



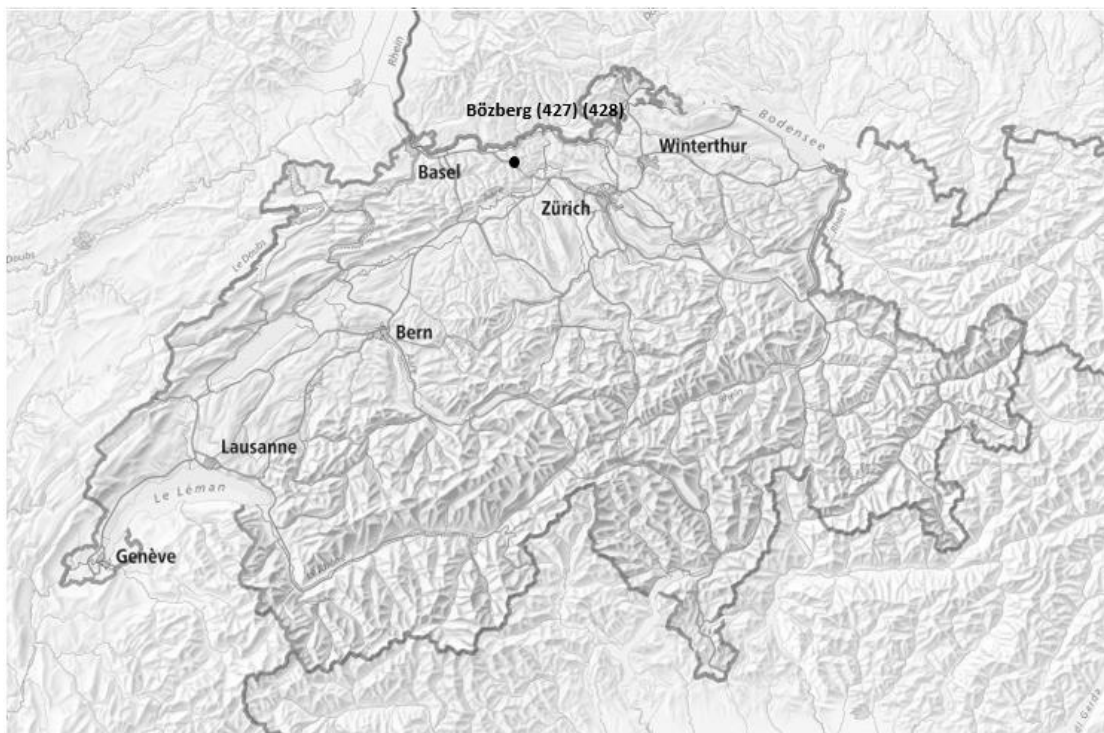
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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 - 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_427_428

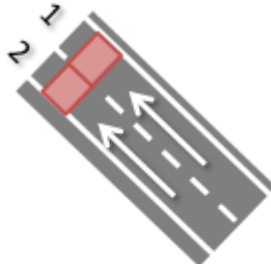
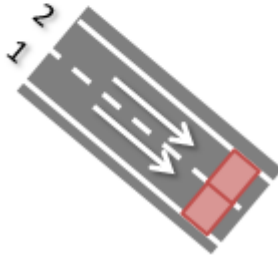
Version 1

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
4.2	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			17.07.2016 (427)				
Potentieller Datenverlust			30.05.2016 – 22 : 15 bis 00 : 00 (427) 31.05.2016 – 00 : 00 bis 04 : 38 (427) 31.05.2016 – 23 : 18 bis 00 : 00 (427) 01.06.2016 – 00 : 00 bis 03 : 11 (427) 23.06.2016 – 11 : 58 bis 12 : 07 (427) 16.07.2016 – 12 : 45 bis 00 : 00 (427) 18.07.2016 – 00 : 00 bis 08 : 07 (427) 09.08.2016 – 18 : 48 bis 00 : 00 (428) 10.08.2016 – 00 : 00 bis 12 : 27 (428) 26.10.2016 – 12 : 19 bis 15 : 24 (428)				
Besondere Ereignis							
Anscheinend, ein Massnahmenurteil in 2. Spuren (427) von 4 Juni 2015 wird identifiziert und für das ganze Jahr 2016. Statistikendaten sind vorsichtig zu bewerten.							
Entscheide							
Verknüpfung							
Name der Datei :			2016_427_concat.log ; 2016_428_concat.log ;				
Anzahl Speicherungen :			5'328'844 (427) ; 7'598'026 (428)				
Anzahl effektiver Tage :			363.8 (427) ; 365.3 (428)				

2 Integrität der Daten

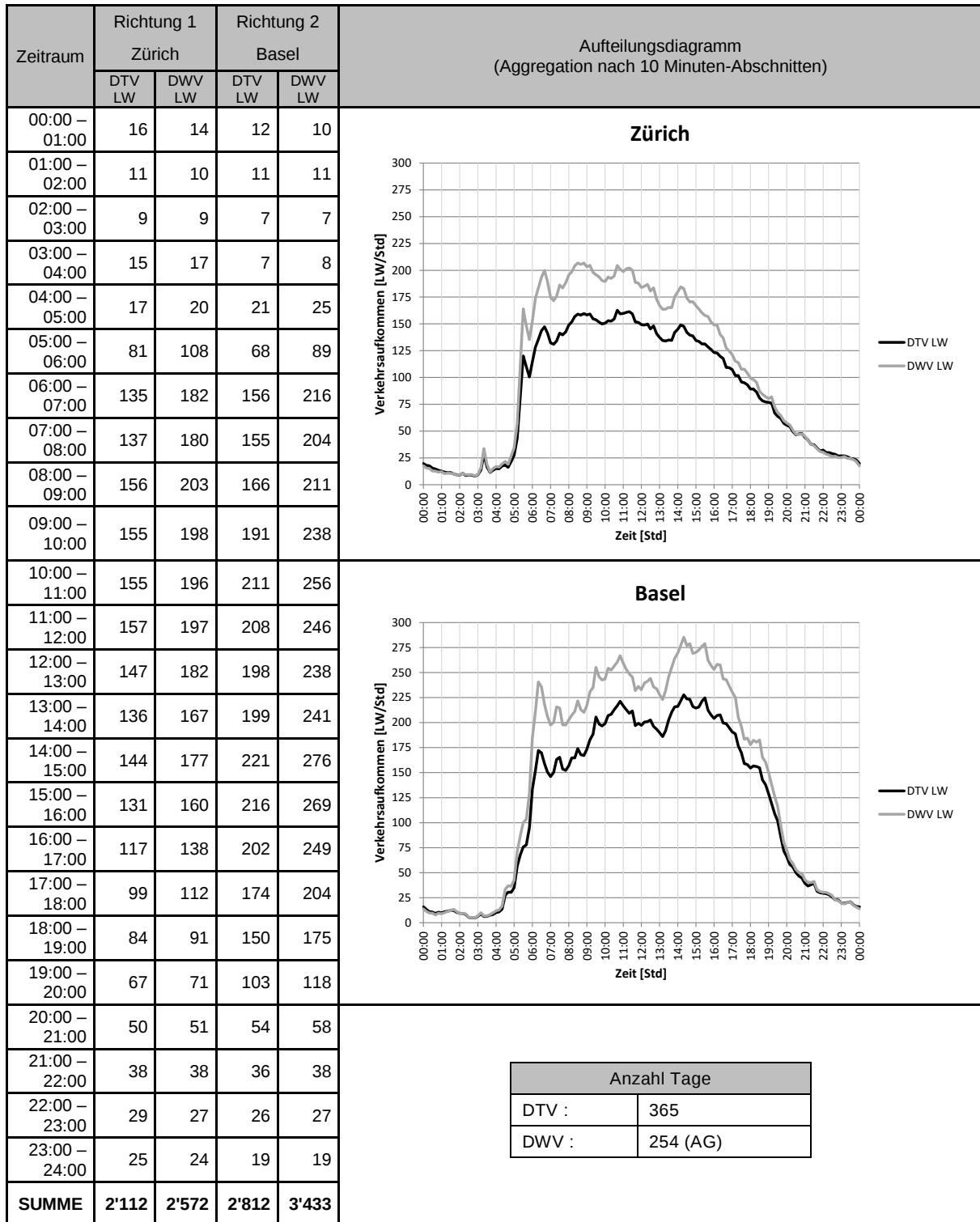
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (11'104'037 Einträge).
2)	788'722 Einträge Richtung D1 (427). 1'034'111 Einträge Richtung D2 (428).
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (506 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (7'761 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (14'567 Einträge, ohne mobile Kräne)
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (61 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (6'128 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2016_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 :	2016_427_428.log
Anzahl Einträge :	1'793'810
Name der Ausschlussdatei :	2016_427_428_exclus.log
Anzahl Einträge :	29'023

Auf einer Gesamtmenge von 12'926'870 Einträgen, wurden 11'104'037 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 29'023 Einträge (1.59%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

