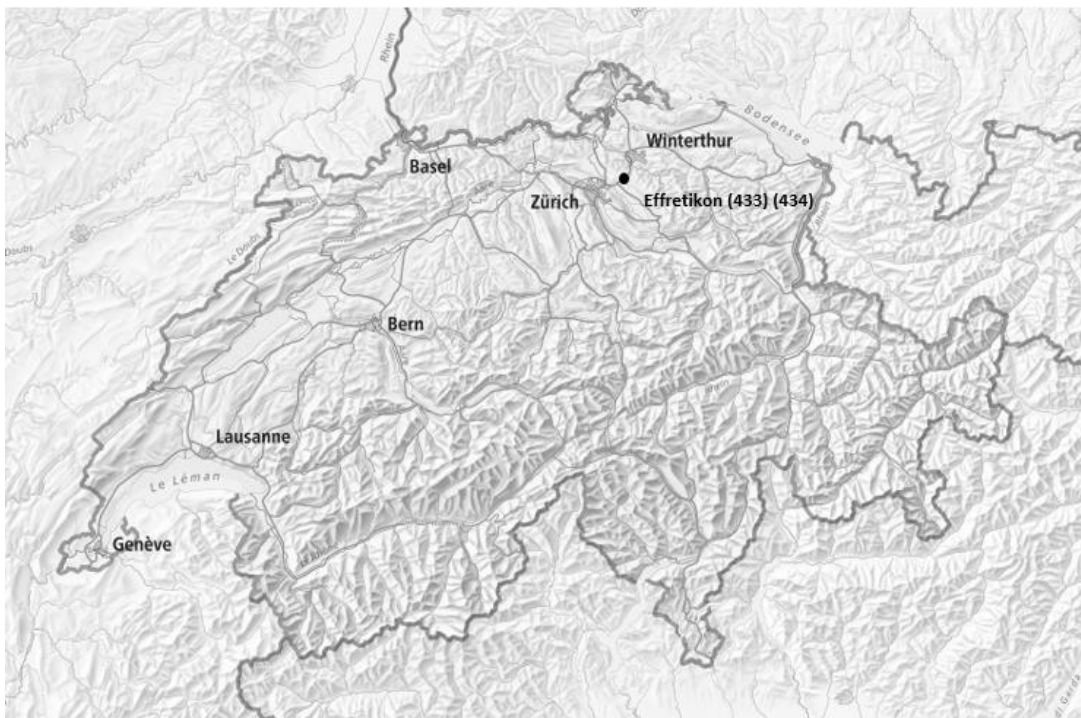


Effretikon – 2013

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_433_434

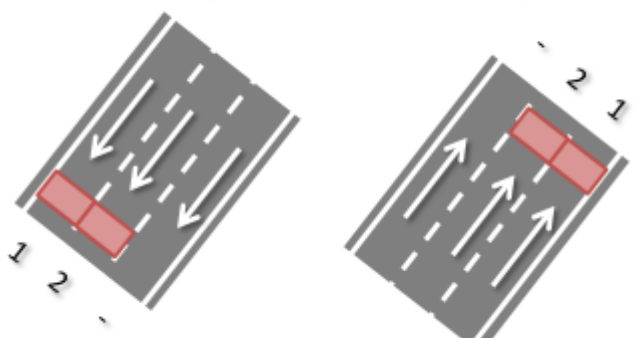
Version 1

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	23
7.3	Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320	24
7.3.1	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse.....	24
7.3.2	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie	25
7.3.3	Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors.....	25
7.3.4	Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....	25
7.4	Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261	26
7.4.1	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q	26
7.4.2	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q	27
8	Vertrauensebene	28
	Bibliografie	29

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
Effretikon	ZH	A1	433 / 434	F4	VII	2	2x3
Lage							
434 : Richtung Zürich 433 : Richtung Winterthur 							
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 – 31.12.2013 (433) 01.01.2013 – 04.12.2013 (434)				
Potentieller Datenverlust			-				
Besondere Ereignis							
Entscheide							
Verknüpfung							
Name der Datei :			- ; 2013_434_concat.log ;				
Anzahl Speicherungen :			- (433) ; 919'734 (434)				
Anzahl effektiver Tage :			0 (433) ; 27.0 (434)				

2 Integrität der Daten

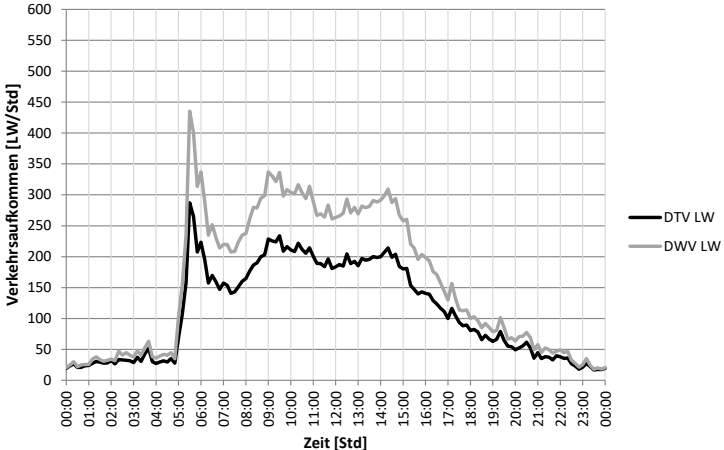
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (845'460 Einträge).
2)	0 Einträge Richtung D1. 74'274 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (65 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (608 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (91 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (4 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (133 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2013_433_434_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss.
5)	-
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2013_433_434.log
Anzahl Einträge :	73'373
Name der Ausschlussdatei :	2013_433_434_exclus.log
Anzahl Einträge :	901

Auf einer Gesamtmenge von 919'734 Einträgen, wurden 845'460 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 901 Einträge (1.21%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

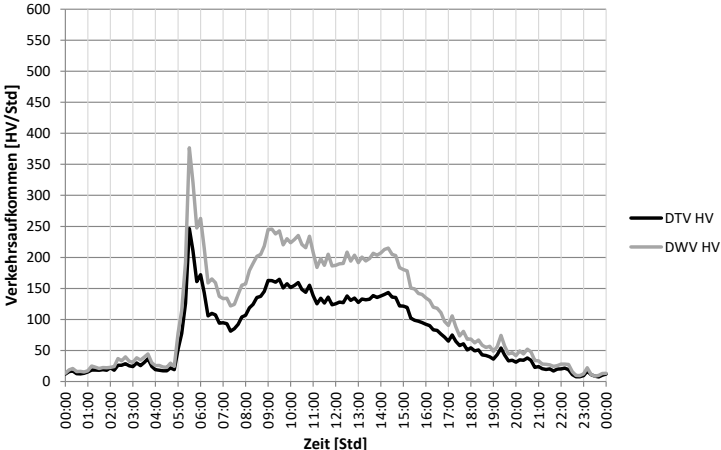
3 Statistikbearbeitung

3.1 Jährliche Stundenaufteilung

Zeitraum	Richtung 1 Winterthur		Richtung 2 Zürich		Aufteilungsdiagramm (Aggregation nach 10 Minuten-Abschnitten)				
	DTV LW	DWV LW	DTV LW	DWV LW					
00:00 – 01:00			23	25					
01:00 – 02:00			28	33					
02:00 – 03:00			32	40					
03:00 – 04:00			37	47					
04:00 – 05:00			30	40					
05:00 – 06:00			182	273					
06:00 – 07:00			175	259					
07:00 – 08:00			151	219					
08:00 – 09:00			187	275					
09:00 – 10:00			223	322					
10:00 – 11:00			212	306	Zürich 				
11:00 – 12:00			190	272					
12:00 – 13:00			190	274					
13:00 – 14:00			195	282					
14:00 – 15:00			201	291					
15:00 – 16:00			158	225					
16:00 – 17:00			127	174					
17:00 – 18:00			99	127					
18:00 – 19:00			74	94					
19:00 – 20:00			64	80					
20:00 – 21:00			51	67	Anzahl Tage <table><tr><td>DTV :</td><td>365</td></tr><tr><td>DWV :</td><td>252 (ZH)</td></tr></table>	DTV :	365	DWV :	252 (ZH)
DTV :	365								
DWV :	252 (ZH)								
21:00 – 22:00			38	49					
22:00 – 23:00			30	37					
23:00 – 24:00			21	24					
SUMME			2'718	3'834					

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

3.2 Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)

