



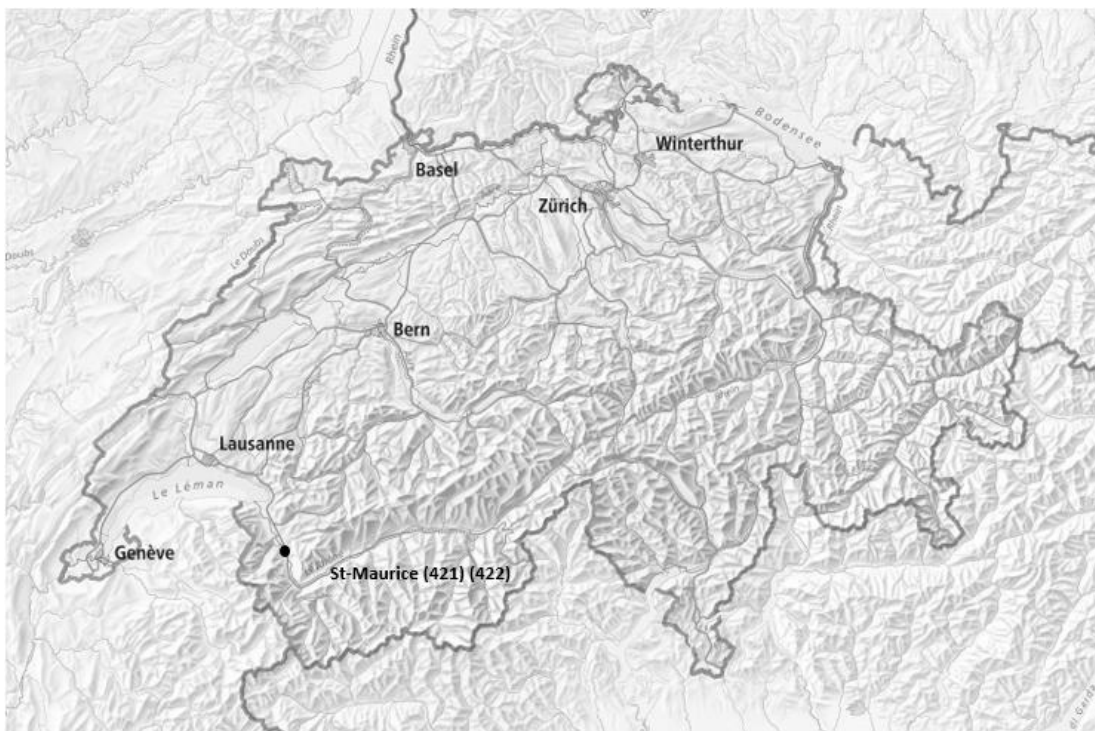
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Saint-Maurice - 2015

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_2015_421_422

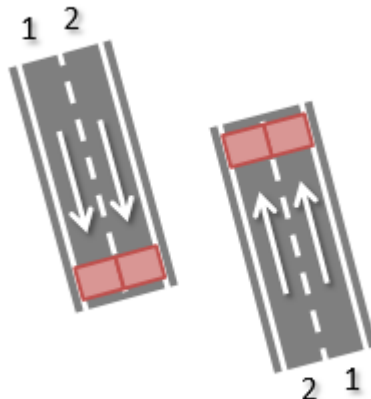
Version 1

Erschaffen am 30.11.2017 – MAF

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
1	Datenblatt.....	4
2	Integrität der Daten	6
3	Statistikbearbeitung.....	7
3.1	Jährliche Stundenaufteilung	7
3.2	Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen)	8
3.3	Tägliche Stundenverteilung.....	9
3.4	Fahrzeugerkennung	11
3.4.1	Nach Monat	11
3.4.2	Nach Anzahl Achsen	12
3.4.3	Nach Klasse SWISS10	12
3.4.4	Nach Gewichtskategorie	13
3.4.5	Dominierender Umriss	13
4	Vorlage nach Norm SN 640 320	14
4.1	Aufteilung zwischen den Fahrspuren	14
4.2	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen	14
4.3	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien.....	14
4.4	Mittlerer Äquivalenzfaktor.....	15
4.5	Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324.....	15
4.6	Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates	15
5	Charakteristik der Lastwagen	16
5.1	Charakteristik der Lastwagen-Kategorien.....	16
5.2	Globale Charakteristik der Proben	20
6	Vorlage nach Norm SIA 261	22
6.1	Vorlage der Last 1 nach SIA 261	22
6.1.1	Konzentrierte Last Q	22
6.1.2	Verteilte Last q	22
7	Tendenz.....	23
7.1	Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung	23
7.2	Entwicklung der Erkennung nach Monat	25
7.3	Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320	26
7.3.1	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse	26
7.3.2	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie	27
7.3.3	Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors	27
7.3.4	Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....	27
7.4	Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261	28
7.4.1	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....	28
7.4.2	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....	29
8	Vertrauensebene	30
	Bibliografie.....	31

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spur
Saint-Maurice	VS	A9	421 / 422	F1	III	2	2 + 2
Lage							
421 : Richtung Sitten  422: Richtung Lausanne							
Speicherungen							
Art der Datei :			Tägliche Datei				
Format der Datei :			NoASTRAJAHRMONATTAG.erweiterung				
Ausbau der Datei :			*.V00, *.V01				
Filter Gewicht Fahrzeug :			> 2998 kg				
Einteilung SWISS :			SWISS10				
Datendatei							
Fehlende tägliche Dateien			12.06.2015 – 14.06.2015 (421) 16.06.2015 – 09.07.2015 (421) 12.06.2015 – 14.06.2015 (422) 16.06.2015 – 09.07.2015 (422)				
Potentieller Datenverlust			29.09.2015 – 02 : 35 bis 03 : 05 (421) 10.11.2015 – 06 : 07 bis 06 : 08 (421) 24.11.2015 – 08 : 42 bis 08 : 43 (421) 22.12.2015 – 06 : 14 bis 06 : 15 (421) 18.08.2015 – 05 : 21 bis 05 : 23 (422) 13.10.2015 – 10 : 37 bis 10 : 38 (422) 10.11.2015 – 09 : 28 bis 09 : 29 (422) 24.11.2015 – 06 : 00 bis 06 : 01 (422) 08.12.2015 – 08 : 11 bis 08 : 12 (422) 22.12.2015 – 07 : 45 bis 07 : 46 (422)				
Besondere Ereignis							
1)	25.09.2015 – 11 : 03 bis 11 : 33 (421)			Verdopplung der Datendatei. Nichtübereinstimmung der Speicherungen.			
2)	25.09.2015 – 11 : 21 bis 11 : 22 (422)			Verdopplung der Datendatei. Nichtübereinstimmung der Speicherungen.			
Entscheide							
1)	Datei 42150925.V00 von 00 : 00 bis 11 : 03 : aufbewahrte Informationen. Datei 42150925.V00 von 11 : 03 bis 11 : 33 : nichtaufbewahrte Informationen. Datei 42150925.V01 von 11 : 03 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen.						
1)	Datei 42250925.V00 von 00 : 00 bis 11 : 22 : aufbewahrte Informationen. Datei 42250925.V01 von 11 : 21 bis 11 : 22 : nichtaufbewahrte Informationen. Datei 42250925.V01 von 11 : 22 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen.						
Verknüpfung							

Name der Datei :	2015_421_concat.log ; 2015_422_concat.log ;
Anzahl Speicherungen :	847'693 (421) ; 395'566 (422)
Anzahl effektiver Tage :	338.0 (421) ; 338.0 (422)

2 Integrität der Daten

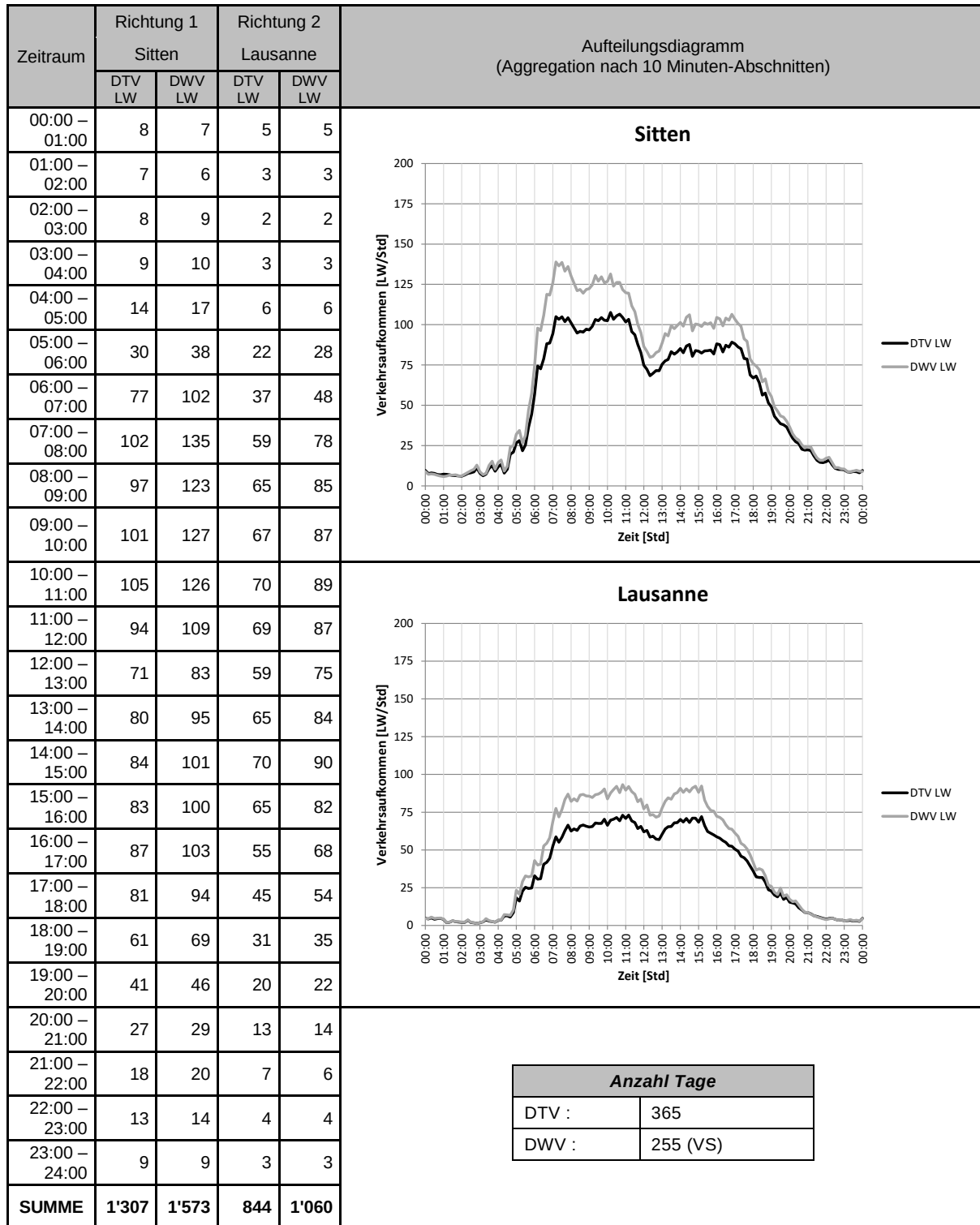
Referenzdokument: [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (249'893 Einträge).
2)	699'735 Einträge Richtung D1 (421). 147 Einträge Richtung D2 (421). 292'257 Einträge Richtung D1 (422). 1'227 Einträge Richtung D2 (422).
3)	Gesamtlänge nichtig (2'704 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (174'592 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (1'027 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (66'741 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (14'221 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (3'747 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (1'911 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2015_421_422_u3500.log).
2)	Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2 (1 Richtung gespeichert)
3)	Ausschluss.
4)	Ausschluss.
5)	Ausschluss.
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2015_421_422.log
Anzahl Einträge :	727'049
Name der Ausschlussdatei :	2015_421_422_exclus.log
Anzahl Einträge :	266'317

