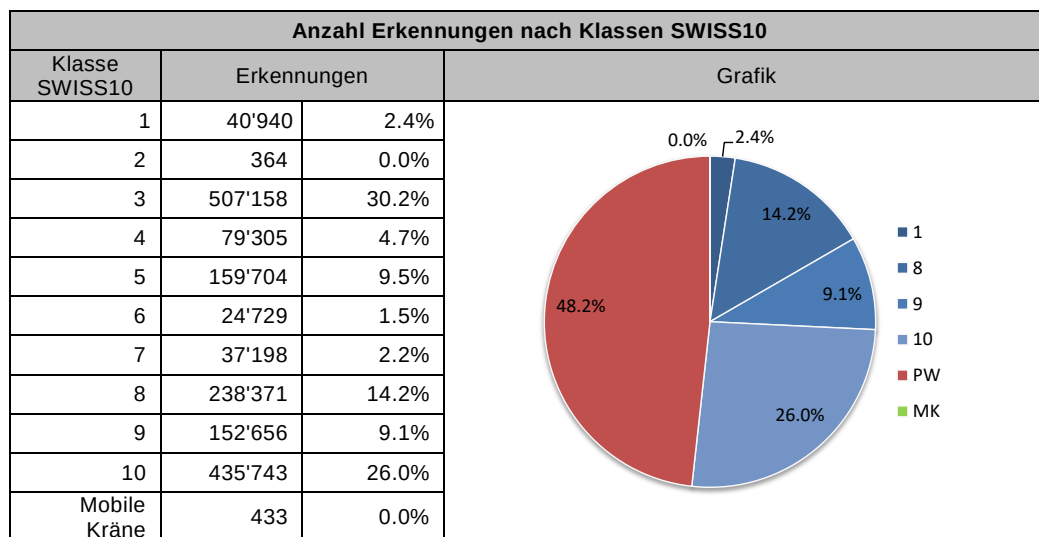


(2 Fehler, 1 Achse-Fahrzeug)

3.4.3 Nach Klasse SWISS10

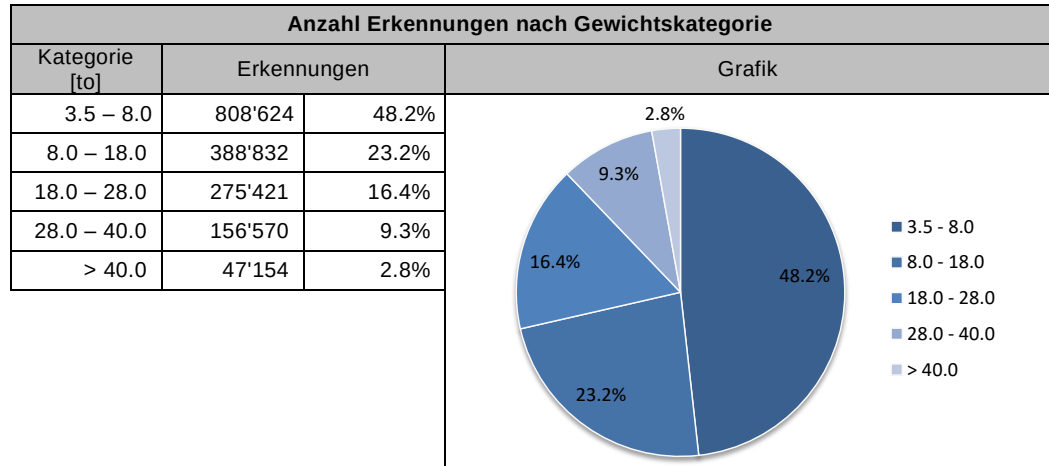
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 808'458 Einträge (Klasse 2 bis 7, 48.2%) 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/S/S	Unschlüssig			520'295	31.0%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - 000		10	223'906	13.4%
S/S	0 - - - - 0		8	147'595	8.8%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00		10	142'001	8.5%
S/S	Unschlüssig			105'664	6.3%
S/S/Ta	Unschlüssig			95'500	5.7%
S/S/S	Unschlüssig			74'599	4.4%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	65'845	3.9%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	37'098	2.2%
S/S/Tr	Unschlüssig			33'641	2.0%
S/Ta	0 - - - - 00		8	28'125	1.7%
S/S	0 - - - - 0		1	25'350	1.5%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	22'289	1.3%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - 00 - -		9	21'613	1.3%
Ta/Ta	Unschlüssig			16'349	1.0%
Andere Umriss nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - 00 - -		9	13'037	0.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - 0 - 0		10	11'443	0.7%
S/Ta	0 - - - - 00		1	8'001	0.5%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	3'067	0.2%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	1'878	0.1%
Ta/Ta	00 - - 00		8	356	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 : Zürich		Richtung 2 : Basel		Auf Basis von :
	1	2	1	2	
2x2 Spuren	31.4%	-	34.8%	33.8%	Anzahl Erkennungen
	47.5%	-	40.7%	11.8%	Gesamtgewicht
	59.1%	-	40.2%	0.8%	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 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011
	0.70	0.75	0.7	0.65	0.71	0.6
	1.17	1.04	1.4	1.64	1.32	2.1
	1.31	1.65	1.5	2.26	2.86	2.7
	2.45	2.35	1.9	5.74	5.32	3.0
	1.22	1.05	0.5	1.15	0.98	0.5
	1.66	1.08	1.7	1.63	1.01	1.8
	1.60	0.96	1.8	1.75	0.98	2.2
	2.64	1.52	2.0	3.40	1.80	2.2
	1.66	1.46	2.0	1.62	1.39	1.9
	2.47	1.44	1.7	2.77	1.50	1.6
	2.34	1.64	1.3	2.59	1.76	1.0
	2.11	1.90	2.5	2.67	2.29	2.6
	1.44	1.20	1.2	2.12	1.61	0.9
	1.96	2.28	0.7	2.04	2.40	0.6
	0.75	0.93	1.4	0.96	1.20	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011
1 : Bus, Car	1.69	1.96	2.3	1.86	2.16	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.79	0.81	0.9	0.84	0.84	1.0
9 : Lastenzug	1.89	1.52	1.9	2.16	1.64	2.0
10 : Sattelzug	2.23	1.27	1.7	2.76	1.44	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 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.62	0.51	1.6	2.00	0.58	1.7
	99.4%	99.4%		99.4%	99.4%	
Kategorie	1.83	1.25		2.19	1.37	
	73.6%	34.5%		73.6%	34.5%	
Klasse	1.82	1.23		2.18	1.35	
	71.2%	33.1%		71.2%	33.1%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{522'420 \text{ LW}}{360.4 \text{ Tage}} \cdot 1.62 \cdot 59.1\% = 2'342 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Basel

$$TF_0 = \frac{1'154'179 \text{ LW}}{364.7 \text{ Tage}} \cdot 0.51 \cdot \frac{40.2\%}{40.9\%} = 1'593 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{522'420 \text{ LW}}{360.4 \text{ Tage}} \cdot 2.00 \cdot 59.1\% = 2'894 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Basel

$$TF_0 = \frac{1'154'179 \text{ LW}}{364.7 \text{ Tage}} \cdot 0.58 \cdot \frac{40.2\%}{40.9\%} = 1'812 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