Zeitraum	Richtung 1 Winterthur		Richtung 2 Zürich		Aufteilungsdiagramm (Aggregation nach 10 Minuten-Abschnitten)				
	DTV HV	DWV HV	DTV HV	DWV HV					
00:00 – 01:00			14	17					
01:00 – 02:00			18	22					
02:00 – 03:00			25	32					
03:00 – 04:00			29	36					
04:00 – 05:00			19	25					
05:00 – 06:00			146	222					
06:00 – 07:00			122	183					
07:00 – 08:00			92	135					
08:00 – 09:00			128	192					
09:00 – 10:00			160	237					
10:00 – 11:00			152	226	Zürich 				
11:00 – 12:00			131	195					
12:00 – 13:00			131	196					
13:00 – 14:00			133	199					
14:00 – 15:00			136	204					
15:00 – 16:00			106	157					
16:00 – 17:00			83	119					
17:00 – 18:00			62	84					
18:00 – 19:00			47	61					
19:00 – 20:00			41	55					
20:00 – 21:00			33	45	Anzahl Tage <table><tr><td>DTV :</td><td>365</td></tr><tr><td>DWV :</td><td>252 (ZH)</td></tr></table>	DTV :	365	DWV :	252 (ZH)
DTV :	365								
DWV :	252 (ZH)								
21:00 – 22:00			20	28					
22:00 – 23:00			15	20					
23:00 – 24:00			11	13					
SUMME			1'851	2'703					

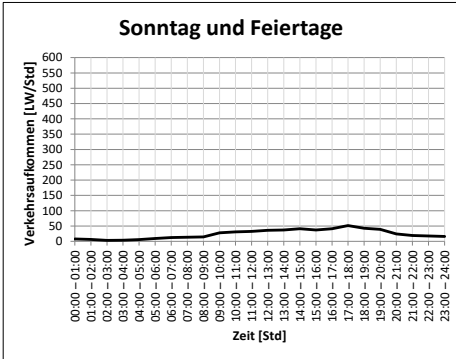
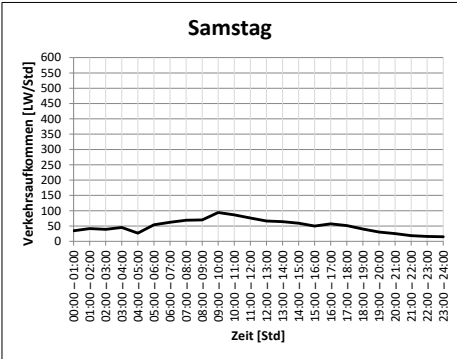
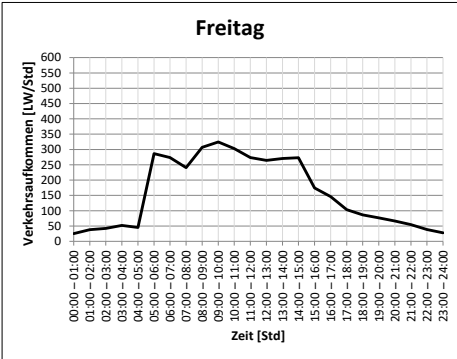
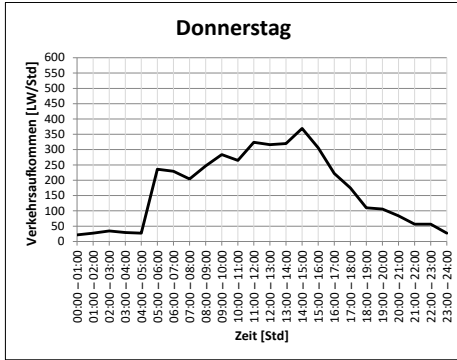
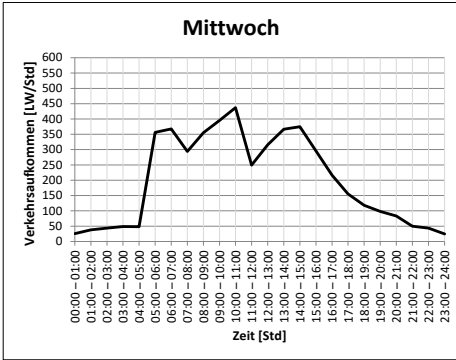
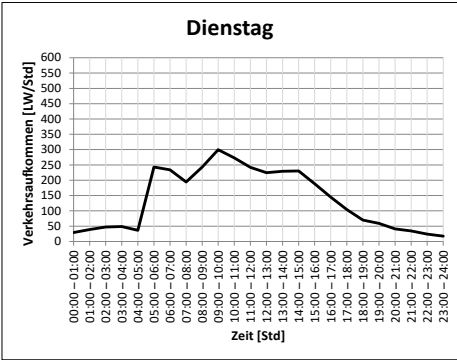
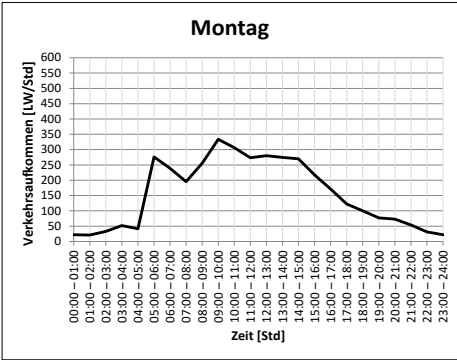
Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

3.3 Tägliche Stundenverteilung

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

Richtung 1 : Winterthur (Aggregation nach Stunde)

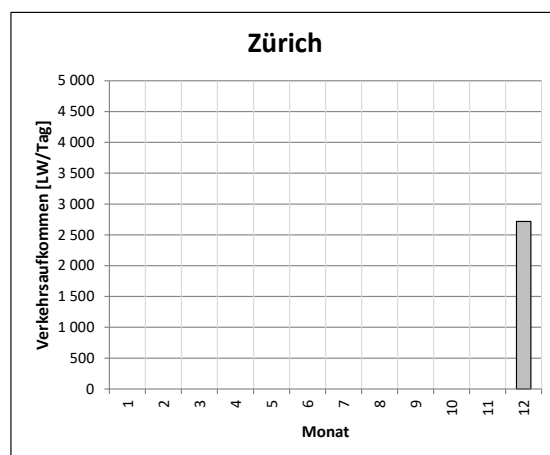
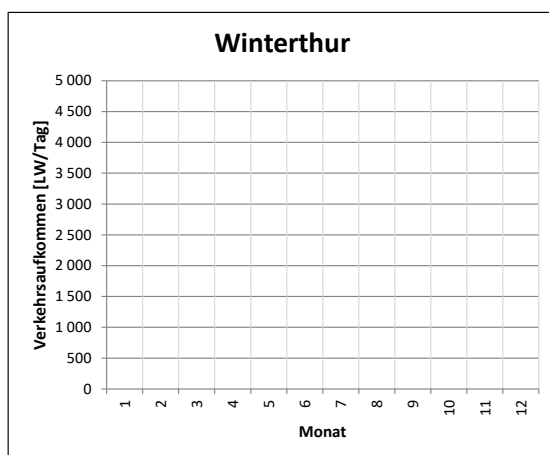
Richtung 2 : Zürich (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

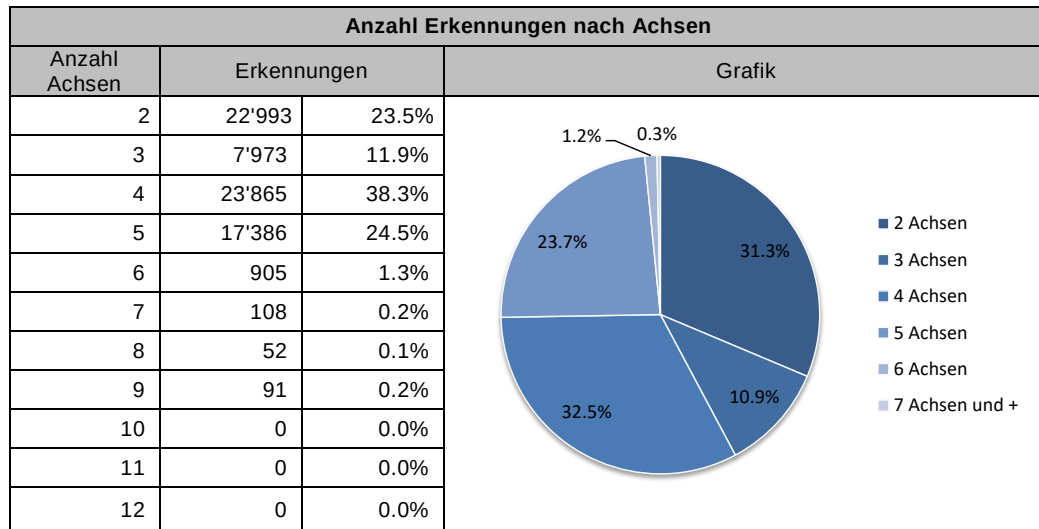
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich
Januar	-	-
Februar	-	-
März	-	-
April	-	-
Mai	-	-
Juni	-	-
Juli	-	-
August	-	-
September	-	-
Oktober	-	-
November	-	-
Dezember	-	73'373



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). Dezember (434): Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.