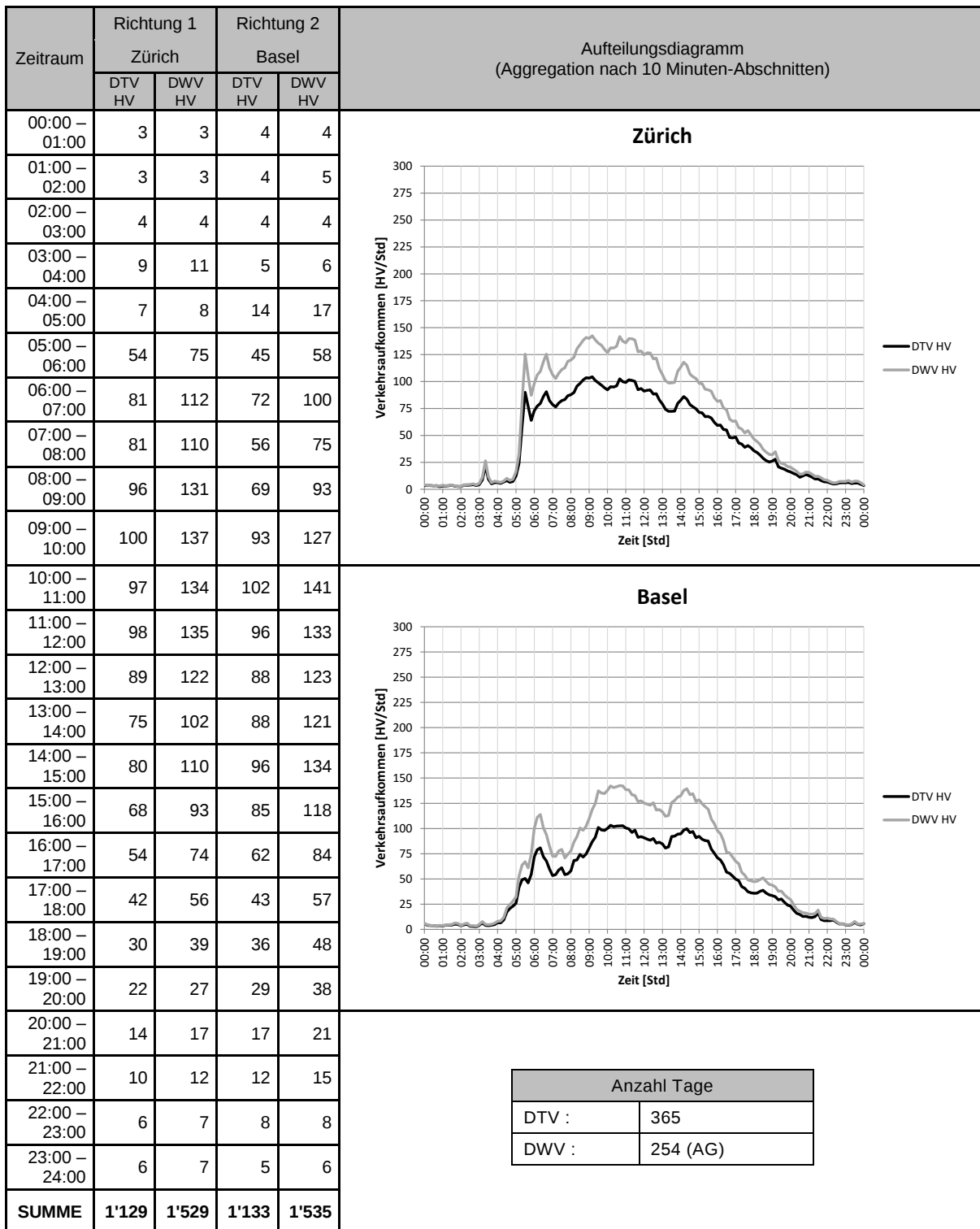
3 Statistikbearbeitung

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)

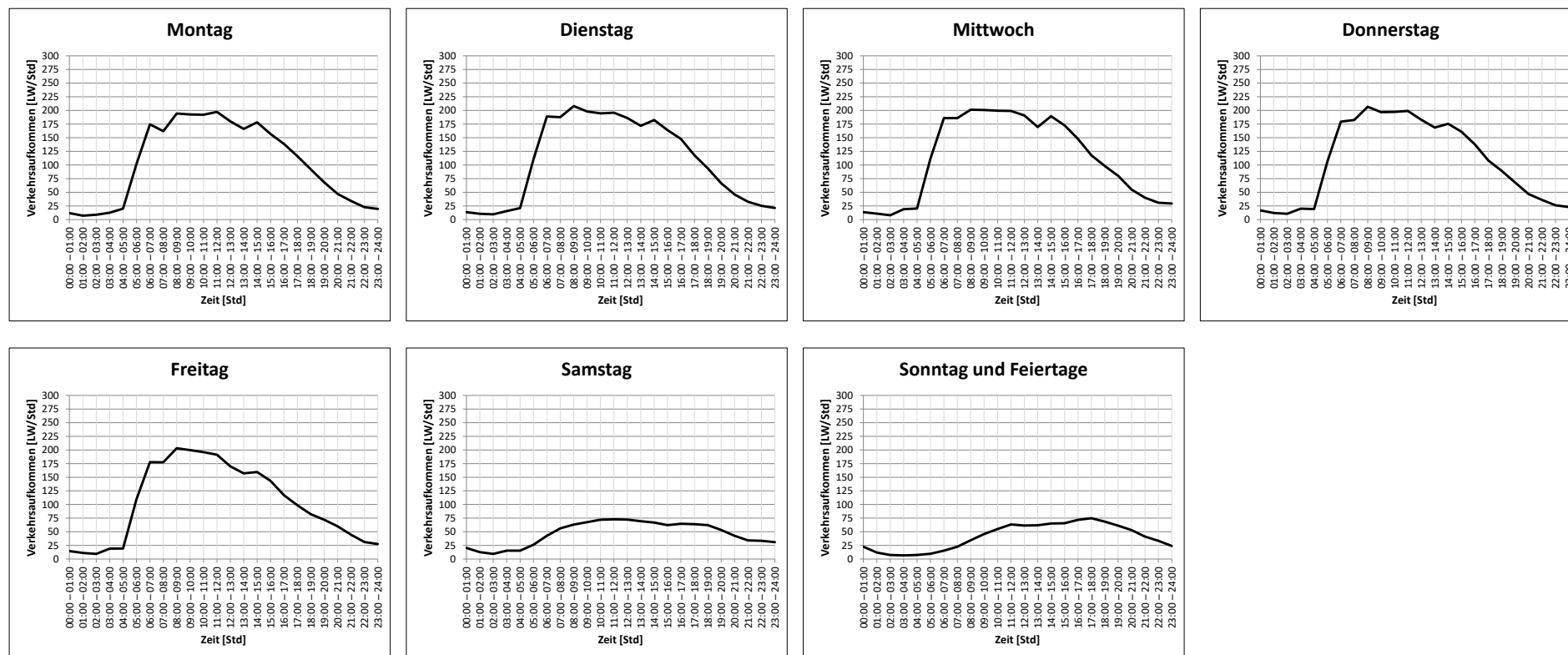


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

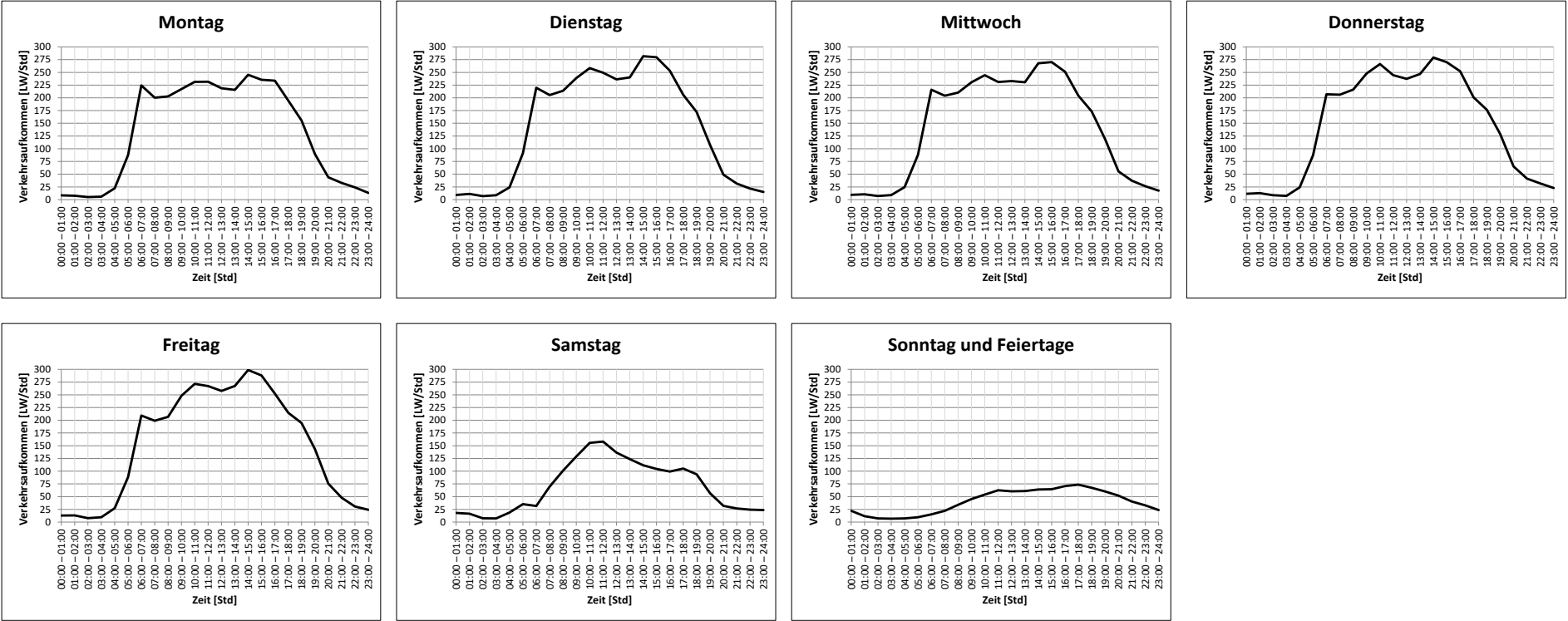
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (AG)	48	52	52	51	51	52	60

Richtung 1 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



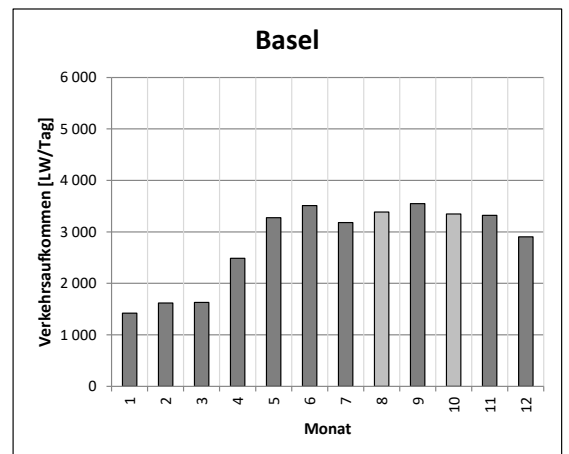
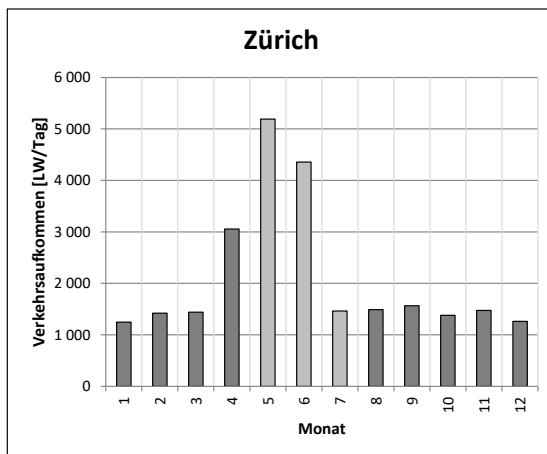
Richtung 2 : Basel (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

