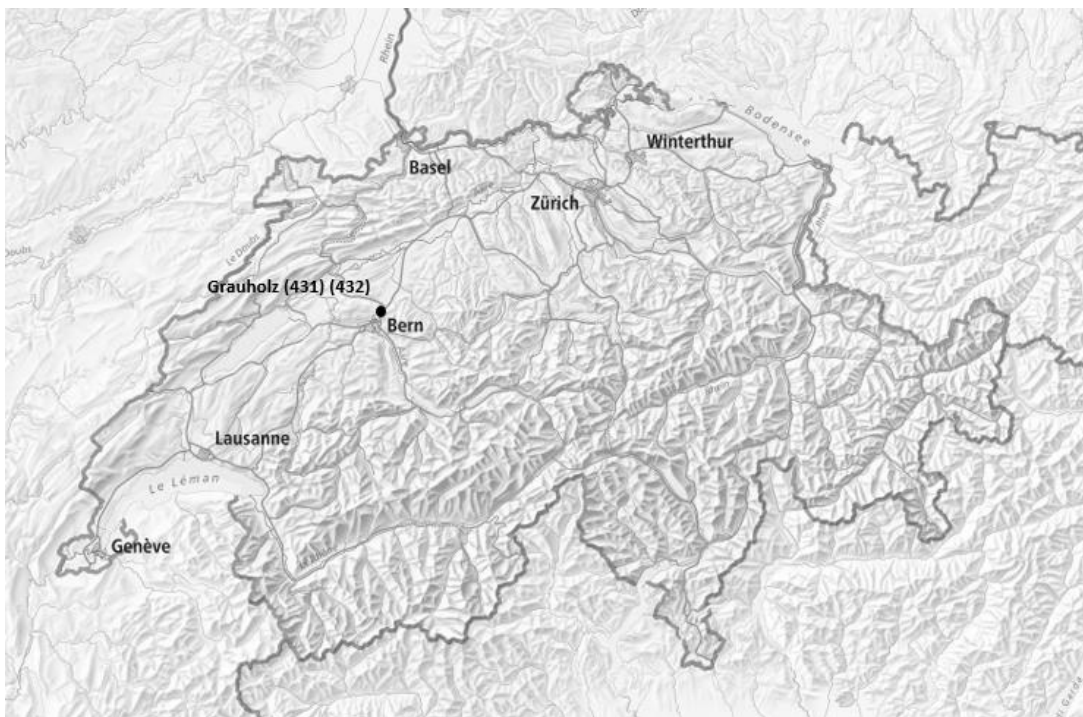


Grauholz – 2016

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_2016_431_432

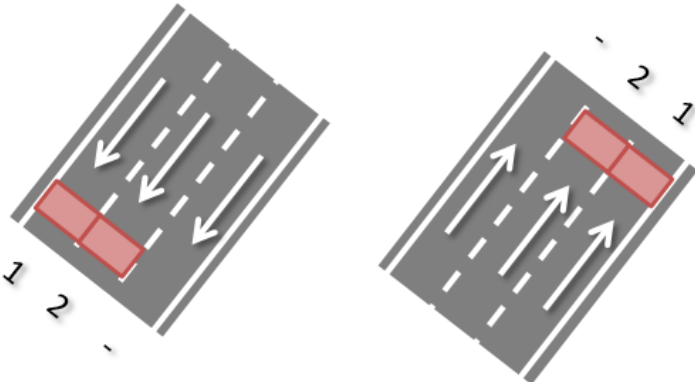
Version 1

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	Fahrzeuerkennung	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
Grauholz	BE	A1	431 / 432	F2	I	2	2x3
Lage							
432 : Richtung Bern				431 : 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			-				
Potentieller Datenverlust			07.04.2016 – 16 : 20 bis 18 : 48 (431) 09.09.2016 – 07 : 17 bis 08 : 49 (431) 23.05.2016 – 10 : 39 bis 14 : 21 (432) 09.09.2016 – 07 : 18 bis 08 : 36 (432)				
Besondere Ereignis							
Entscheide							
Verknüpfung							
Name der Datei :			2016_431_concat.log ; 2016_432_concat.log ;				
Anzahl Speicherungen :			14'996'895 (431) ; 13'986'683 (432)				
Anzahl effektiver Tage :			365.8 (431) ; 365.8 (432)				

2 Integrität der Daten

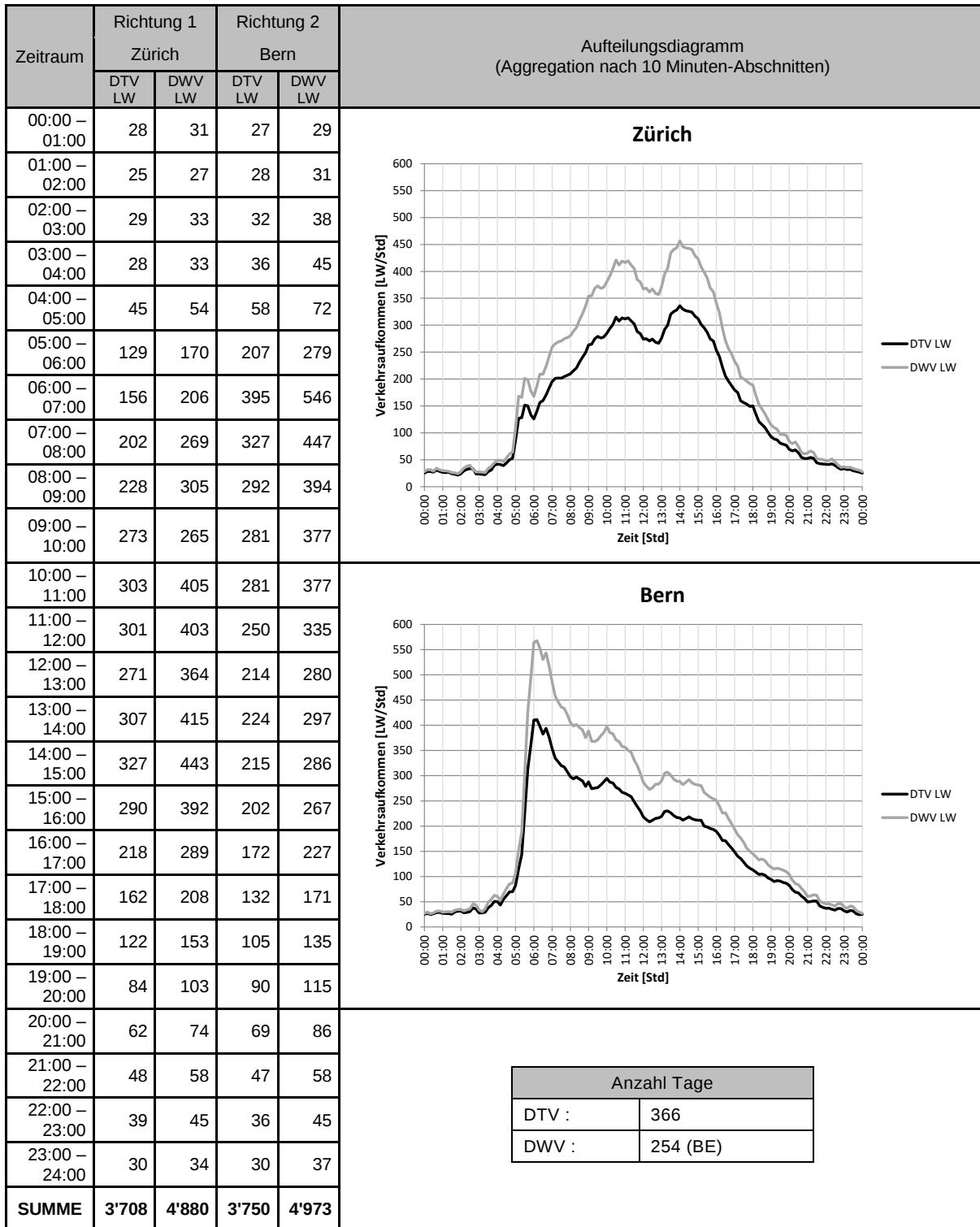
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (26'181'993 Einträge).
2)	1'413'358 Einträge Richtung D1. 1'388'227 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (3'796 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (52'888 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (4'155 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (792 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (12'361 Einträge)
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2016_431_432_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss.
5)	-
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2016_431_432.log
Anzahl Einträge :	2'727'593
Name der Ausschlussdatei :	2016_431_432_exclus.log
Anzahl Einträge :	73'992

Auf einer Gesamtmenge von 28'983'578 Einträgen, wurden 26'181'993 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 73'992 Einträge (2.64%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