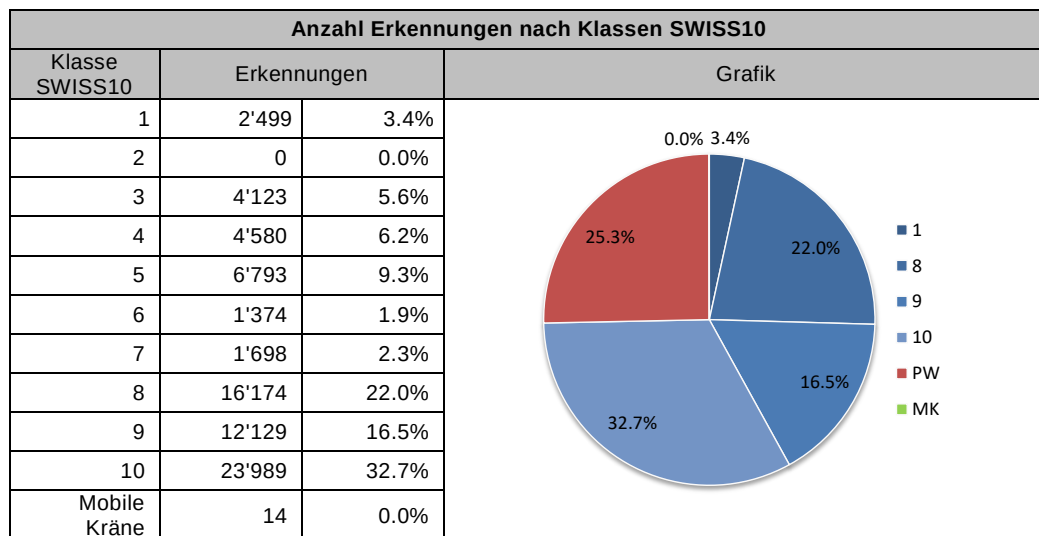
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

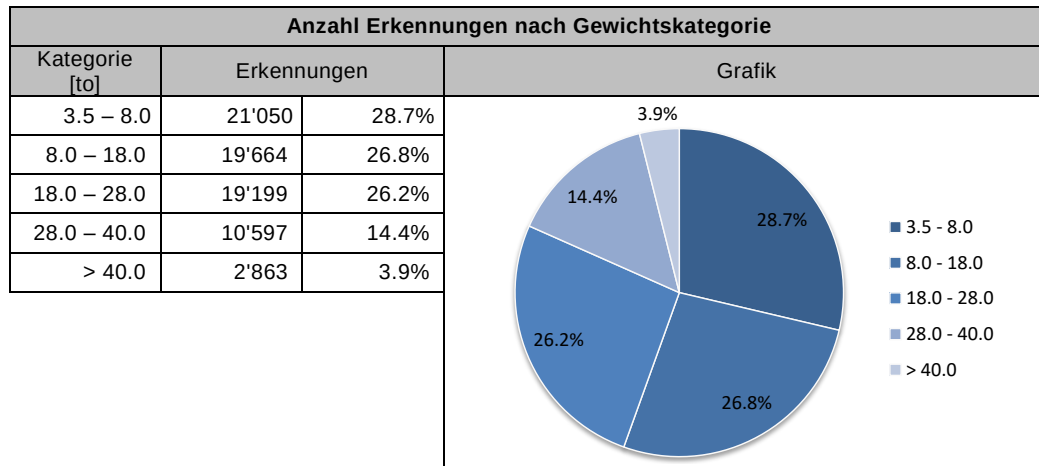
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 18'568 Einträge (Klasse 2 bis 7, 25.3%) 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	11'430	15.6%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	10'916	14.9%
S/S	Unschlüssig			9'672	13.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	8'709	11.9%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	6'042	8.2%
S/S/Ta	Unschlüssig			4'798	6.5%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	2'659	3.6%
S/S/S	Unschlüssig			2'395	3.3%
S/Ta	0 - - - - 00		8	1'886	2.6%
S/S	0 - - - - 0		1	1'715	2.3%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	1'605	2.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	1'551	2.1%
Ta/Ta	Unschlüssig			1'365	1.9%
S/Ta	Unschlüssig			1'029	1.4%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	839	1.1%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	745	1.0%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	477	0.7%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	194	0.3%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	121	0.2%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	40	0.1%

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

4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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

4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren							
Konfiguration	Richtung 1 : Winterthur			Richtung 2 : Zürich			Auf Basis von :
	1	2	3	1	2	3	
2x3 Spuren			NB	88.1%	11.9%	NB	Anzahl Erkennungen
			NB	93.5%	6.5%	NB	Gesamtgewicht
			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 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
		0.82	0.7		0.80	0.6
		1.41	1.4		2.00	2.1
		1.84	1.5		3.26	2.7
		2.50	1.9		5.74	3.0
		1.62	0.5		1.57	0.5
		2.28	1.7		2.30	1.8
		1.62	1.8		1.77	2.2
		2.73	2.0		3.36	2.2
		2.31	2.0		2.33	1.9
		2.32	1.7		2.58	1.6
		3.45	1.3		3.76	1.0
		2.18	2.5		2.75	2.6
		1.64	1.2		2.41	0.9
		2.44	0.7		2.60	0.6
		1.04	1.4		1.42	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
1 : Bus, Car		2.11	2.3		2.33	2.3
8 : Lastkraftwagen		0.91	0.9		0.98	1.0
9 : Lastenzug		2.24	1.9		2.49	2.0
10 : Sattelzug		2.20	1.7		2.59	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 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)		1.43	1.6		1.67	1.7
		99.2%			99.2%	
Kategorie		1.86			2.12	
		69.4%			69.4%	
Klasse		1.86			2.12	
		67.2%			67.2%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Winterthur

-

Richtung 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{73'373LW}{27.0 \text{ Tage}} \cdot 1.43 \cdot 95.1\% = 3'690 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Winterthur

-

Richtung 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{73'373LW}{27.0 \text{ Tage}} \cdot 1.67 \cdot 95.1\% = 4'317 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

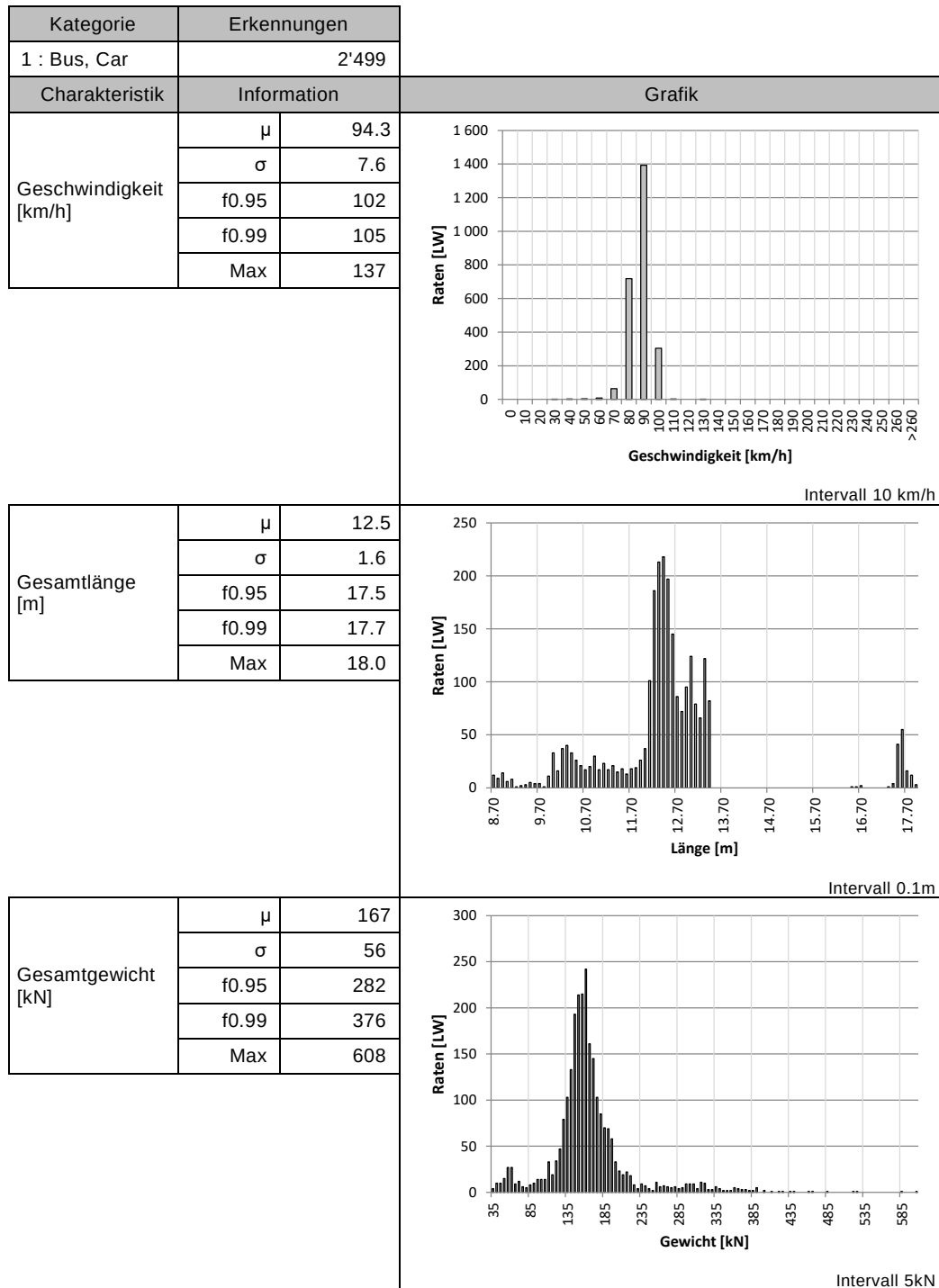
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

