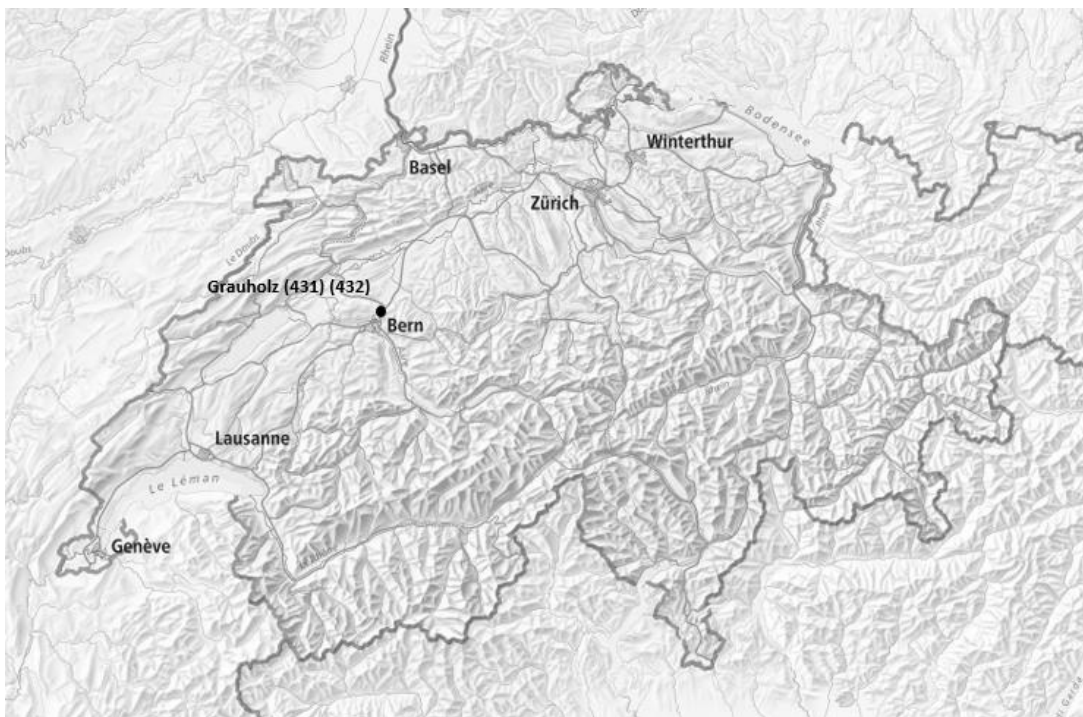


Grauholz – 2013

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_2013_431_432

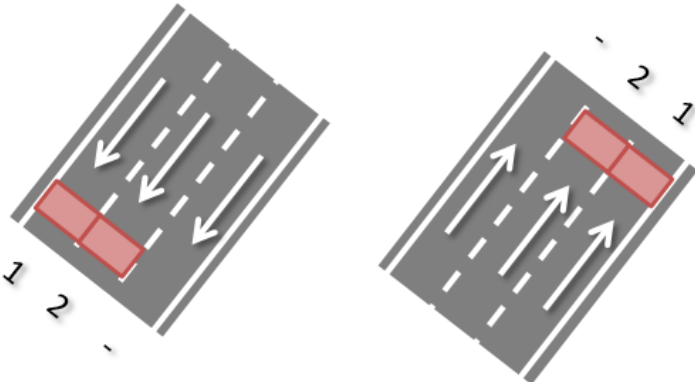
Version 1

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	Fahrzeugetkennung	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
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			01.01.2013 – 29.07.2013 (431) 01.01.2013 – 28.07.2013 (432)				
Potentieller Datenverlust			30.07.2013 – 00 : 00 bis 16 : 23 (431) 31.07.2013 – 09 : 26 bis 11 : 23 (431) 31.07.2013 – 17 : 25 bis 18 : 16 (431) 23.08.2013 – 09 : 13 bis 10 : 56 (431) 24.08.2013 – 09 : 08 bis 15 : 45 (431) 23.09.2013 – 10 : 28 bis 12 : 40 (431) 07.12.2013 – 10 : 28 bis 16 : 34 (431) 29.07.2013 – 00 : 00 bis 14 : 05 (432) 16.10.2013 – 08 : 34 bis 10 : 10 (432)				
Besondere Ereignis							
Entscheide							
Verknüpfung							
Name der Datei :			2013_431_concat.log ; 2013_432_concat.log ;				
Anzahl Speicherungen :			6'053'893 (431) ; 5'747'695 (432)				
Anzahl effektiver Tage :			153.5 (431) ; 155.3 (432)				

2 Integrität der Daten

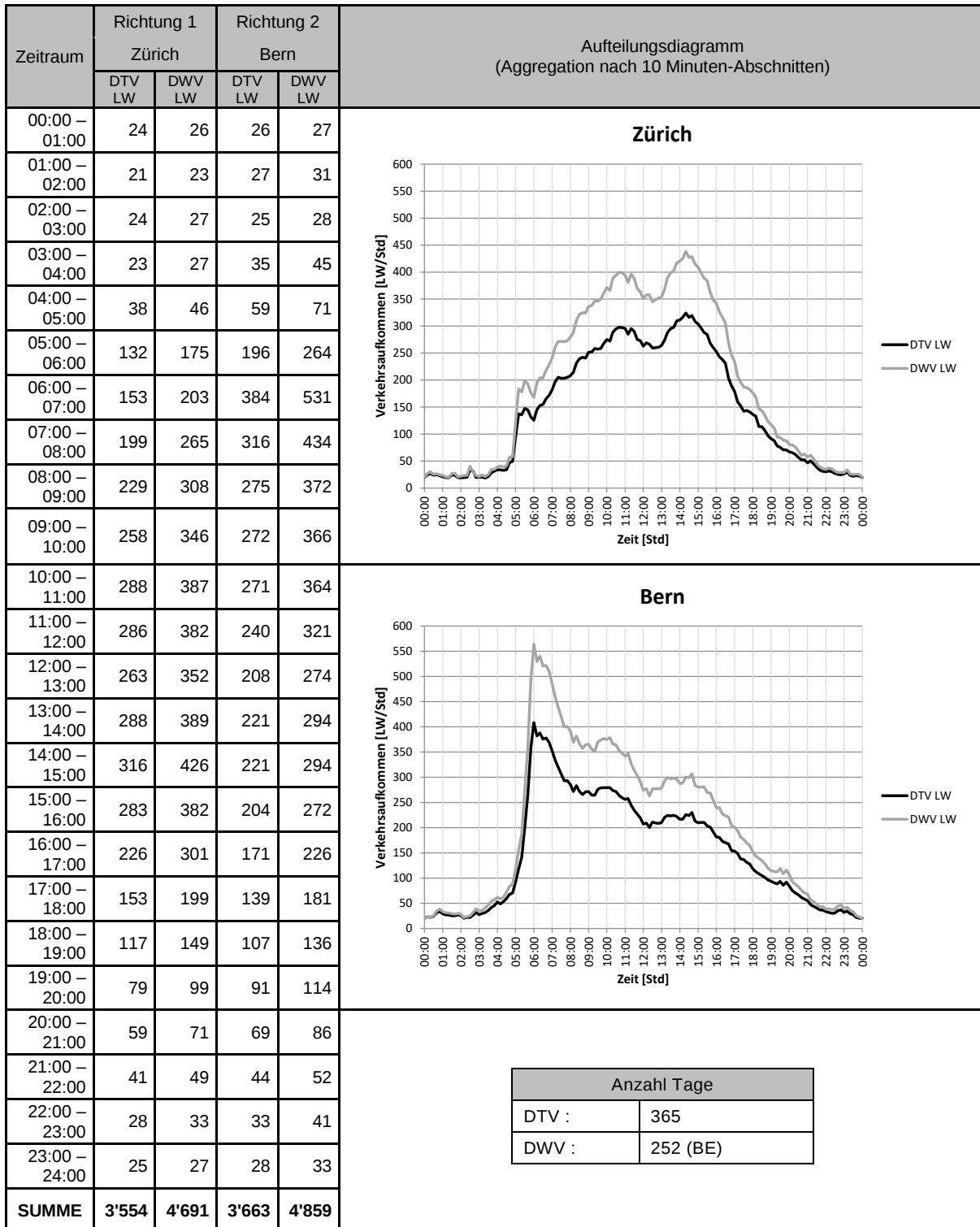
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (10'663'006 Einträge).
2)	562'625 Einträge Richtung D1. 575'957 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (1'180 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (18'639 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (1'804 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (401 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (5'528 Einträge)
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2013_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 :	2013_431_432.log
Anzahl Einträge :	1'111'030
Name der Ausschlussdatei :	2013_431_432_exclus.log
Anzahl Einträge :	27'552

Auf einer Gesamtmenge von 11'801'588 Einträgen, wurden 10'663'006 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 27'552 Einträge (2.42%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