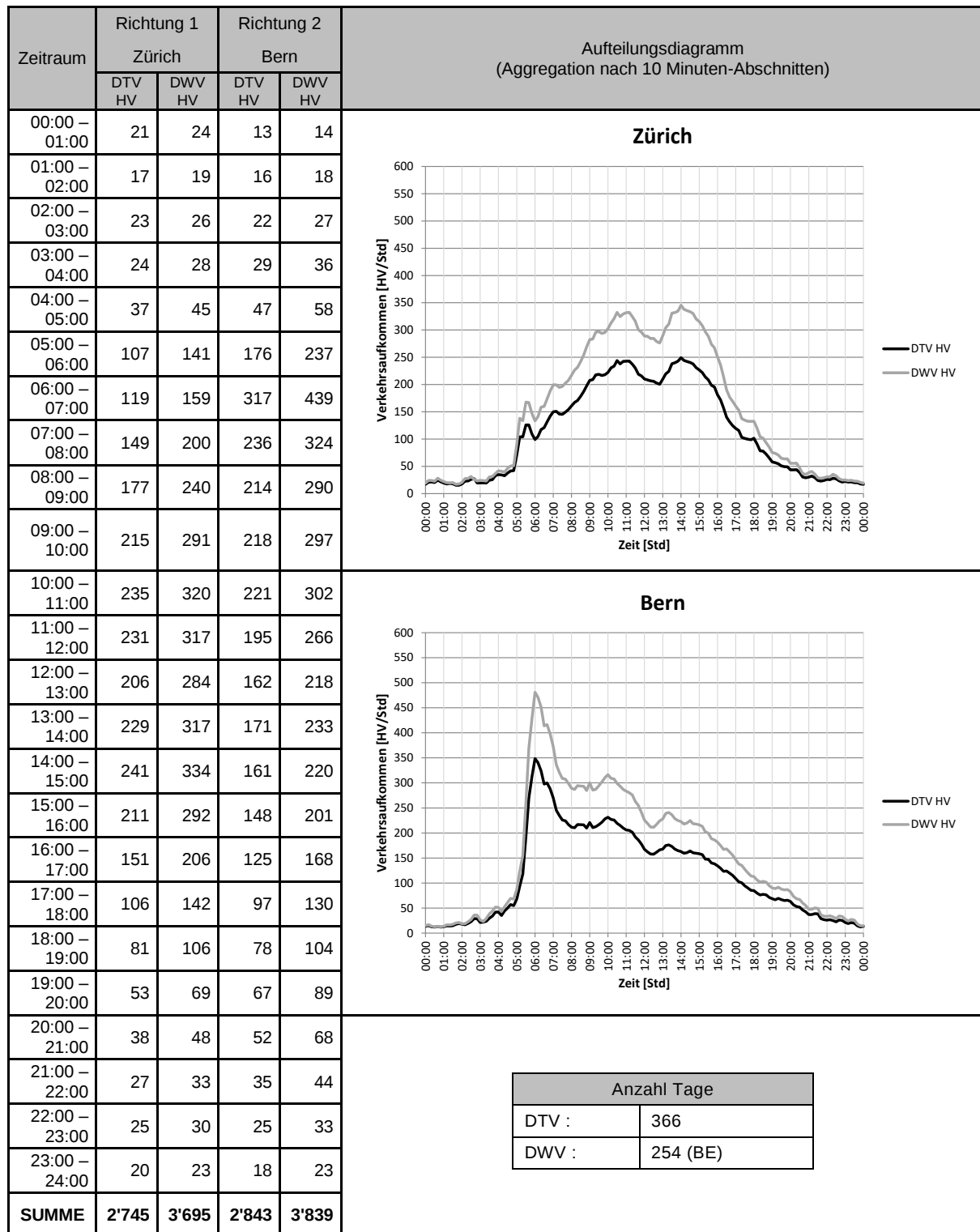
3 Statistikbearbeitung

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)

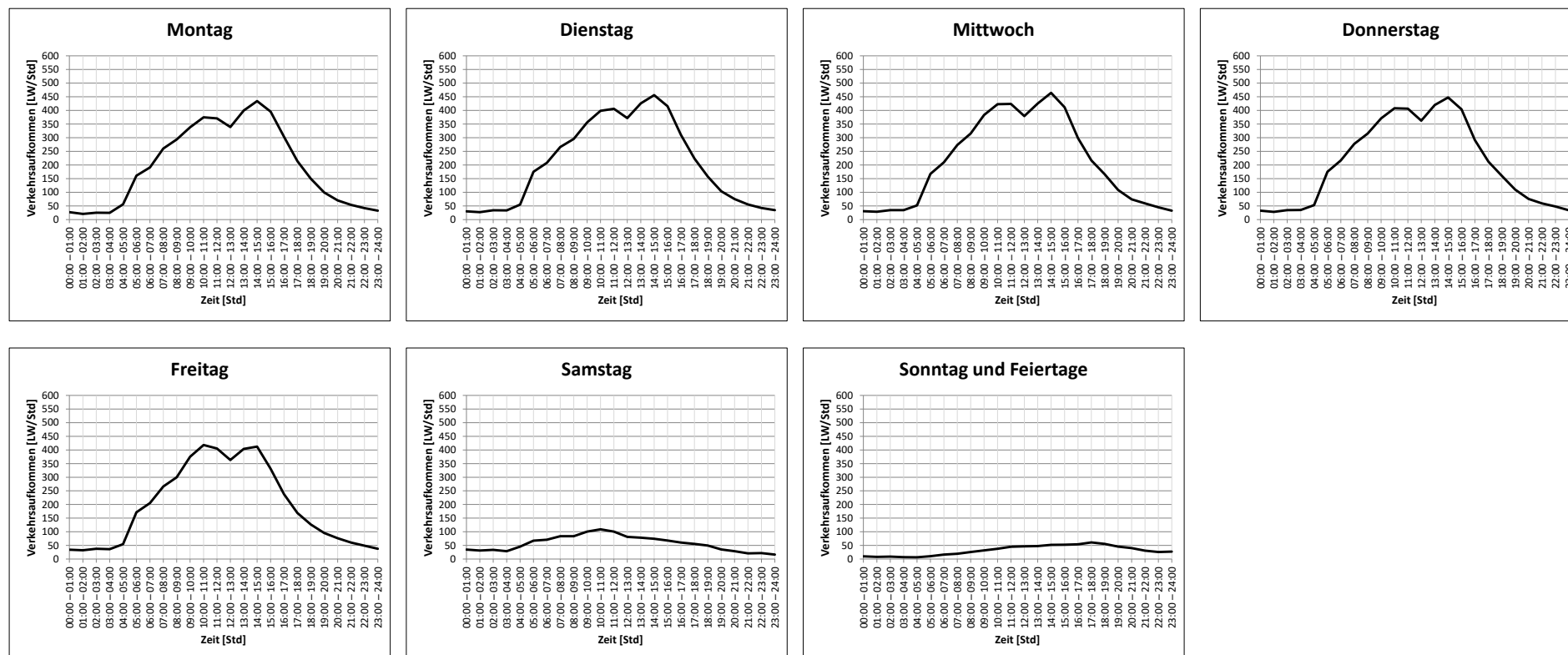


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

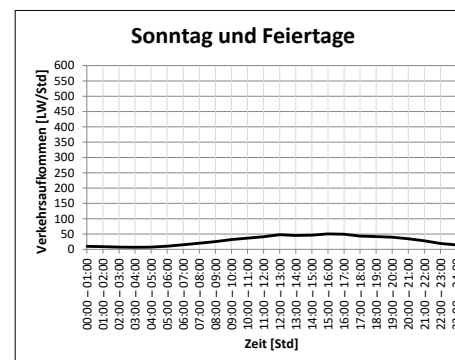
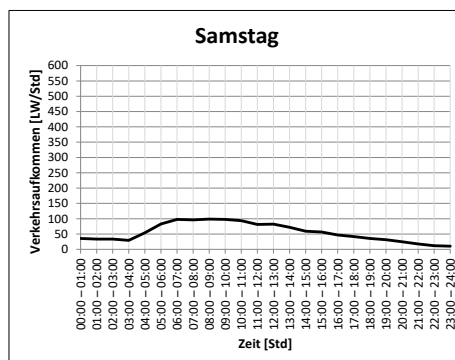
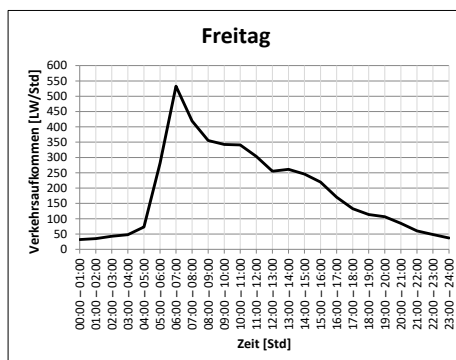
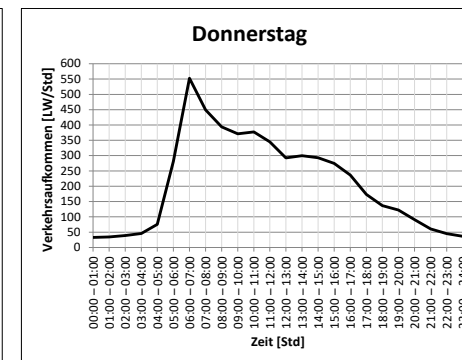
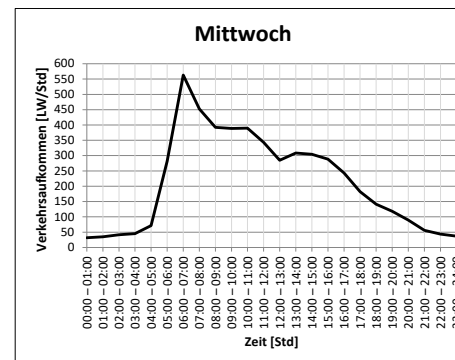
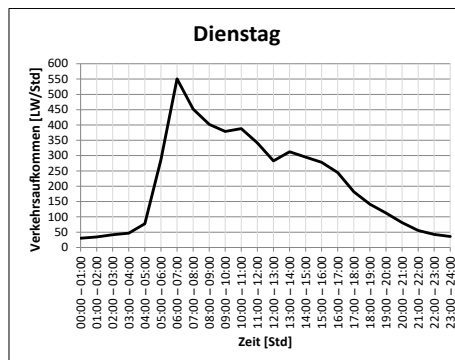
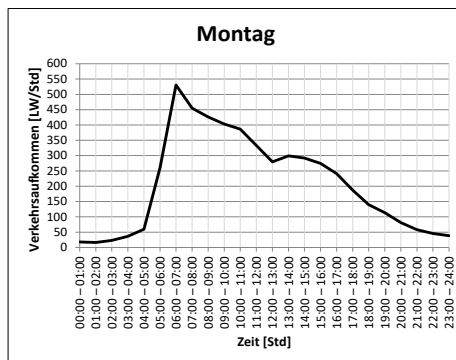
3.3 Tägliche Stundenverteilung

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

Richtung 1 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



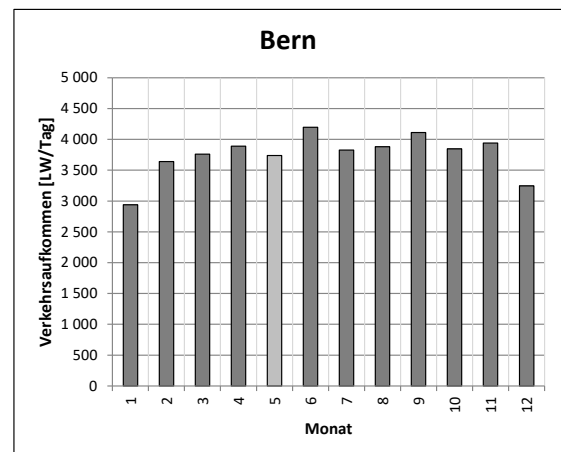
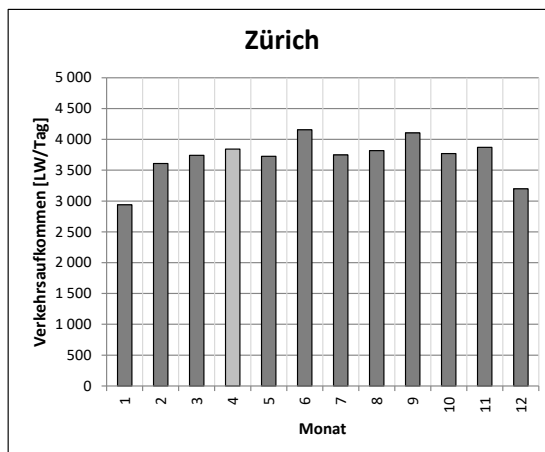
Richtung 2 : Bern (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