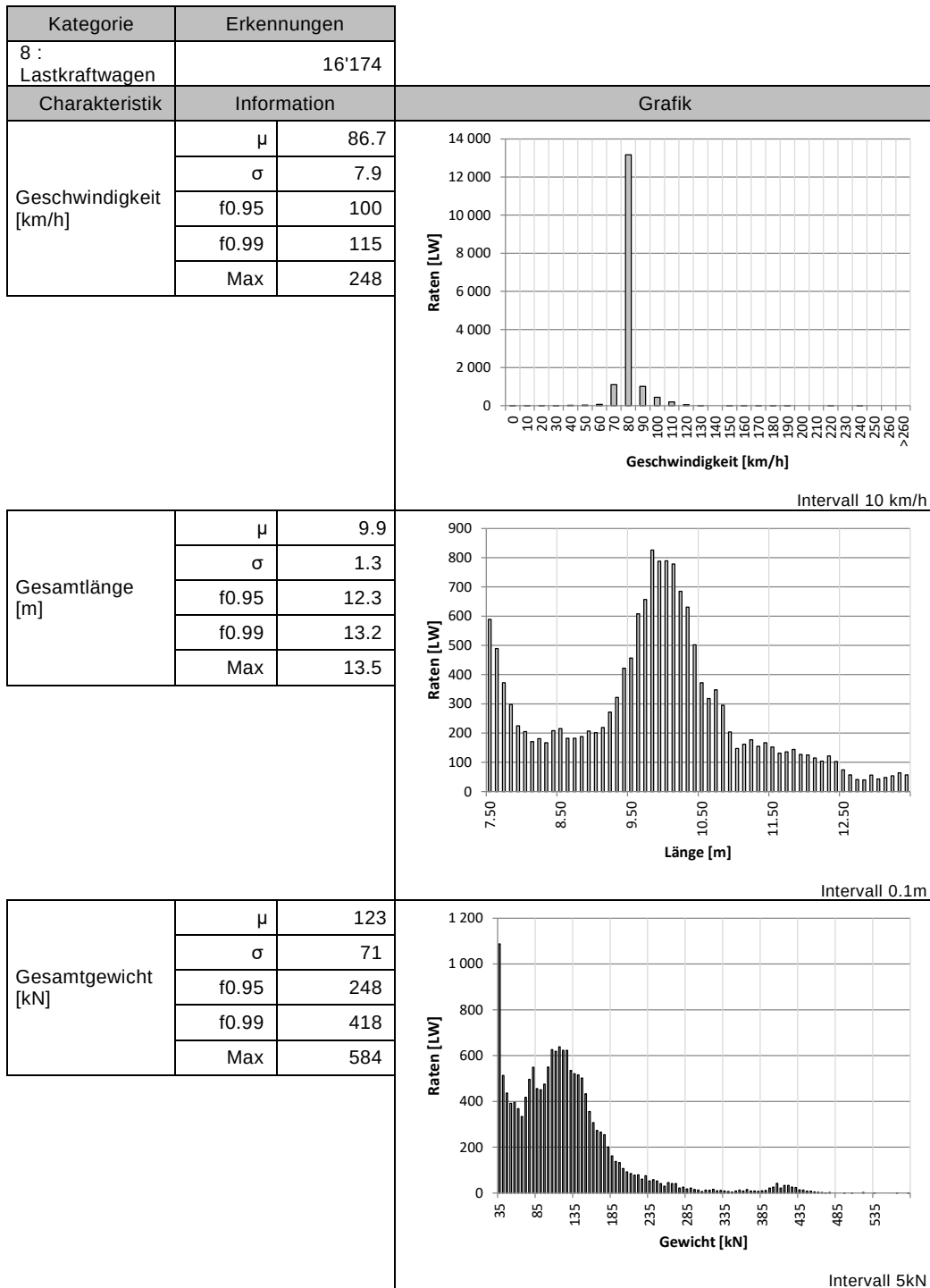
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Auf Basis von :
-	-	Anzahl Erkennungen
-	-	Gesamtgewicht
-	-	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

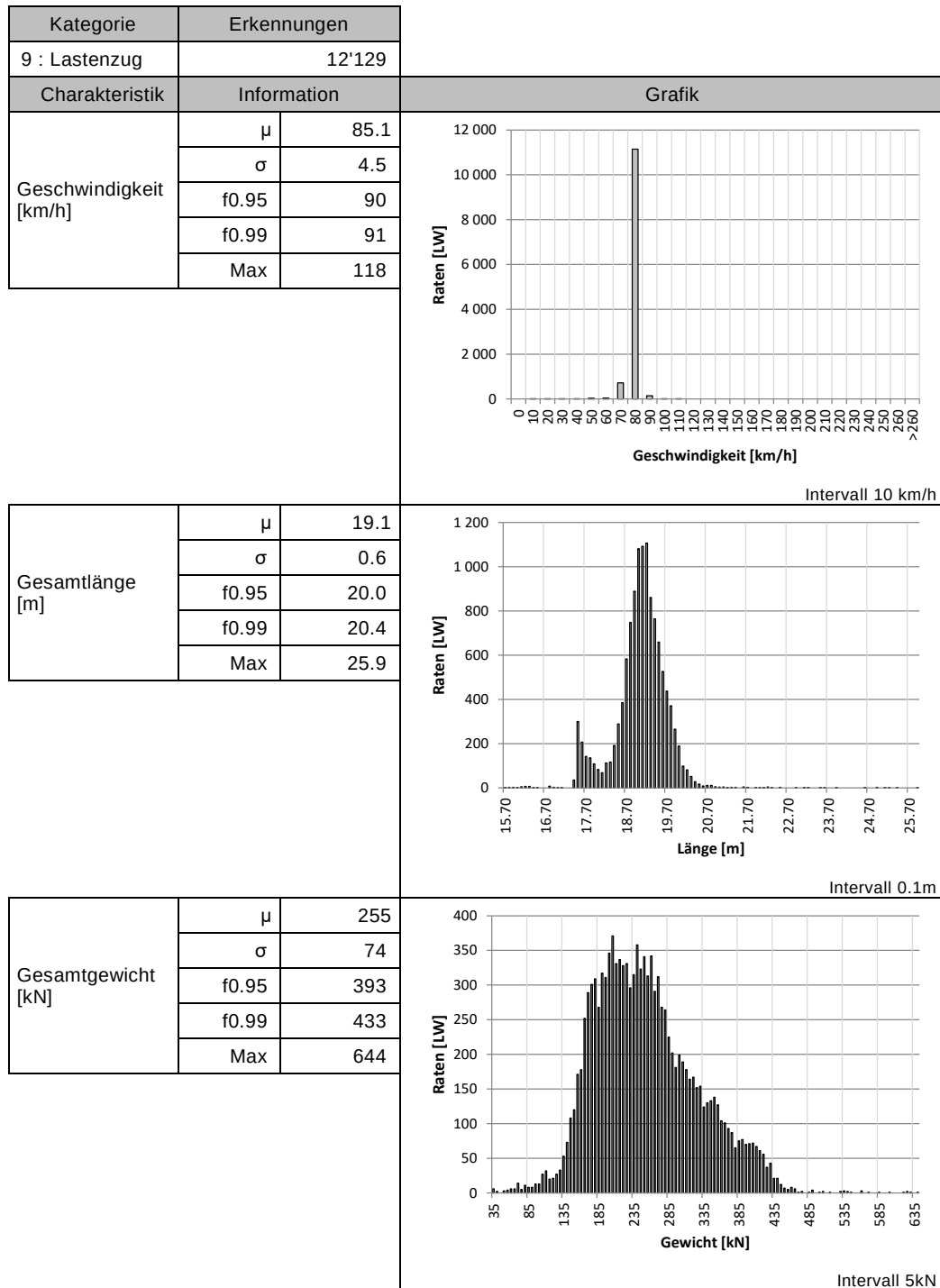
Dieser Abschnitt wird bestimmt, wenn die Tendenzen festgestellt werden (Mehrere Jahresberichte)