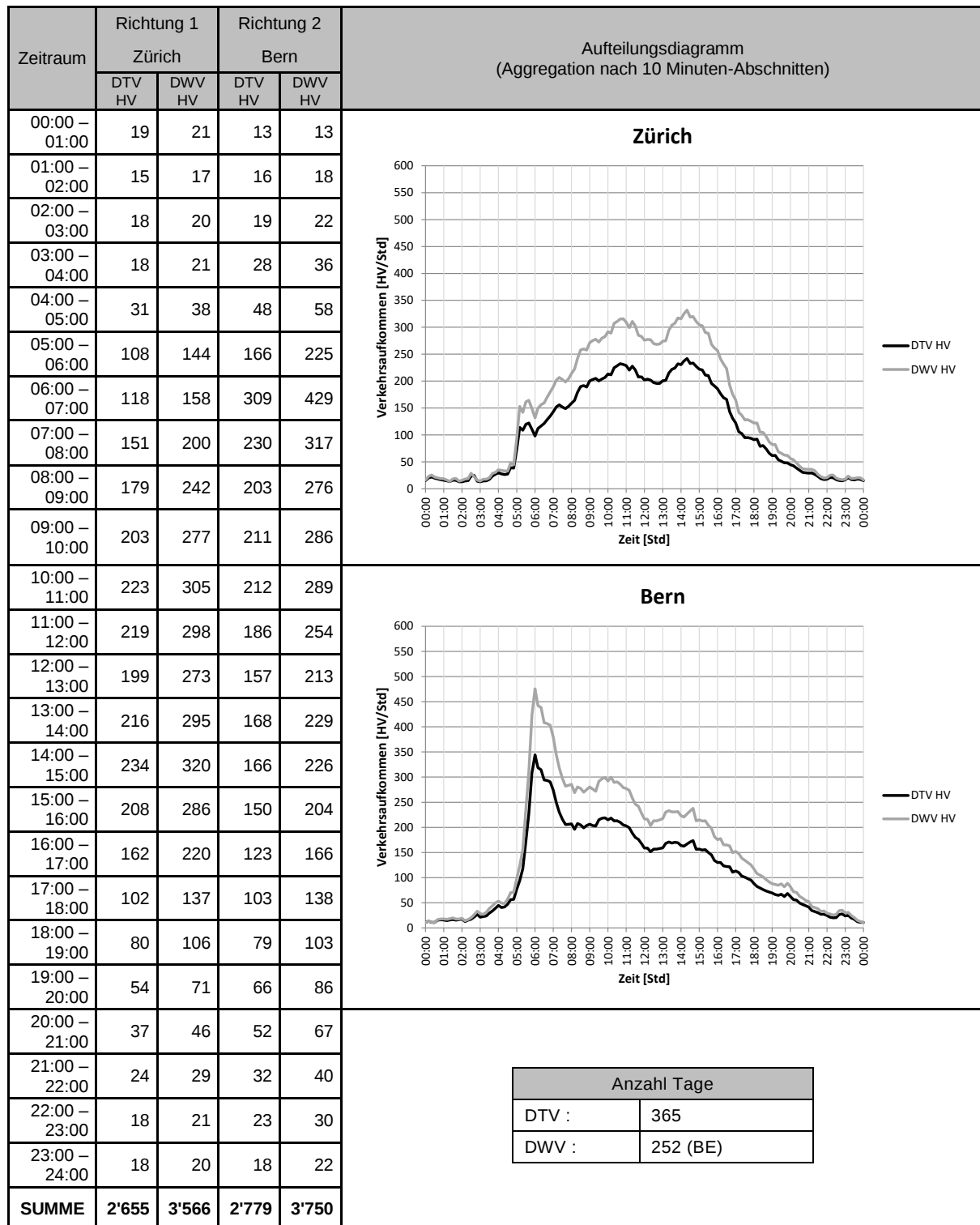
3 Statistikbearbeitung

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)

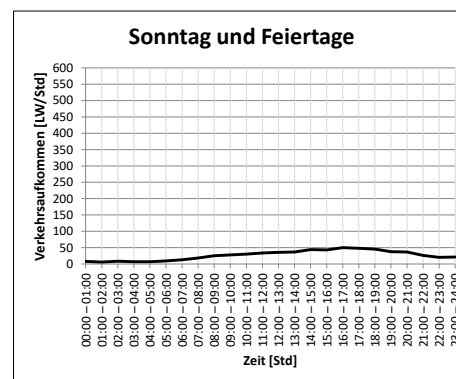
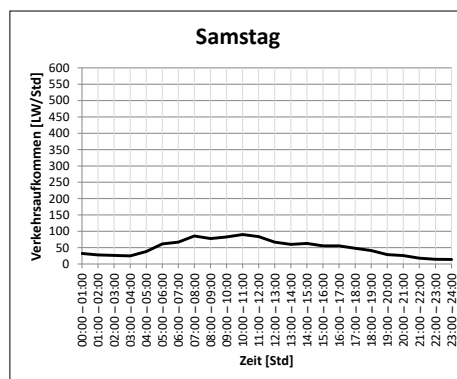
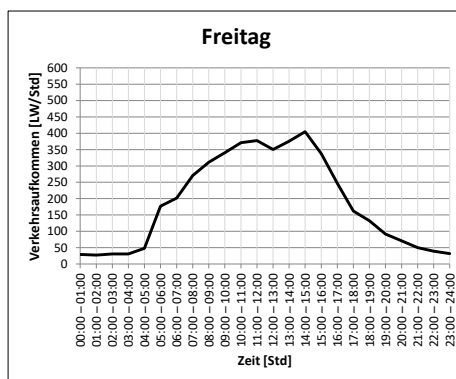
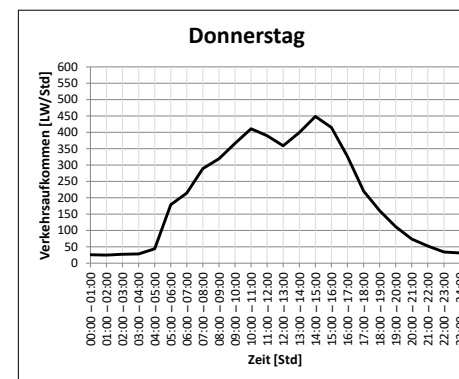
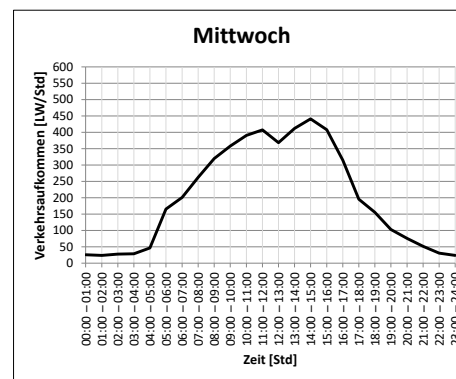
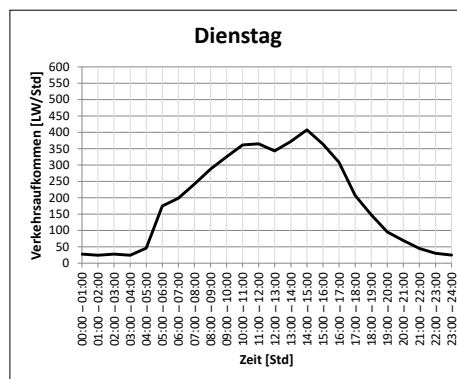
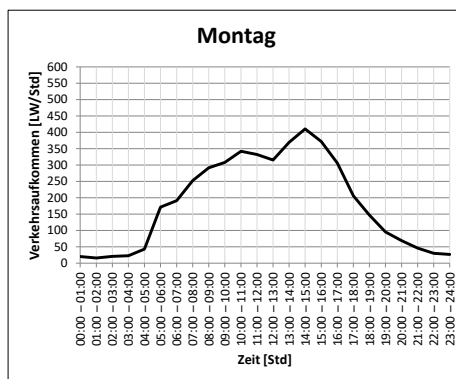


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

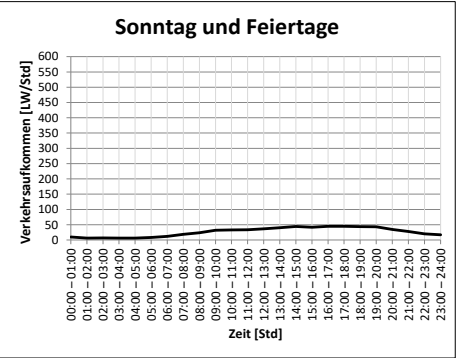
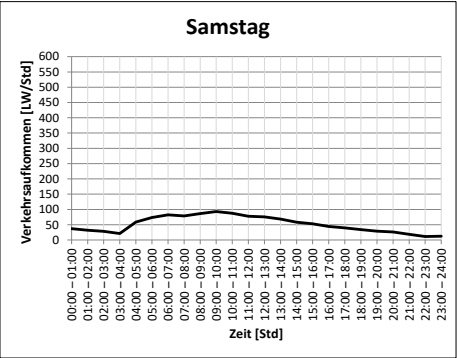
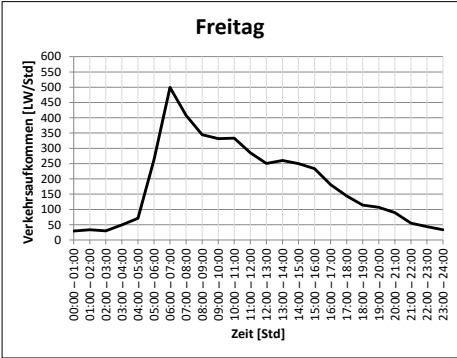
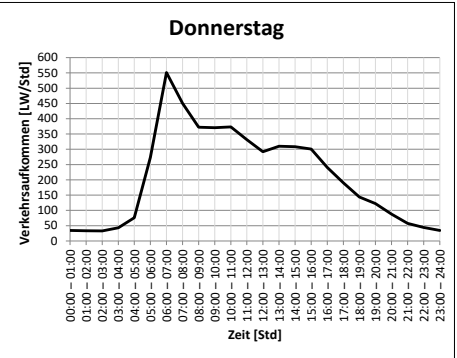
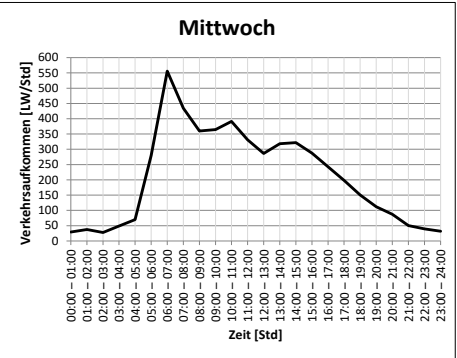
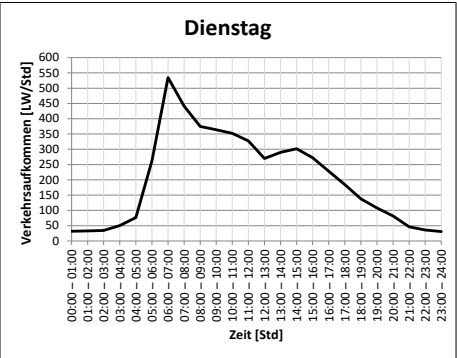
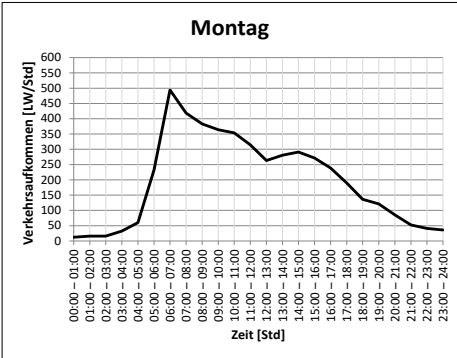
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (BE)	50	52	50	49	51	52	61