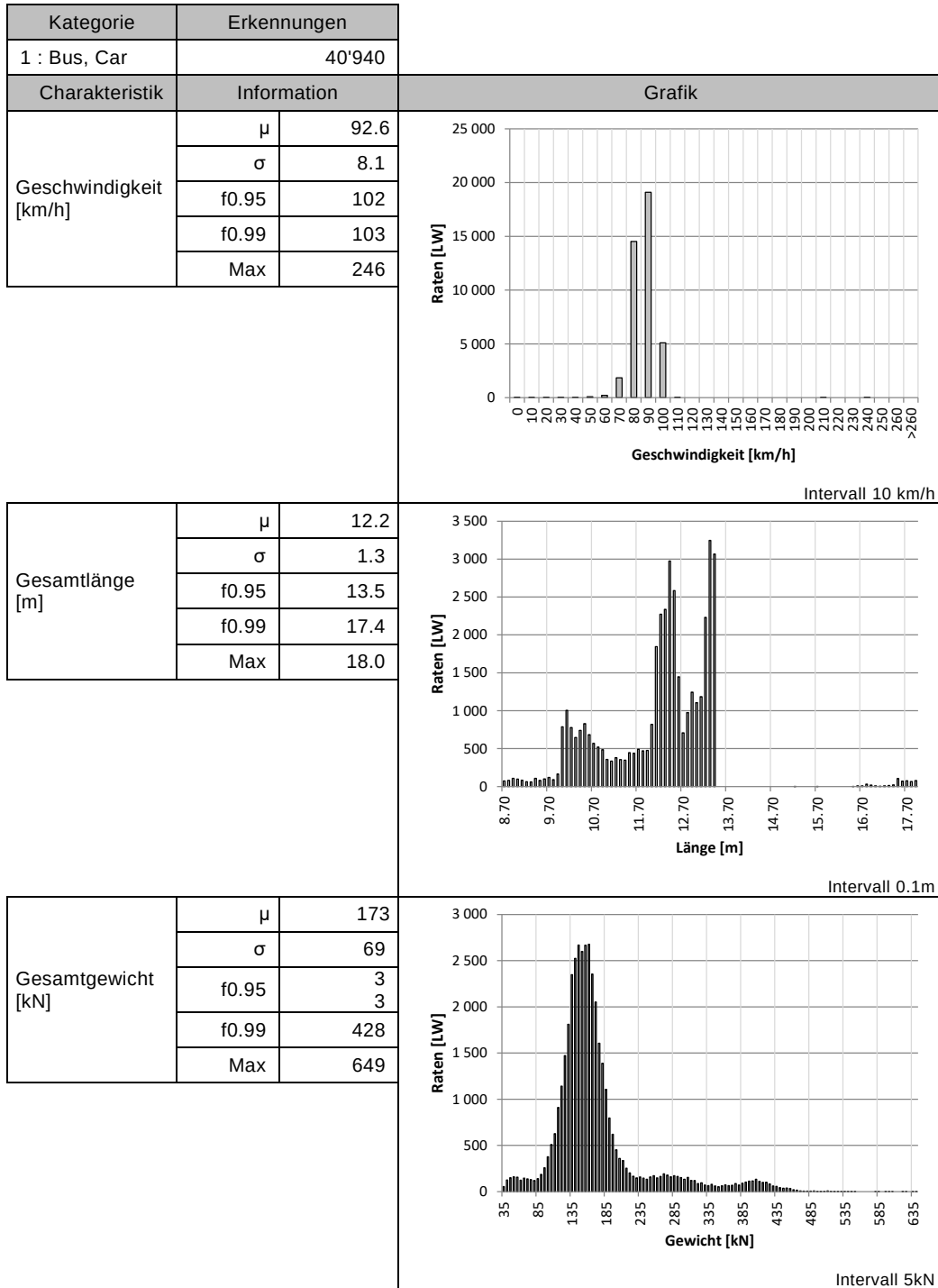
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

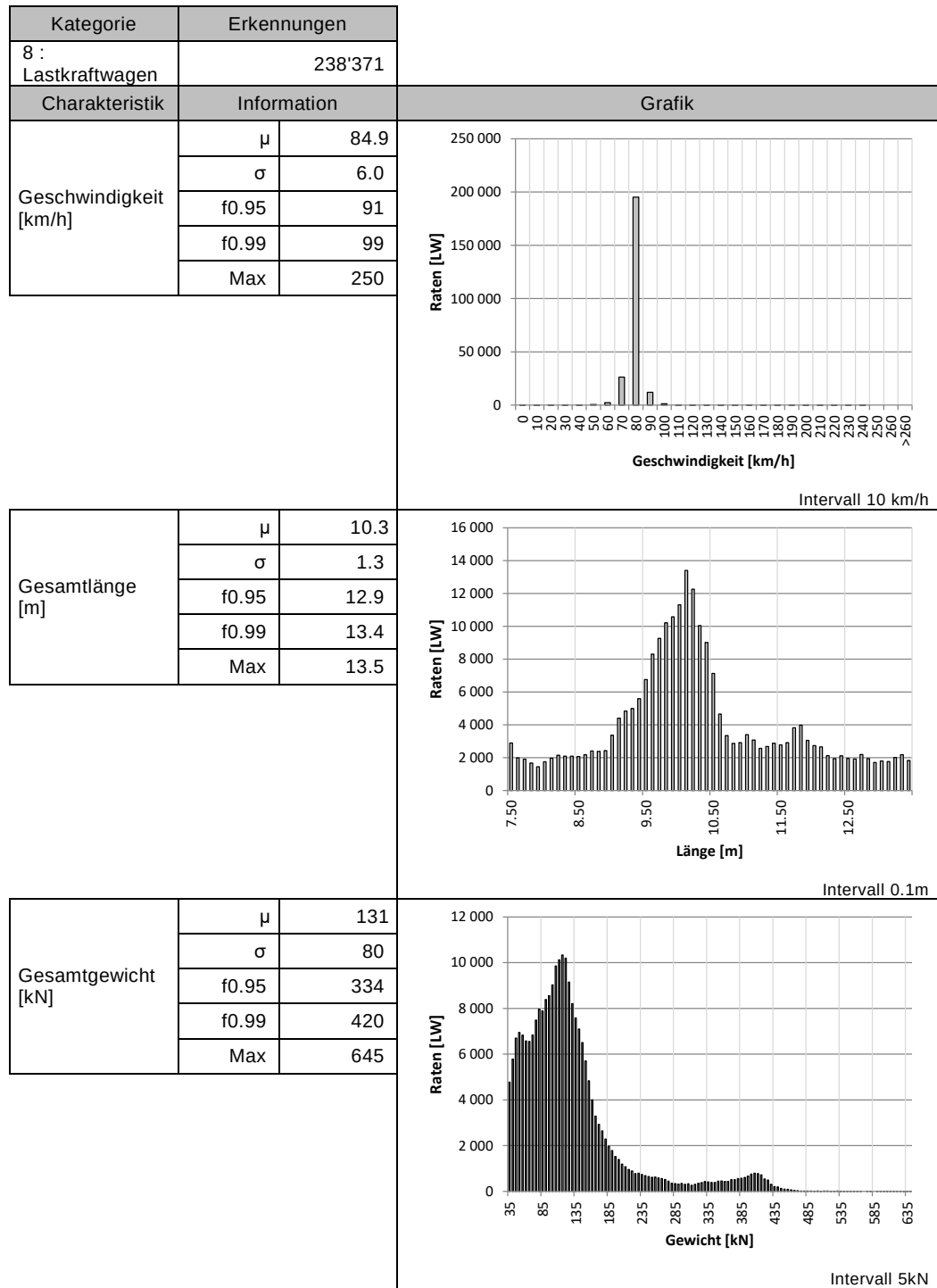
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Auf Basis von :
-	-	Anzahl Erkennungen
-	-	Gesamtgewicht
-	-	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