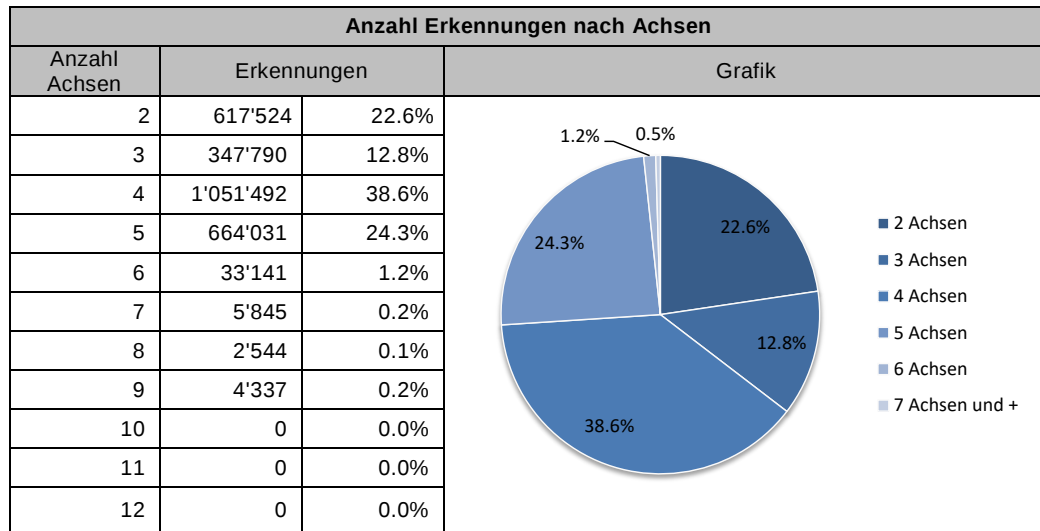
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern
Januar	91'046	91'138
Februar	104'610	105'595
März	116'002	116'593
April	114'892	116'703
Mai	115'493	115'170
Juni	124'698	125'907
Juli	116'152	118'606
August	118'279	120'285
September	123'126	123'287
Oktober	116'845	119'183
November	116'142	118'209
Dezember	99'077	100'555



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). April (431) und Mai (432): Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

3.4.2 Nach Anzahl Achsen

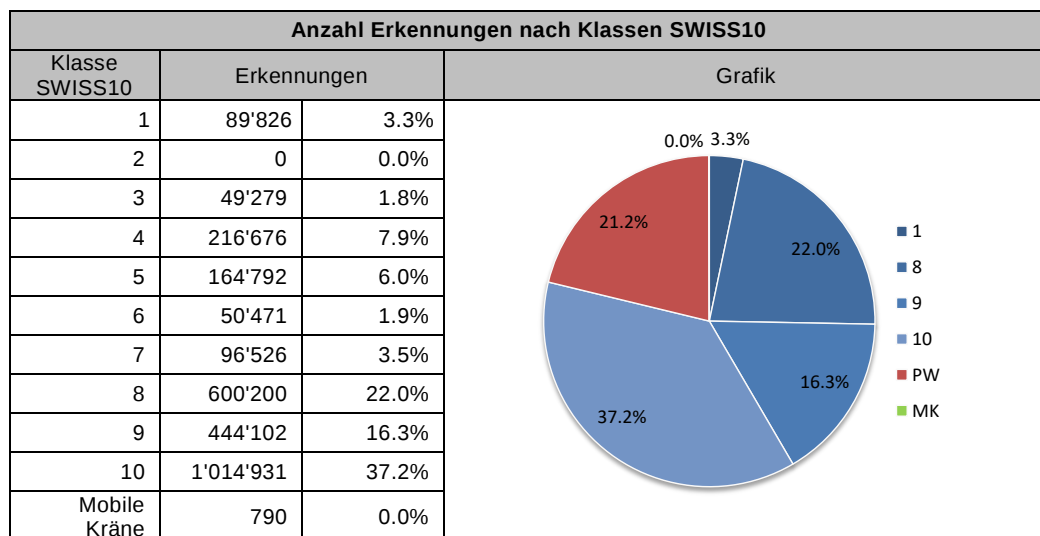


(889 Fehler, 1 Achse-Fahrzeug)

3.4.3 Nach Klasse SWISS10

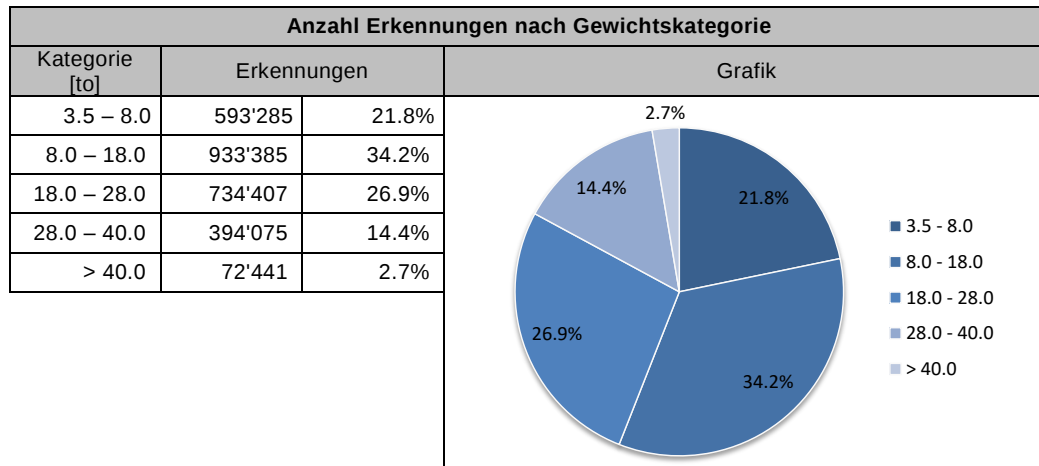
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

Erfassung der Klassen nach Schema «Swiss 10 »	Erfassung für die Schweizerische Strassenverkehrszählung (SSVZ)	Erfassung für das Verkehrsmanagement
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 577'744 Einträge (Klasse 2 bis 7, 21.2%) 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/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	413'401	15.2%
S/S	0 - - - - 0		8	385'887	14.1%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	385'141	14.1%
S/S/Ta	Unschlüssig			214'107	7.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	210'793	7.7%
S/S	Unschlüssig			168'744	6.2%
S/S/S	Unschlüssig			102'947	3.8%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	97'200	3.6%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	88'010	3.2%
S/Ta	0 - - - - 00		8	80'793	3.0%
Ta/Ta	Unschlüssig			67'713	2.5%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	60'016	2.2%
S/S	0 - - - - 0		1	57'958	2.1%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	49'769	1.8%
S/S/Tr	Unschlüssig			37'811	1.4%
S/Ta	Unschlüssig			29'675	1.1%
Andere Umriss nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	22'005	0.8%
S/Ta	0 - - - - 00		1	21'342	0.8%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	13'429	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	4'197	0.2%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	859	0.0%

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

4 Vorlage nach Norm SN 640 320

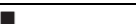
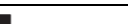
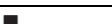
Referenzdokument : [1] [2] [6] [12]

4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren							
Konfiguration	Richtung 1 : Zürich			Richtung 2 : Bern			Auf Basis von :
	1	2	3	1	2	3	
2x3 Spuren	26.7%	23.0%	NB	42.7%	7.5%	NB	Anzahl Erkennungen
	26.1%	21.5%	NB	47.0%	5.4%	NB	Gesamtgewicht
	25.1%	19.7%	NB	50.6%	4.6%	NB	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 : Bern	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern	Norm 2011
	0.69	0.82	0.7	0.64	0.78	0.6
	1.11	1.19	1.4	1.48	1.69	2.1
	2.35	1.67	1.5	4.18	2.93	2.7
	2.29	2.26	1.9	5.33	5.33	3.0
	1.00	1.39	0.5	0.89	1.31	0.5
	1.50	1.87	1.7	1.45	1.86	1.8
	1.06	1.32	1.8	1.10	1.40	2.2
	2.07	2.52	2.0	2.58	3.15	2.2
	1.47	1.79	2.0	1.41	1.75	1.9
	1.47	2.11	1.7	1.54	2.32	1.6
	2.21	3.03	1.3	2.45	3.40	1.0
	1.79	1.89	2.5	2.14	2.36	2.6
	1.22	1.42	1.2	1.70	2.04	0.9
	2.36	2.24	0.7	2.50	2.38	0.6
	0.90	0.85	1.4	1.18	1.15	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 : Bern	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern	Norm 2011
1 : Bus, Car	1.98	1.84	2.3	2.18	2.03	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.78	0.90	0.9	0.81	0.98	1.0
9 : Lastenzug	1.55	1.84	1.9	1.65	2.05	2.0
10 : Sattelzug	1.50	1.89	1.7	1.72	2.23	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 : Bern	Norm 2011	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.14	1.39	1.6	1.32	1.65	1.7
	98.3%	98.9%		98.3%	98.9%	
Kategorie	1.35	1.64		1.50	1.88	
	71.8%	73.4%		71.8%	73.4%	
Klasse	1.34	1.64		1.49	1.87	
	69.2%	70.9%		69.2%	70.9%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{1'355'932 \text{ LW}}{365.8 \text{ Tage}} \cdot 1.14 \cdot \frac{25.1\%}{44.8\%} = 2'367 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Bern

$$TF_0 = \frac{1'370'772 \text{ LW}}{365.8 \text{ Tage}} \cdot 1.39 \cdot \frac{50.6\%}{55.2\%} = 4'784 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{1'355'932 \text{ LW}}{365.8 \text{ Tage}} \cdot 1.32 \cdot \frac{25.1\%}{44.8\%} = 2'738 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Bern

$$TF_0 = \frac{1'370'772 \text{ LW}}{365.8 \text{ Tage}} \cdot 1.65 \cdot \frac{50.6\%}{55.2\%} = 5'674 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