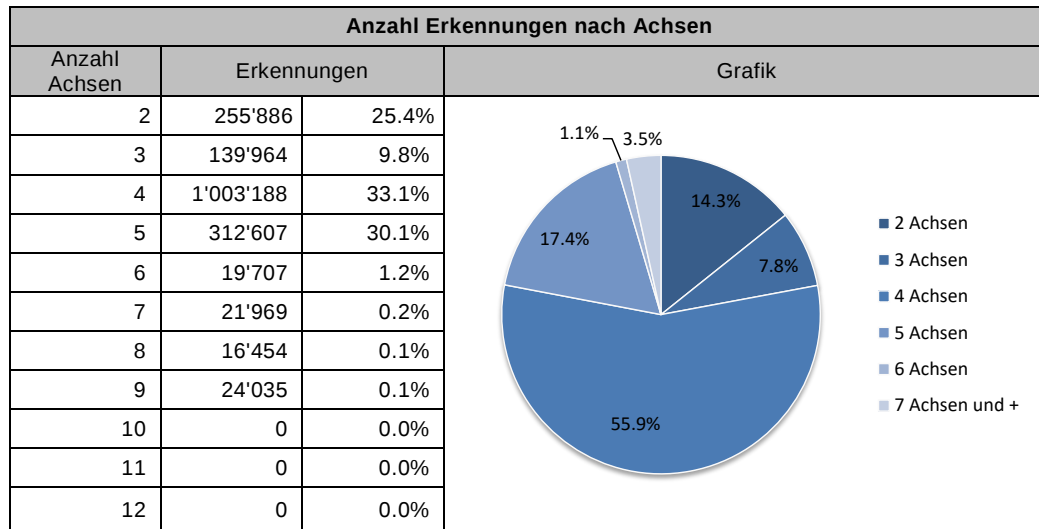
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel
Januar	38'671	44'066
Februar	41'270	46'915
März	44'685	50'561
April	91'637	74'585
Mai	159'314	101'565
Juni	130'226	105'288
Juli	44'305	98'597
August	46'188	103'214
September	46'972	106'483
Oktober	42'812	103'461
November	44'275	99'631
Dezember	39'076	90'010



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

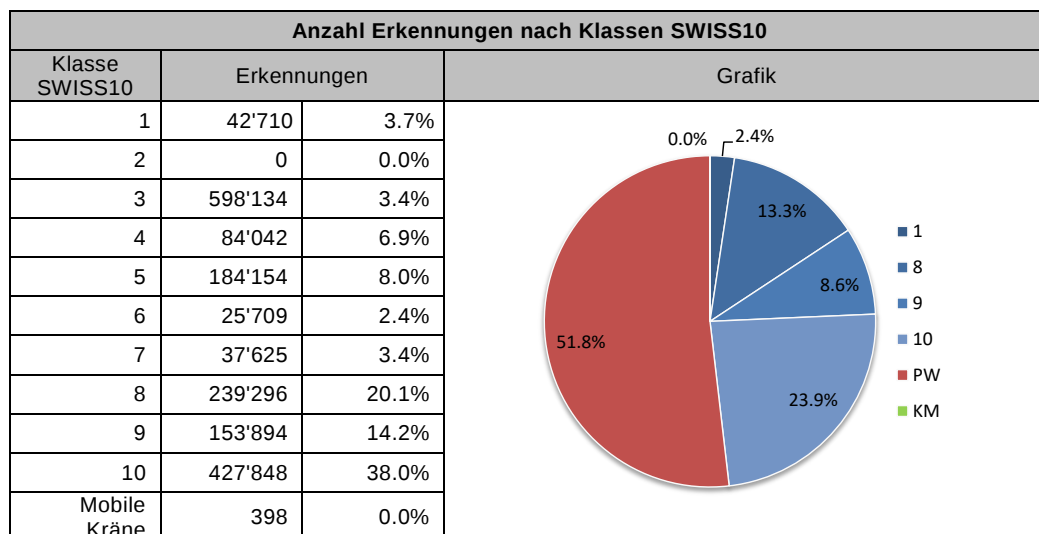
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

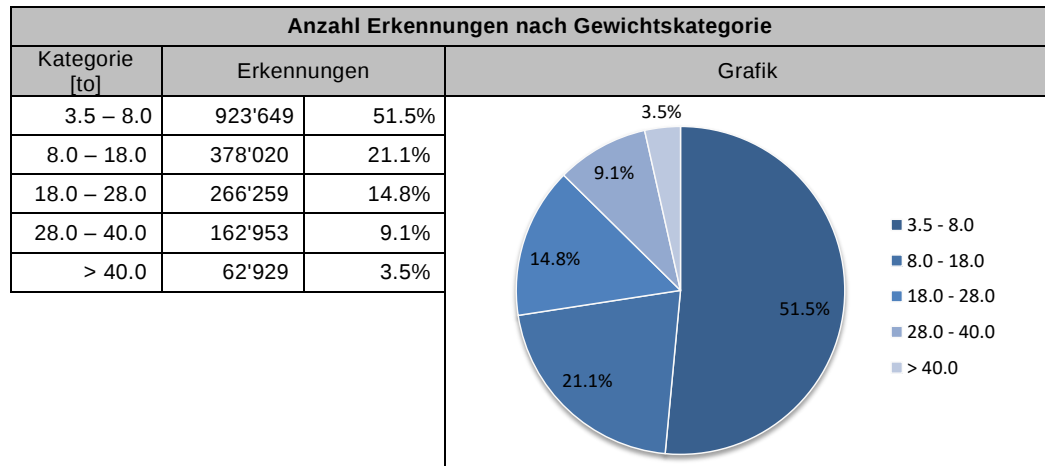
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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



Wir stellen fest, dass 929'664 Einträge (Klasse 2 bis 7, 51.8%) 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			661'353	36.9%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - 000		10	202'094	11.3%
S/S	0 - - - - 0		8	132'314	7.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00		10	130'614	7.3%
S/S	Unschlüssig			97'512	5.4%
S/S/Ta	Unschlüssig			87'566	4.9%
S/S/S	Unschlüssig			68'628	3.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	63'227	3.5%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	32'328	1.8%
S/S/Tr	Unschlüssig			28'864	1.6%
S/Ta	0 - - - - 00		8	25'262	1.4%
S/S	0 - - - - 0		1	24'505	1.4%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	20'220	1.1%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - 00 - -		9	20'014	1.1%
Ta/Ta	Unschlüssig			17'333	1.0%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - 0 - 0		10	11'245	0.6%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - 00 - -		9	11'143	0.6%
S/Ta	0 - - - - 00		1	7'470	0.4%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	3'100	0.2%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	1'936	0.1%
Ta/Ta	00 - - 00		8	393	0.0%

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

4 Vorlage nach Norm SN 640 320

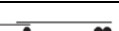
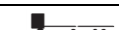
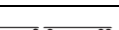
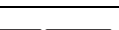
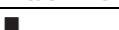
Referenzdokument : [1] [2] [6] [12]

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	46.8%	-	32.5%	24.5%	Anzahl Erkennungen
	52.8%	-	38.4%	8.9%	Gesamtgewicht
	57.4%	-	41.7%	0.9%	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
	0.69	0.69	0.7	0.64	0.64	0.6
	1.14	1.07	1.4	1.61	1.38	2.1
	1.39	1.72	1.5	2.42	3.03	2.7
	2.57	2.45	1.9	6.03	5.56	3.0
	1.18	0.95	0.5	1.10	0.87	0.5
	1.81	1.02	1.7	1.78	0.95	1.8
	1.57	0.94	1.8	1.70	0.95	2.2
	2.55	1.45	2.0	3.25	1.70	2.2
	1.70	1.41	2.0	1.66	1.34	1.9
	2.24	1.39	1.7	2.49	1.44	1.6
	2.60	1.46	1.3	2.90	1.57	1.0
	2.03	1.85	2.5	2.57	2.23	2.6
	1.32	1.17	1.2	1.90	1.56	0.9
	1.87	2.23	0.7	1.95	2.34	0.6
	0.75	0.96	1.4	0.98	1.24	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	1.79	1.95	2.3	2.03	2.15	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.78	0.76	0.9	0.83	0.79	1.0
9 : Lastenzug	1.83	1.47	1.9	2.07	1.57	2.0
10 : Sattelzug	2.15	1.22	1.7	2.64	1.37	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)	1.00	0.56	1.6	1.23	0.64	1.7
	92.4%	99.3%		92.4%	99.3%	
Kategorie	1.78	1.20		2.11	1.32	
	41.4%	38.8%		41.4%	38.8%	
Klasse	1.77	1.19		2.10	1.30	
	39.7%	37.4%		39.7%	37.4%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{769'431 \text{ LW}}{363.8 \text{ Tage}} \cdot 1.00 \cdot 57.4\% = 2'124 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Basel

$$TF_0 = \frac{1'024'379 \text{ LW}}{365.3 \text{ Tage}} \cdot 0.56 \cdot \frac{41.7\%}{42.6\%} = 1'543 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{769'431 \text{ LW}}{363.8 \text{ Tage}} \cdot 1.23 \cdot 57.4\% = 2'592 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Basel

$$TF_0 = \frac{1'024'379 \text{ LW}}{365.3 \text{ Tage}} \cdot 0.64 \cdot \frac{41.7\%}{42.6\%} = 1'756 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