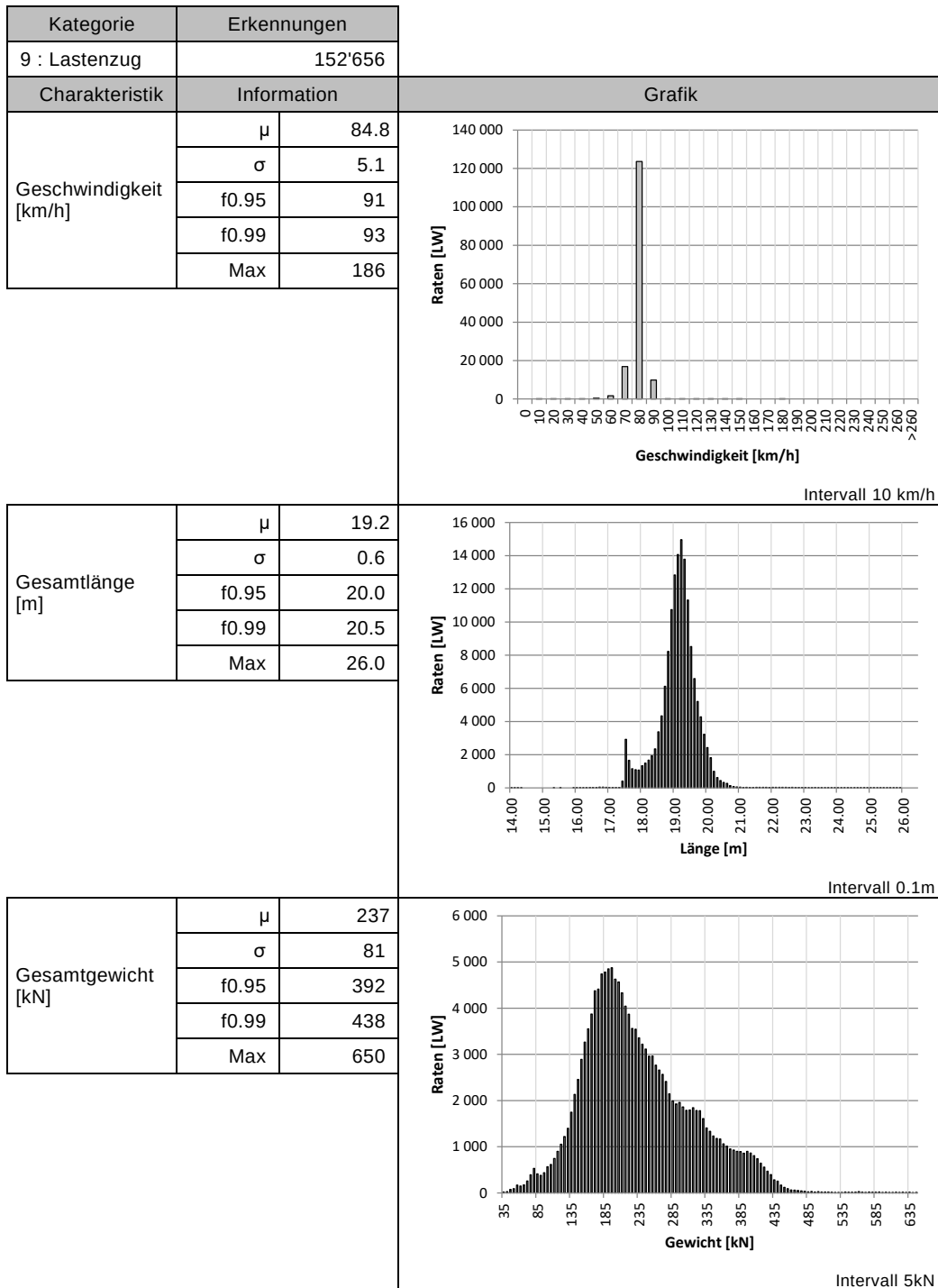
Nicht definierbare (Partiell Urteil, Station 427, Spur 2 und inkohärente Umrisse).

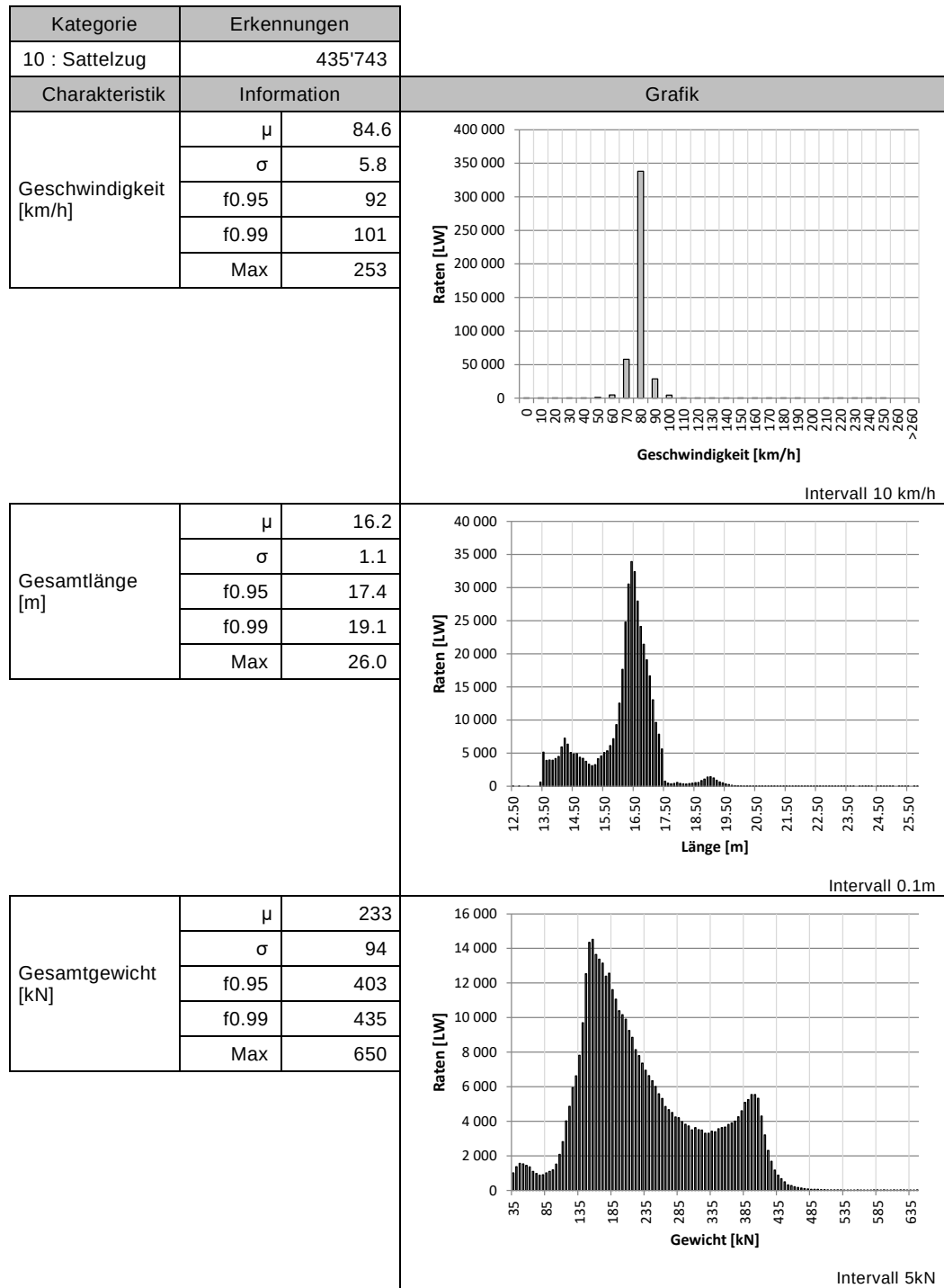
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