Richtung 1 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



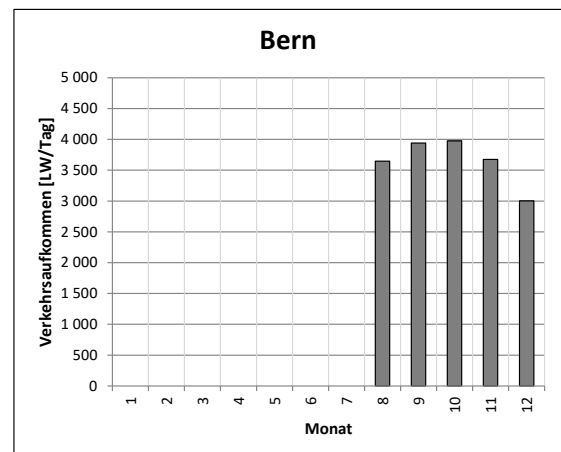
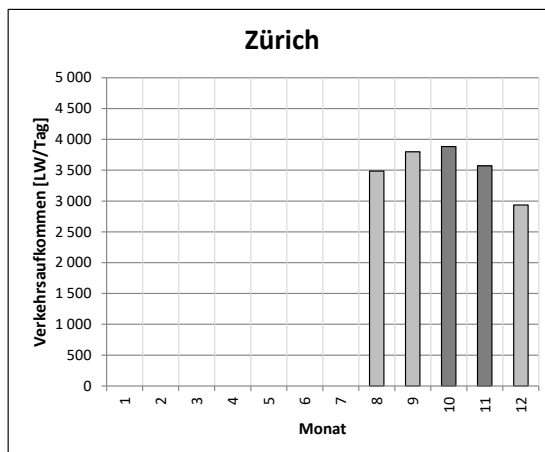
Richtung 2 : Bern (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

3.4.1 Nach Monat

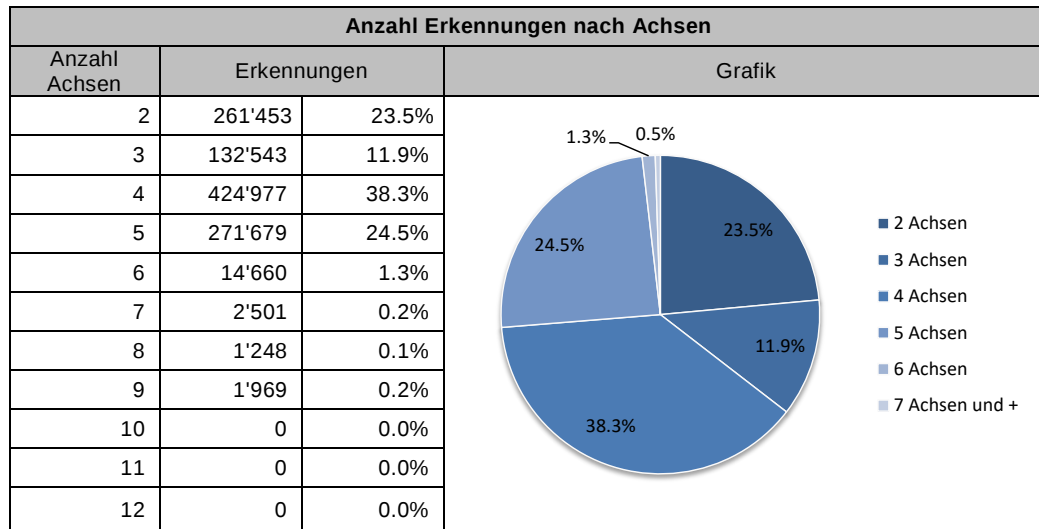
Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern
Januar	-	-
Februar	-	-
März	-	-
April	-	-
Mai	-	-
Juni	-	-
Juli	4'392	10'665
August	106'994	113'045
September	113'570	118'162
Oktober	120'390	123'251
November	107'132	110'235
Dezember	90'149	93'045



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

Juli : unzureichend Anzahl.

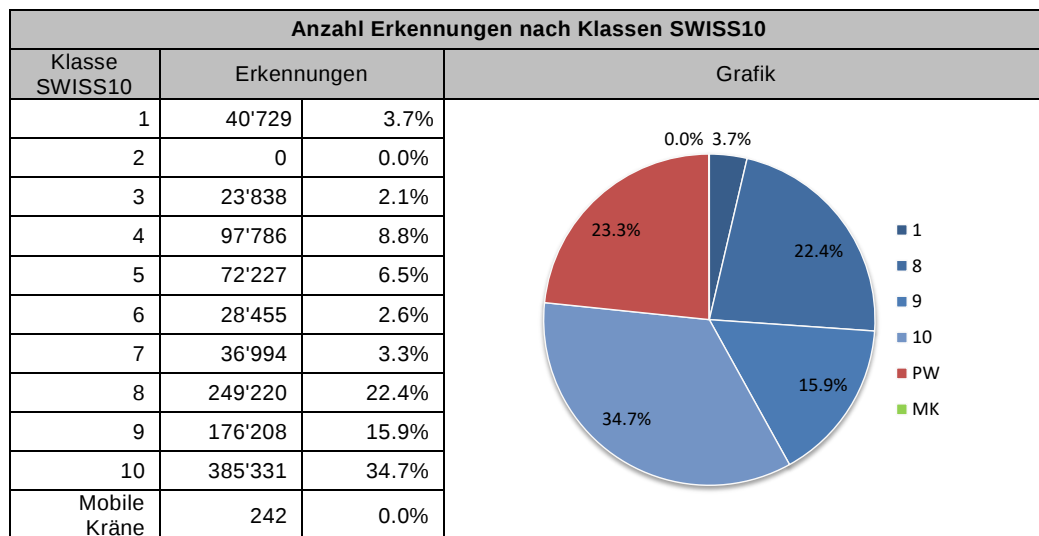
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

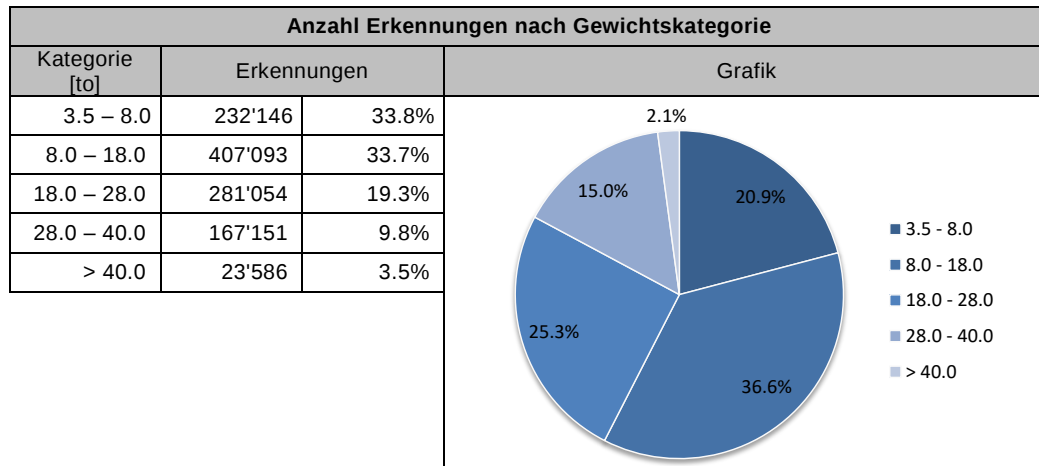
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 259'300 Einträge (Klasse 2 bis 7, 23.3%) 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	0 - - - - 0		8	158'117	14.2%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	155'689	14.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	148'717	13.4%
S/S/Ta	Unschlüssig			94'105	8.5%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	93'738	8.4%
S/S	Unschlüssig			74'206	6.7%
S/S/S	Unschlüssig			43'726	3.9%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	41'097	3.7%
S/Ta	0 - - - - 00		8	31'937	2.9%
Ta/Ta	Unschlüssig			30'625	2.8%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	30'117	2.7%
S/S	0 - - - - 0		1	26'350	2.4%
S/S/Tr	Unschlüssig			23'905	2.2%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	22'667	2.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	19'862	1.8%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	8'713	0.8%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	7'051	0.6%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	3'474	0.3%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	2'674	0.2%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	481	0.0%

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

4 Vorlage nach Norm SN 640 320

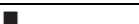
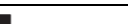
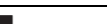
Referenzdokument : [1] [2] [6] [12]

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	27.0%	22.1%	NB	43.3%	7.5%	NB	Anzahl Erkennungen
	26.0%	20.7%	NB	47.9%	5.5%	NB	Gesamtgewicht
	23.0%	18.4%	NB	53.9%	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
	0.63	0.87	0.7	0.58	0.83	0.6
	1.04	1.27	1.4	1.40	1.83	2.1
	2.39	2.38	1.5	4.25	4.22	2.7
	2.09	2.43	1.9	4.83	5.76	3.0
	0.82	1.45	0.5	0.72	1.38	0.5
	1.37	1.97	1.7	1.32	1.97	1.8
	1.00	1.41	1.8	1.03	1.49	2.2
	1.89	2.57	2.0	2.33	3.22	2.2
	1.31	1.92	2.0	1.25	1.90	1.9
	1.31	2.29	1.7	1.37	2.52	1.6
	1.69	3.02	1.3	1.80	3.36	1.0
	1.70	2.01	2.5	2.02	2.55	2.6
	1.04	1.41	1.2	1.40	2.05	0.9
	2.12	2.22	0.7	2.22	2.35	0.6
	0.85	0.91	1.4	1.11	1.23	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	1.73	1.84	2.3	1.88	2.03	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.71	0.96	0.9	0.73	1.04	1.0
9 : Lastenzug	1.39	1.96	1.9	1.46	2.18	2.0
10 : Sattelzug	1.40	1.98	1.7	1.60	2.34	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)	1.05	1.43	1.6	1.21	1.70	1.7
	98.1%	98.7%		98.1%	98.7%	
Kategorie	1.24	1.72		1.37	1.97	
	70.1%	70.3%		70.1%	70.3%	
Klasse	1.23	1.72		1.35	1.96	
	67.6%	67.9%		67.6%	67.9%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{542'627 \text{ PLW}}{153.5 \text{ Tage}} \cdot 1.15 \cdot \frac{23.0\%}{41.5\%} = 2'065 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Bern

$$TF_0 = \frac{568'403 \text{ LW}}{155.3 \text{ Tage}} \cdot 1.43 \cdot \frac{53.9\%}{58.5\%} = 4'831 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{542'627 \text{ LW}}{153.5 \text{ Tage}} \cdot 1.21 \cdot \frac{23.0\%}{41.5\%} = 2'373 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Bern

$$TF_0 = \frac{568'403 \text{ LW}}{155.3 \text{ Tage}} \cdot 1.70 \cdot \frac{53.9\%}{58.5\%} = 5'746 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