Auf einer Gesamtmenge von 1'243'259 Einträge, wurden 249'893 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 266'317 Einträge (26.81%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

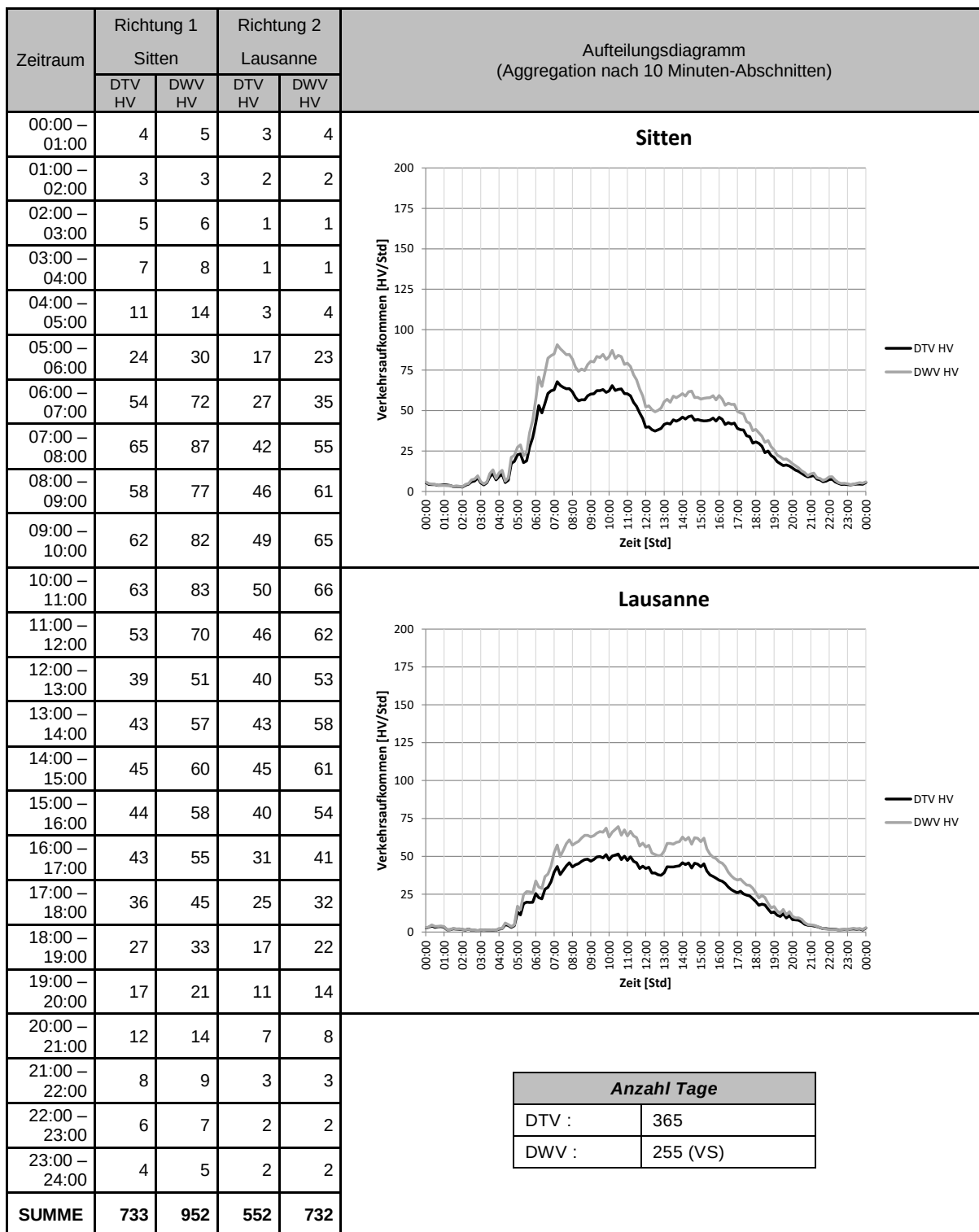
3 Statistikbearbeitung

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)

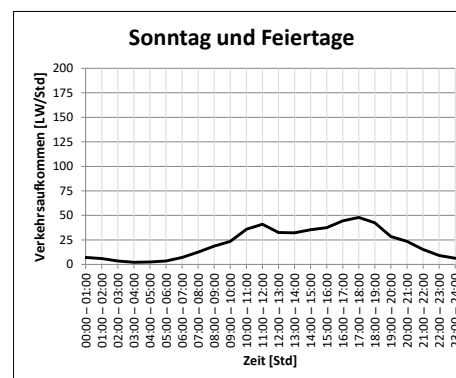
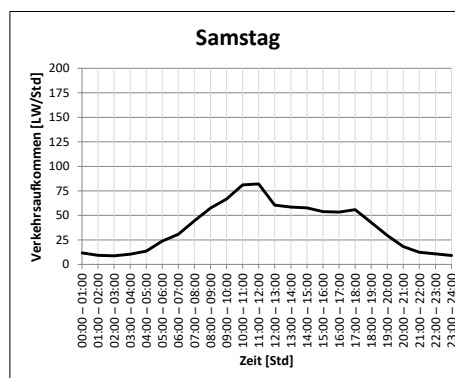
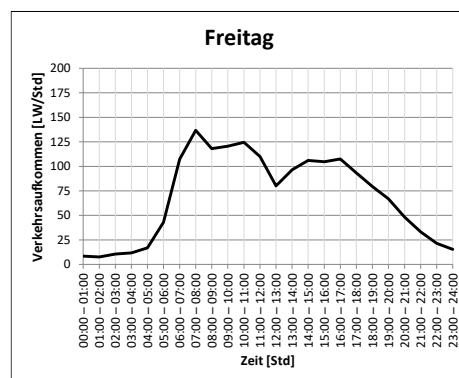
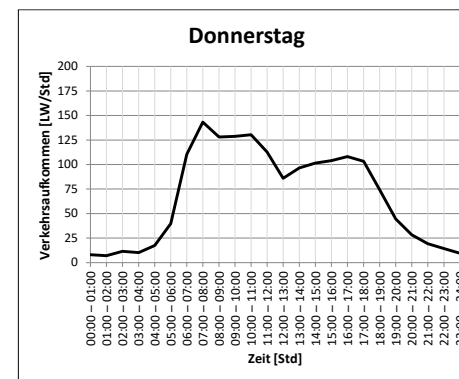
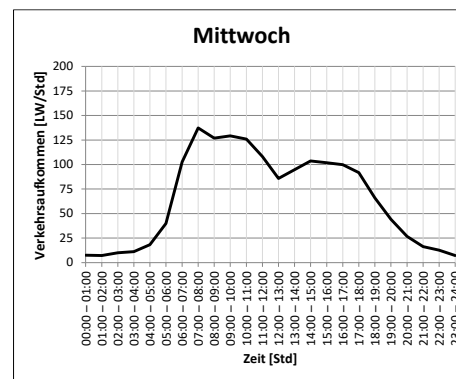
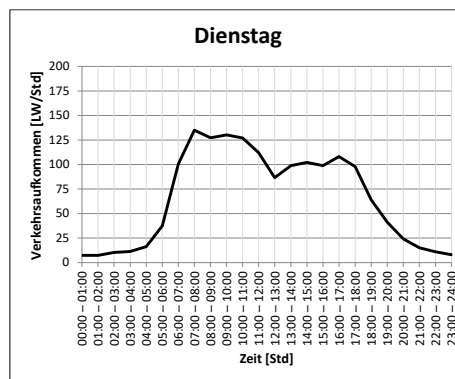
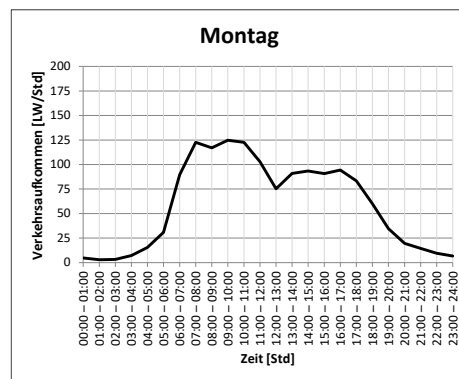