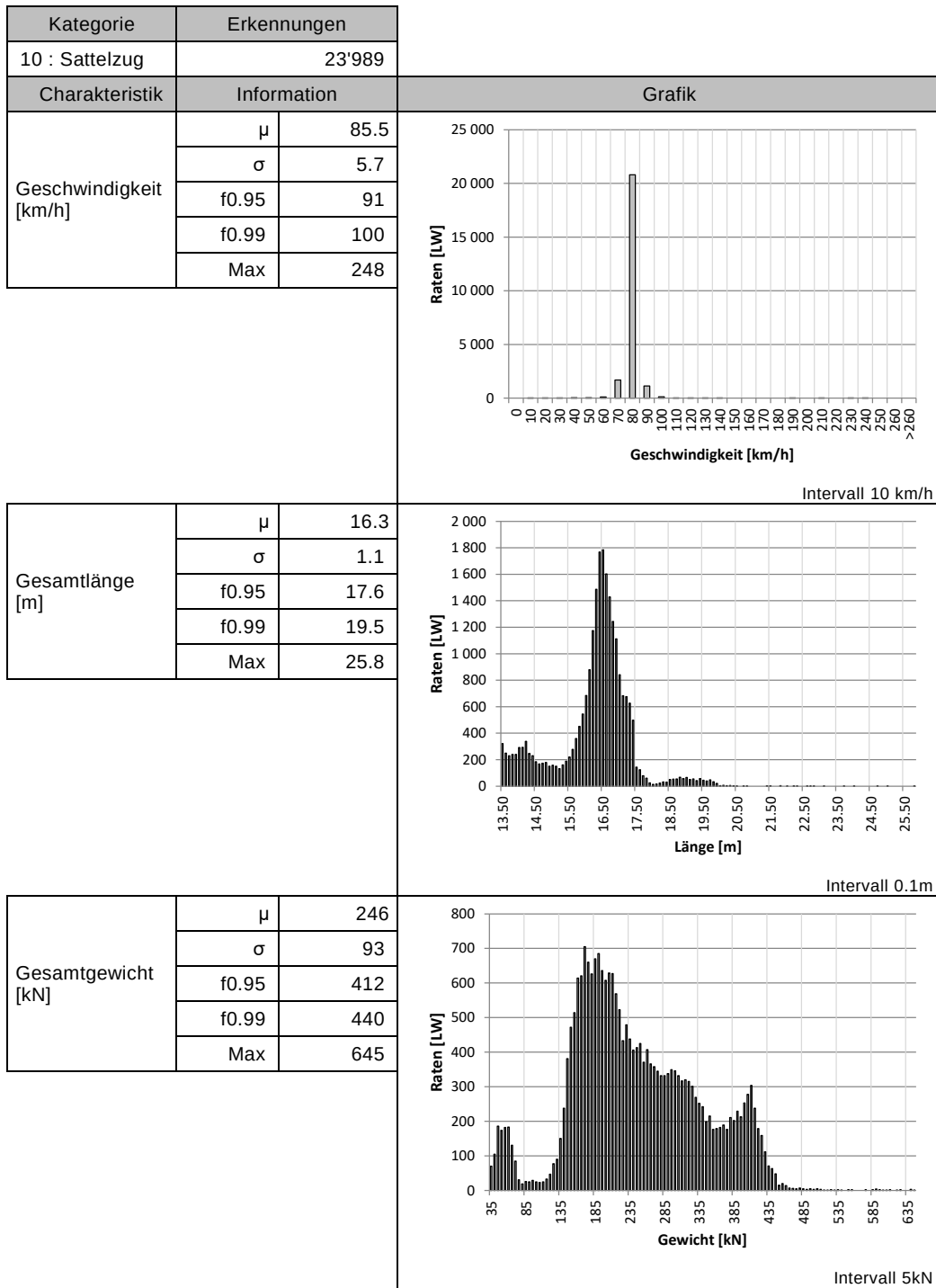
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