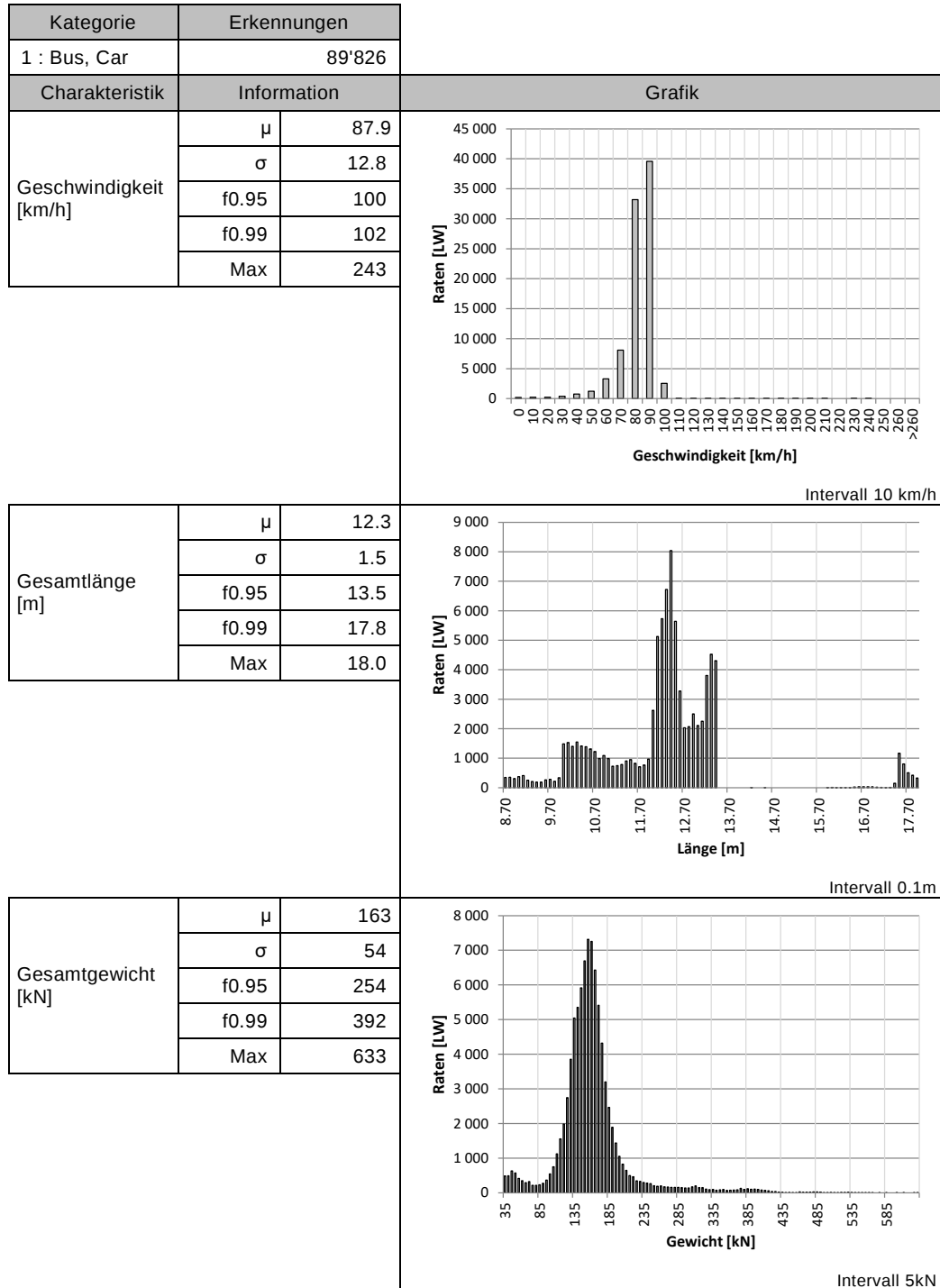
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

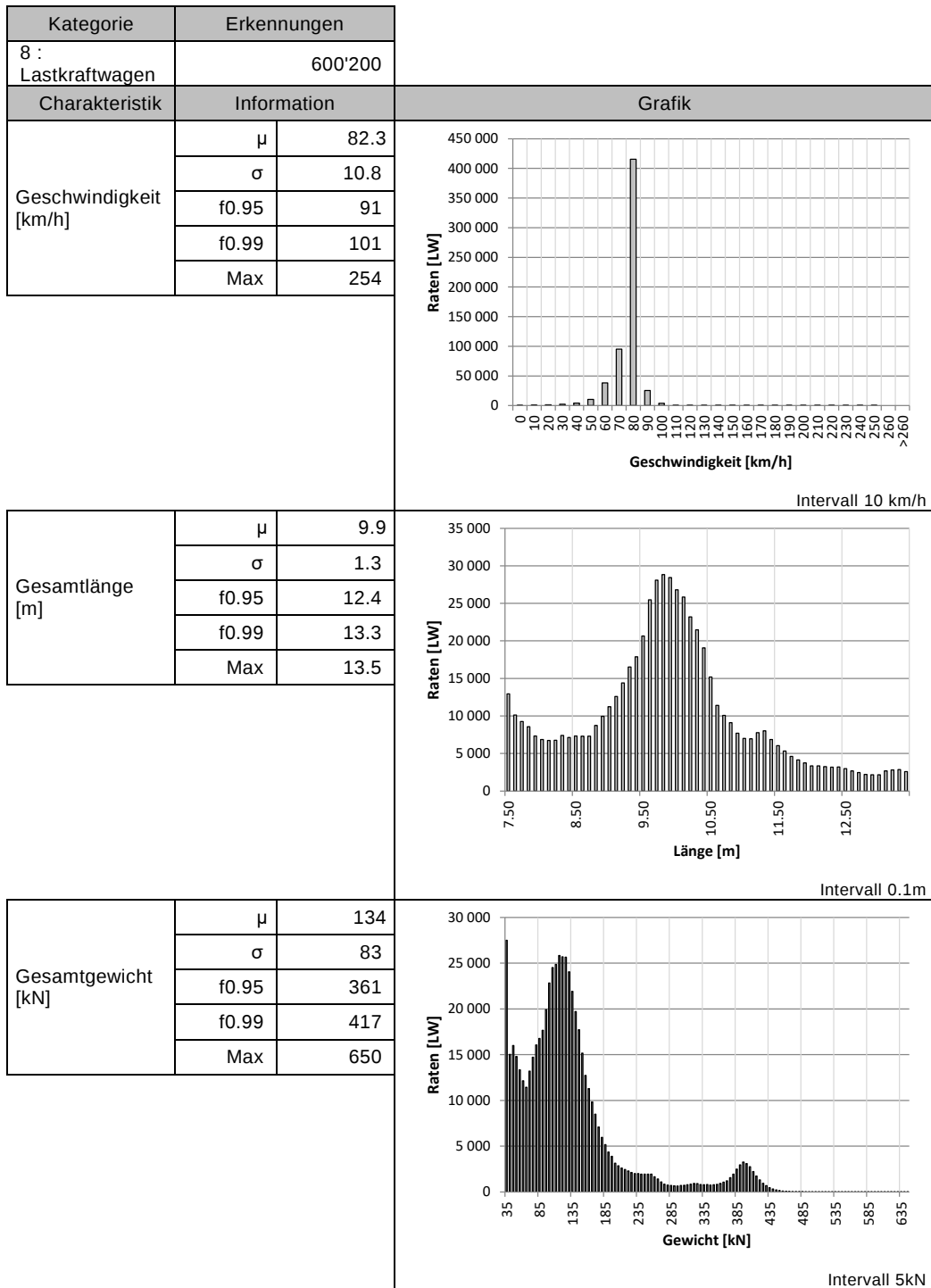
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern	Auf Basis von :
0.6%	0.3%	Anzahl Erkennungen
0.8%	0.3%	Gesamtgewicht
1.8%	0.2%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

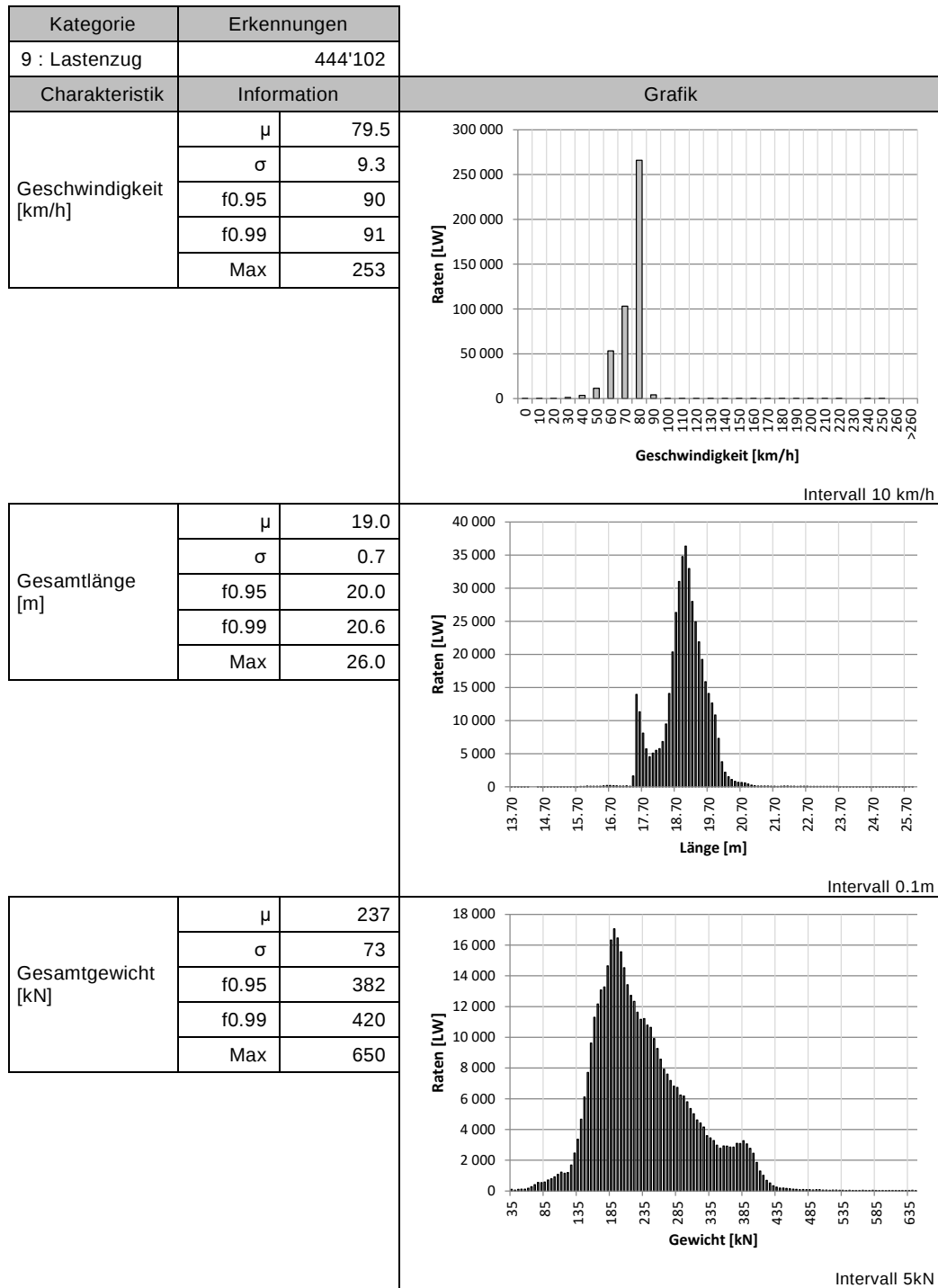
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2013, 2014, 2015 und 2016 bestimmt.