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

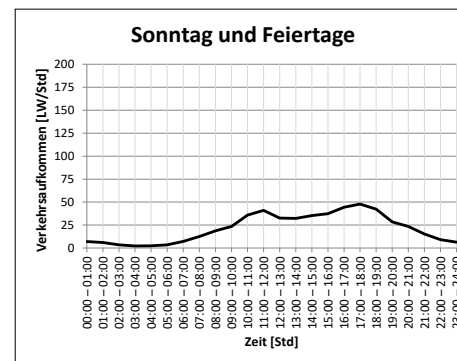
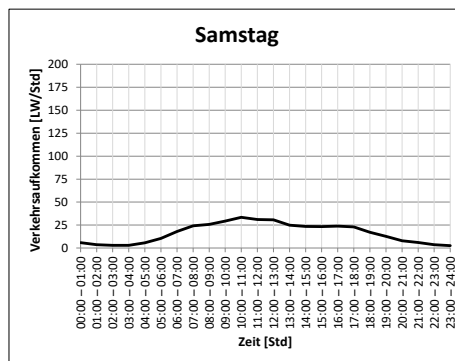
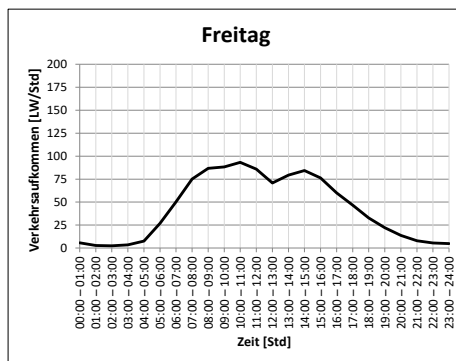
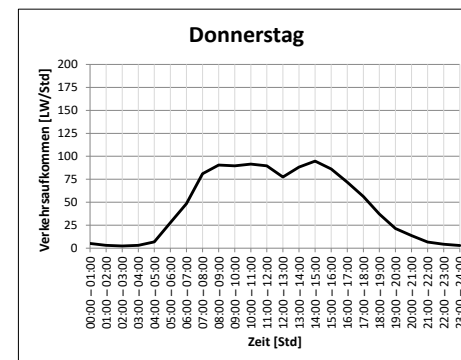
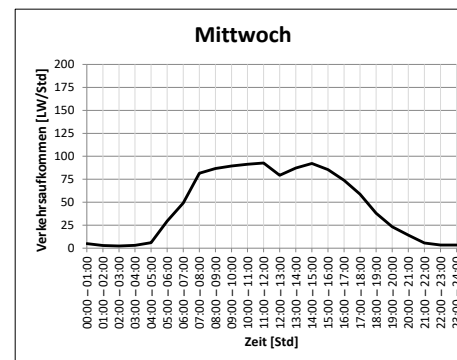
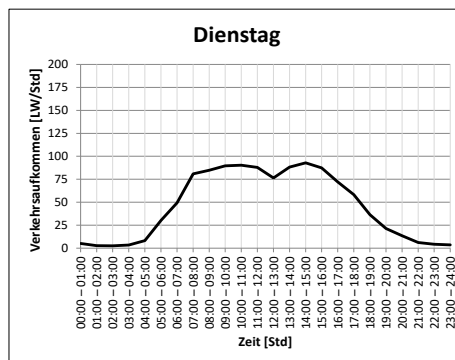
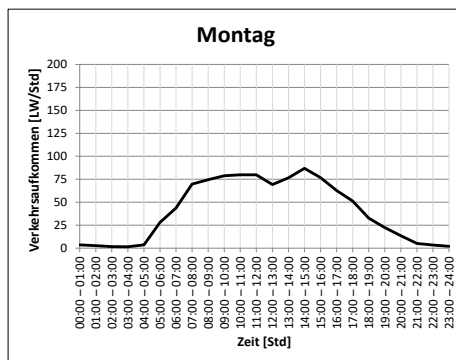
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (VS)	52	51	51	50	51	50	60

Richtung 1 : Sitten (Aggregation nach Stunde)



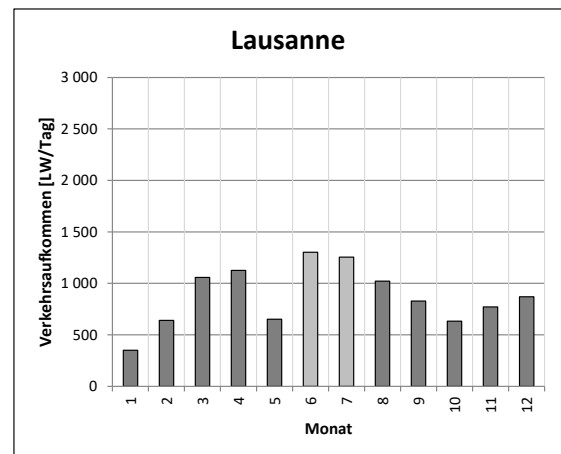
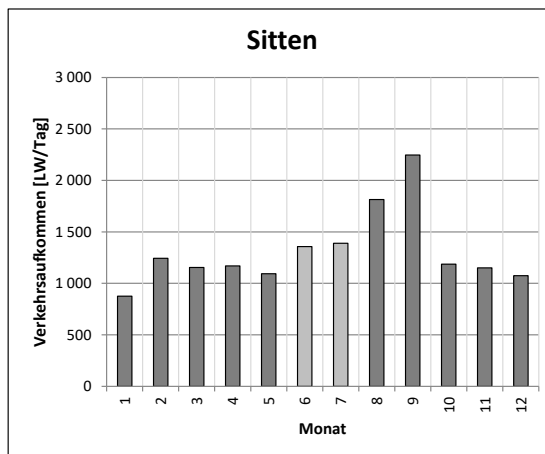
Richtung 2 : Lausanne (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

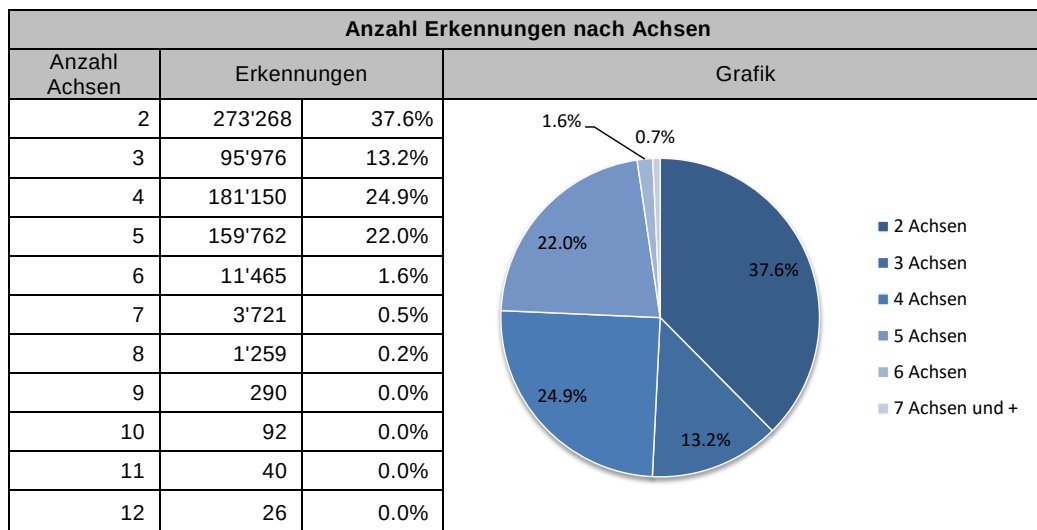
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monate	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne
Januar	27'163	10'872
Februar	34'817	17'961
März	35'788	32'811
April	35'070	33'769
Mai	33'908	20'215
Juni	16'289	15'632
Juli	30'558	27'598
August	56'249	31'680
September	67'392	24'839
Oktober	36'804	19'646
November	34'533	23'170
Dezember	33'305	26'980



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

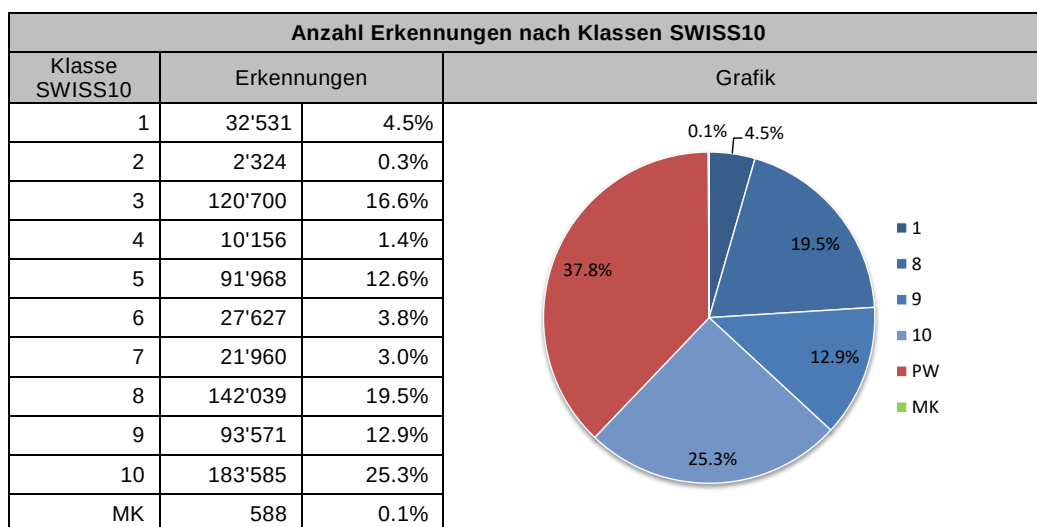
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