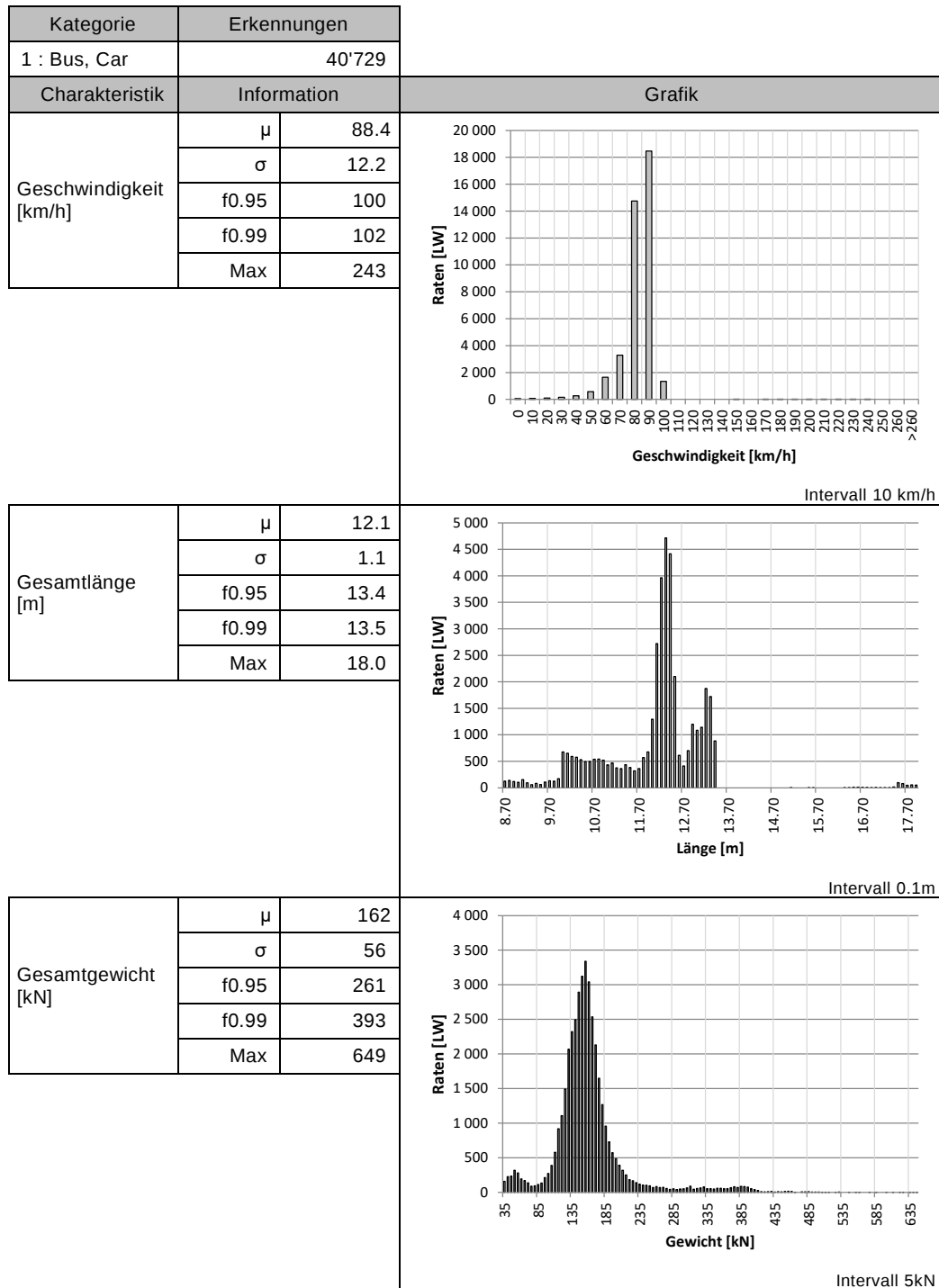
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

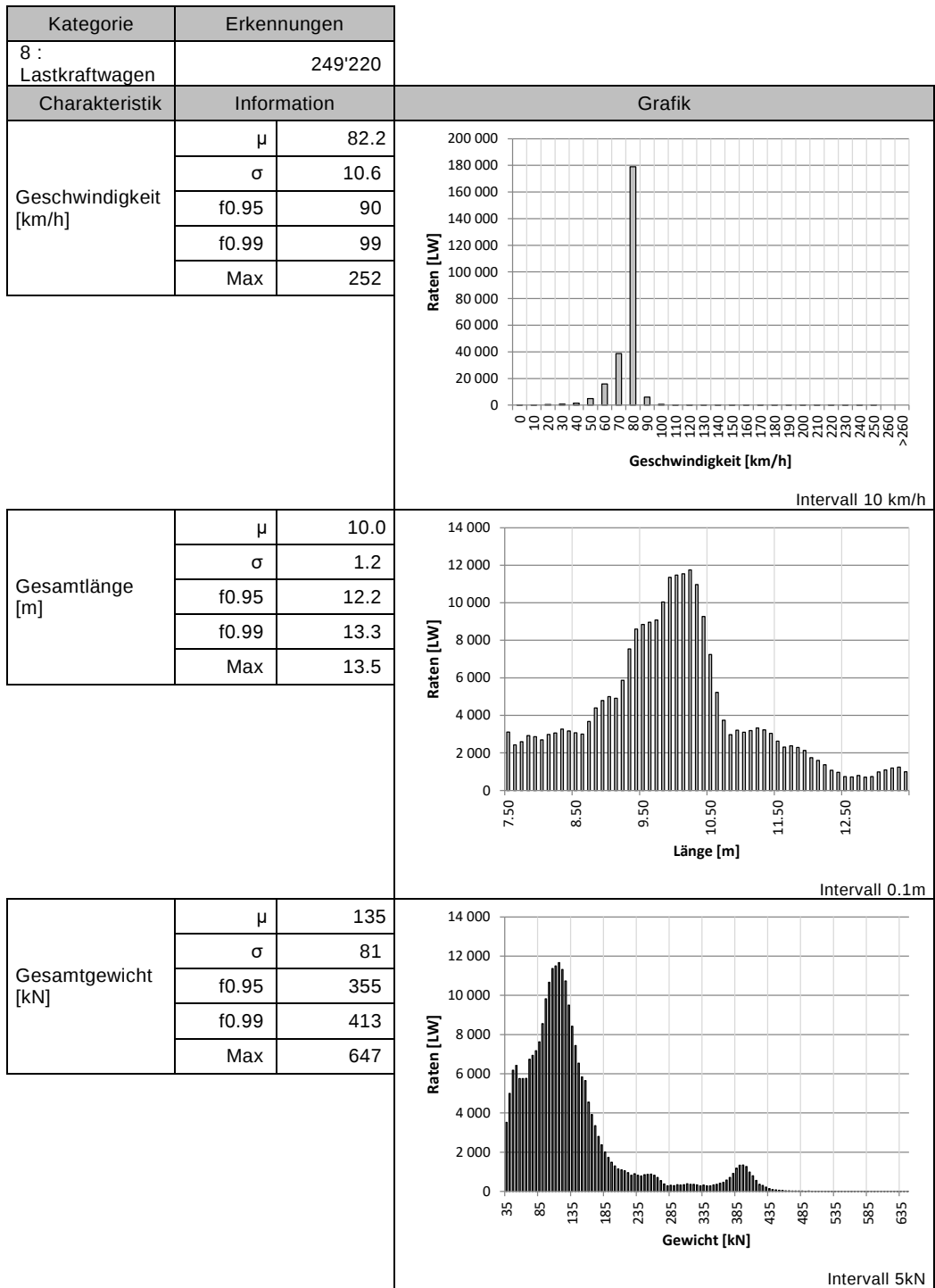
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates		
Richtung 1 : Zürich	Richtung 2 : Bern	Auf Basis von :
-	-	Anzahl Erkennungen
-	-	Gesamtgewicht
-	-	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

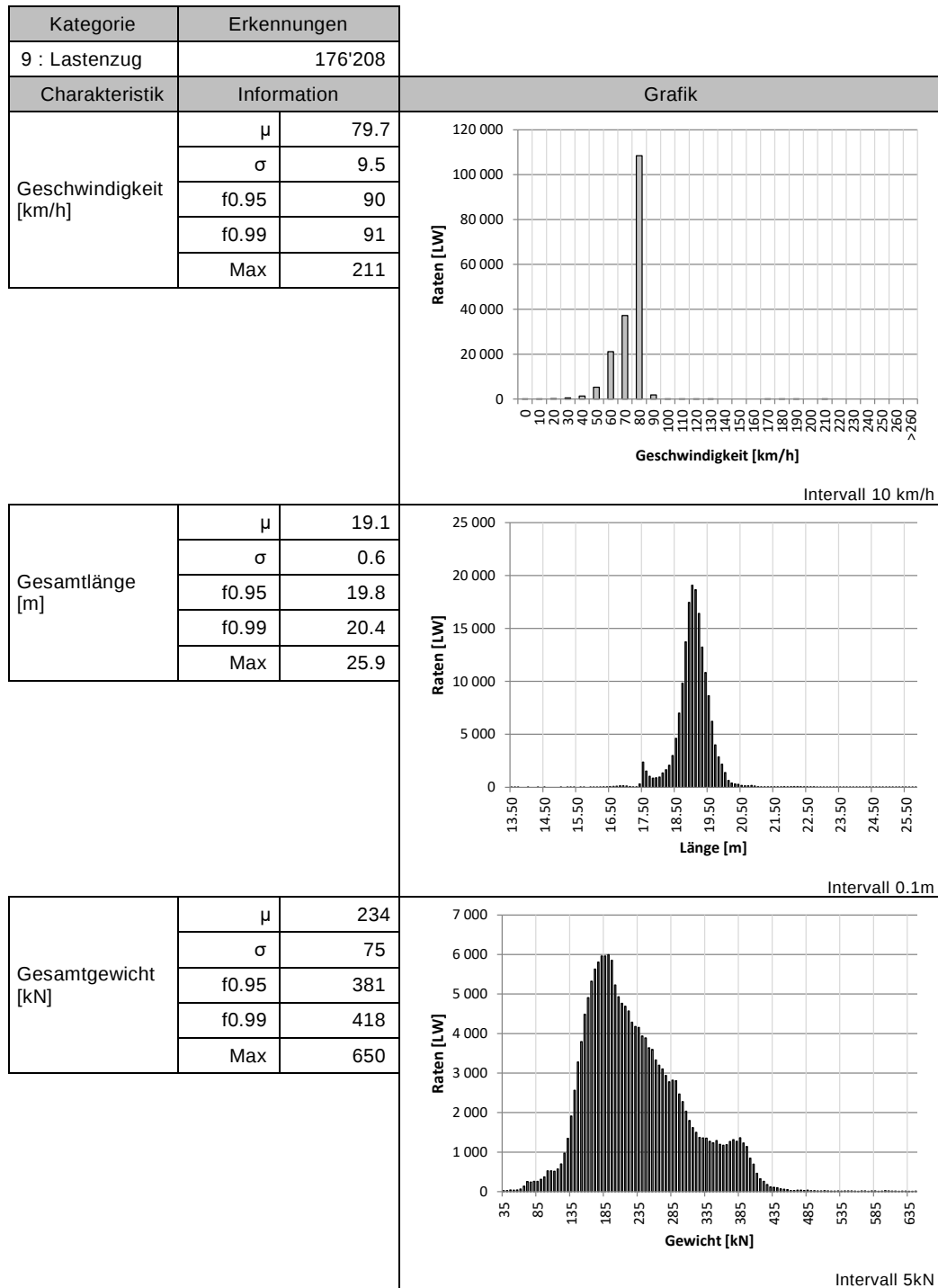
Dieser Abschnitt wird bestimmt, wenn die Tendenzen festgestellt werden (Mehrere Jahresberichte).