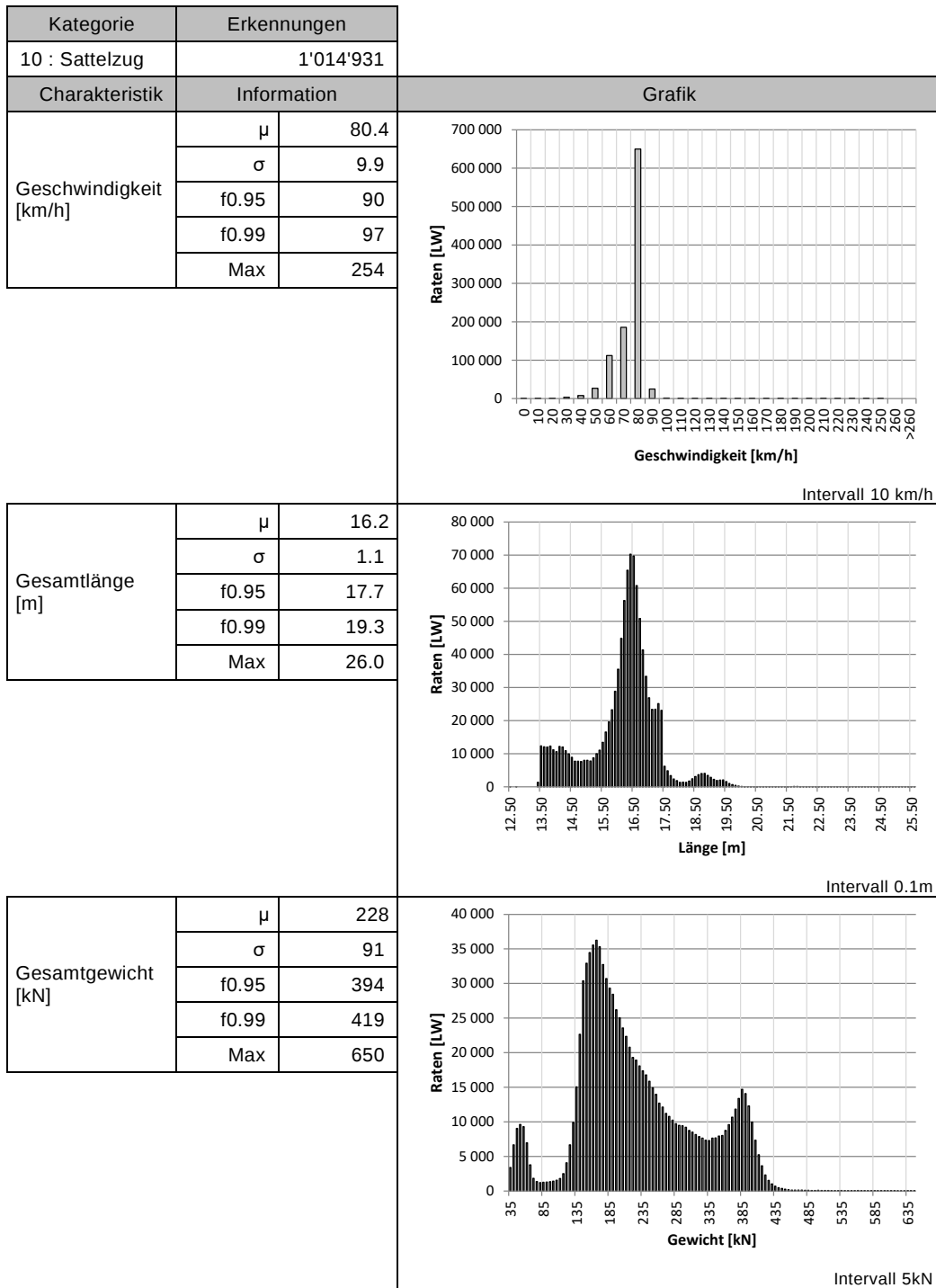
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