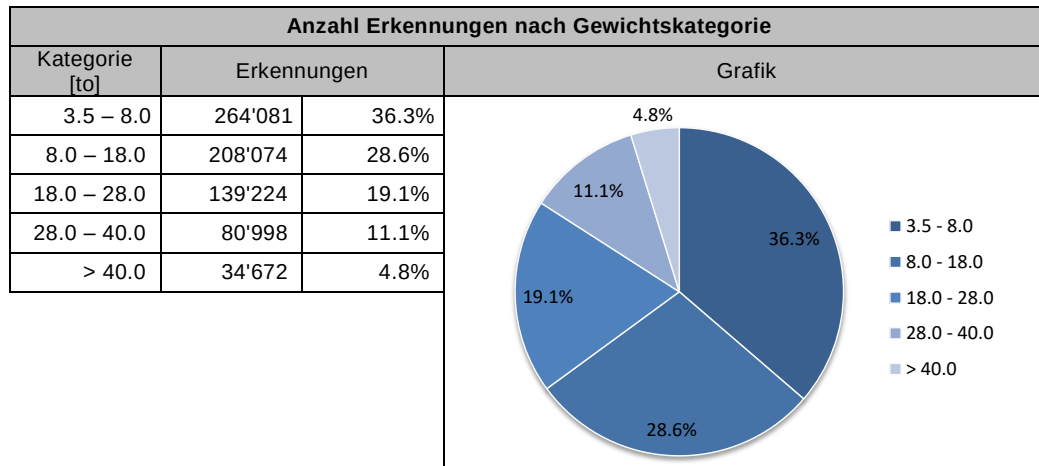
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 274'735 Einträge (Klasse 2 bis 7, 37.8%) 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	Erkennung	
S/S	Unschlüssig			158'399	21.8%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	96'726	13.3%
S/S	0 - - - - 0		8	91'155	12.5%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	55'982	7.7%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	37'648	5.2%
S/S/S	Unschlüssig			33'768	4.6%
S/S/Ta	Unschlüssig			29'545	4.1%
S/Ta	0 - - - - 00		8	22'417	3.1%
S/S	0 - - - - 0		1	22'033	3.0%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	19'601	2.7%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	17'532	2.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	13'918	1.9%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	11'282	1.6%
S/Ta	Unschlüssig			10'562	1.5%
S/Ta	0 - - - - 00		1	7'868	1.1%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	7'175	1.0%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	6'037	0.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	4'657	0.6%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	3'200	0.4%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'841	0.3%

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

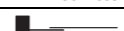
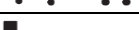
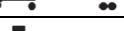
4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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

4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren					
Konfiguration	Richtung 1 : Sitten		Richtung 2 : Lausanne		Auf Basis von :
	1	2	1	2	
2x2 Spuren	48.2%	12.6%	35.5%	3.7%	Anzahl Erkennungen
	52.7%	6.7%	39.1%	1.4%	Gesamtgewicht
	55.4%	3.7%	40.2%	0.7%	Äquivalente Verkehrslast total W

4.2 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Schwerverkehrsklassen						
Umriss	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011
	0.78	0.76	0.7	0.76	0.72	0.6
	1.58	1.43	1.4	2.29	2.03	2.1
	1.92	1.37	1.5	3.44	2.41	2.7
	1.03	2.83	1.9	2.31	6.52	3.0
	1.37	0.75	0.5	1.30	0.68	0.5
	2.98	1.00	1.7	3.08	0.94	1.8
	1.26	1.14	1.8	1.35	1.19	2.2
	2.65	3.08	2.0	3.37	4.05	2.2
	2.29	1.67	2.0	2.28	1.62	1.9
	2.20	1.75	1.7	2.41	1.84	1.6
	3.90	1.54	1.3	4.41	1.67	1.0
	2.39	2.58	2.5	2.98	3.32	2.6
	1.60	1.82	1.2	2.30	2.72	0.9
	2.55	2.51	0.7	2.72	2.68	0.6
	1.15	1.19	1.4	1.58	1.67	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011
1 : Bus, Reisebus	2.14	2.12	2.3	2.38	2.36	2.3
8 : Lastkraftwagen	1.08	0.96	0.9	1.39	1.19	1.0
9 : Lastenzug	2.25	1.96	1.9	2.55	2.22	2.0
10 : Sattelzug	2.16	2.17	1.7	2.65	2.74	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 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.19	1.27	1.6	1.45	1.56	1.7
	97.0%	99.4%		97.0%	99.4%	
Kategorie	1.86	1.73		2.24	2.10	
	55.1%	66.5%		55.1%	66.5%	
Klasse	1.84	1.73		2.22	2.09	
	53.7%	63.8%		53.7%	63.8%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Sitten

$$TF_0 = \frac{441'876 \text{ LW}}{338.0 \text{ Tage}} \cdot 1.19 \cdot \frac{55.4\%}{59.1\%} = 1'455 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{285'173 \text{ LW}}{338.0 \text{ Tage}} \cdot 1.27 \cdot \frac{40.2\%}{40.9\%} = 1'058 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Sitten

$$TF_0 = \frac{441'876 \text{ LW}}{338.0 \text{ Tage}} \cdot 1.45 \cdot \frac{55.4\%}{59.1\%} = 1'771 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{285'173 \text{ LW}}{338.0 \text{ Tage}} \cdot 1.56 \cdot \frac{40.2\%}{40.9\%} = 1'297 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

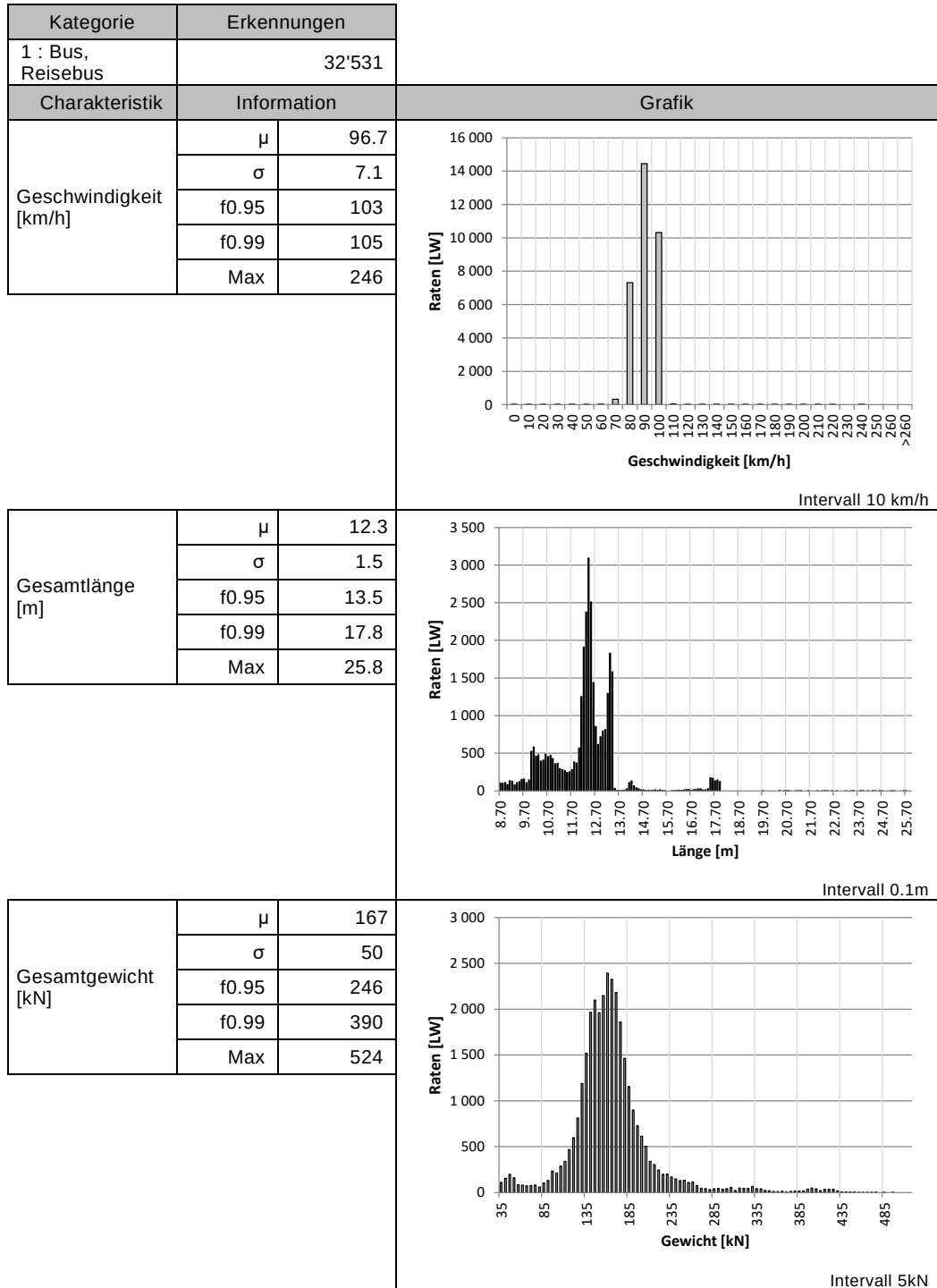
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