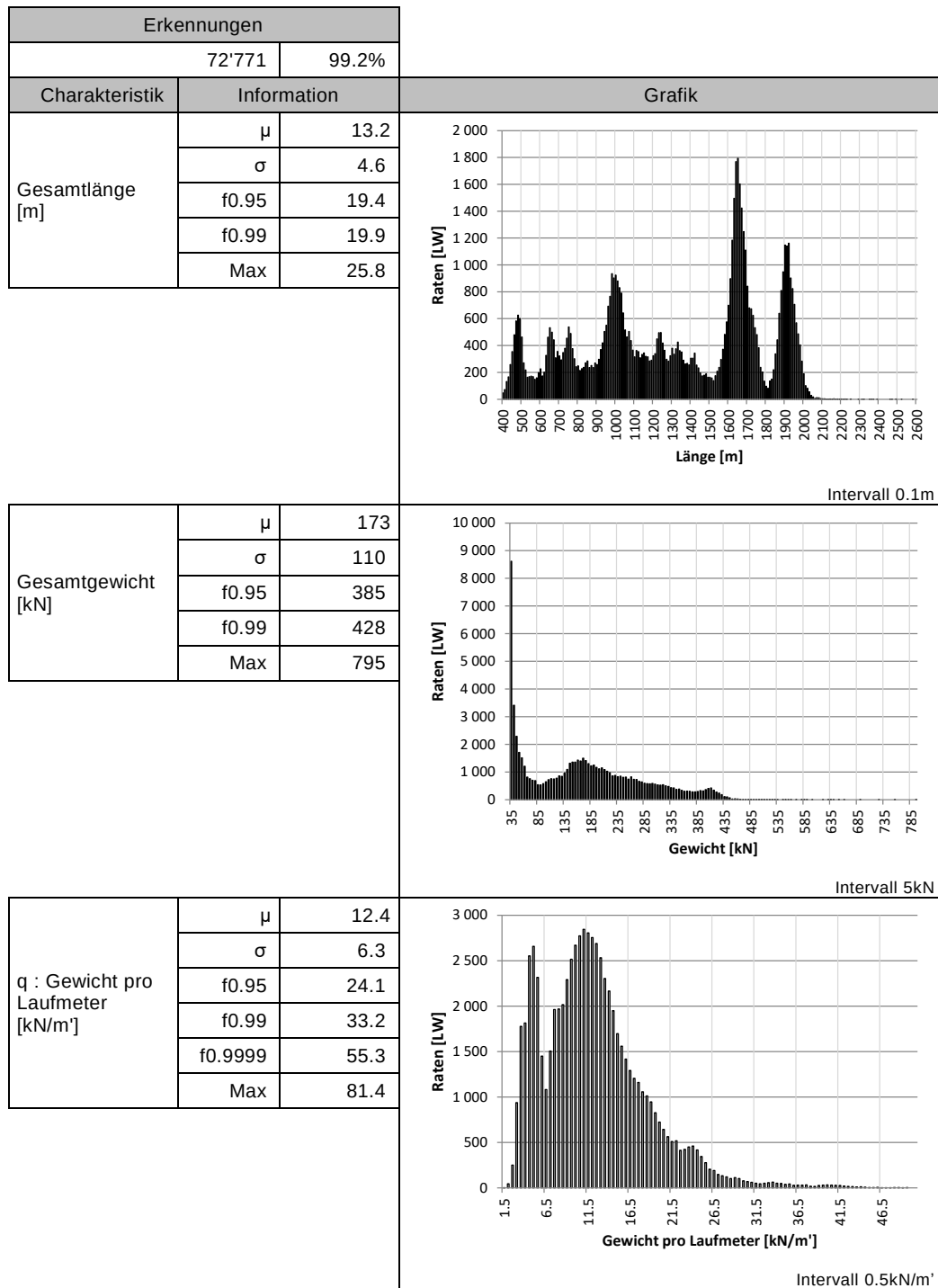


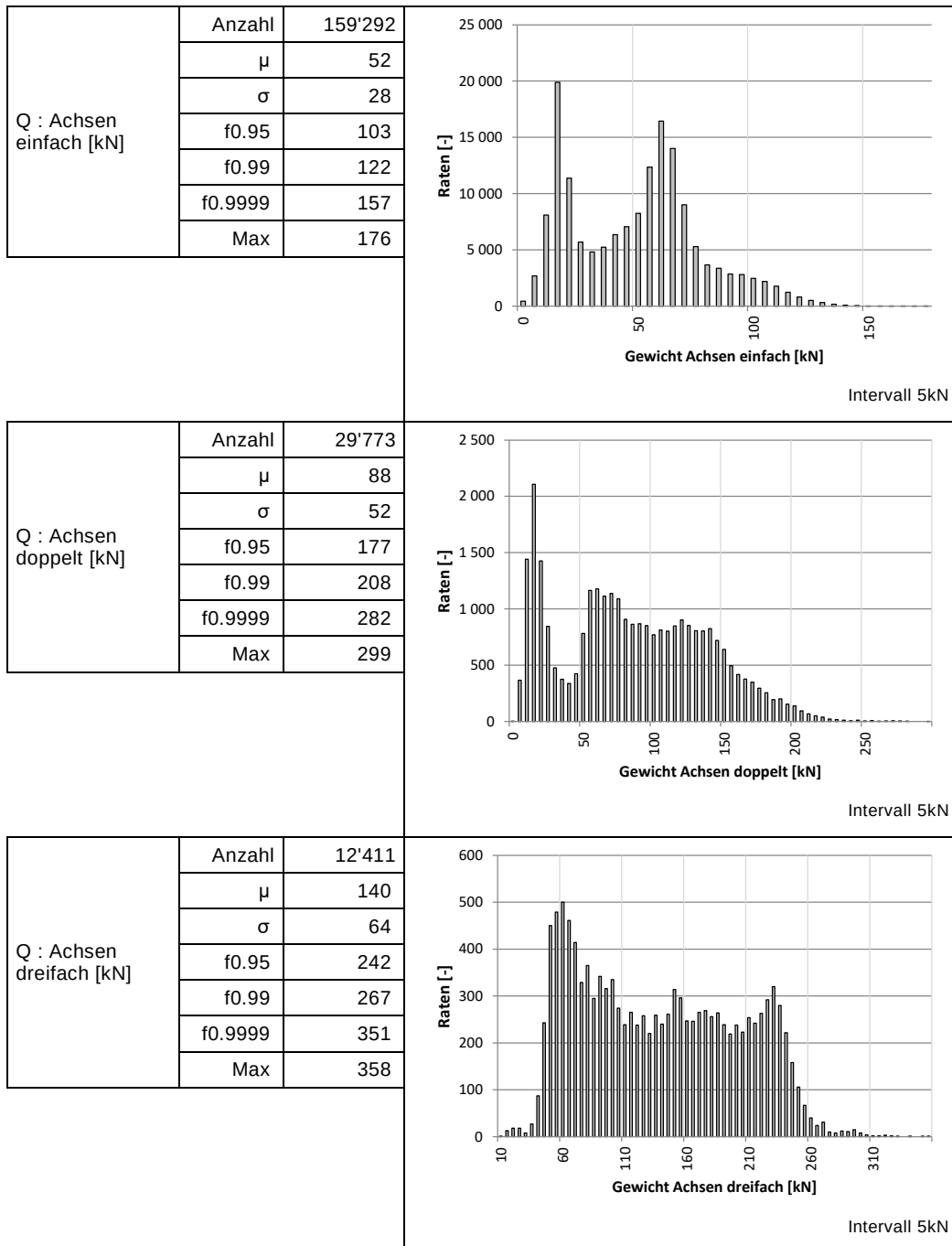




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



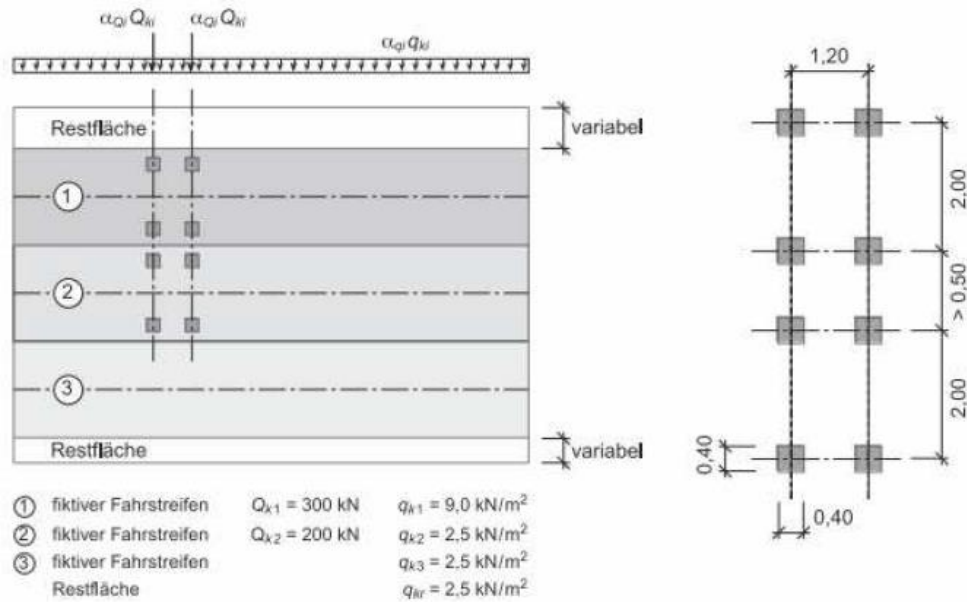


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.2% 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	52	52	103	122	157
Doppelt	88	44	177 (88)	208 (104)	282 (141)
Dreifach	140	47	242 (81)	267 (89)	351 (117)

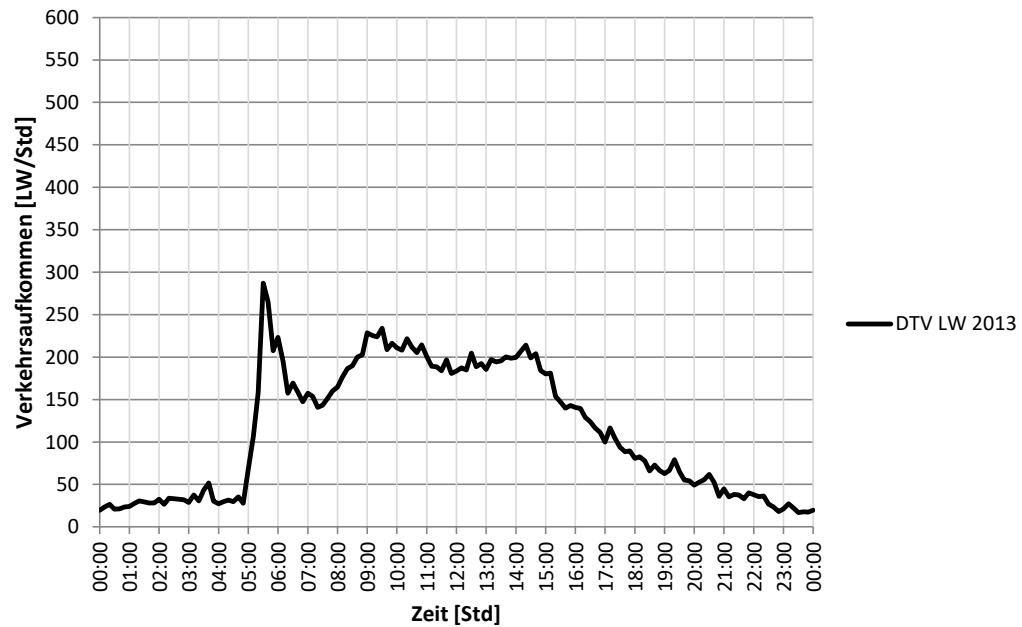
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.4	24.1	33.2	55.3
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.1	8.0	11.1	18.4

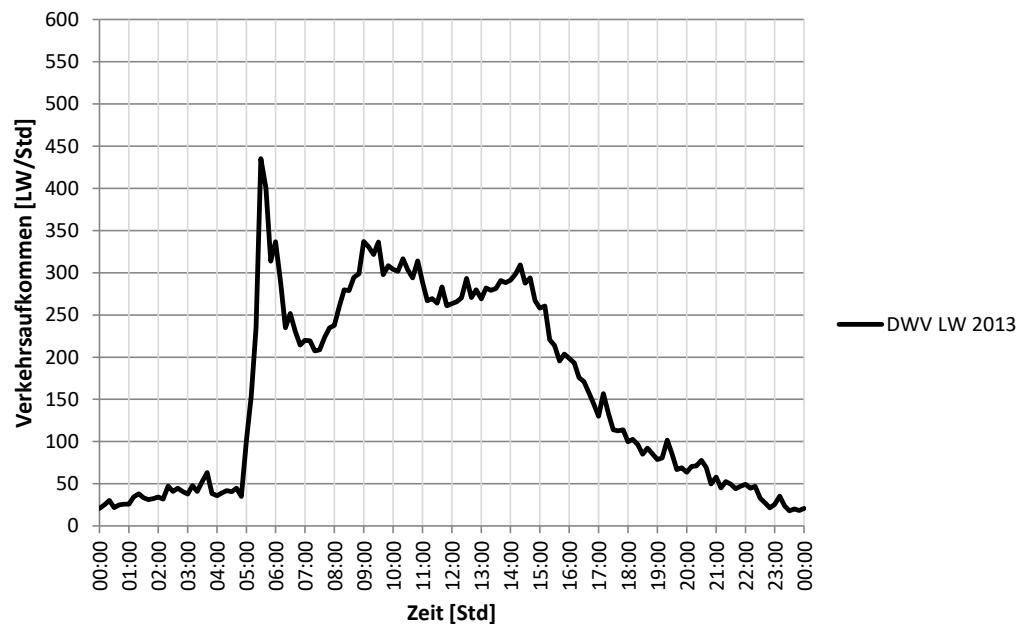
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