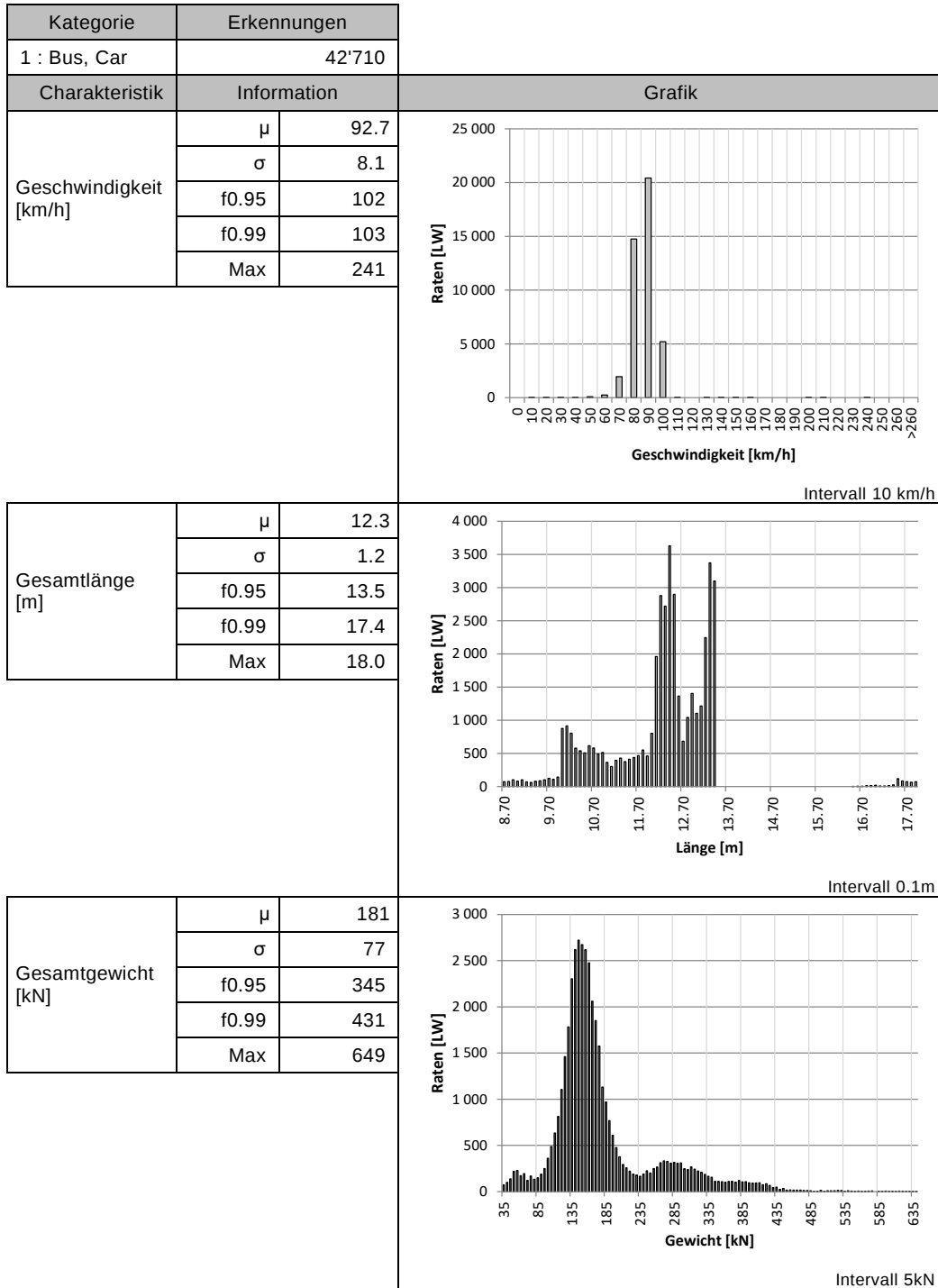
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

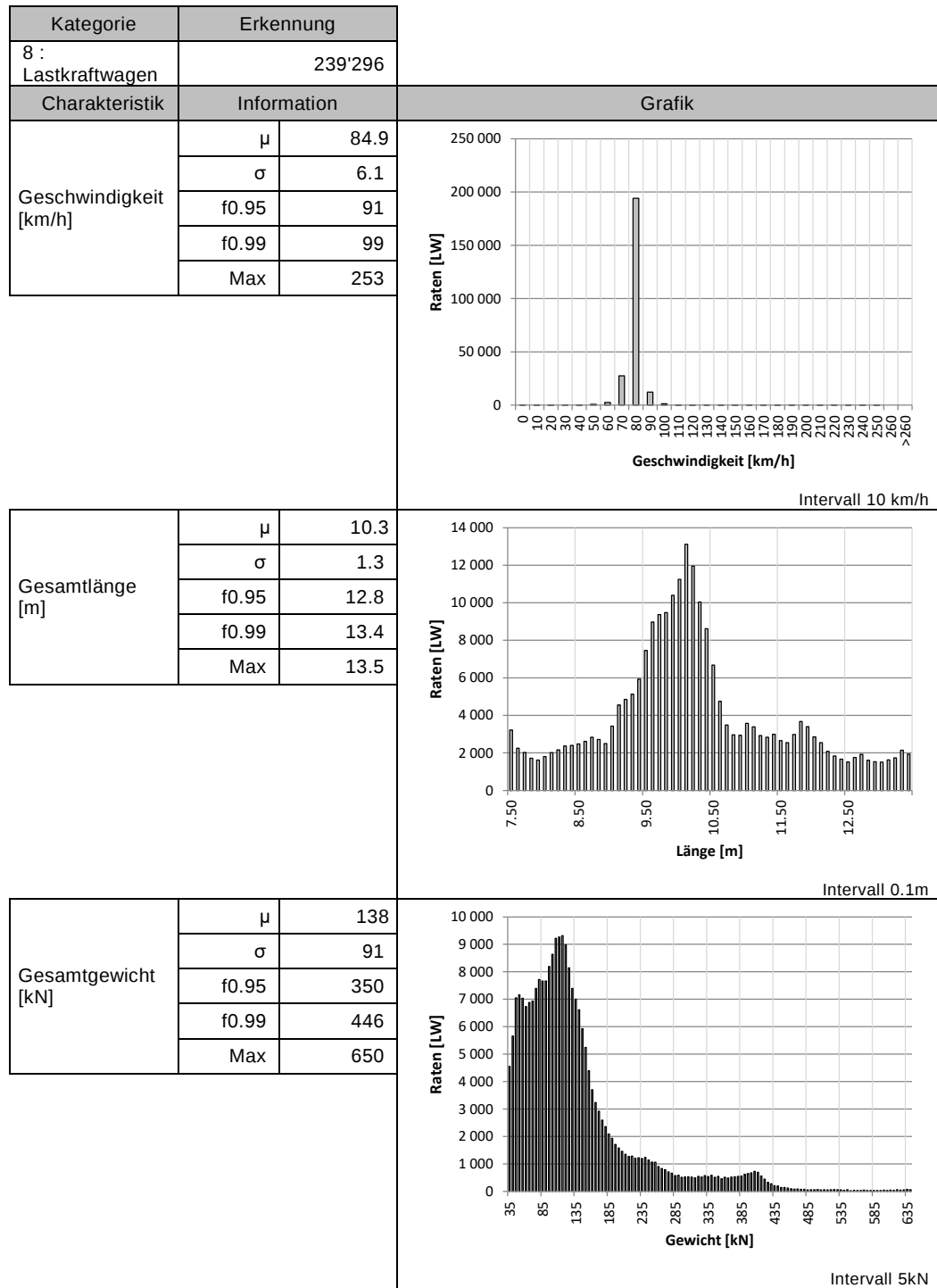
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Basel	Auf Basis von :
-	-	Anzahl Erkennungen
-	-	Gesamtgewicht
-	-	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

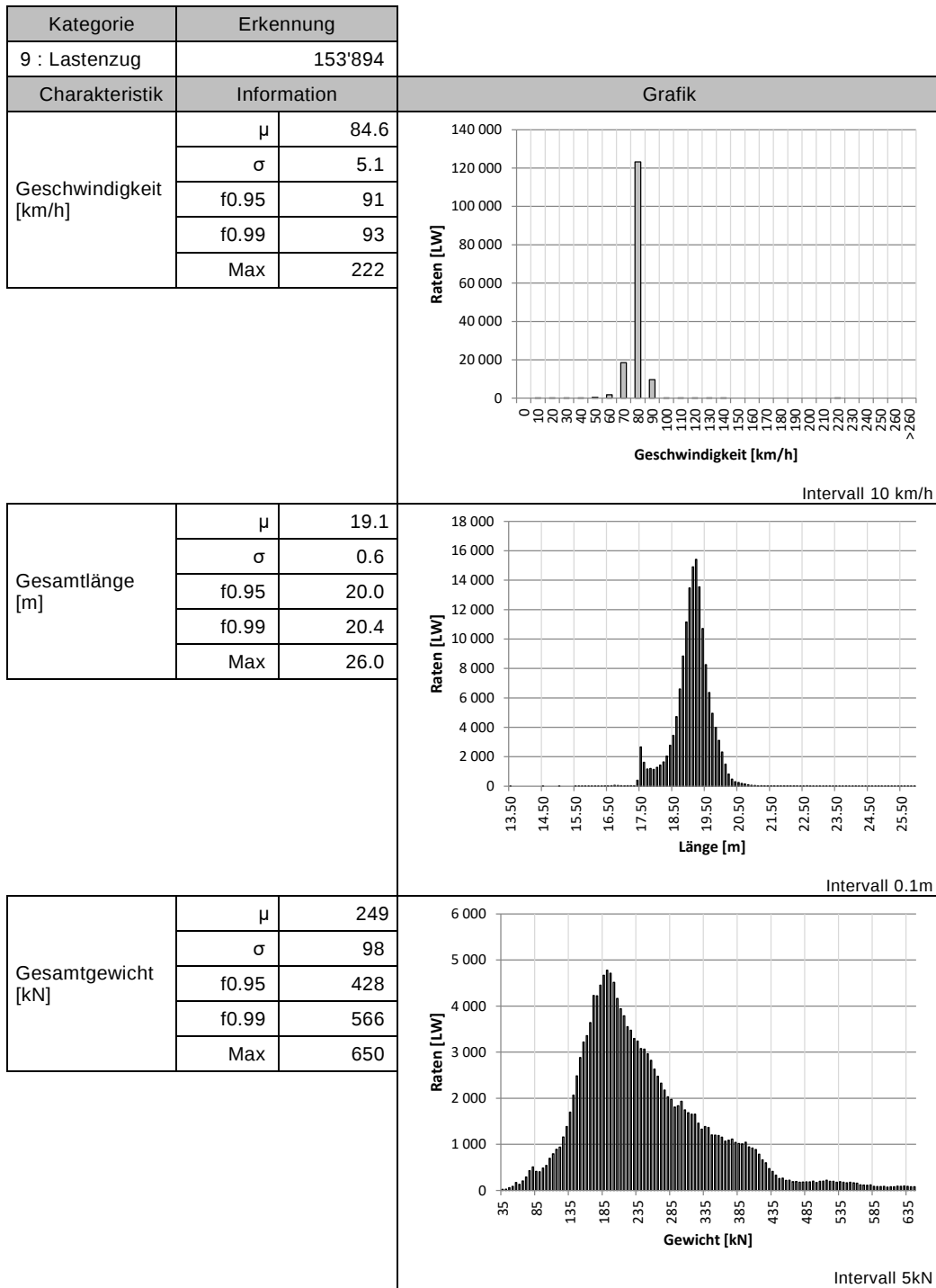
Nicht definierbare (Partiell Urteil, Station 427, Spur 2 und inkohärente Umrisse).