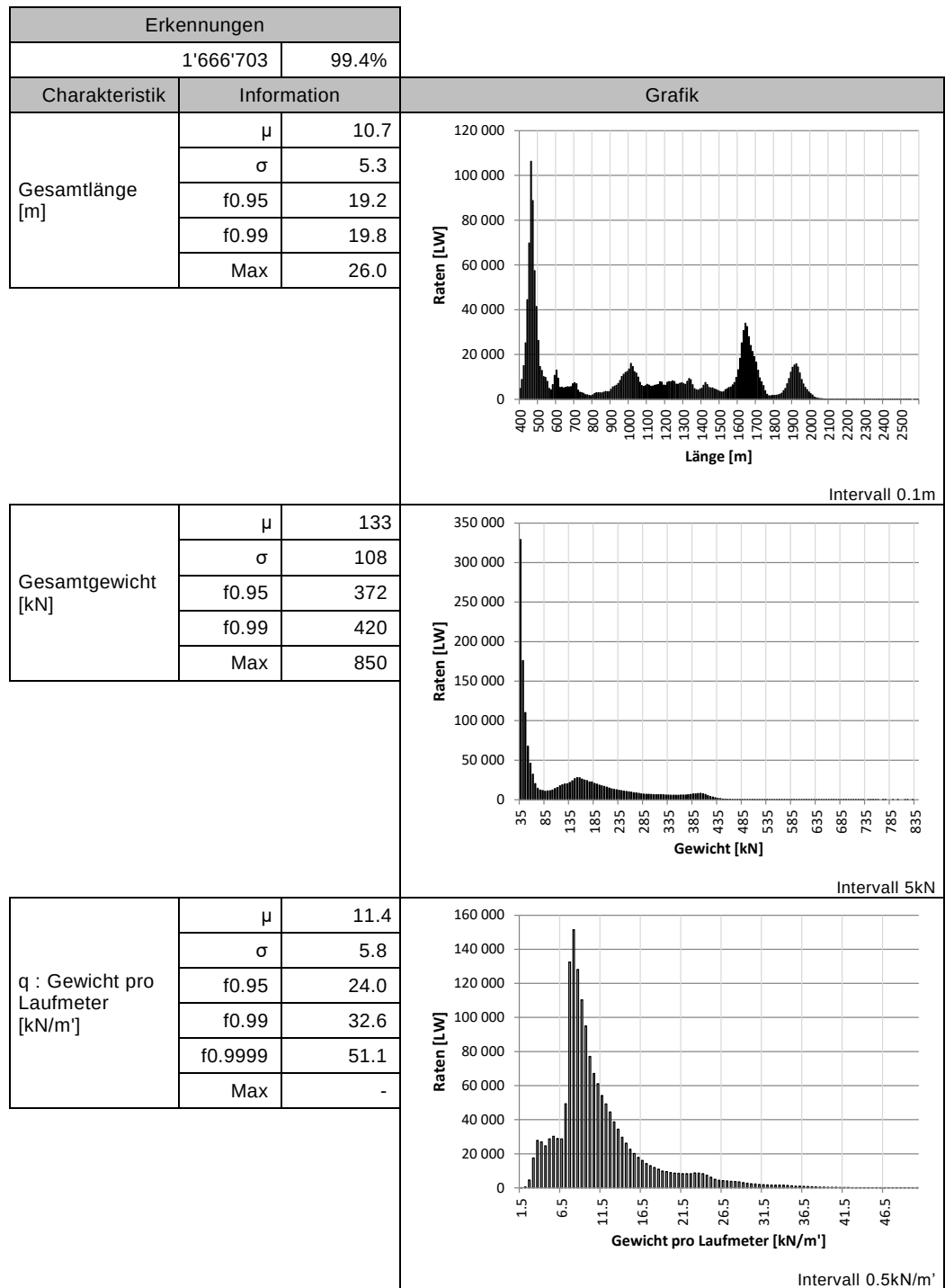


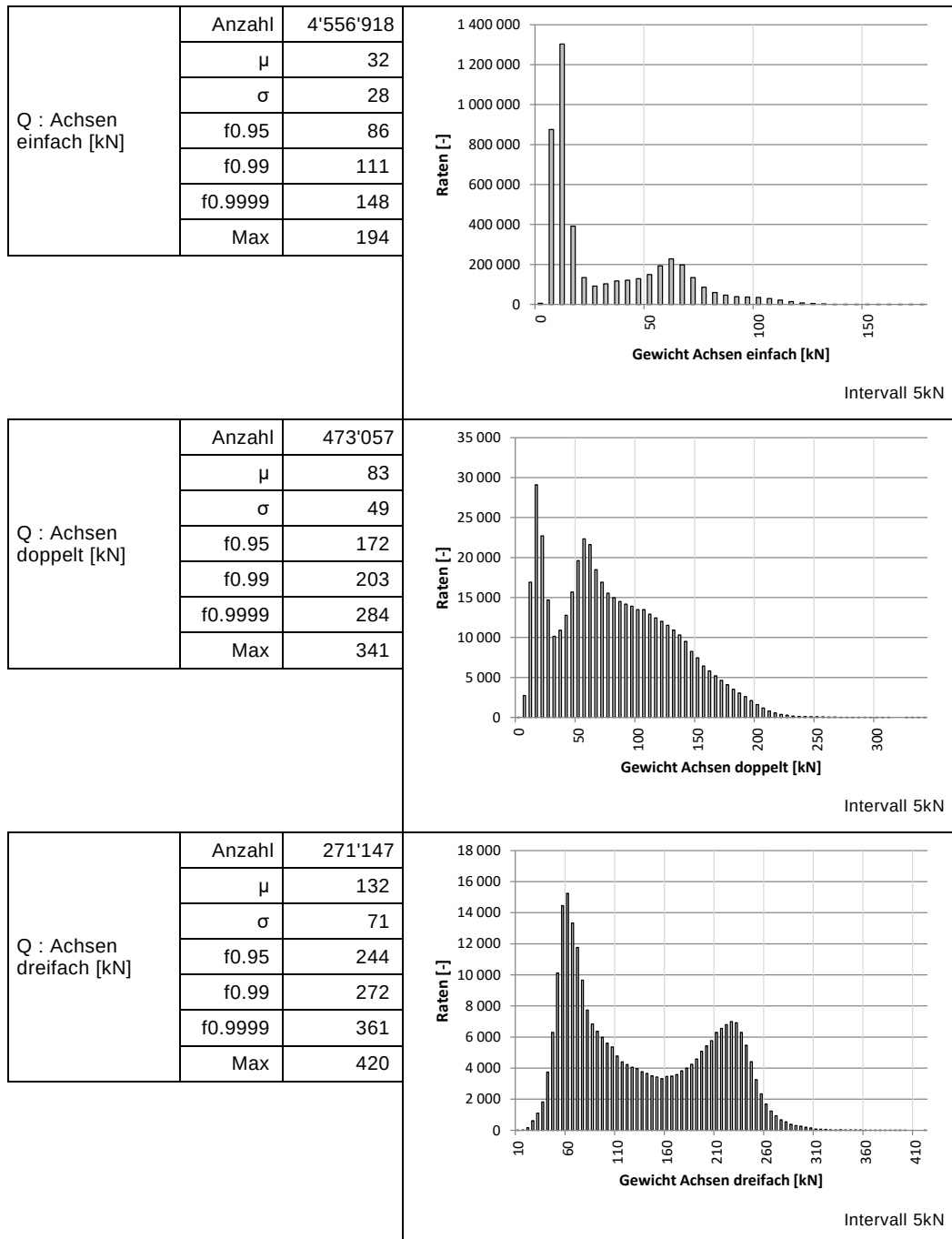




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



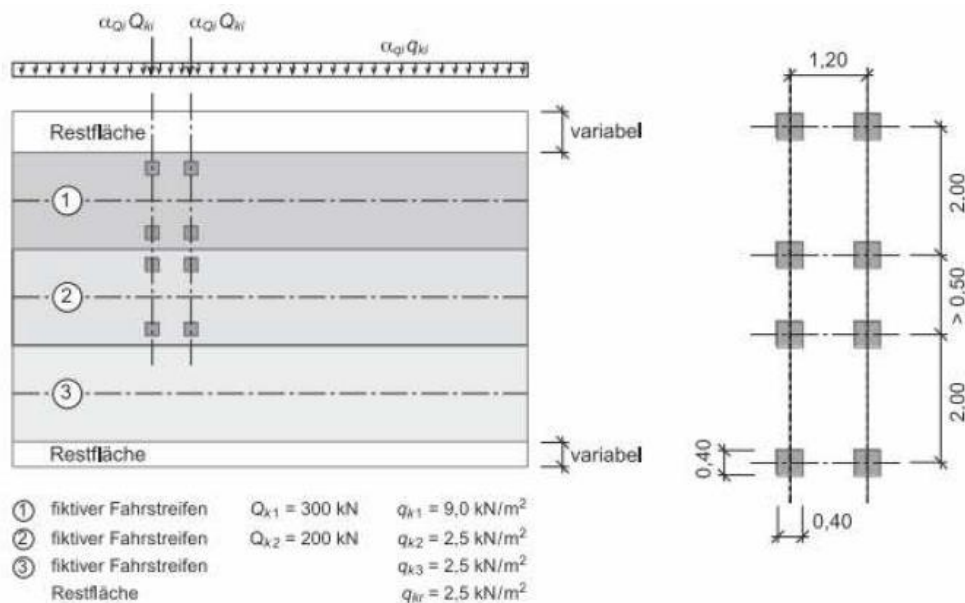


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.4% 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	32	32	86	111	148
Doppelt	83	41	172 (86)	203 (101)	284 (142)