Zürich

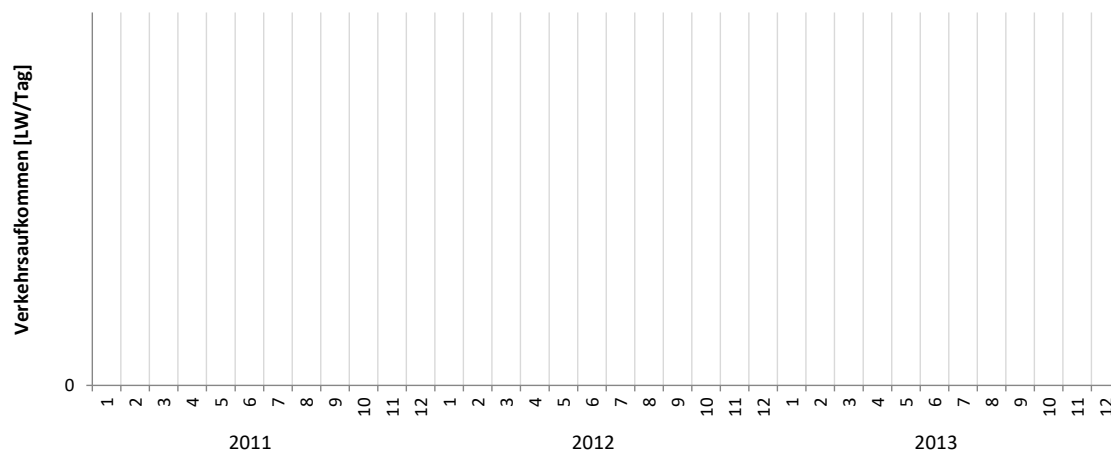


Zürich

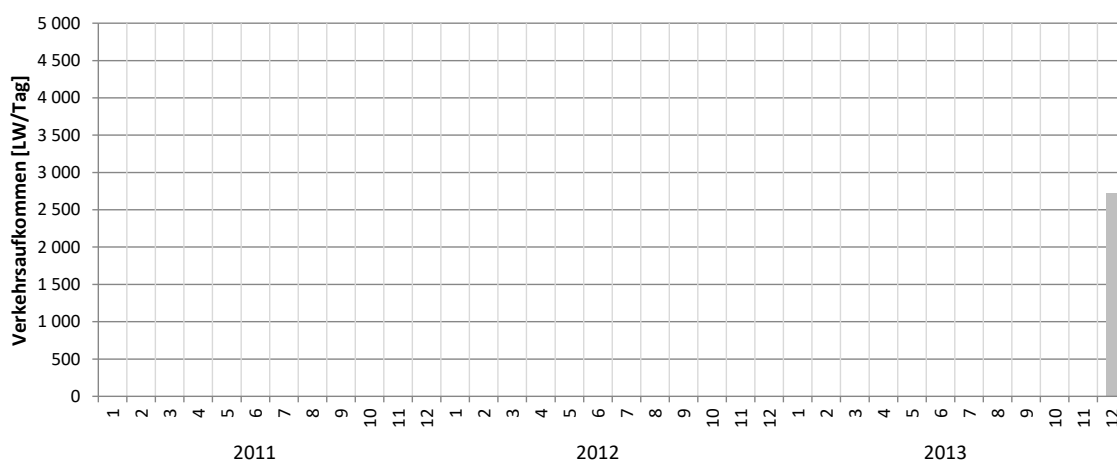


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Winterthur



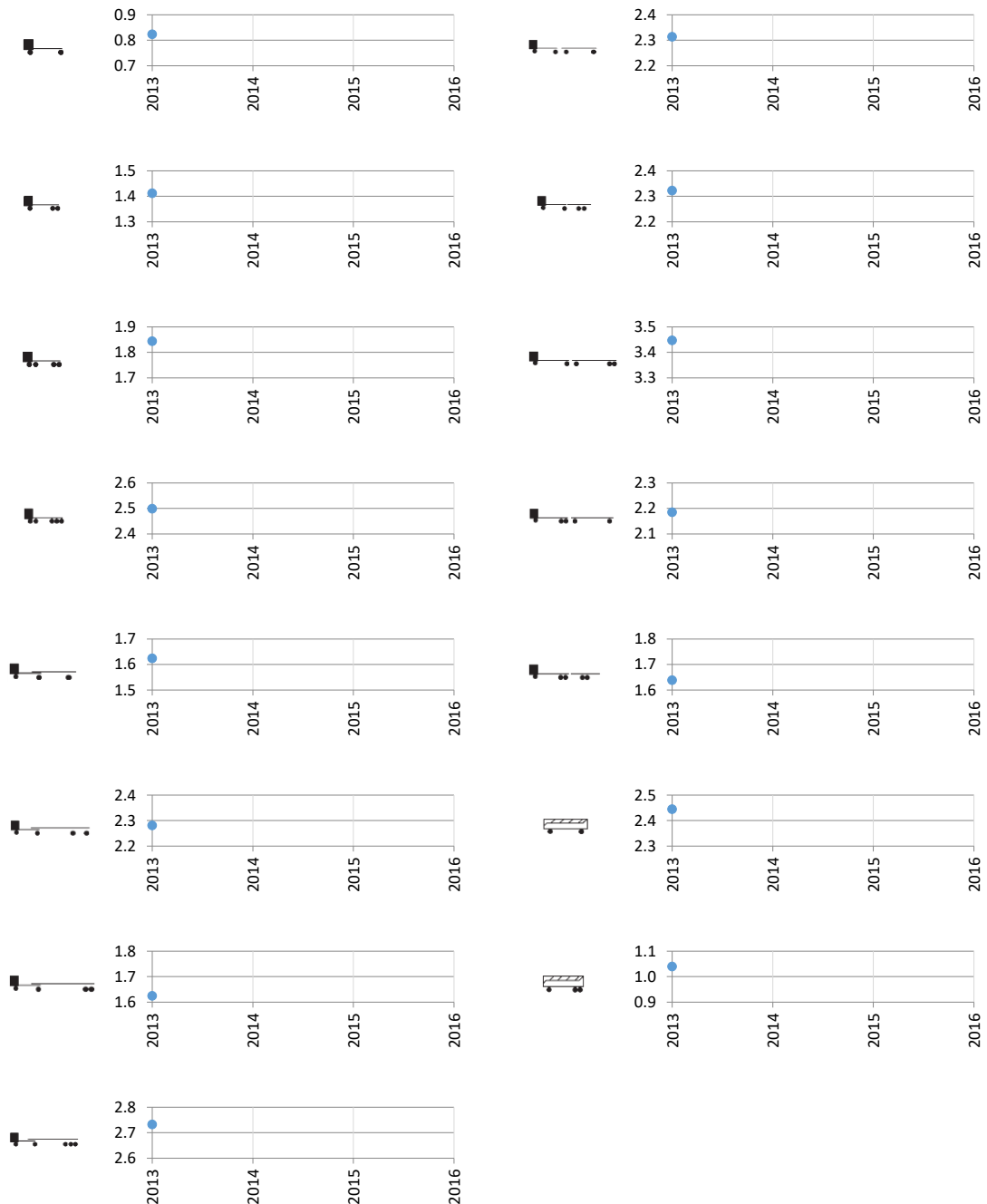
Zürich



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

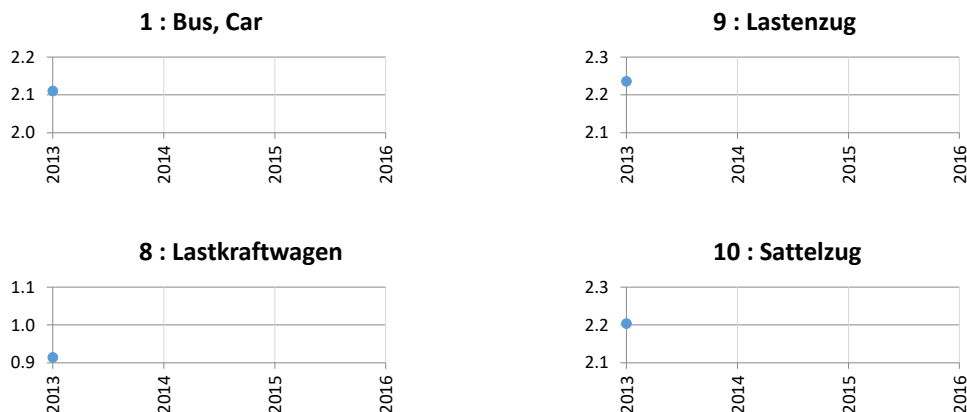
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



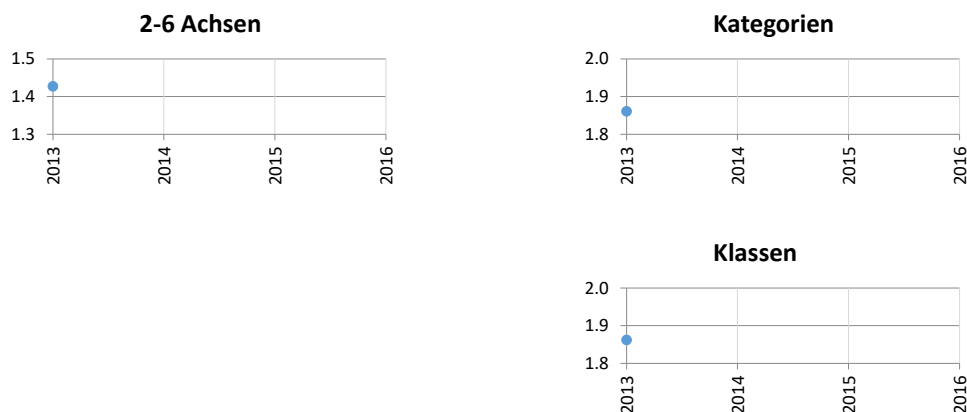
Schwarz : Richtung Winterthur ; Blau : Richtung Zürich.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



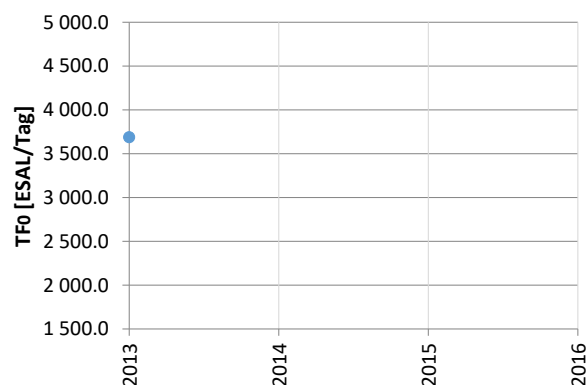
Schwarz : Richtung Winterthur ; Blau : Richtung Zürich.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Winterthur ; Blau : Richtung Zürich.