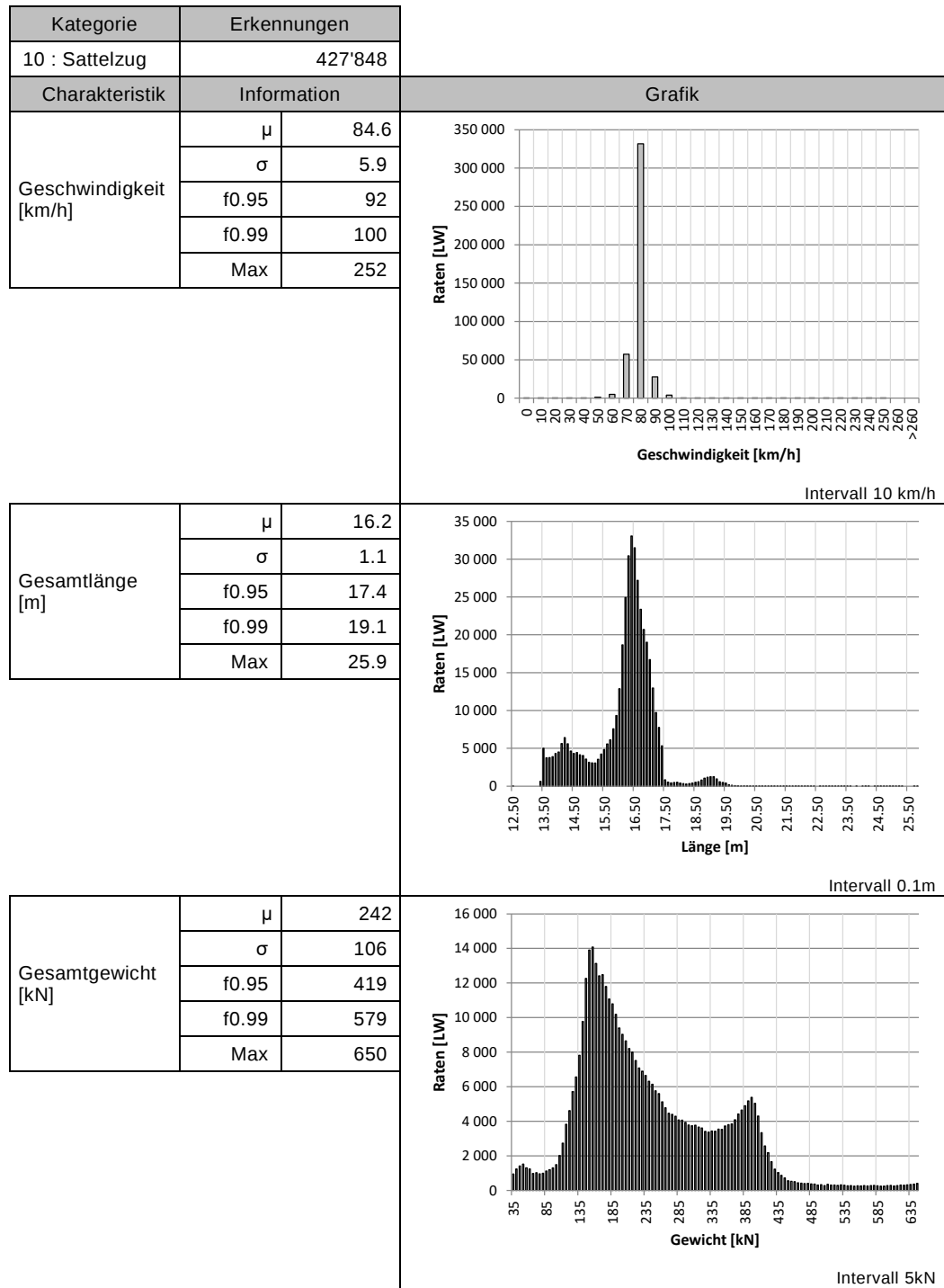
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