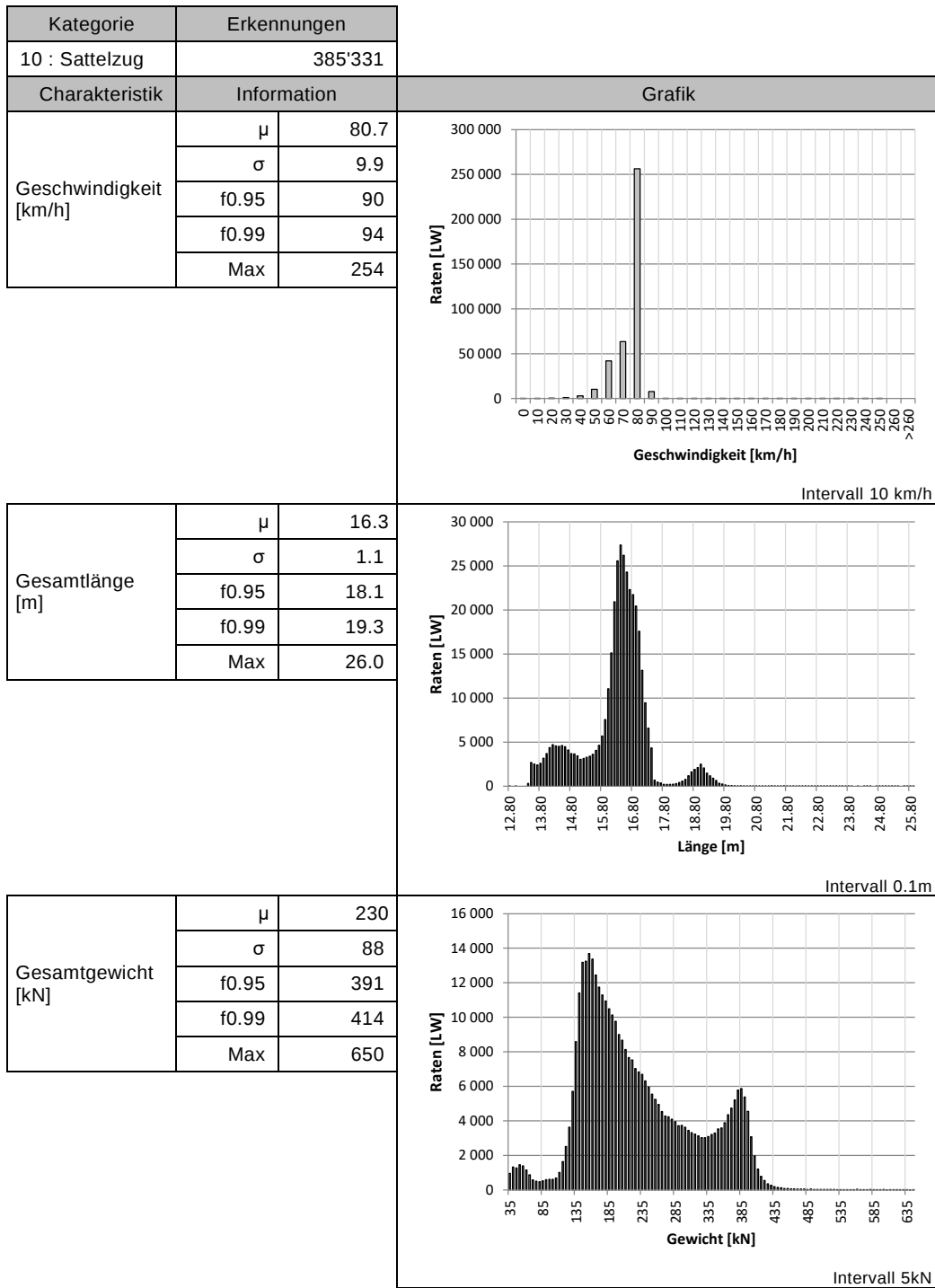
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