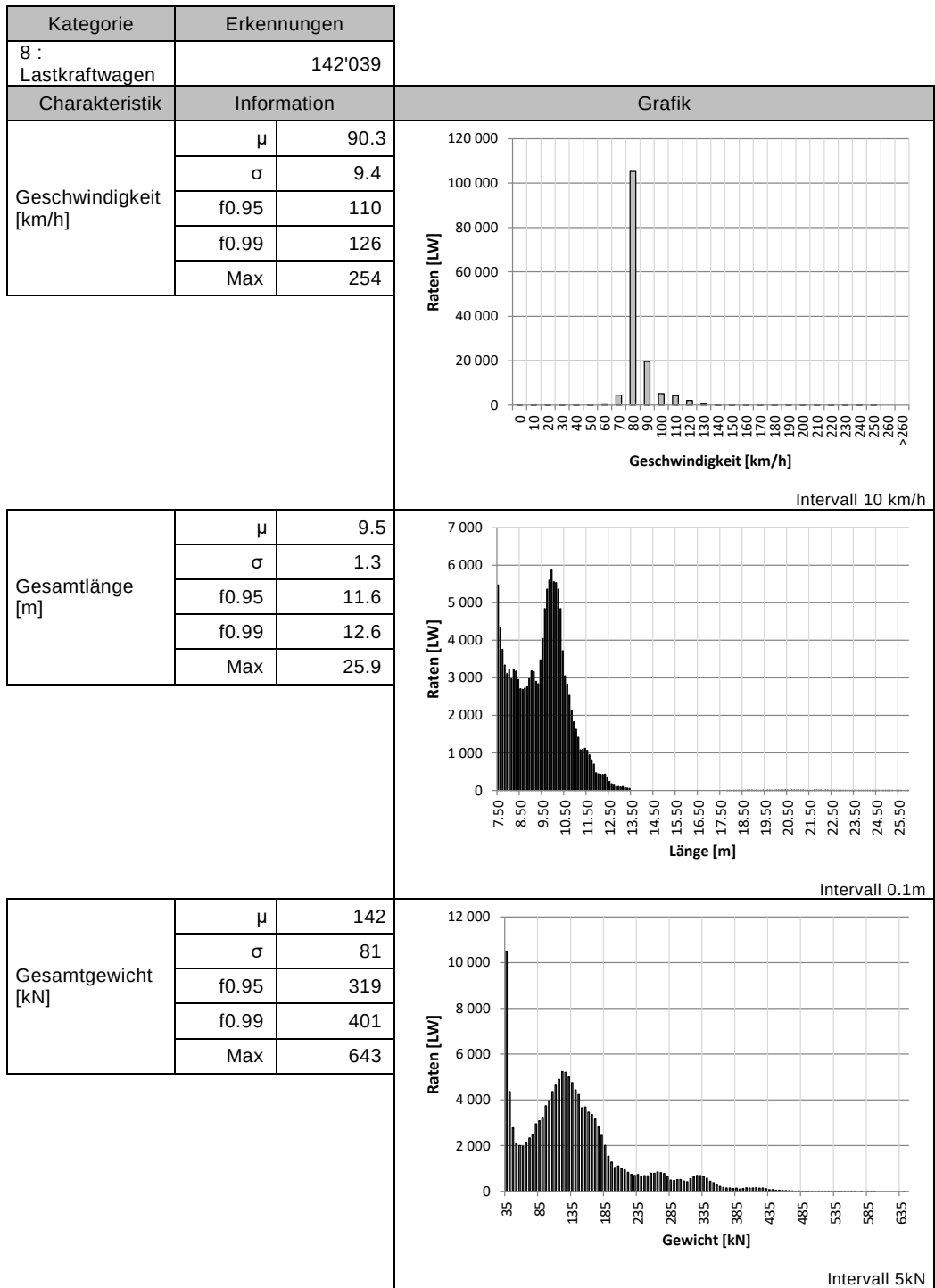
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates		
Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Auf Basis von :
+ 0.2%	- 4.4%	Anzahl Erkennungen
- 1.0%	- 3.0%	Gesamtgewicht
- 1.0%	- 2.2%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

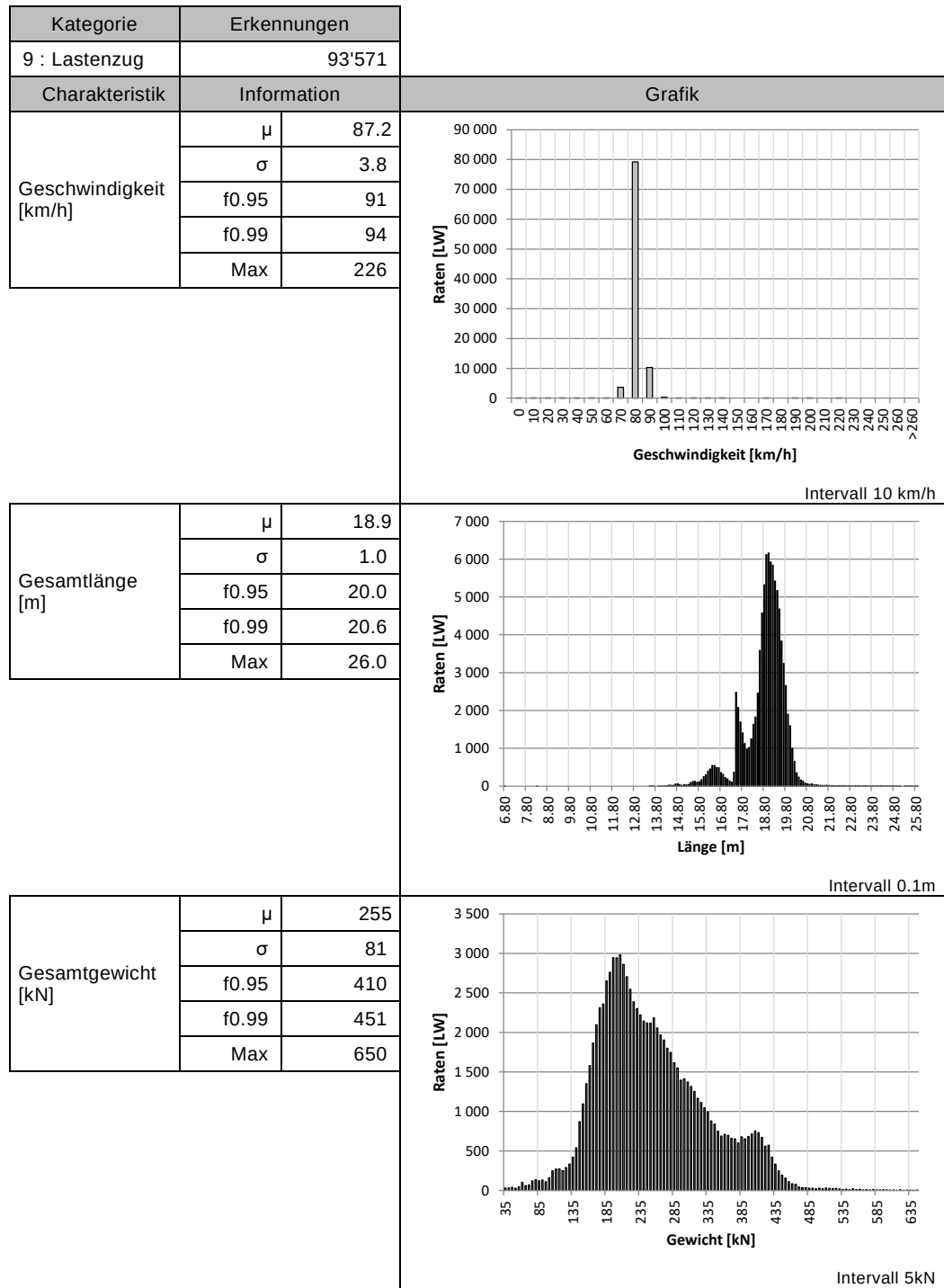
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2013, 2014 und 2015 bestimmt.

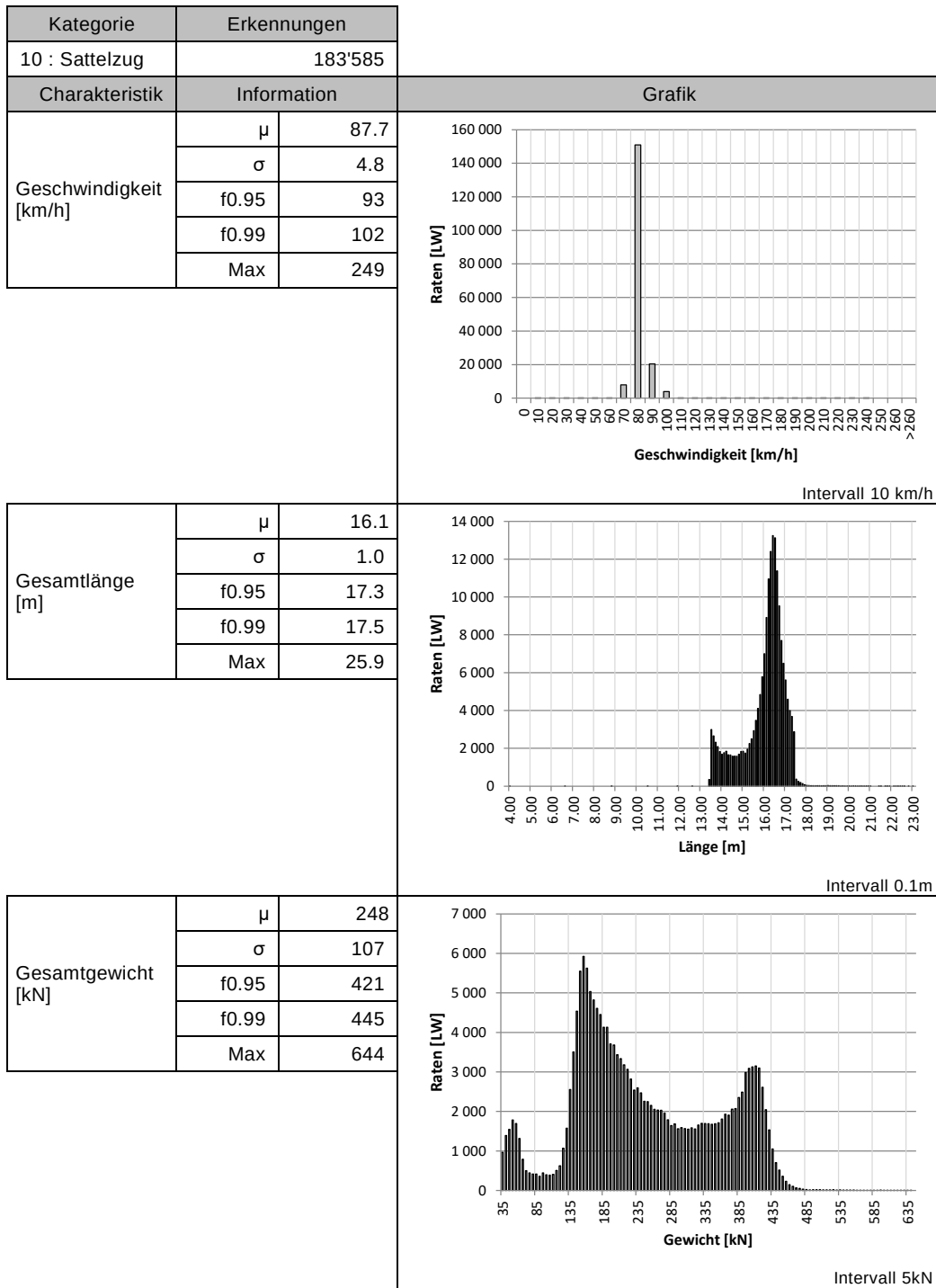
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