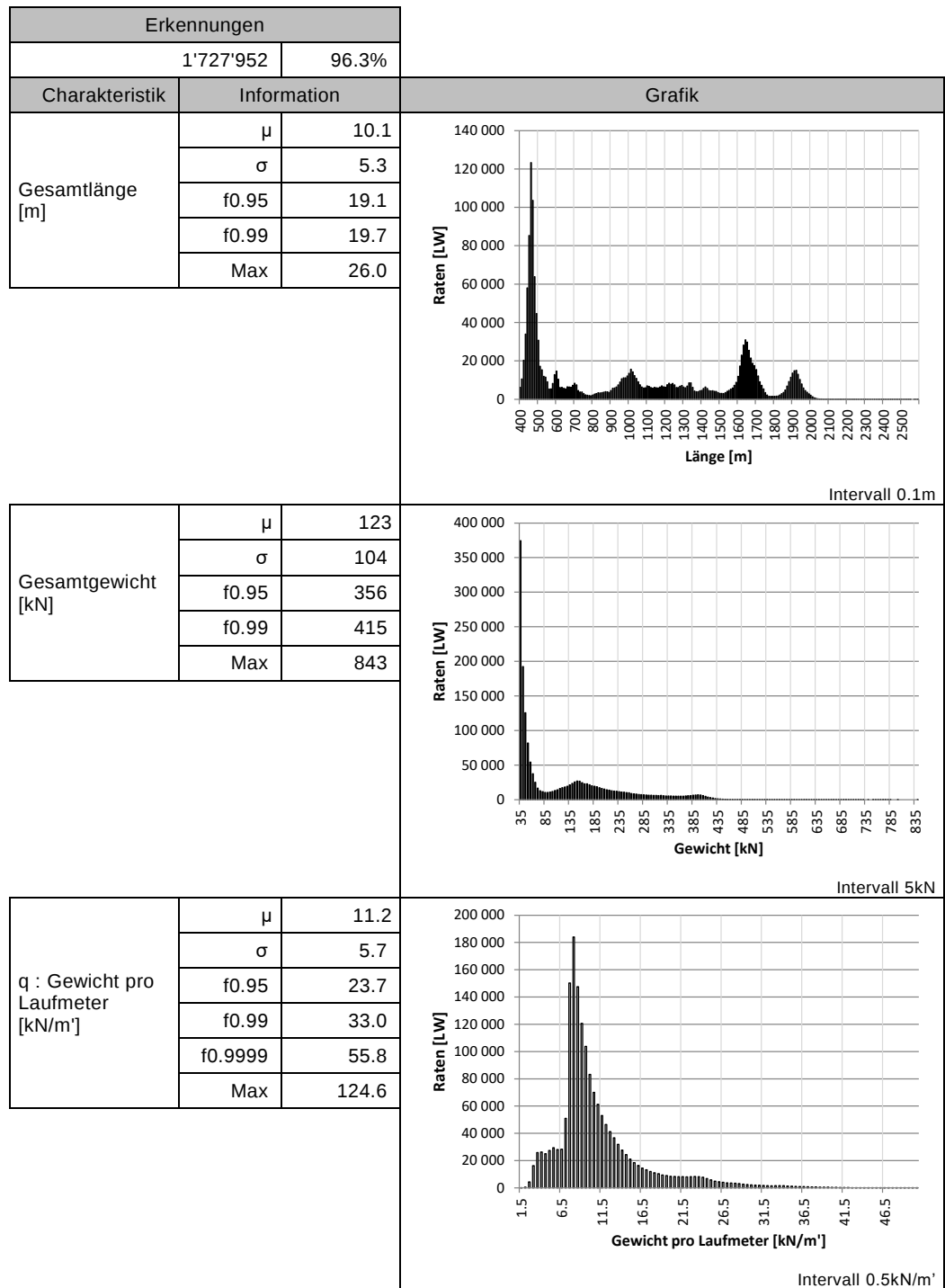


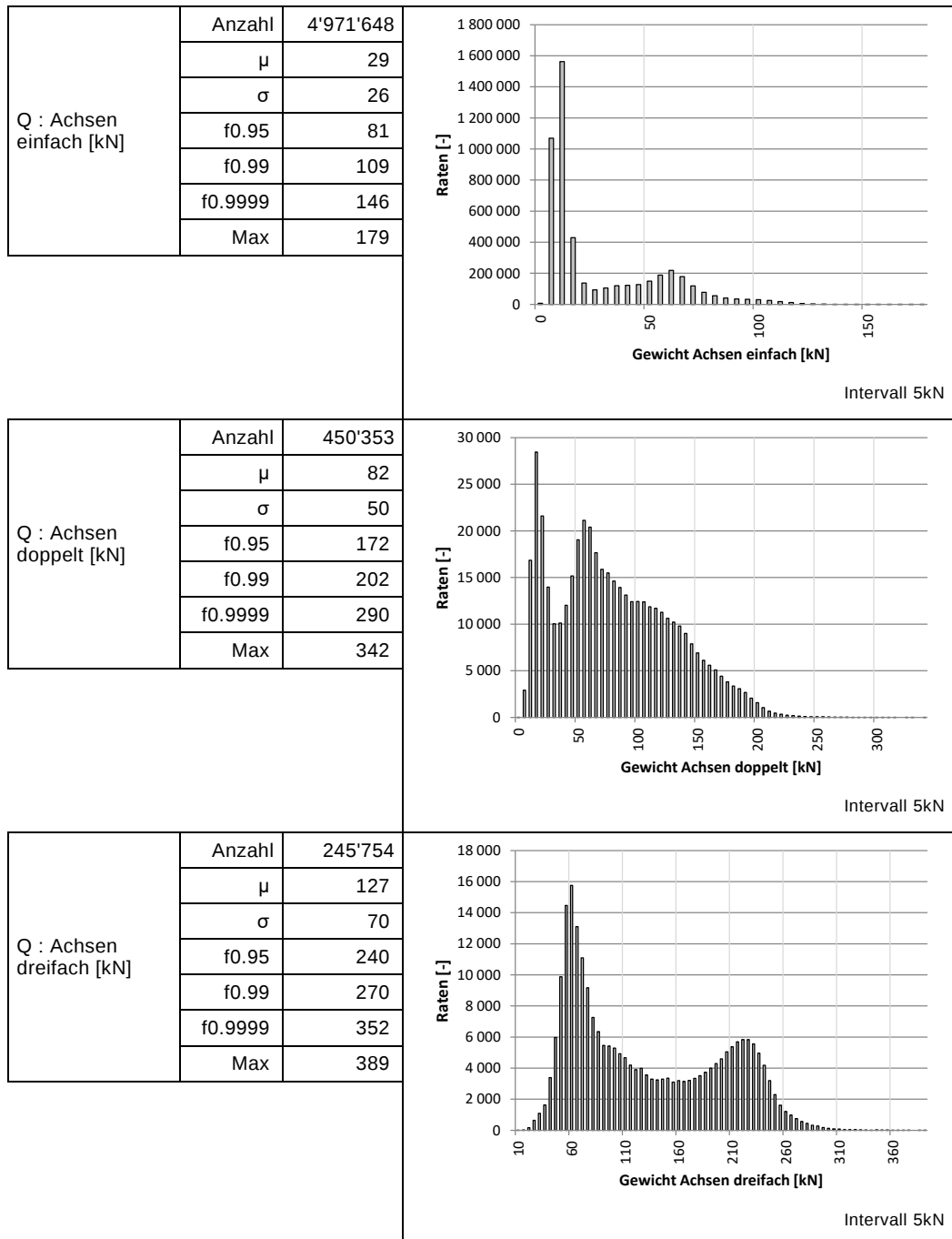




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



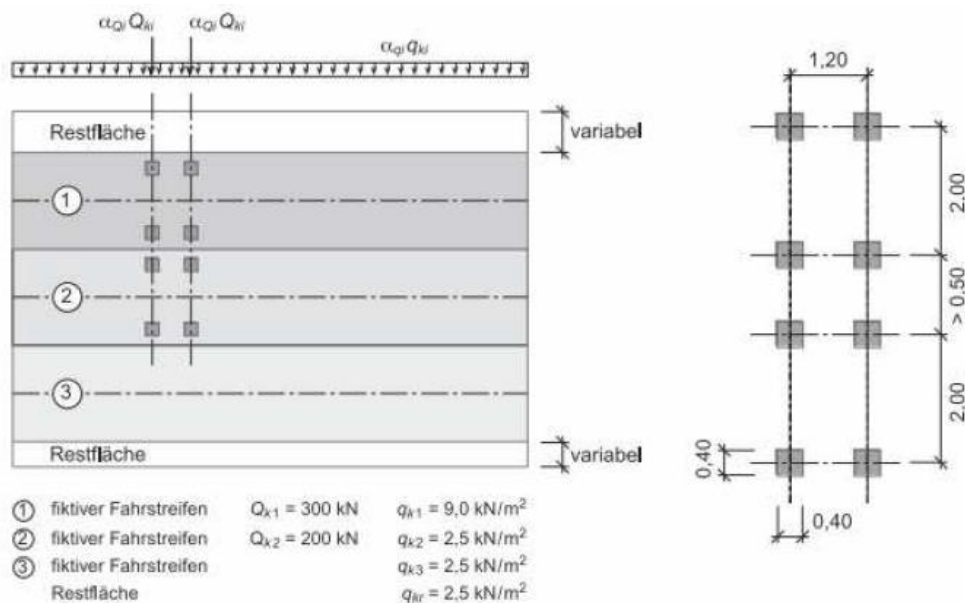


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 96.3% der gesamten Proben.

6.1 Vorlage der Last 1 nach SIA 261



6.1.1 Konzentrierte Last Q

Konzentrierte Last Q					
Typ Achsen	Durchschnittslast [kN]	Durchschnittslast pro Achse [kN]	f0.95 [kN] (pro Achse)	f0.99 [kN] (pro Achse)	f0.9999 [kN] (pro Achse)
Einfach	29	26	81	109	146
Doppelt	82	41	172 (86)	202 (101)	290 (145)
Dreifach	127	42	240 (80)	270 (90)	352 (117)

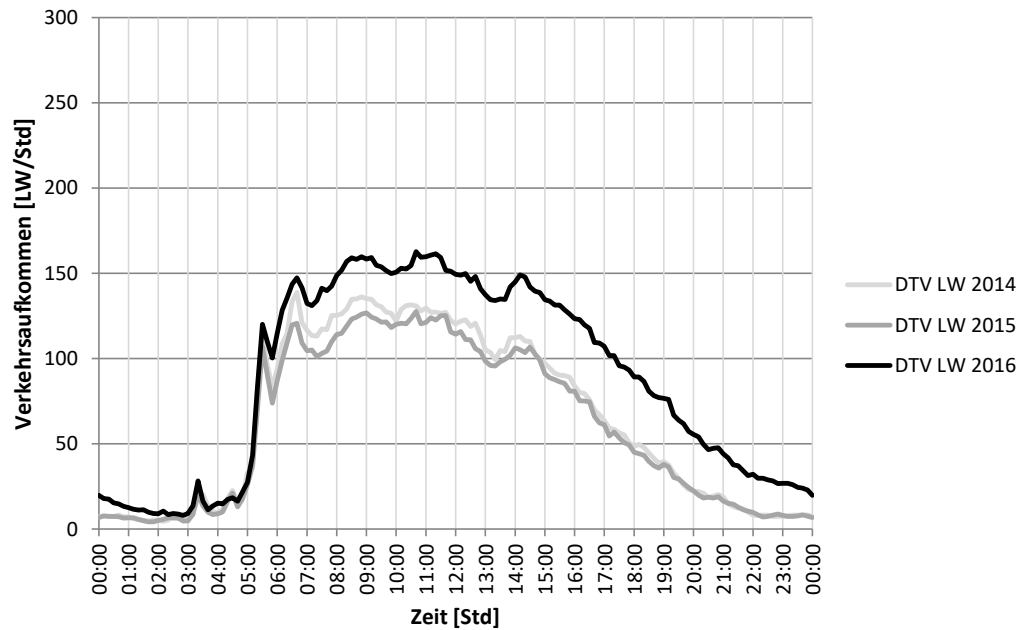
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m]	11.2	23.7	33.0	55.8
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	3.7	7.9	11.0	18.6

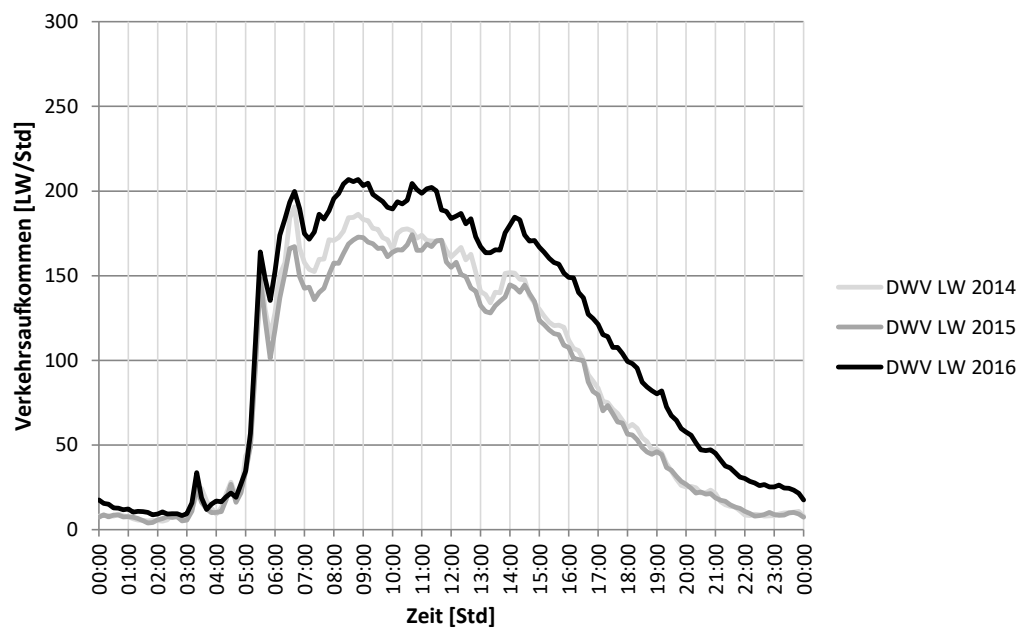
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