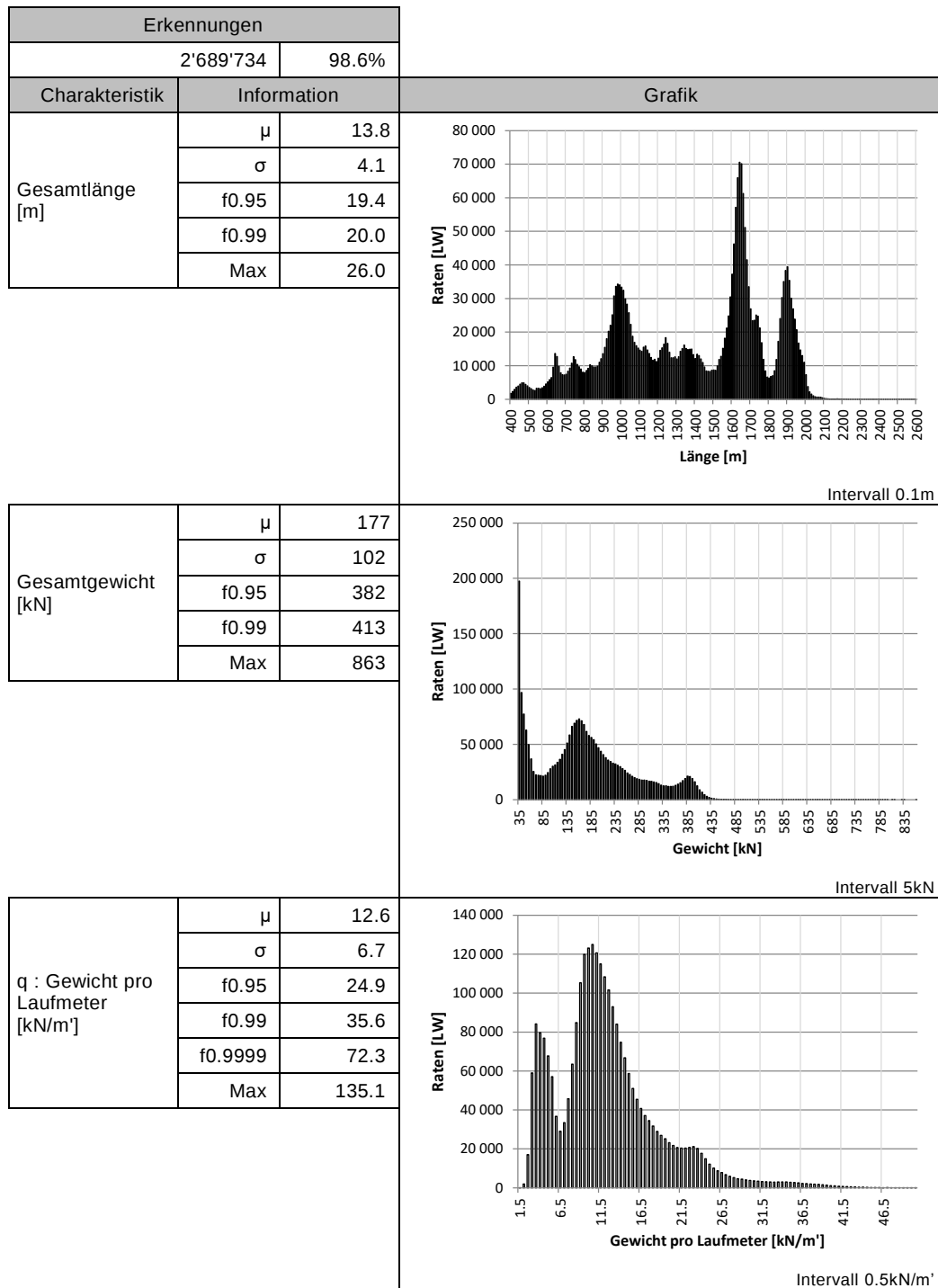


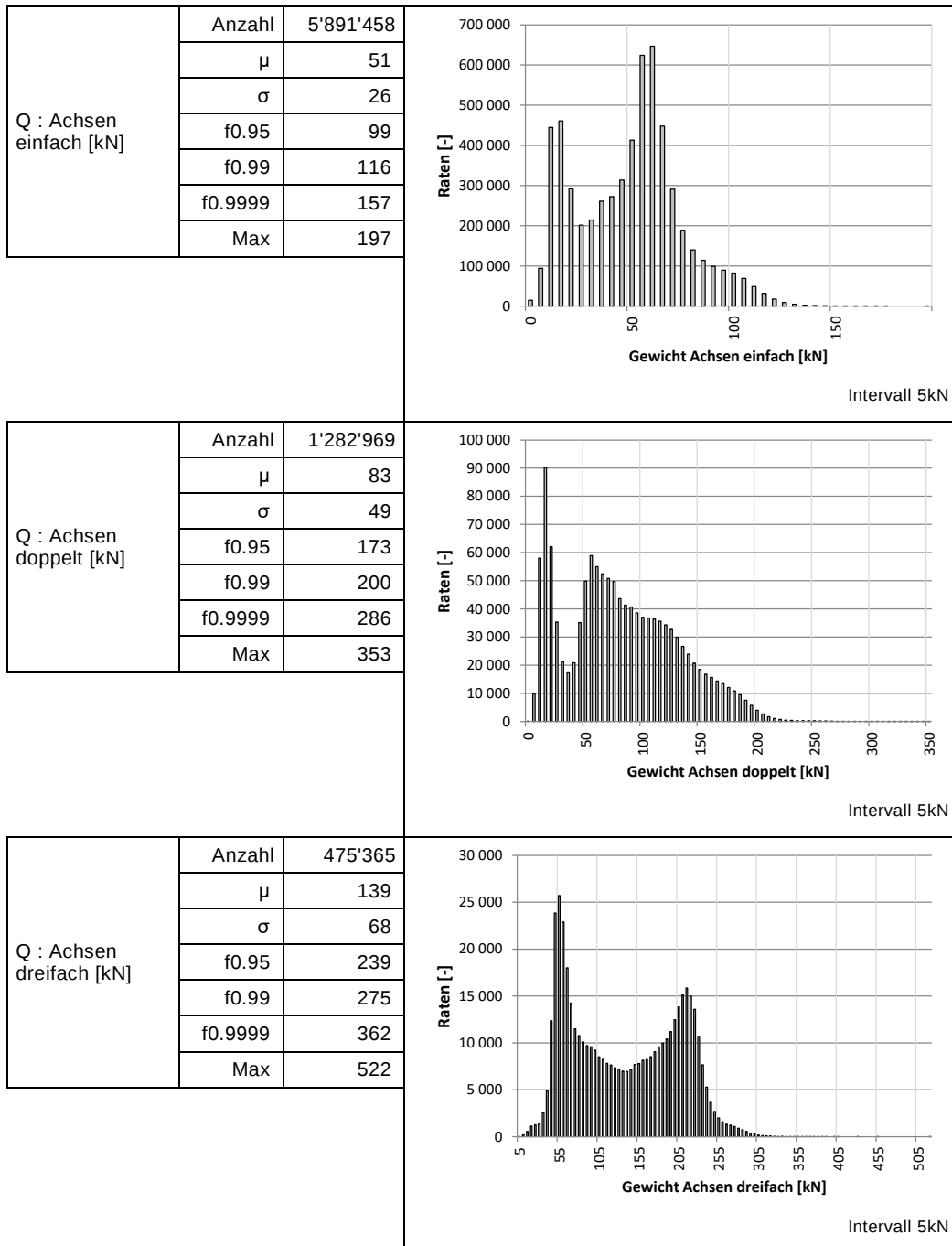




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



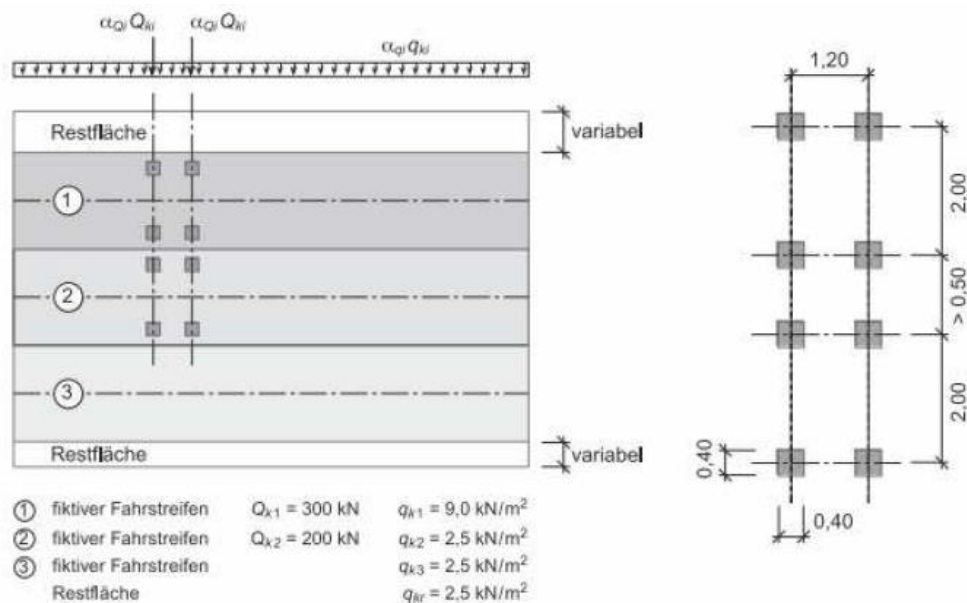


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 98.6% 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	51	51	99	116	157
Doppelt	83	42	173 (87)	200 (100)	286 (143)
Dreifach	139	46	239 (80)	275 (92)	362 (121)

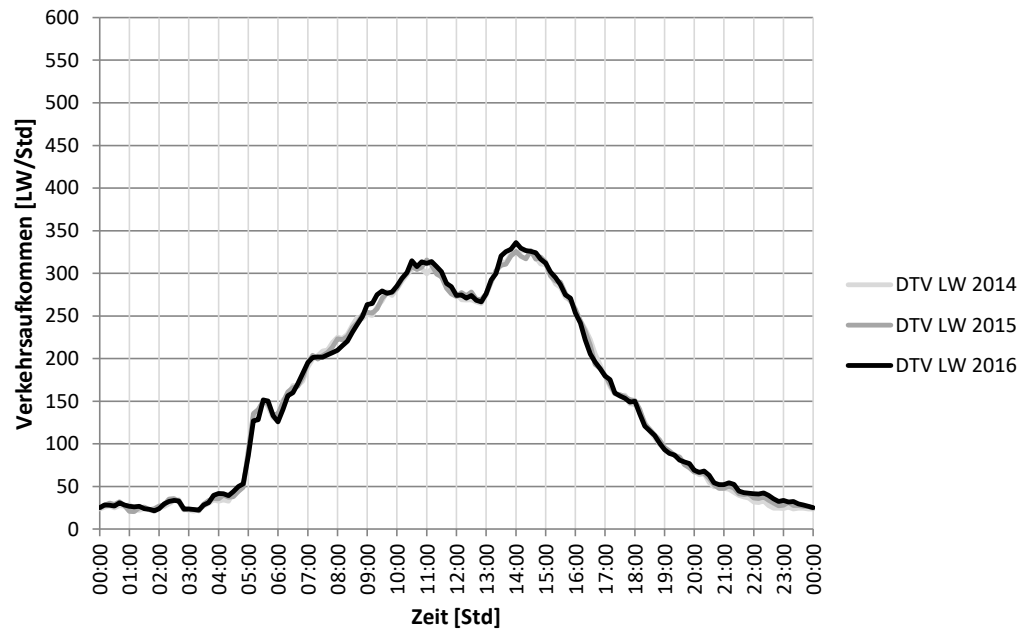
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.6	24.9	35.6	72.3
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.2	8.3	11.9	24.1

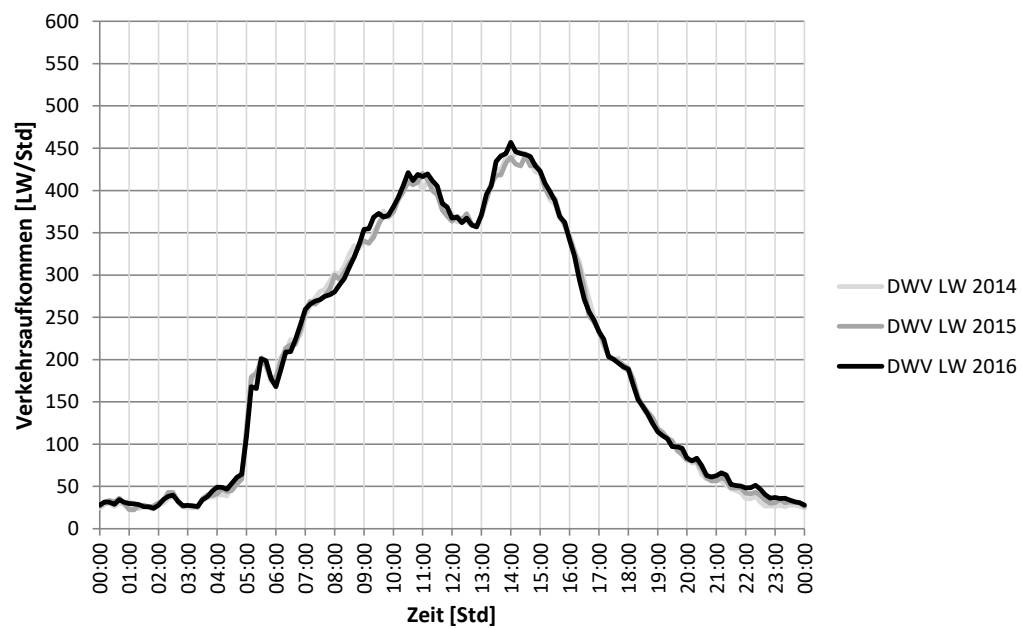
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