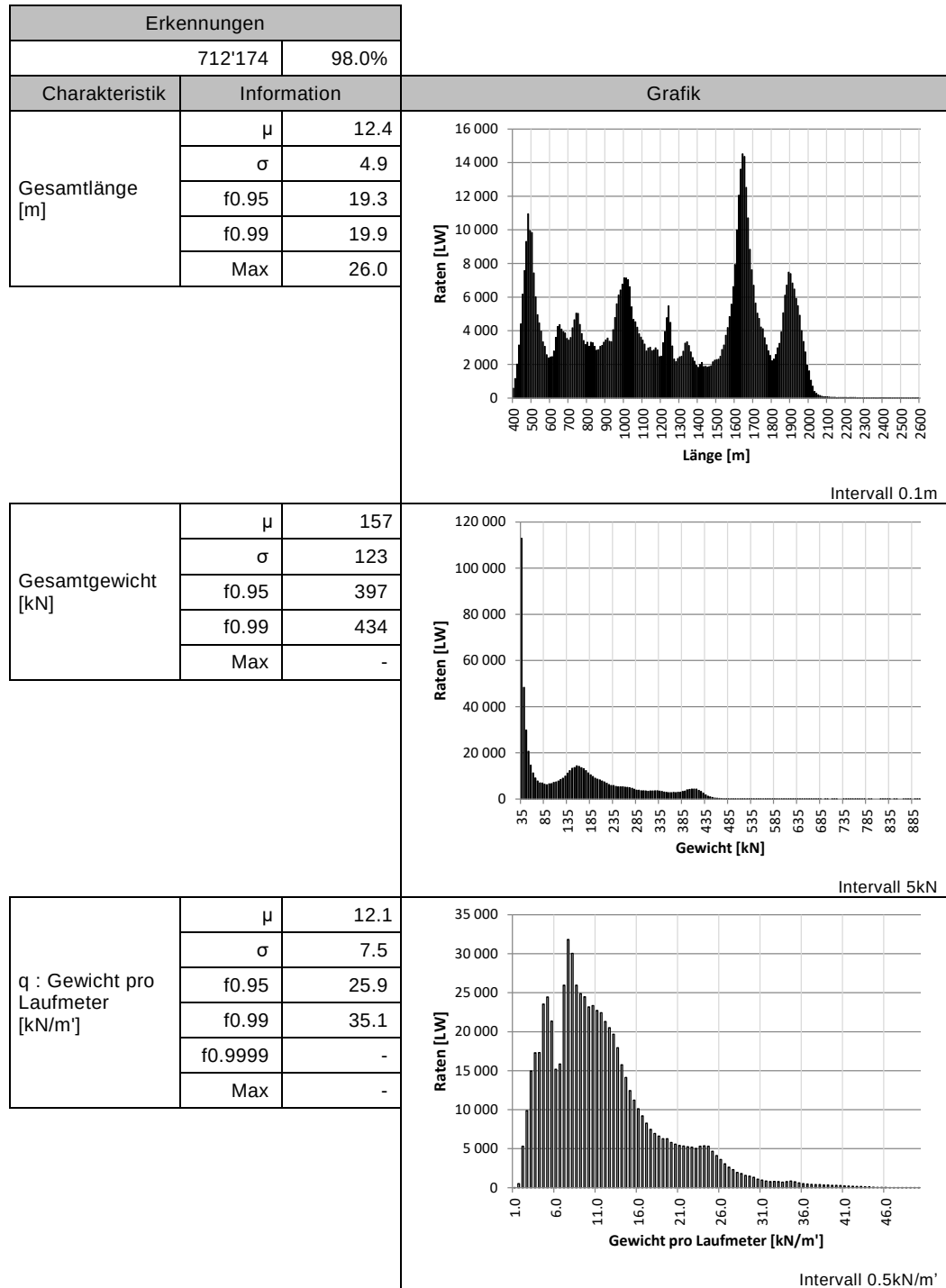


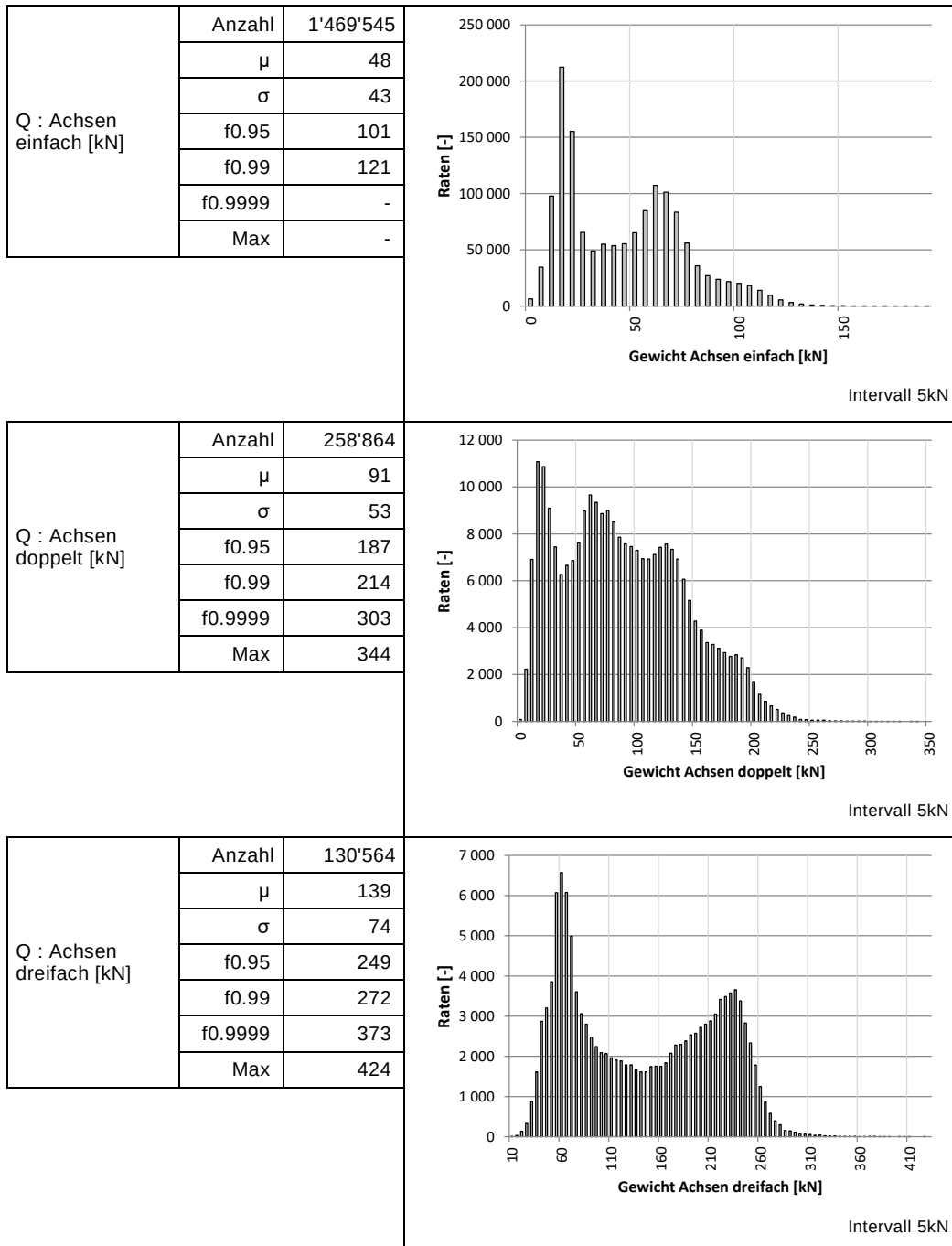




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



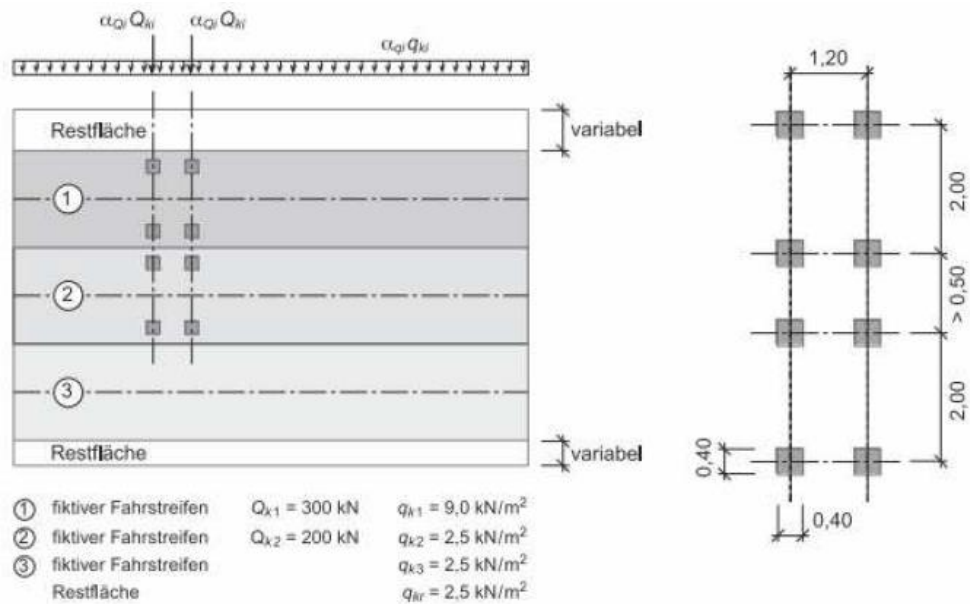


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument: [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 98.0% 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	48	48	101	121	Inkohärent
Doppelt	91	45	187 (94)	214 (107)	303 (151)
Dreifach	139	46	249 (83)	272 (91)	373 (124)