Dreifach	132	44	244 (81)	272 (91)	361 (120)

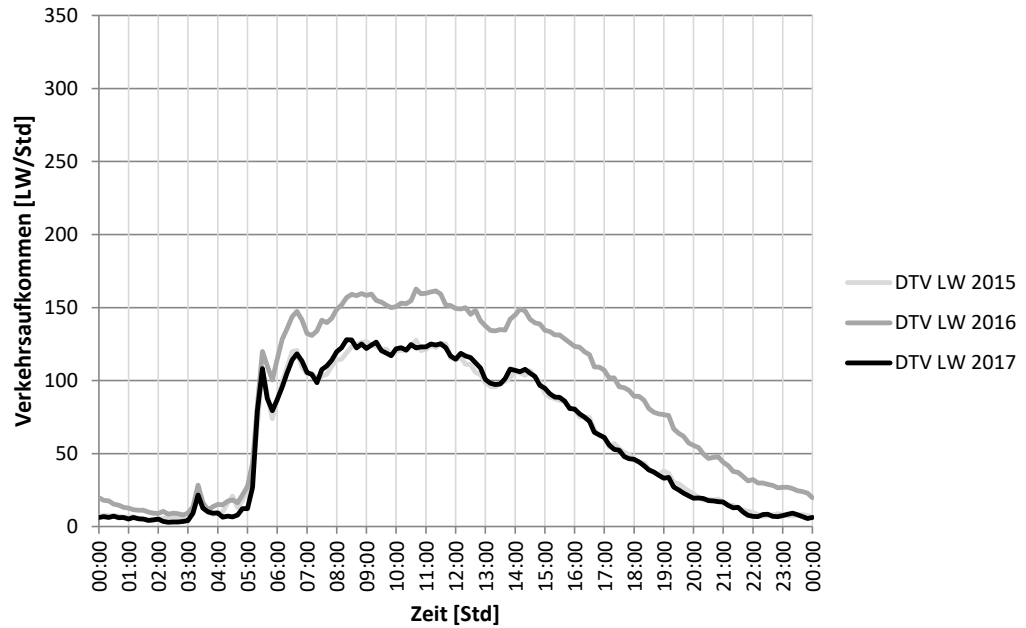
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	11.4	24.0	32.6	51.1
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	3.8	8.0	10.9	17.0

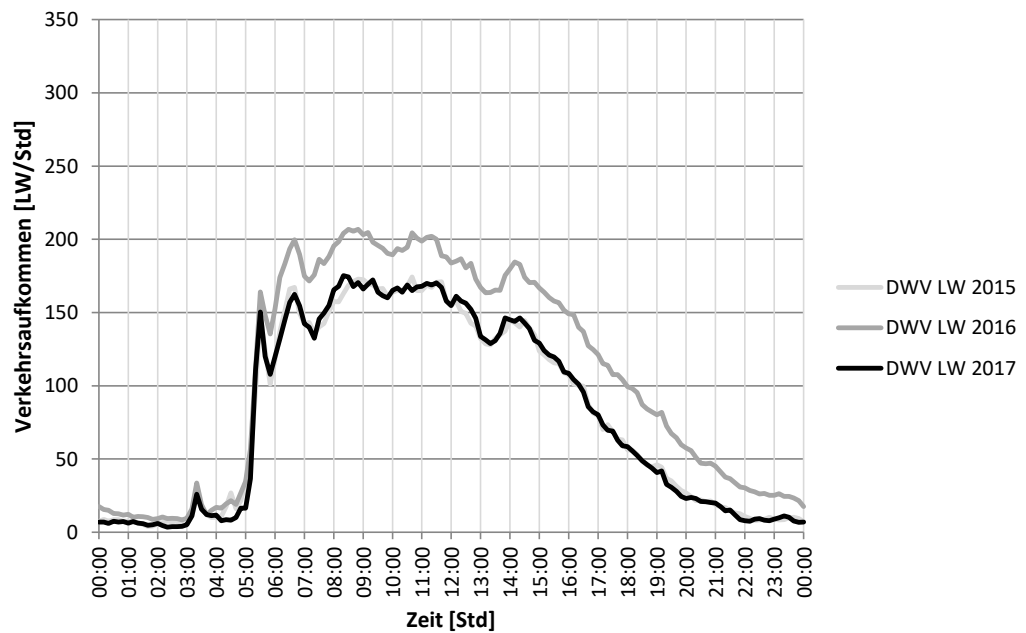
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