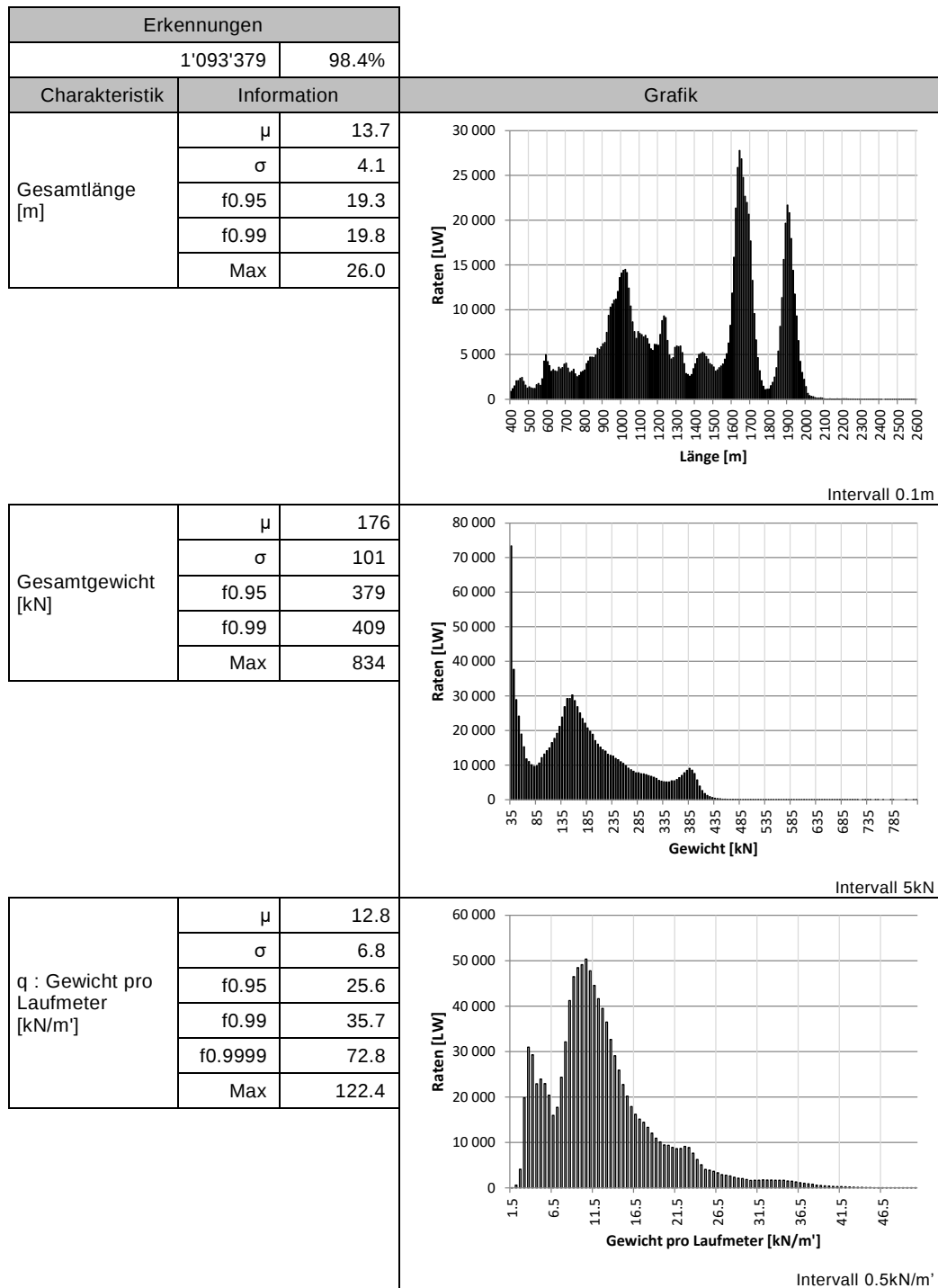


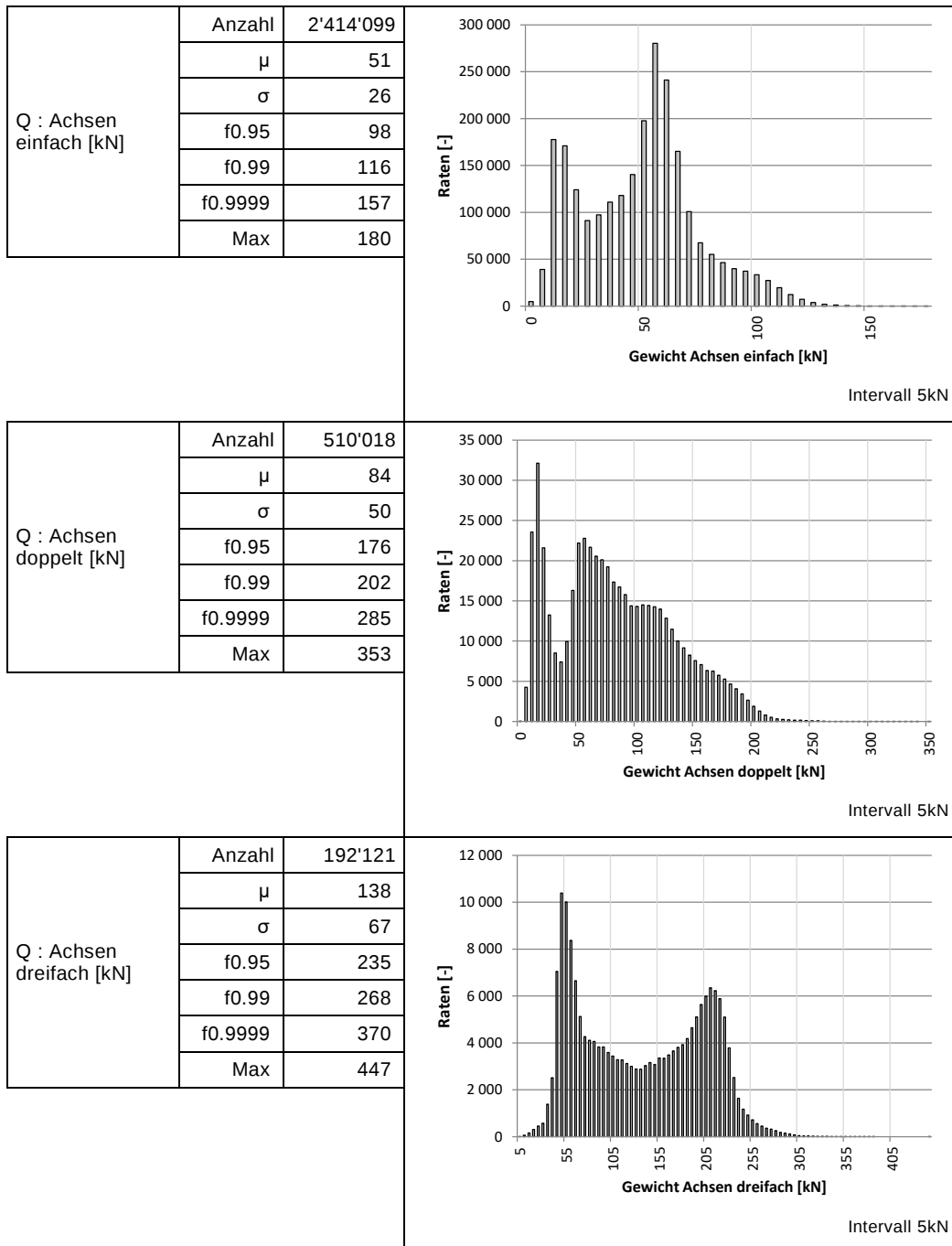




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



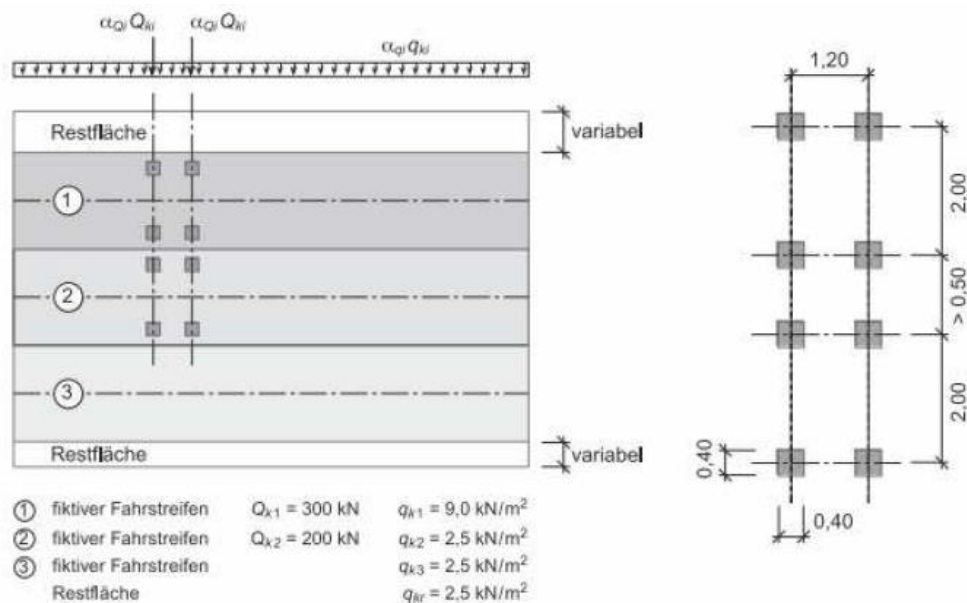


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 98.4% 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	51	51	98	116	157
Doppelt	84	42	176 (88)	202 (101)	285 (143)
Dreifach	138	46	235 (78)	268 (89)	370 (123)

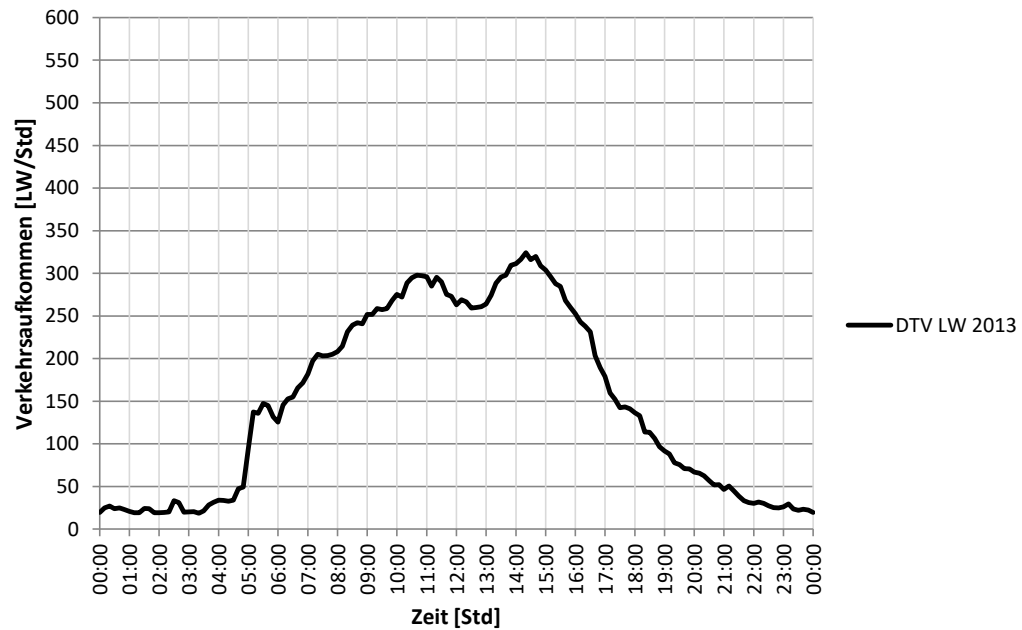
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.8	25.6	35.7	72.8
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.3	8.5	11.9	24.3

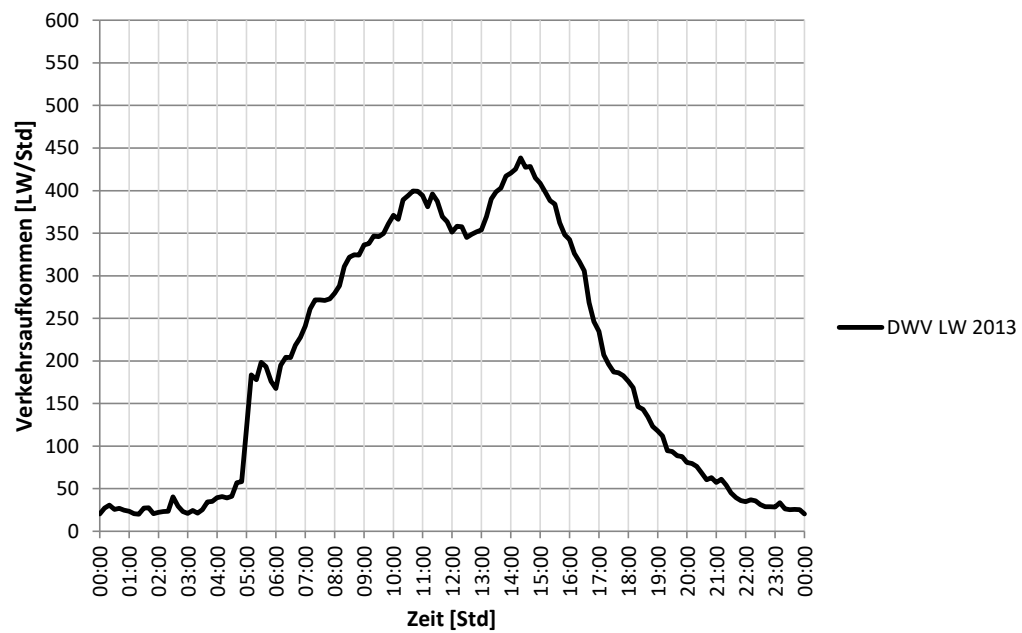
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