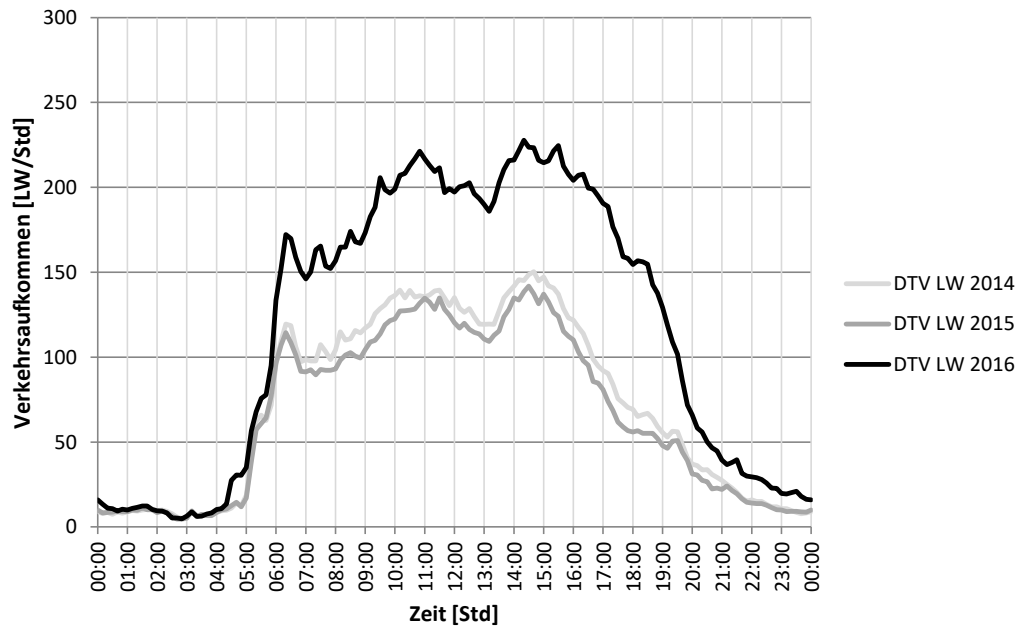
Zürich



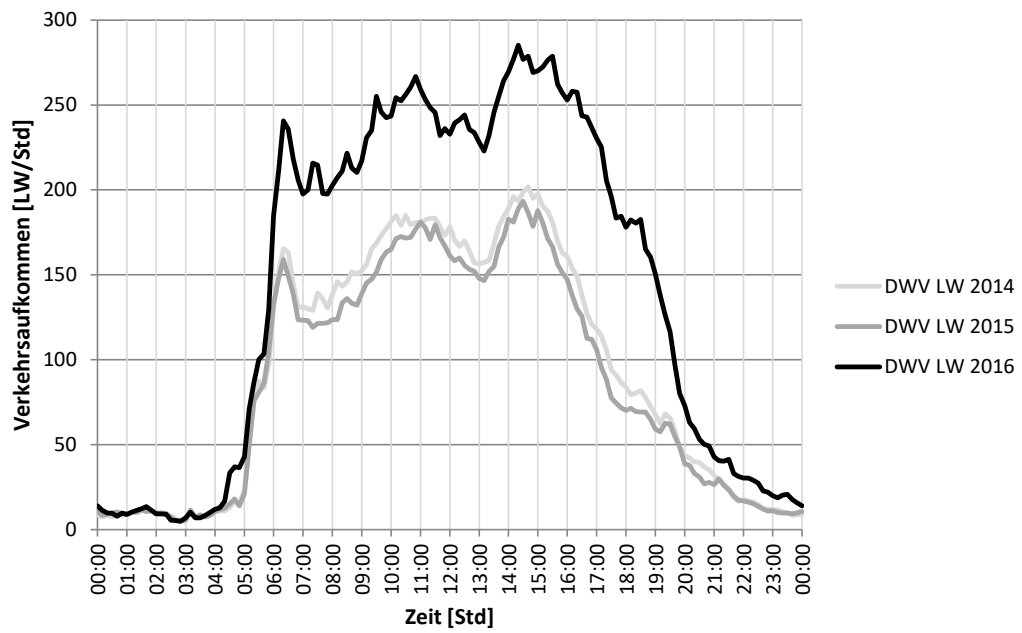
Zürich



Basel

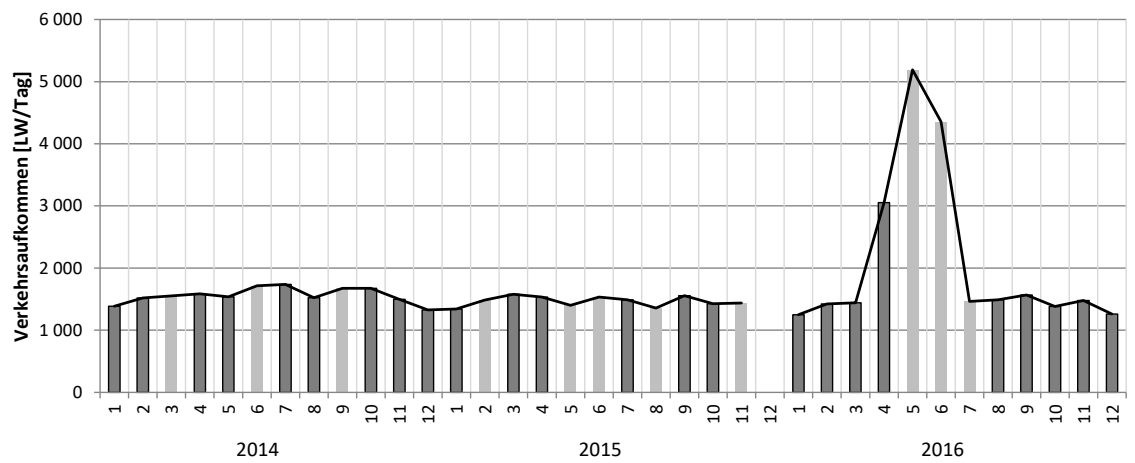


Basel

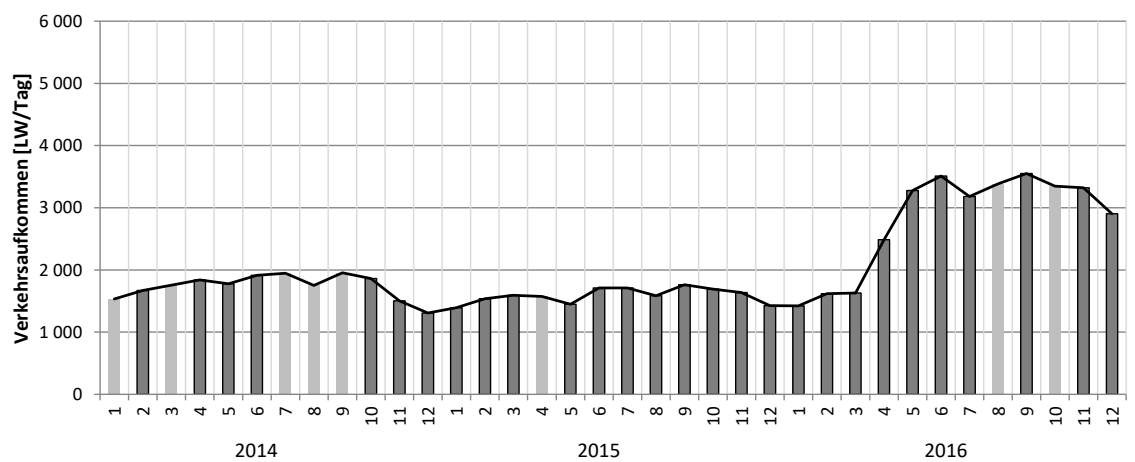


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Zürich



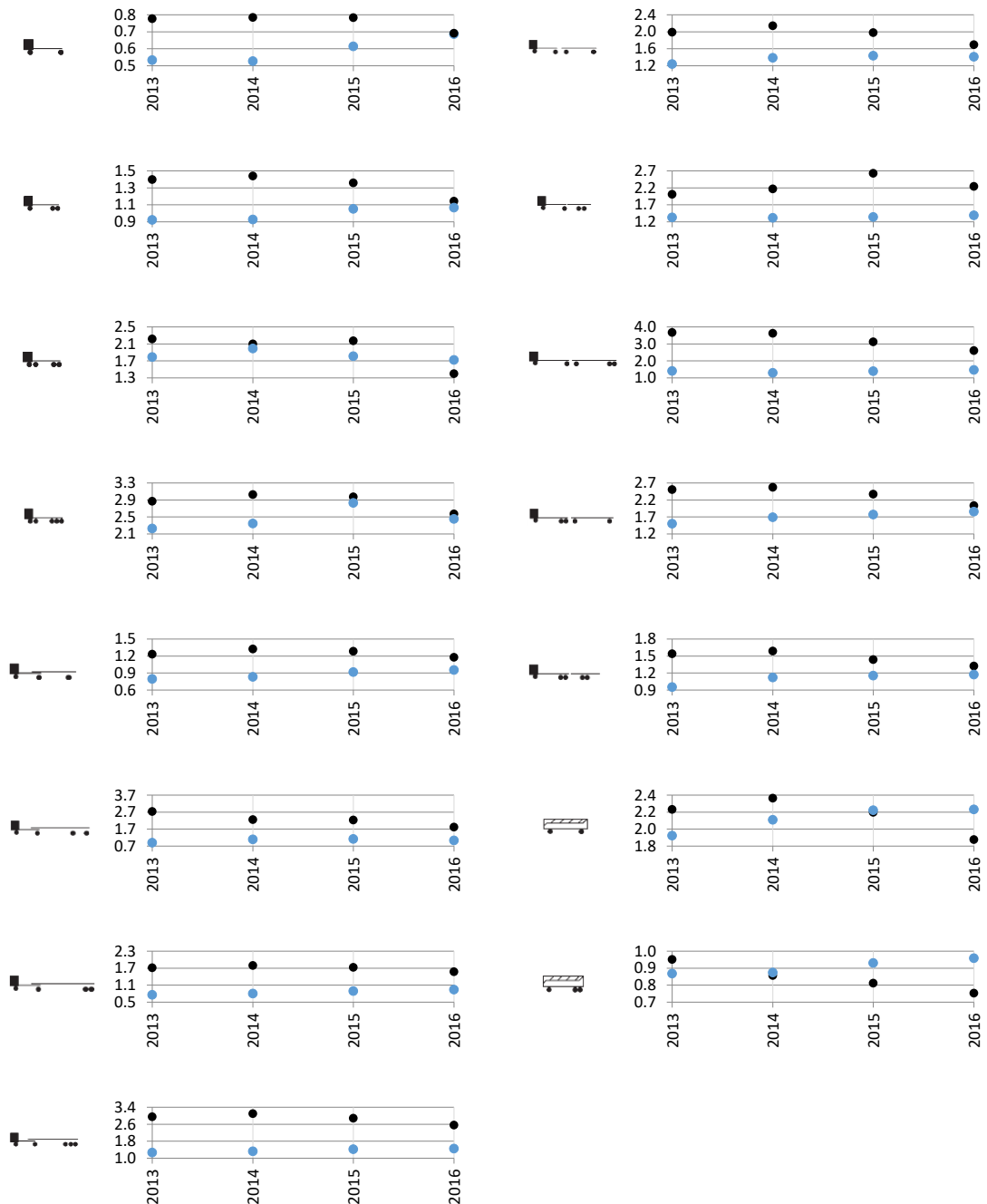
Basel



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

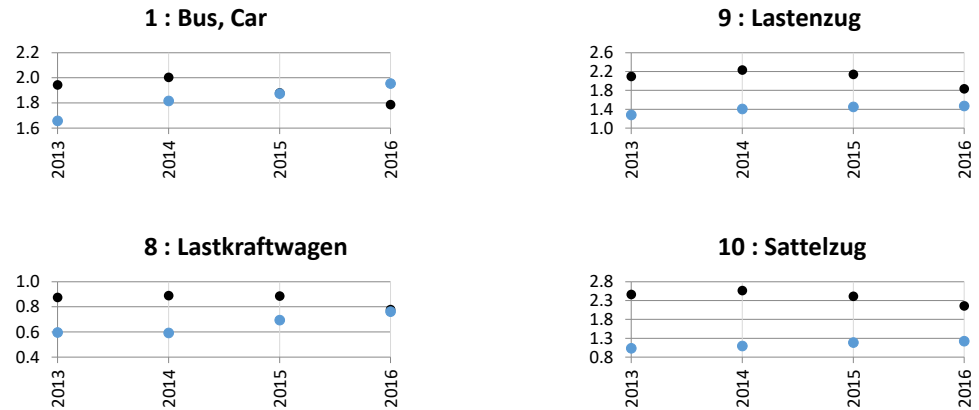
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