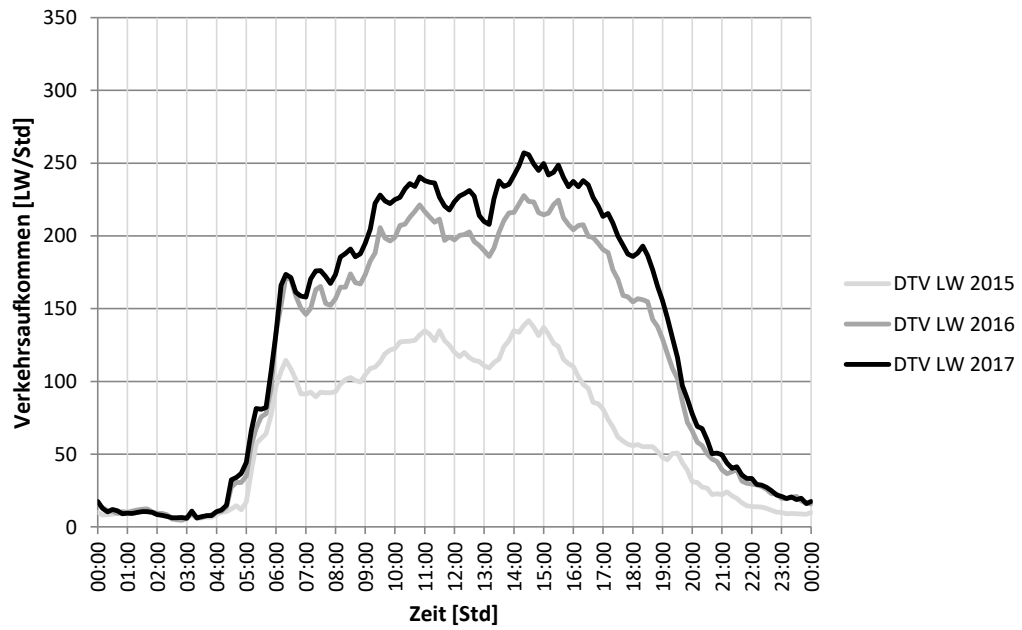
Zürich



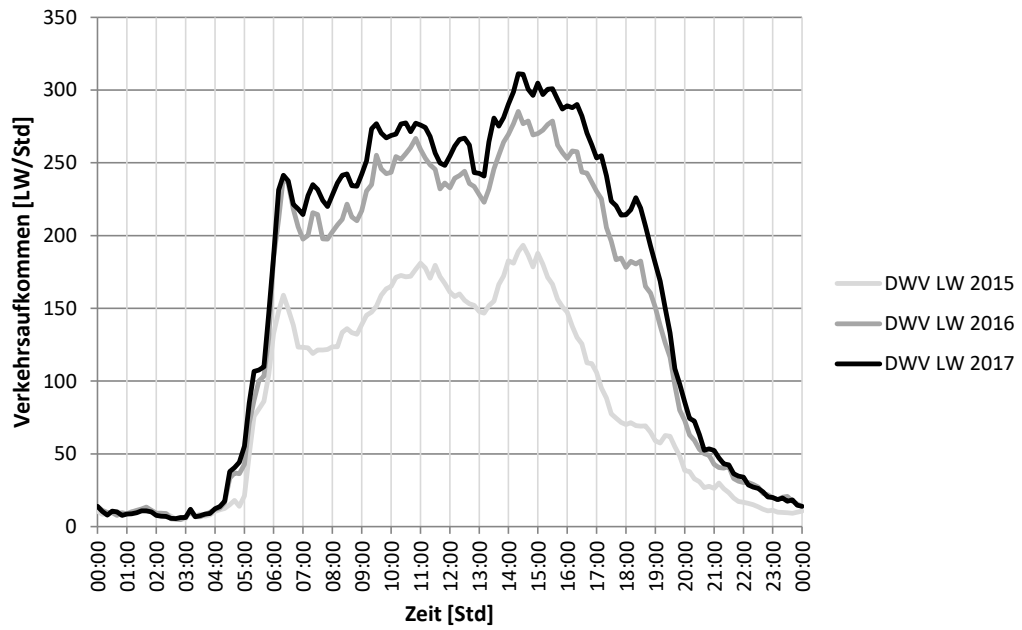
Zürich



Basel

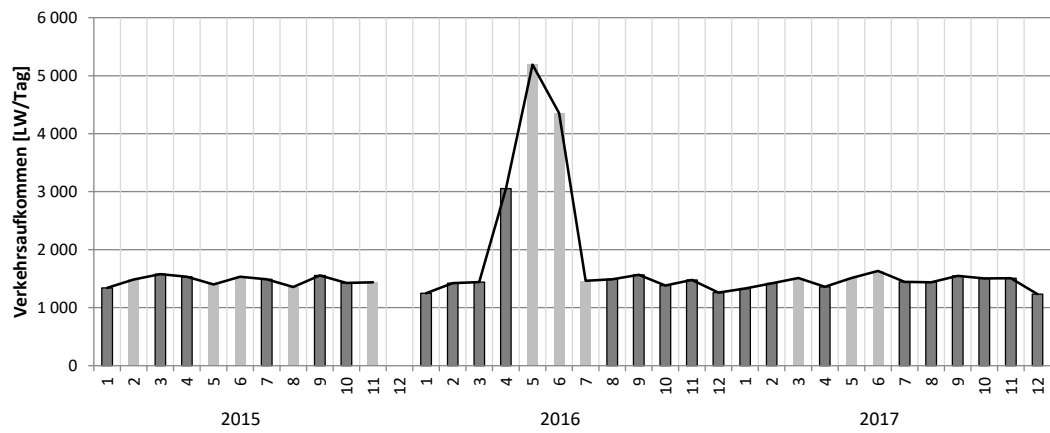


Basel

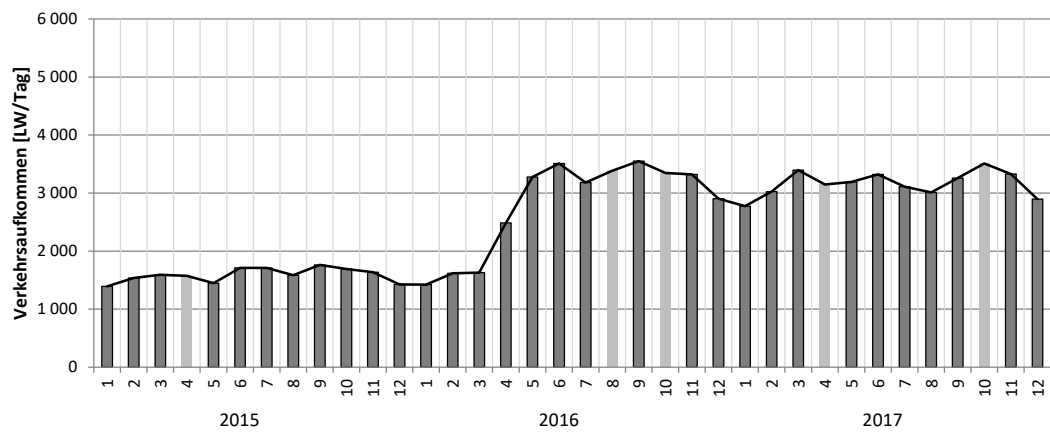


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Zürich



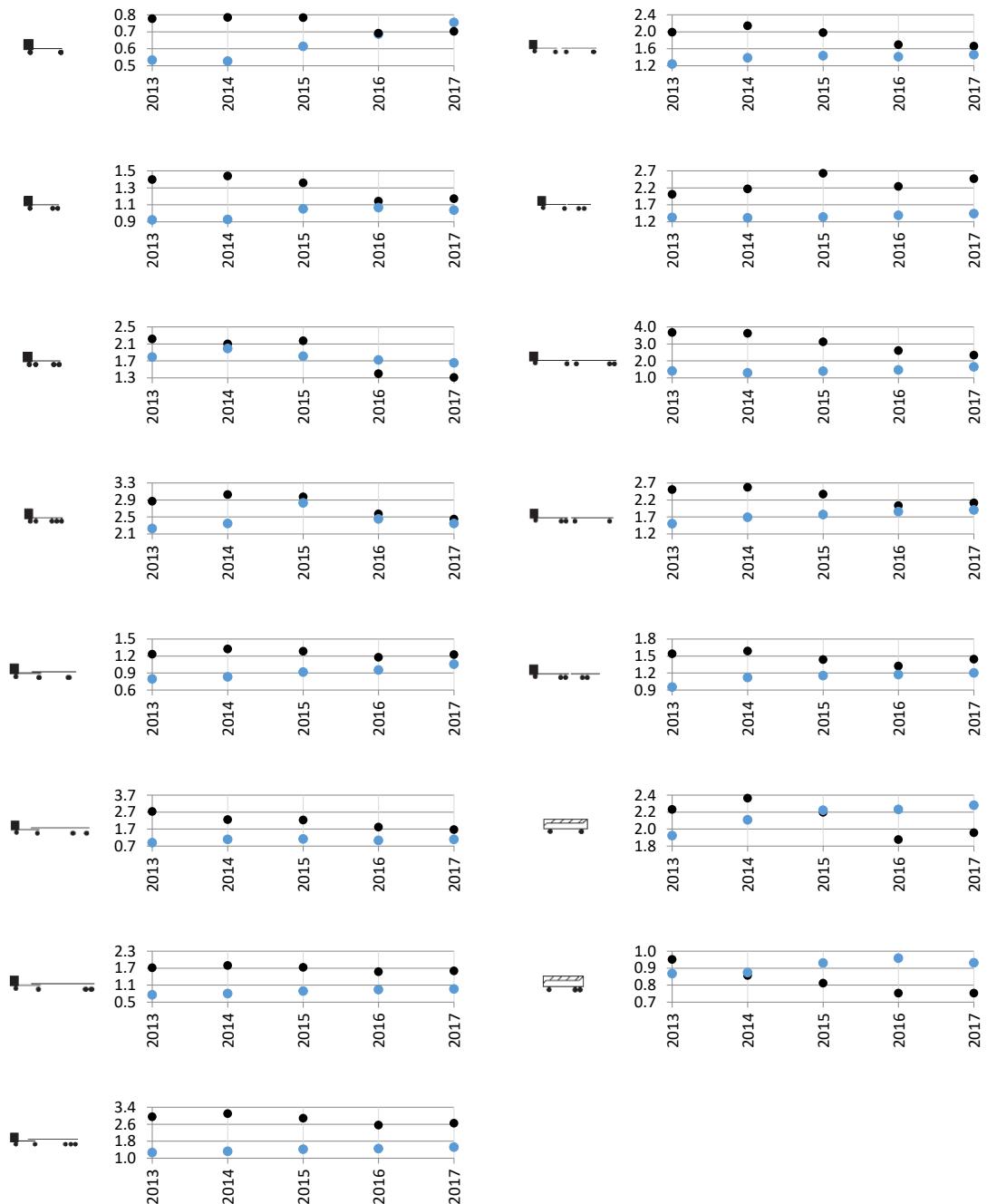
Basel