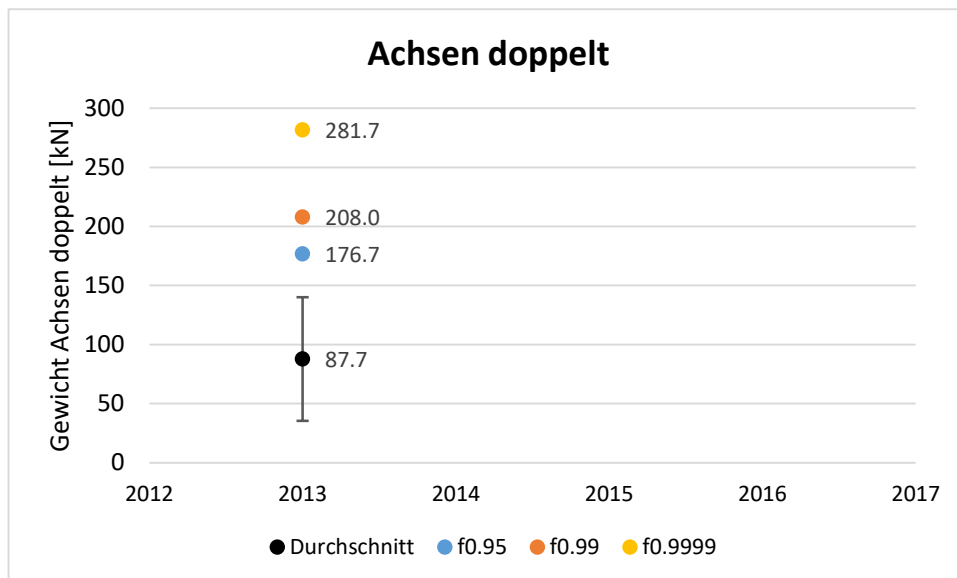
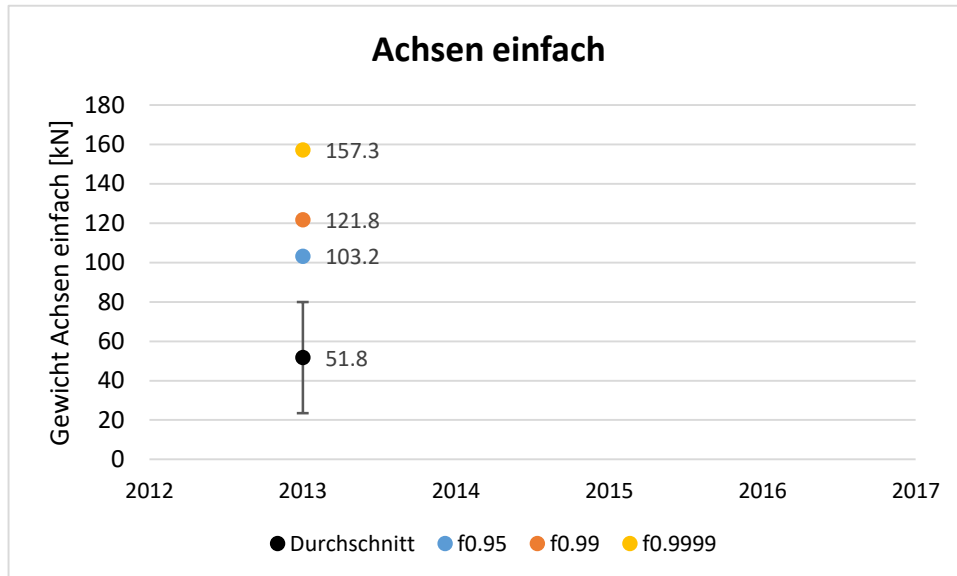
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

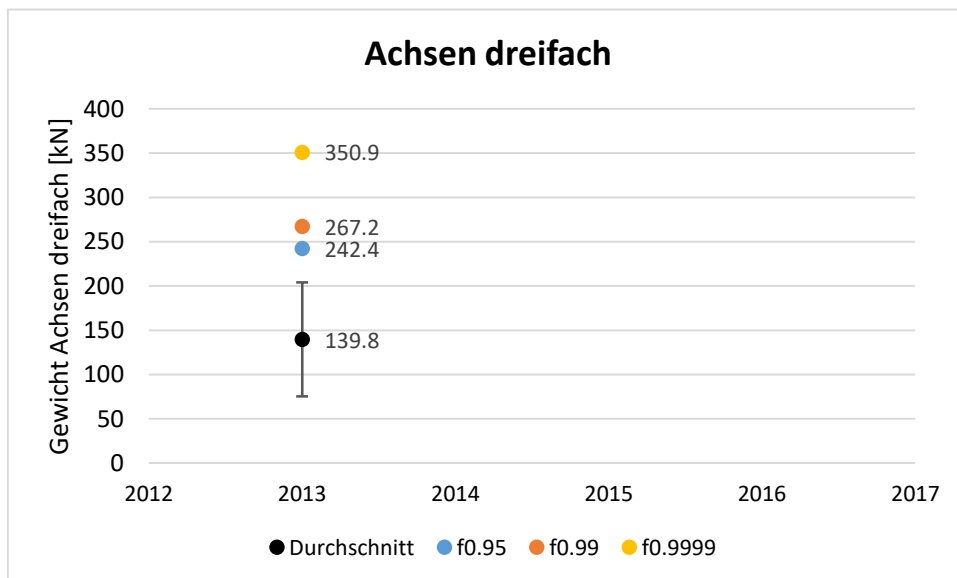


Schwarz : Richtung Winterthur ; Blau : Richtung Zürich.

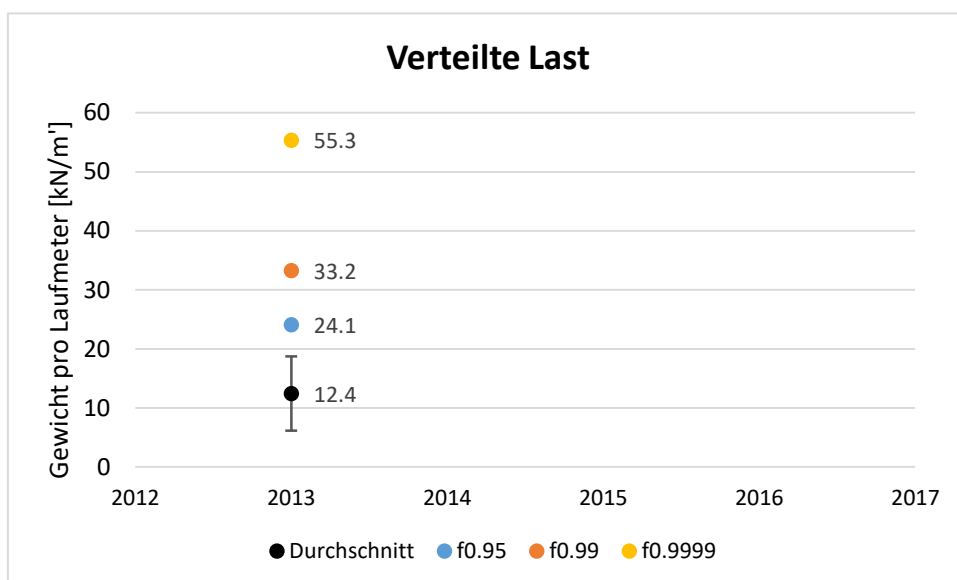
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	In 2013 in Betrieb gesetzt	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Winterthur : Richtung Zürich :	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Winterthur : Richtung Zürich :	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Winterthur : Richtung Zürich :	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Winterthur : Richtung Zürich :	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	- / 0 Tage	
Ausgeschlossen :	1.21%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	-	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	25.3%	
Inkohärente Umrisse :	30.3% davon 28.4% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.9% 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.