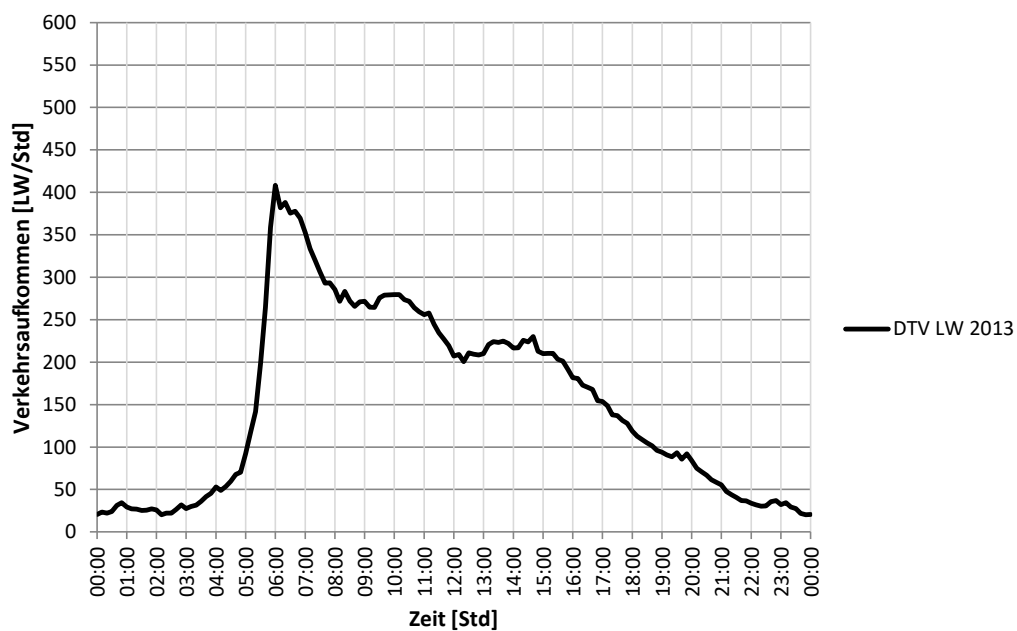
Zürich



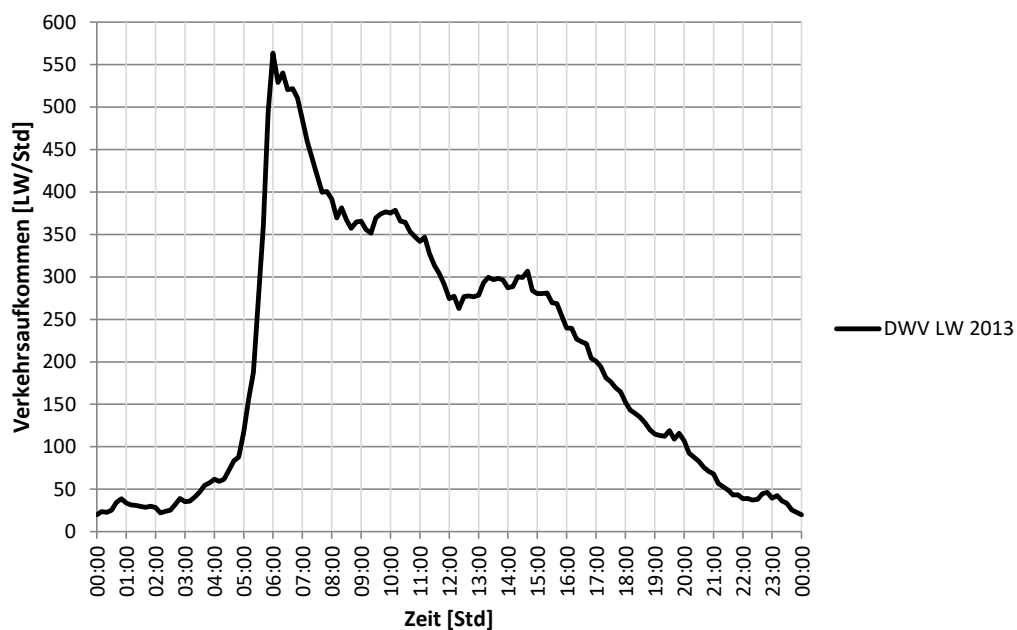
Zürich



Bern

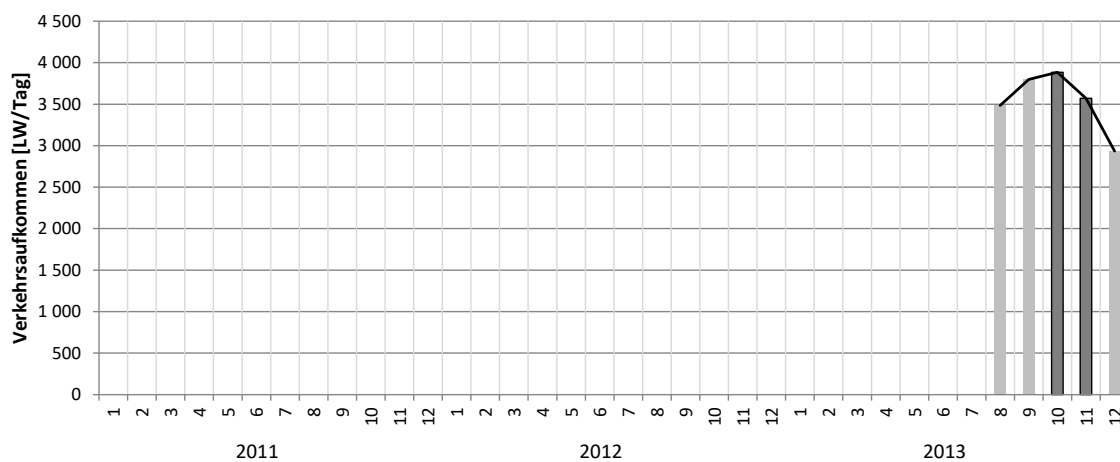


Bern

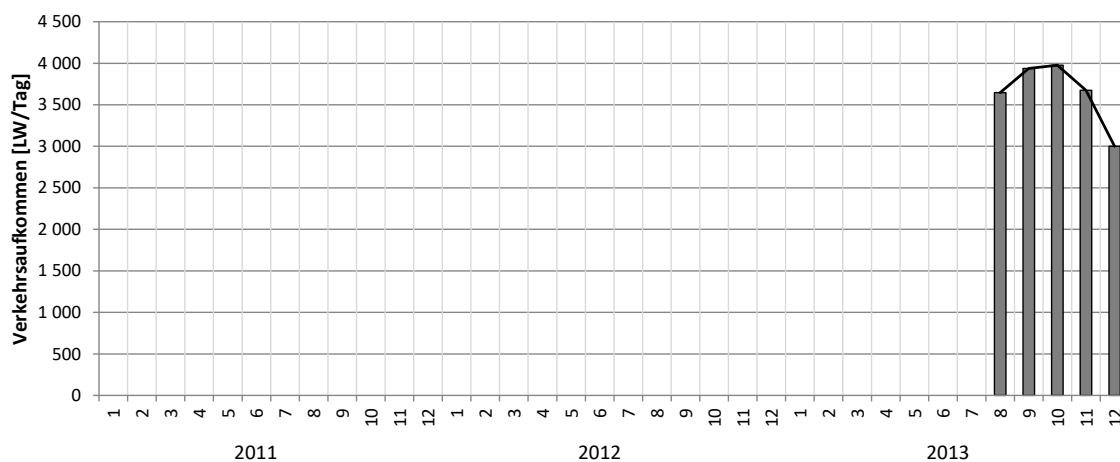


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Zürich



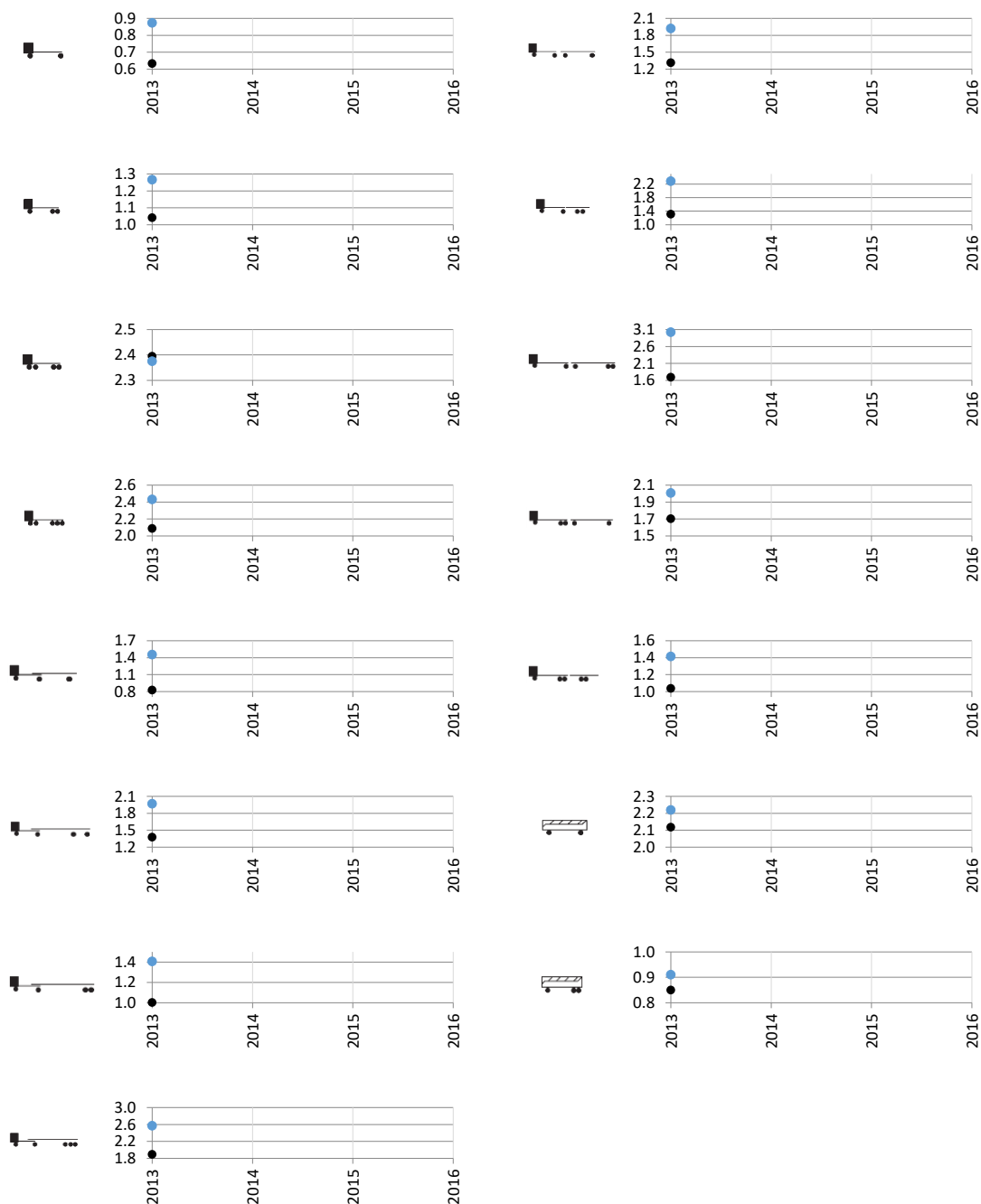
Bern



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

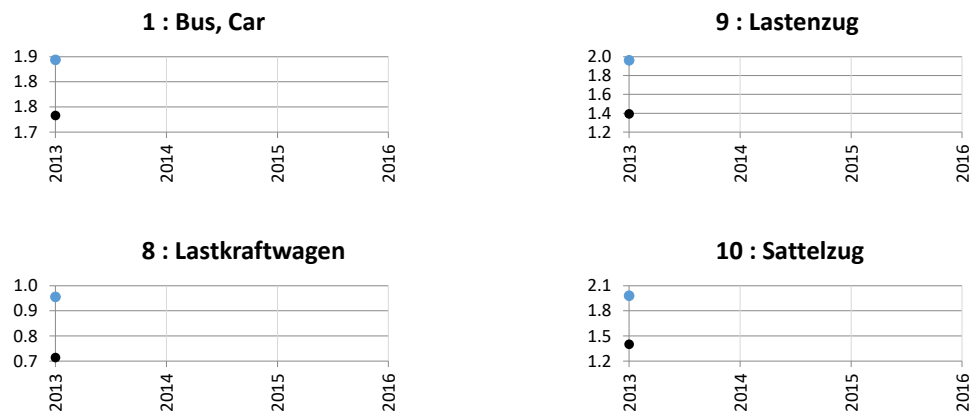
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