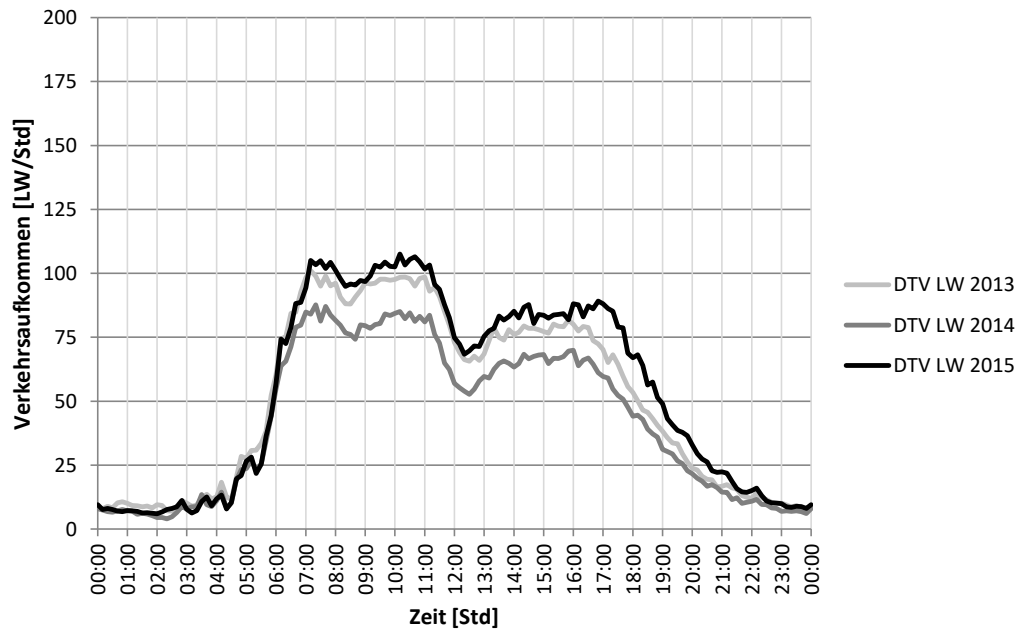
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.1	25.9	35.1	Inkohärent
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.0	8.6	11.7	Inkohärent

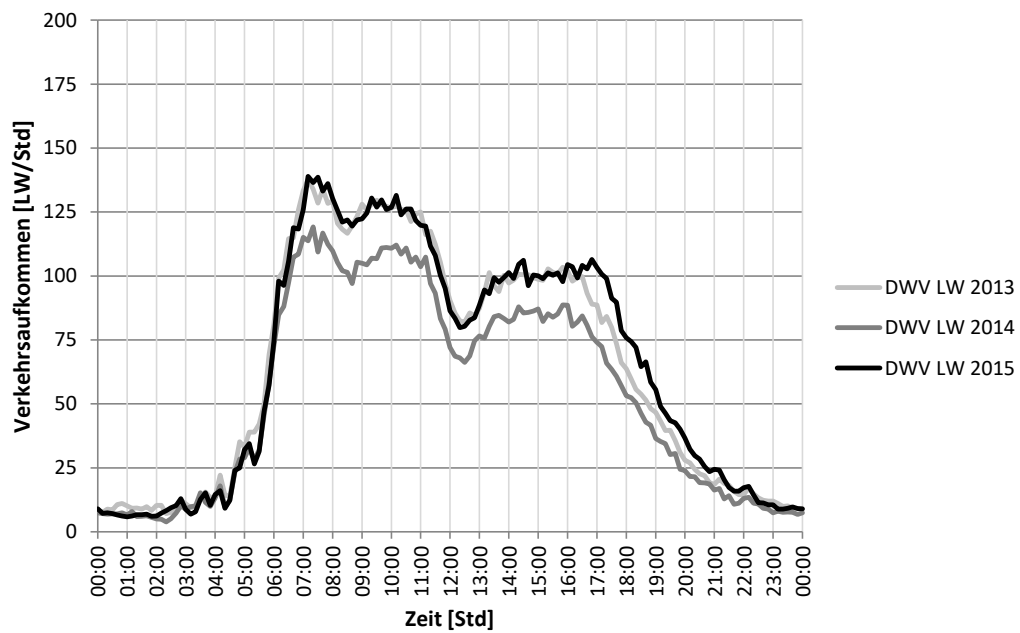
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