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

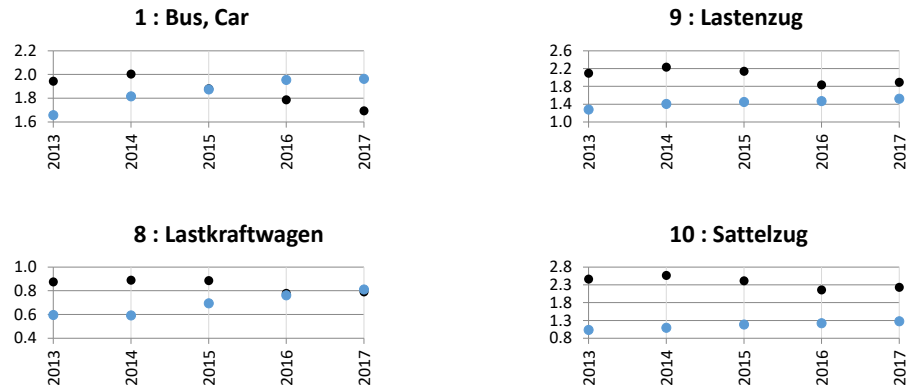
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



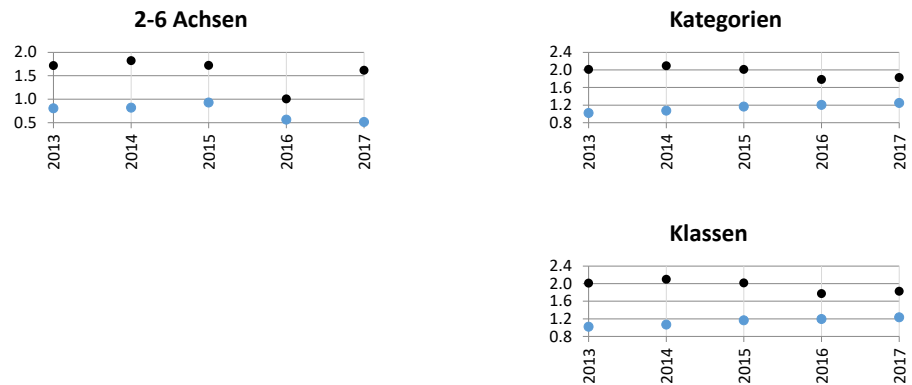
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



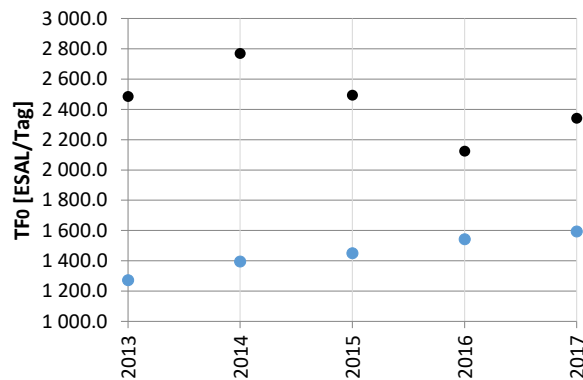
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