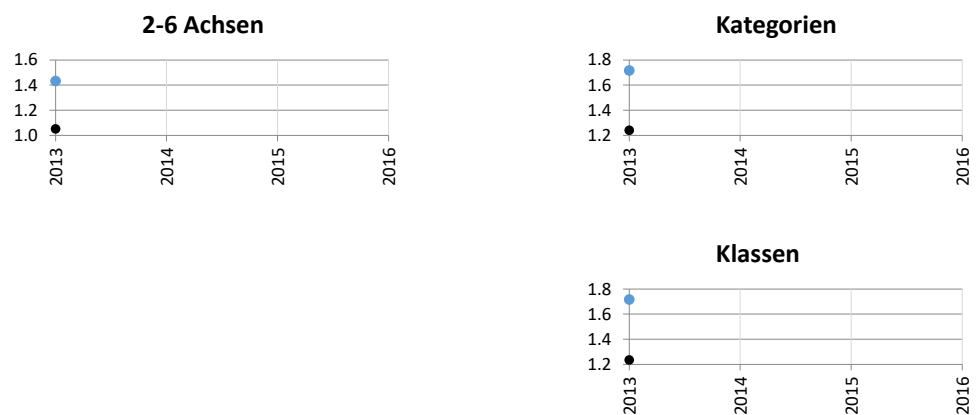
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



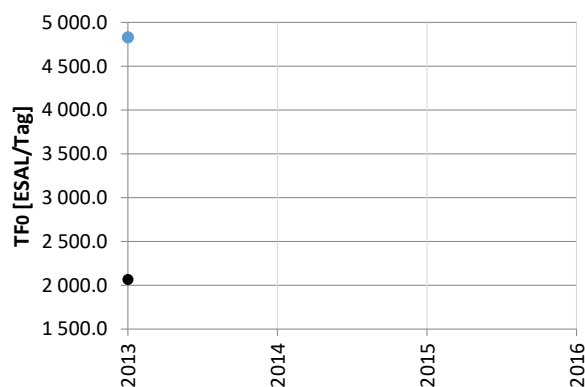
Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

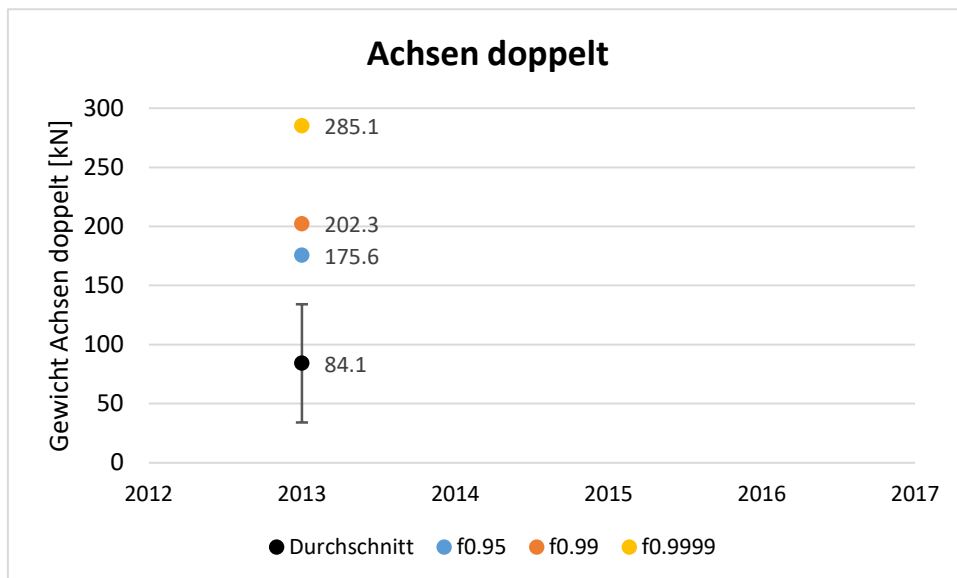
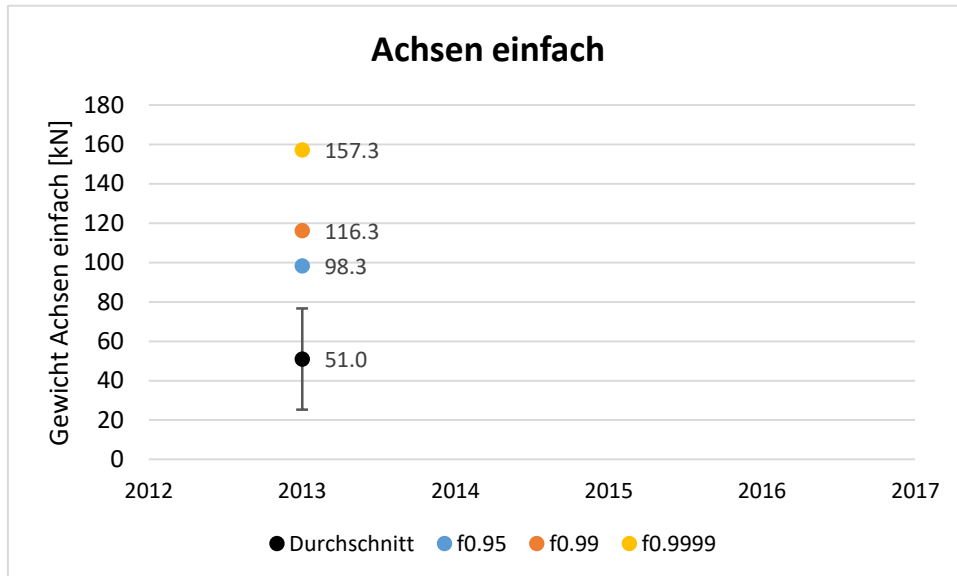
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

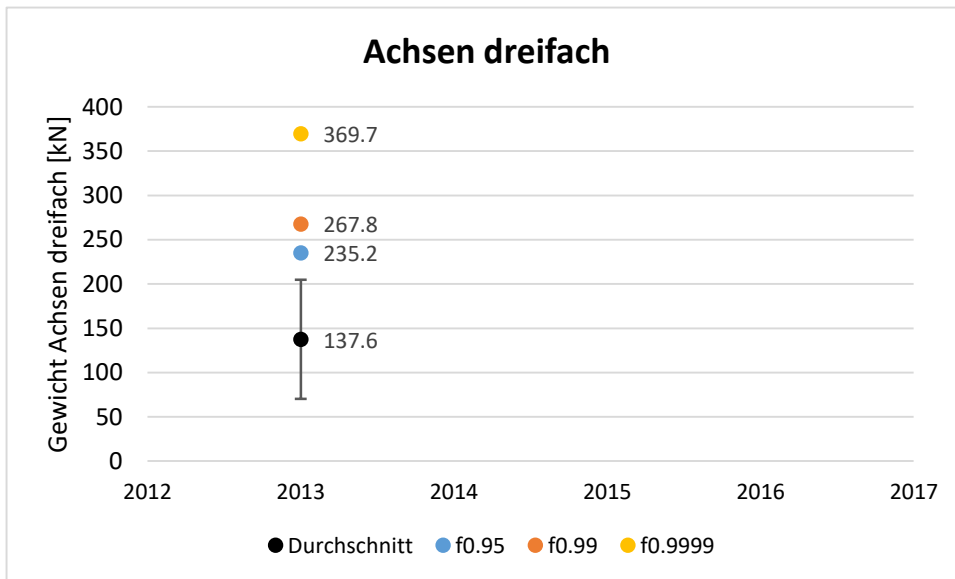


Schwarz : Richtung Zürich ; Blau : Richtung Bern.

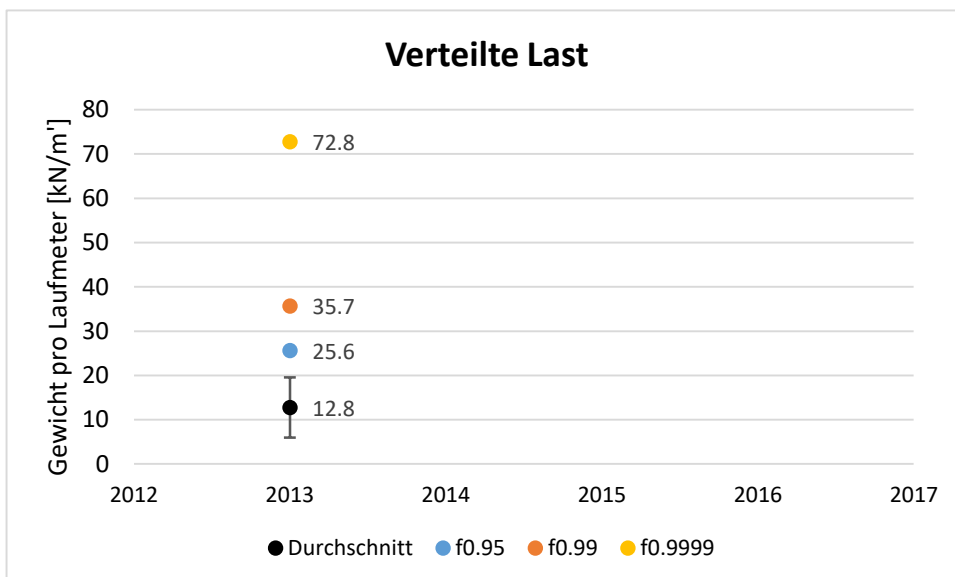
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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]

<i>Vertrauensebene nach [6], Absolutwerte</i>		
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 :	In 2013 in Betrieb gesetzt	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Zürich : Richtung Bern :	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Zürich : Richtung Bern :	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Zürich : Richtung Bern :	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Zürich : Richtung Bern :	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 2 / 1 Tage	
Ausgeschlossen :	2.42%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Mesbare Abweichungen	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	-	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	23.3%	
Inkohärente Umrisse :	28.9% davon 26.9% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 2.0% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Die Station wird in 2013 in Betrieb gesetzt, das Vertrauen in die Daten der Station nicht beurteilt werden kann. 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.
-