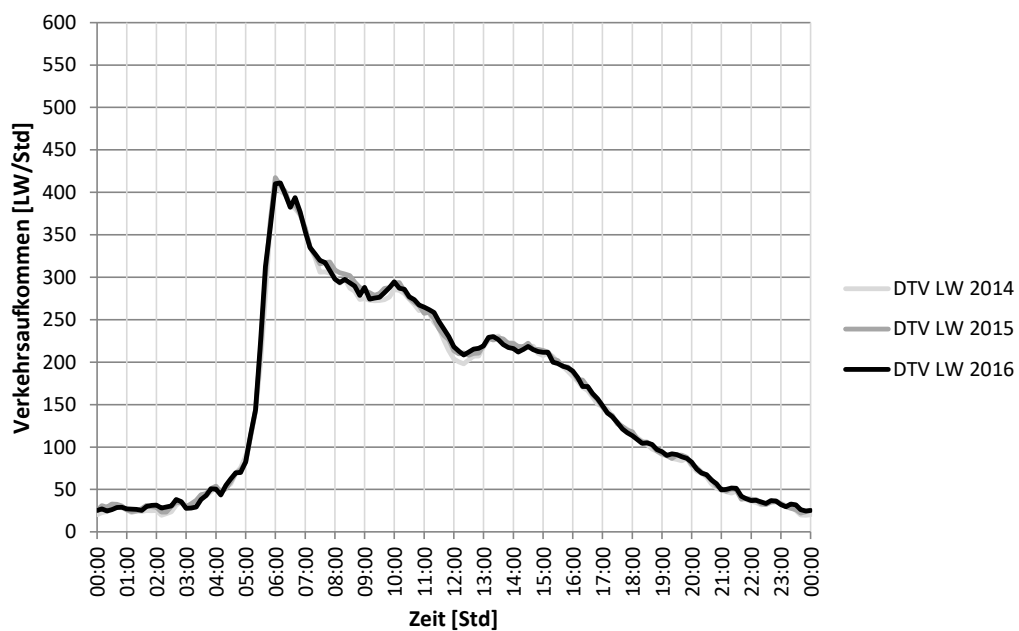
Zürich



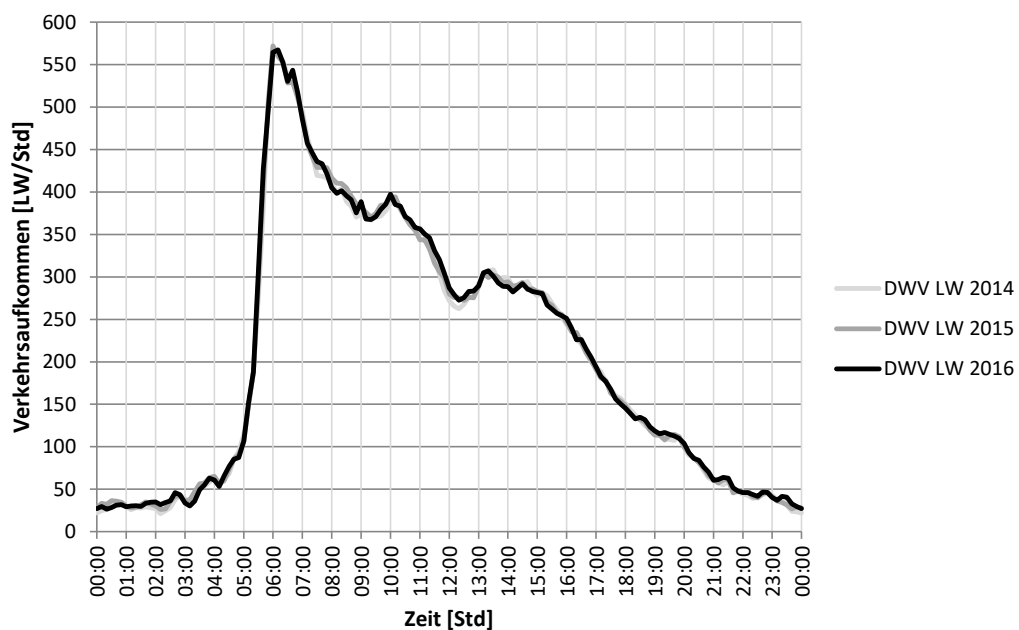
Zürich



Bern

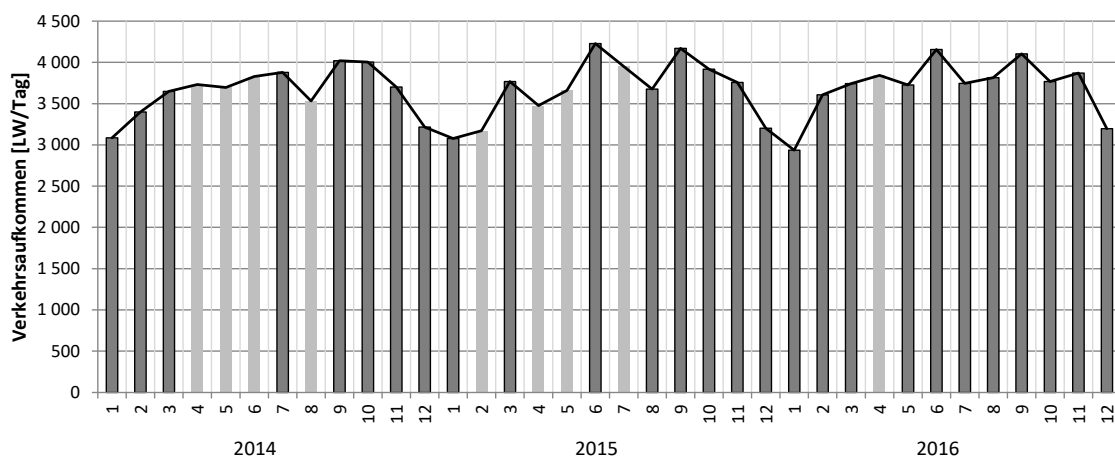


Bern

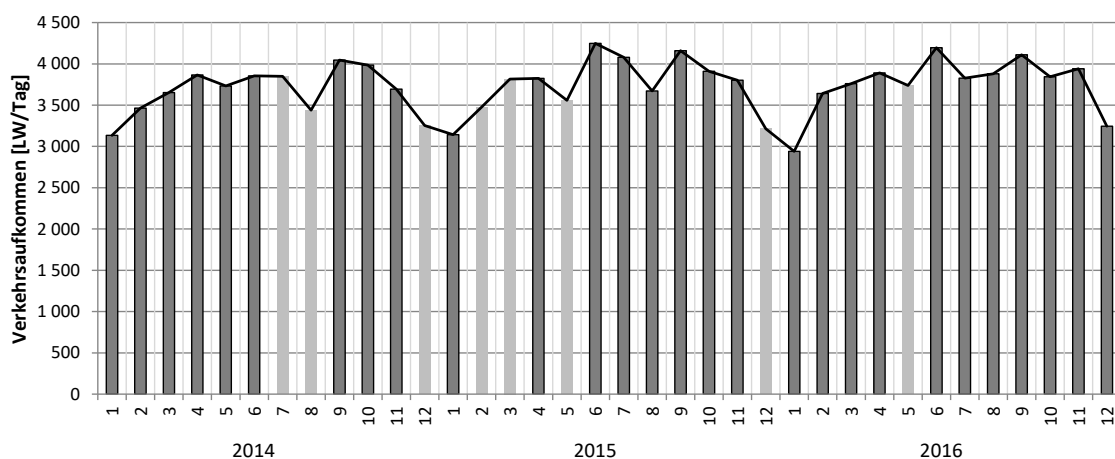


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Zürich



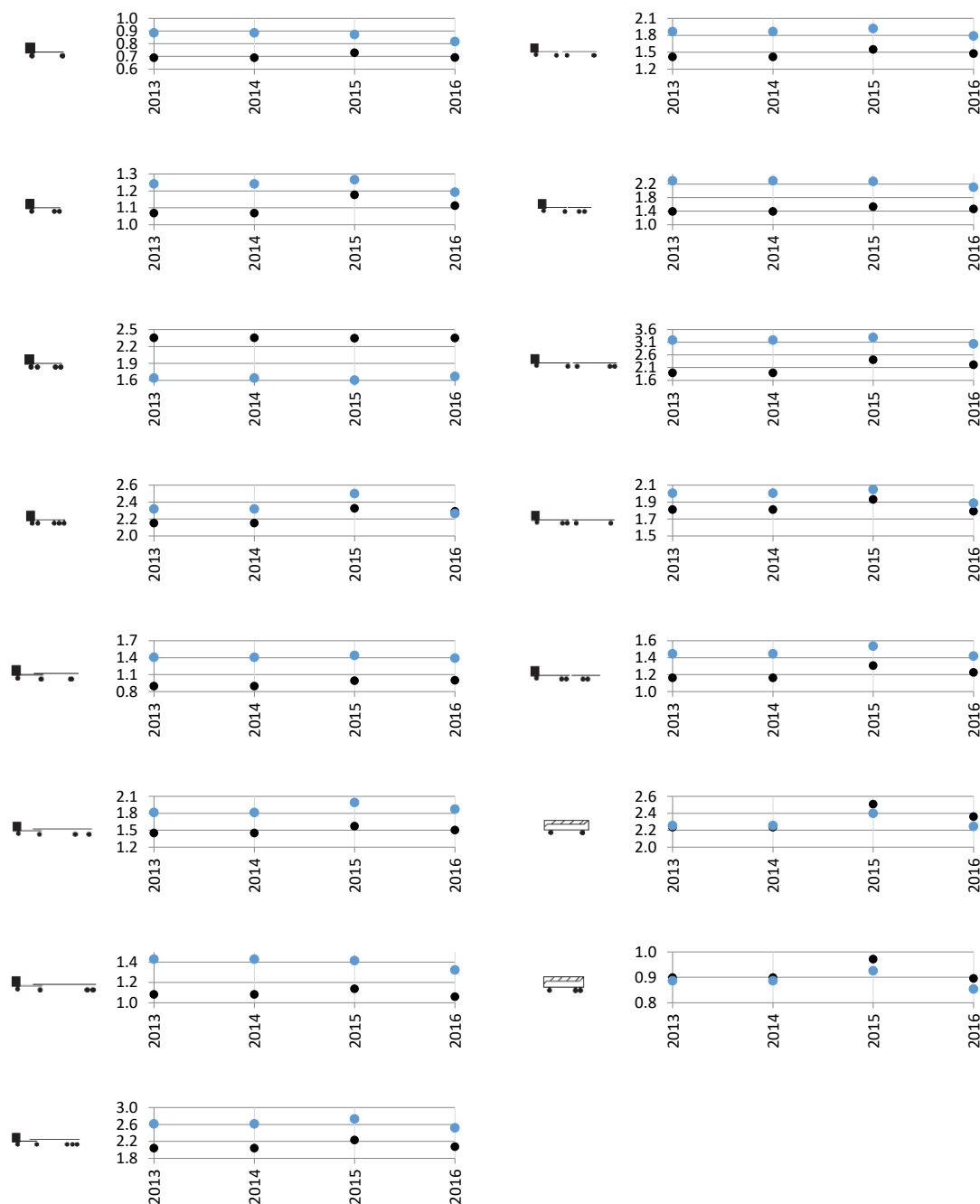
Bern



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



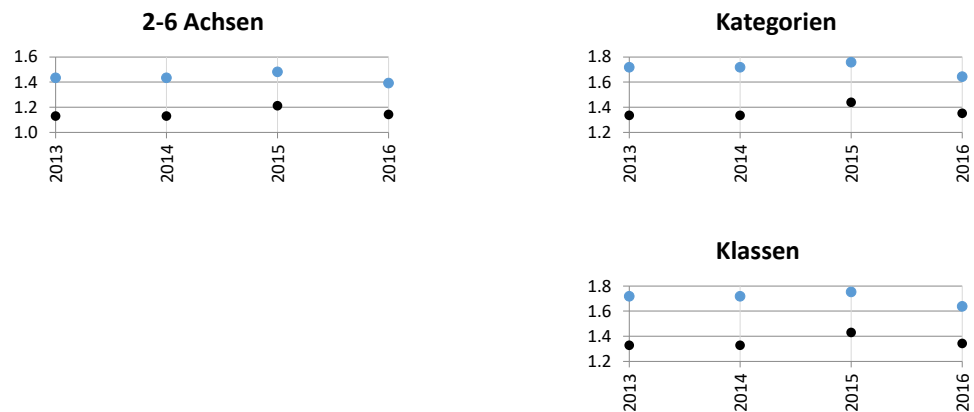
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



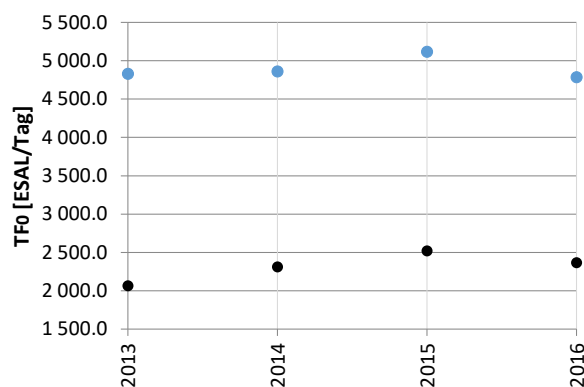
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

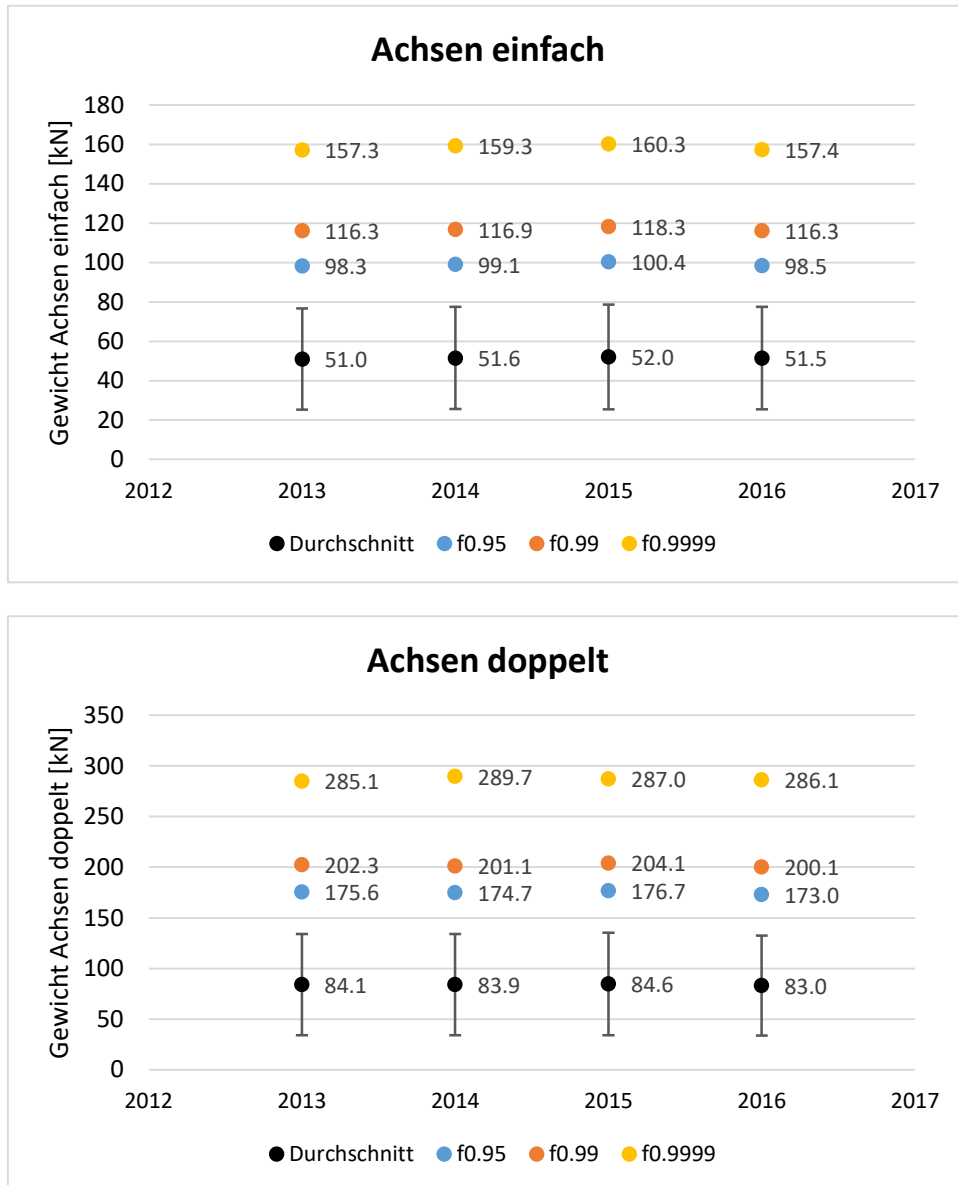
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

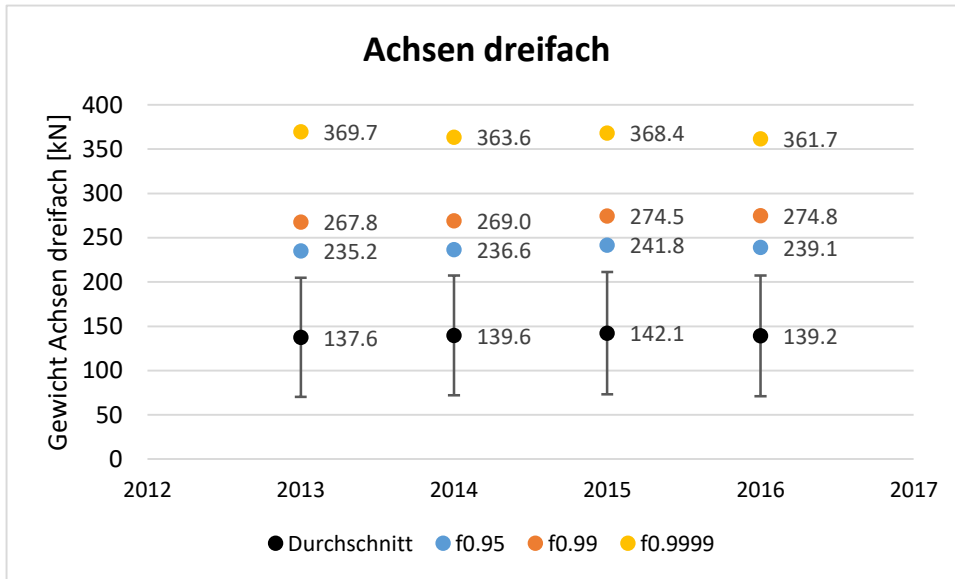


Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

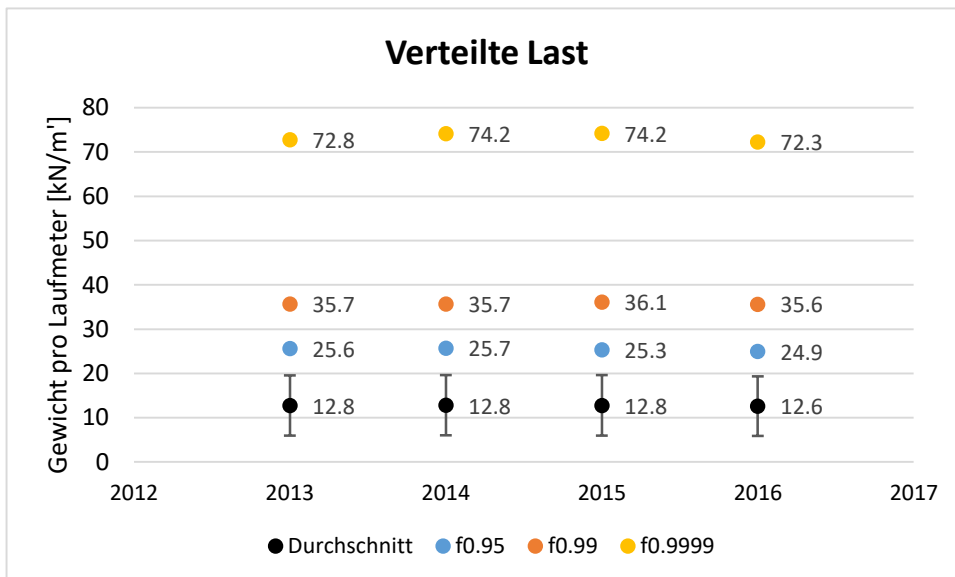
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	28.06.2016 (Richtung Zürich) 29.06.2016 (Richtung Bern)	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Zürich : 1.64% / 3.38% Richtung Bern : -2.15% / -1.59%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Zürich : Nein / Ja Richtung Bern : Nein / Nein	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Zürich : Befriedigend / Sehr gut Richtung Bern : Befriedigend / Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Zürich : - Richtung Bern : -	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 1 / 1 Tage	
Ausgeschlossen :	2.64%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Mesbare Abweichungen	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	21.2%	
Inkohärente Umriss :	26.4% davon 24.6% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.8% Andere Inkohärenzen	
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 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.