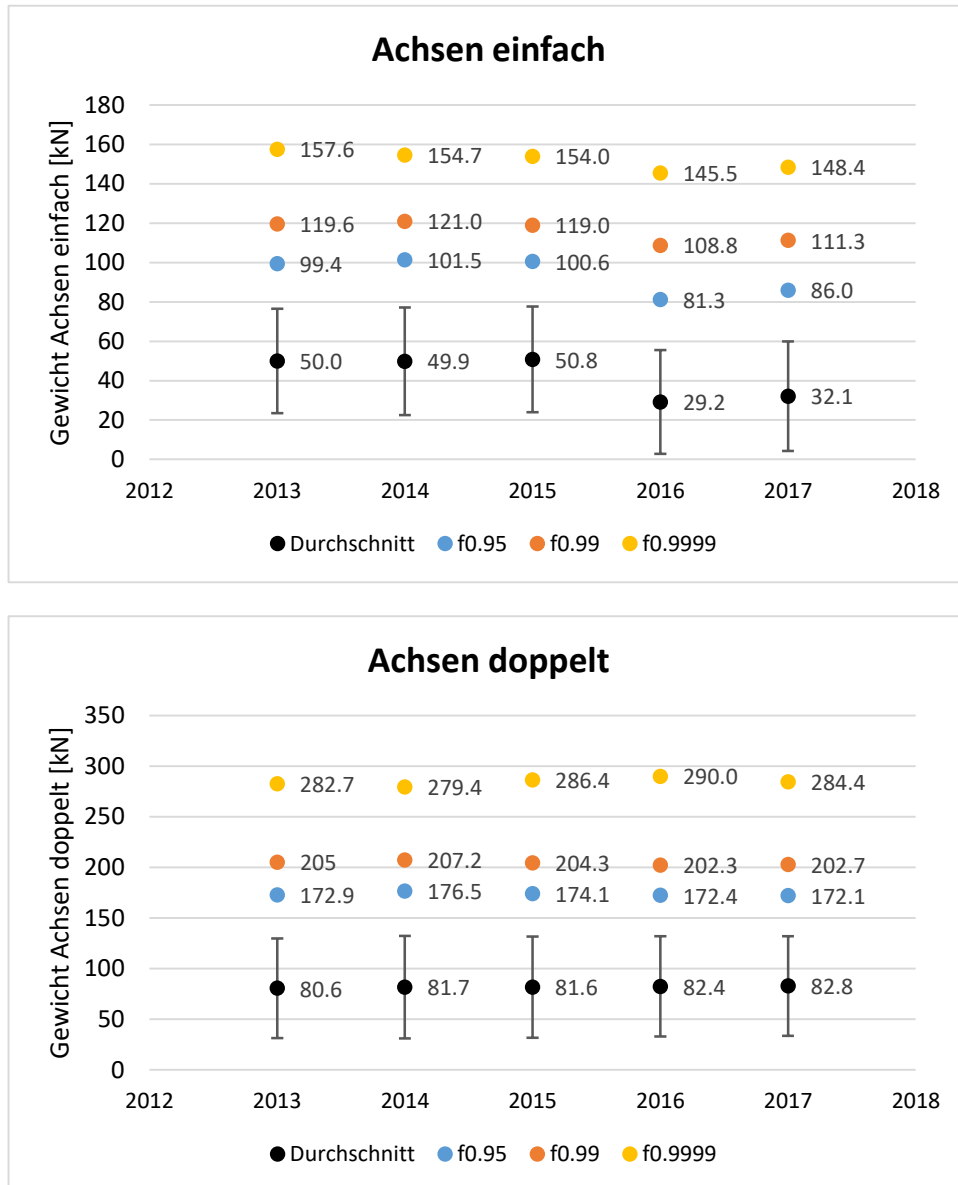
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

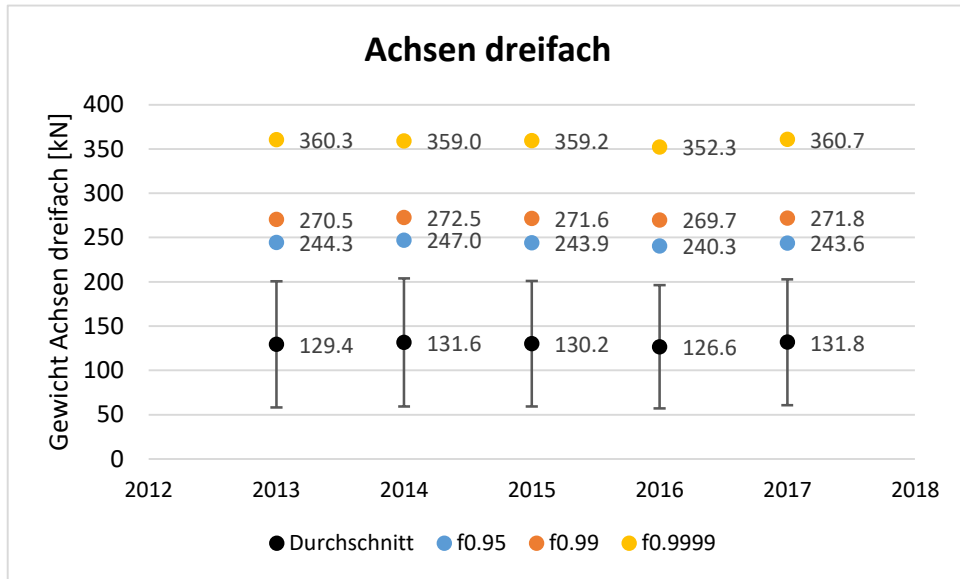


Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

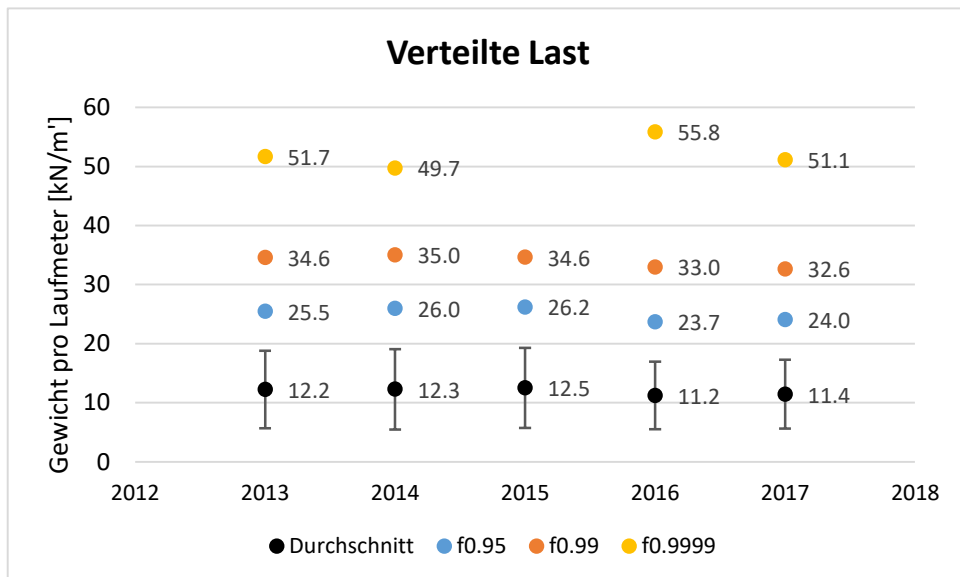
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	06.09.2017 – Richtung Zürich Spur 1 06.09.2017 – Richtung Basel Spur 1	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Zürich : 2.17% Richtung Basel : 6.22%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Zürich : Ja Richtung Basel : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Zürich : Gut Richtung Basel : Sehr gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Zürich : - Richtung Basel : Ende 2017	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 5 Tage / 1 Tage	
Ausgeschlossen :	0.79%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW ≥ 3.5 to :	48.2%	
Inkohärente Umriss :	52.9% davon 52.1% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.8% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in den Daten der Station ist befriedigend, messbare Unterschiede. 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.