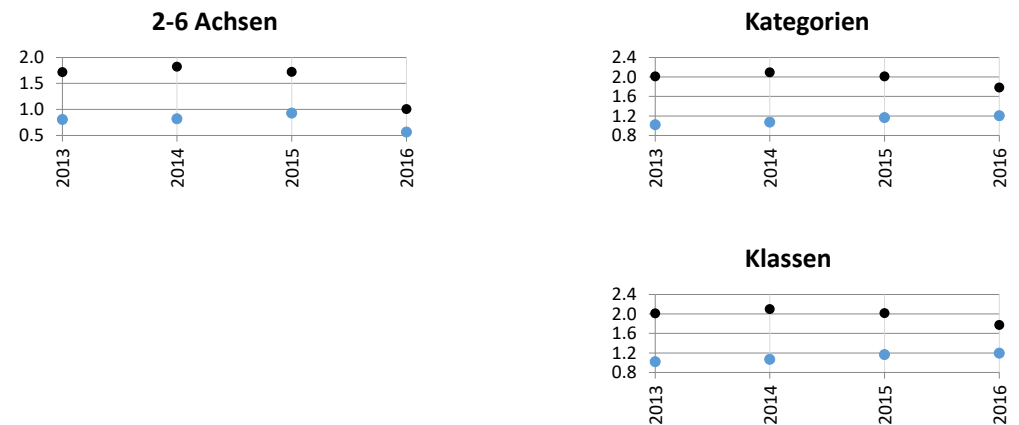
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



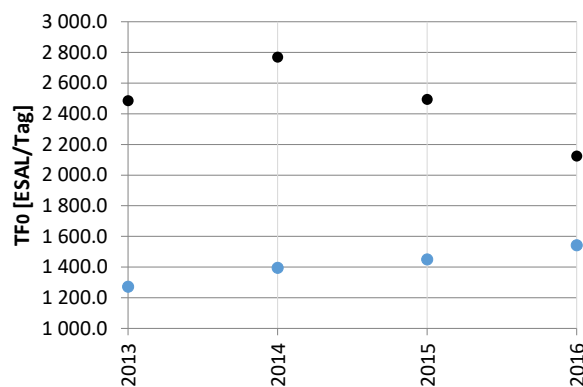
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

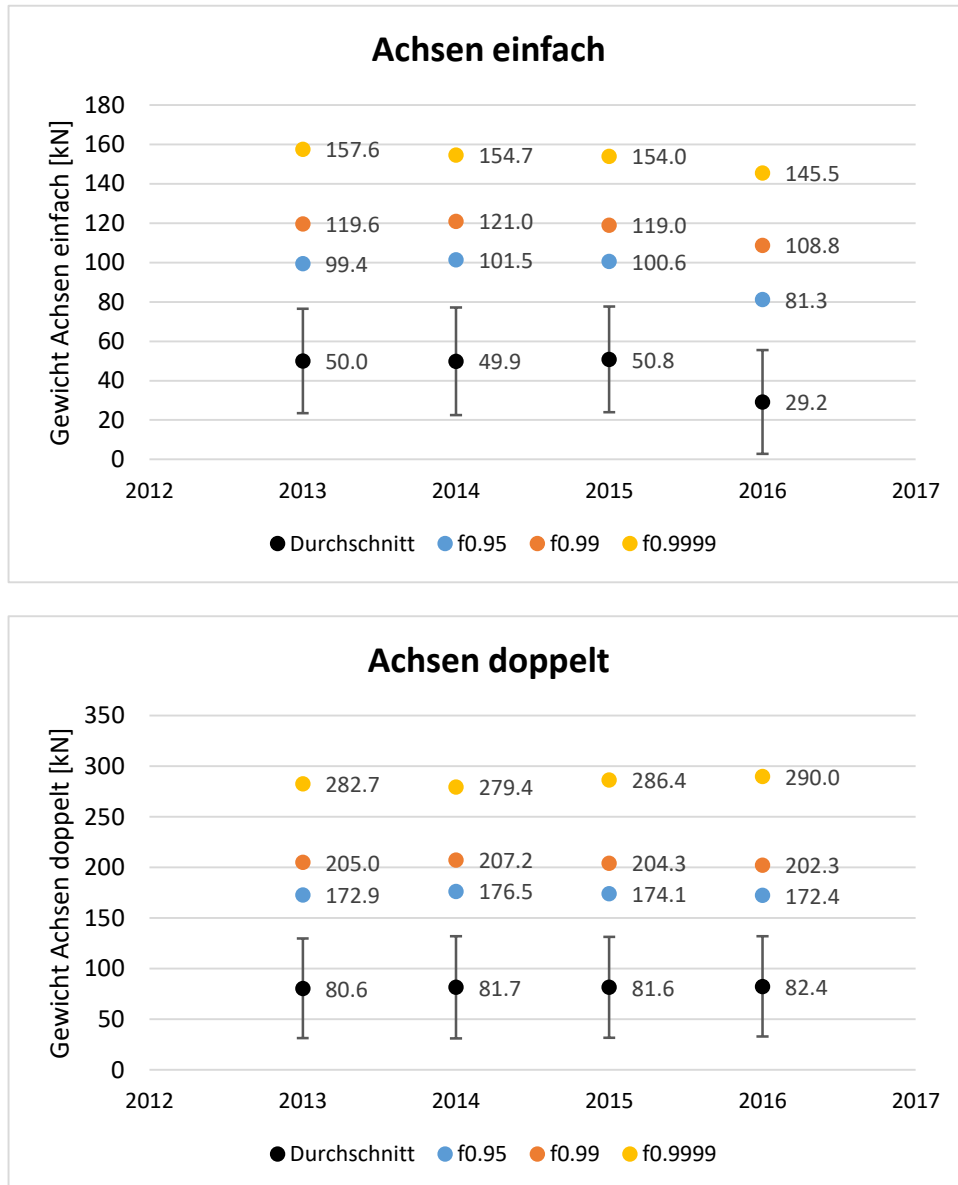
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

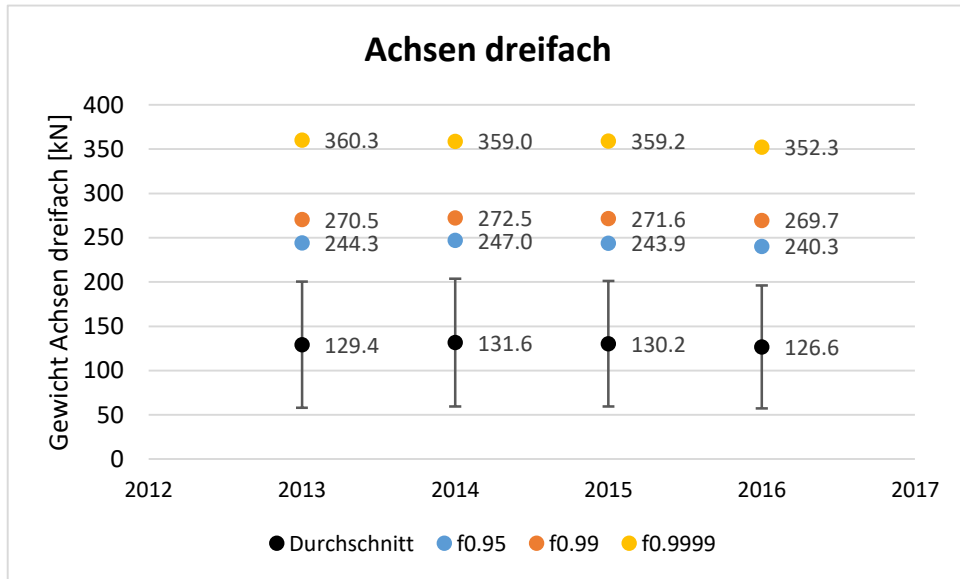


Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Basel.

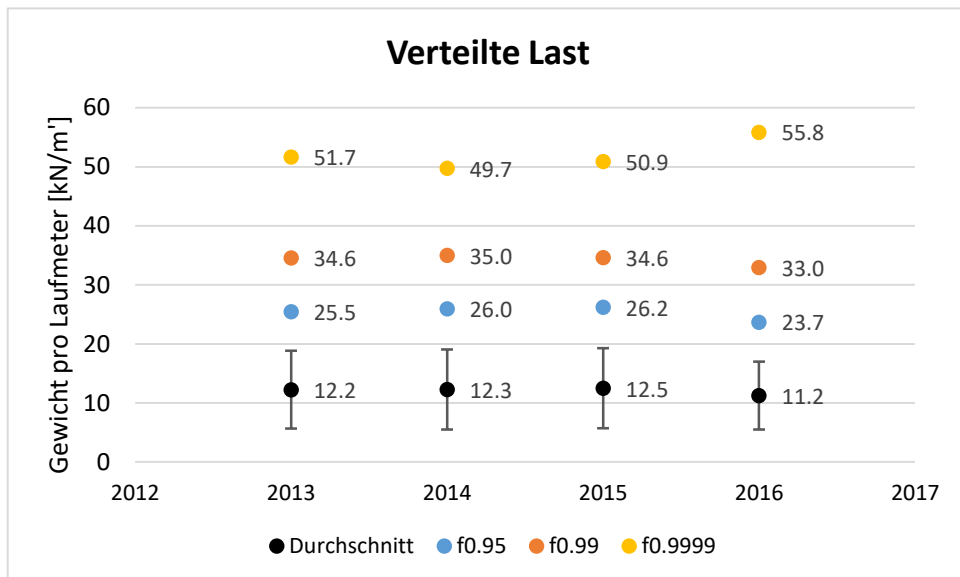
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	02.07.2015 – Richtung Zürich Spur 1 02.07.2015 – Richtung Basel Spur 1	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Zürich : 0.64% Richtung Basel : 5.56%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Zürich : Nein Richtung Basel : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Zürich : Sehr gut Richtung Basel : Sehr gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Zürich : 2014 – 2015 Richtung Basel : Ende 2015	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 3 Tage / 1 Tage	
Ausgeschlossen :	1.59%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Starke Inkohärenzen	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Starke Inkohärenzen	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	51.9%	
Inkohärente Umriss :	56.4% davon 55.2% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.2% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die Daten der Station ist ungenügend (Starke Inkohärenzen). 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) (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.