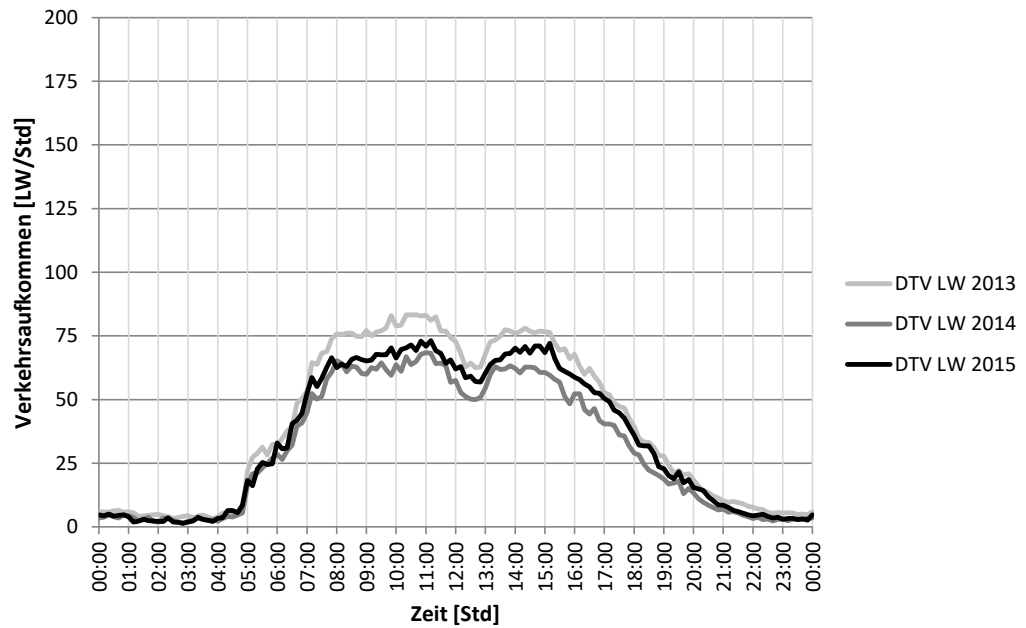
Sitten



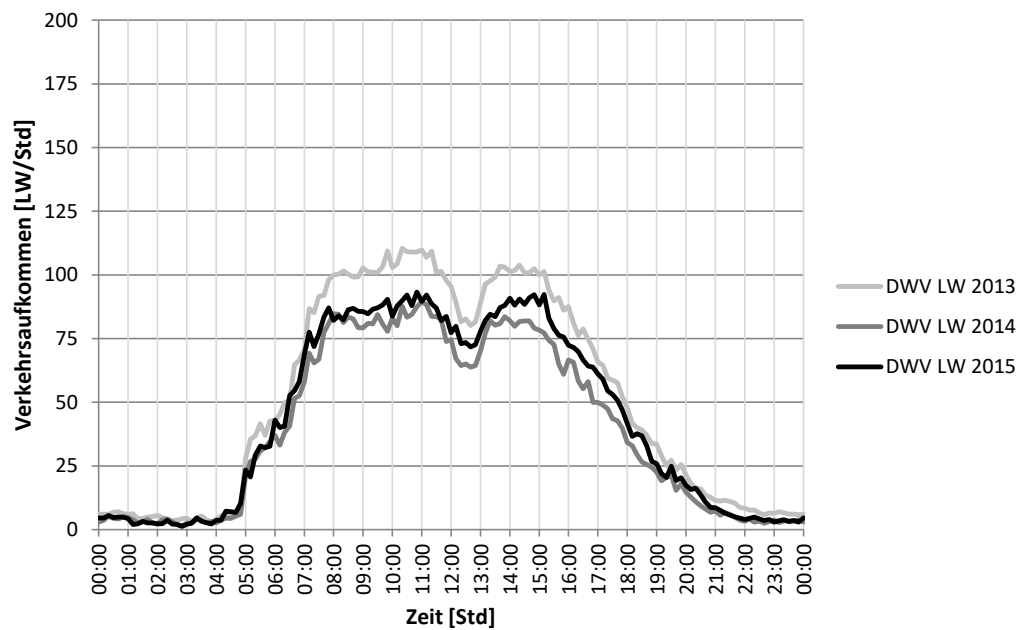
Sitten



Lausanne

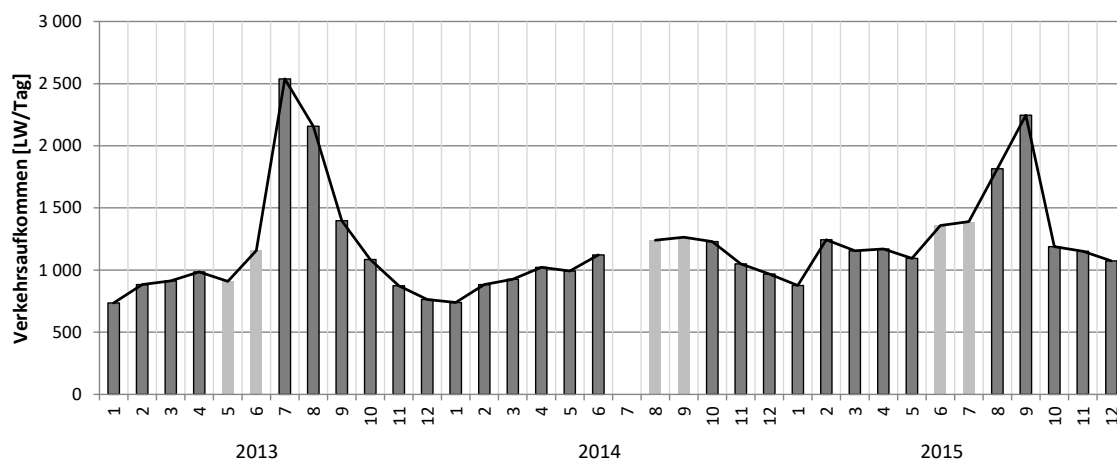


Lausanne

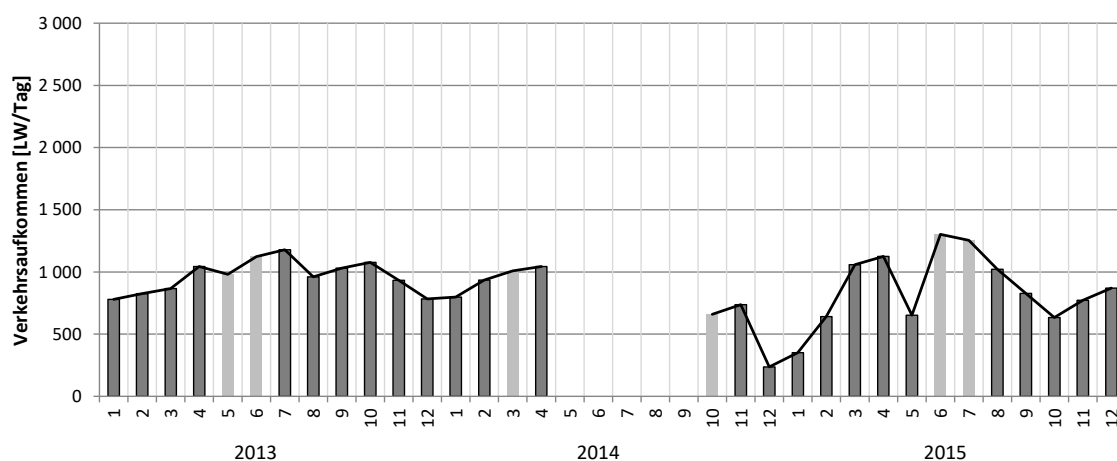


7.2 Entwicklung der Erkennung nach Monat

Sitten



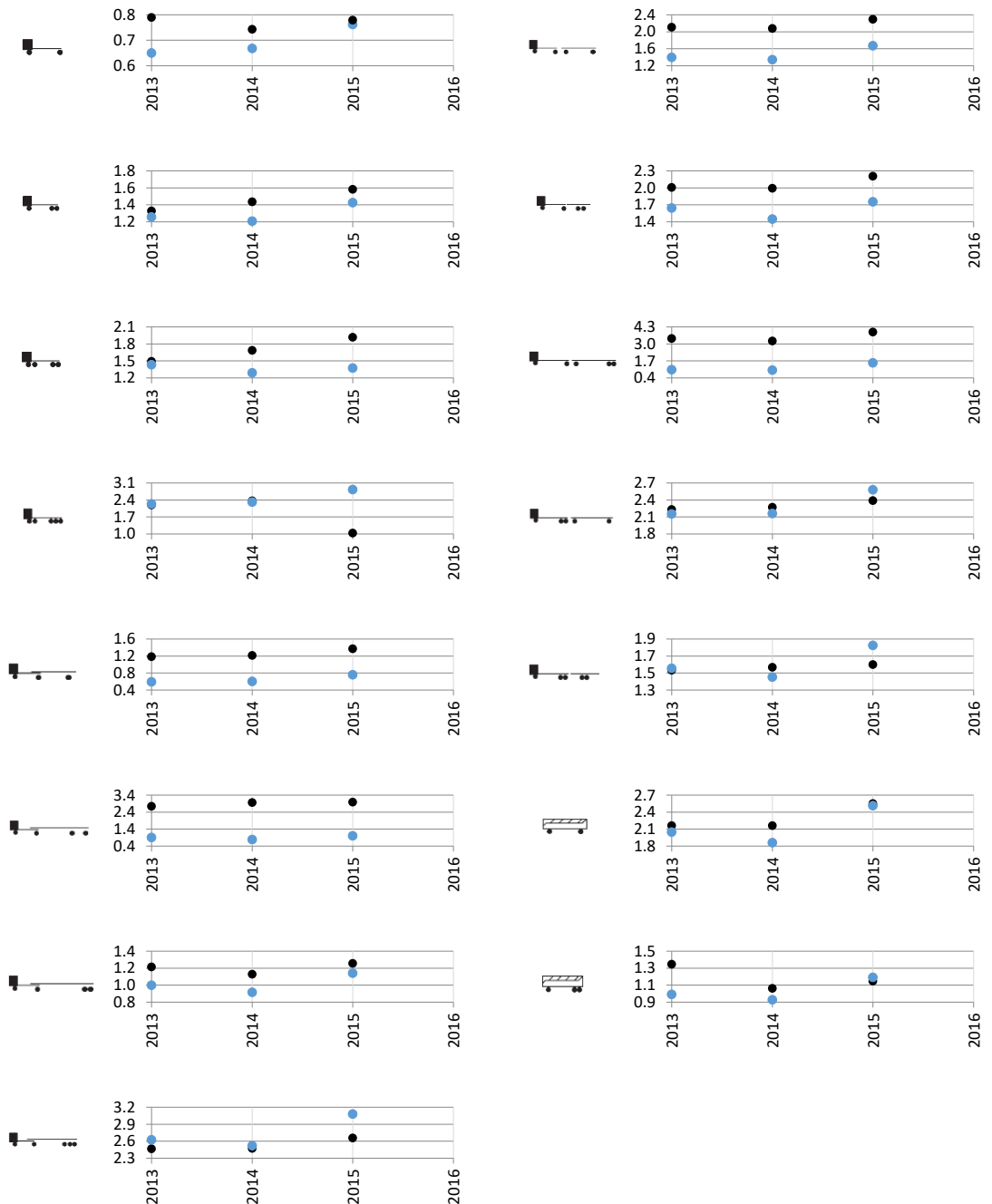
Lausanne



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

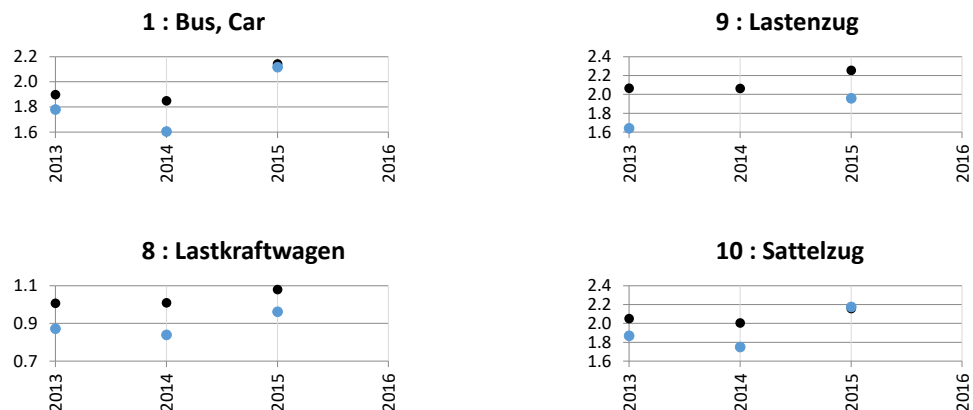
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



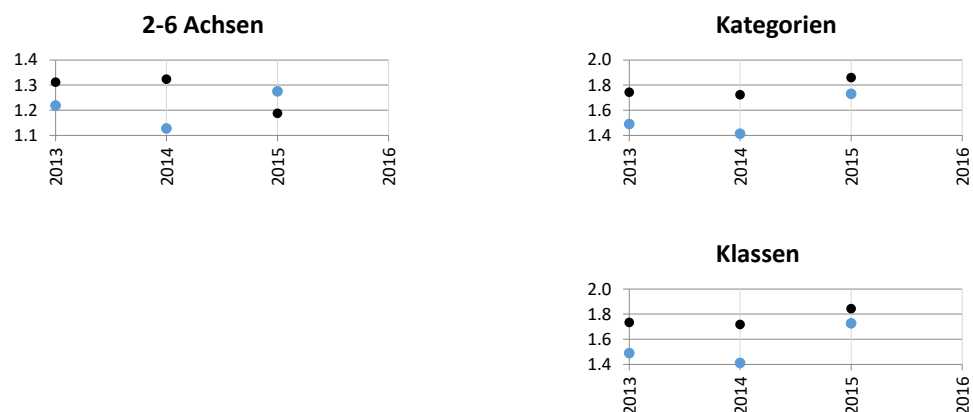
Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



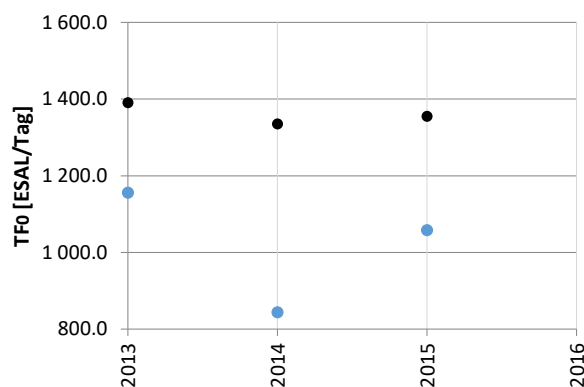
Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

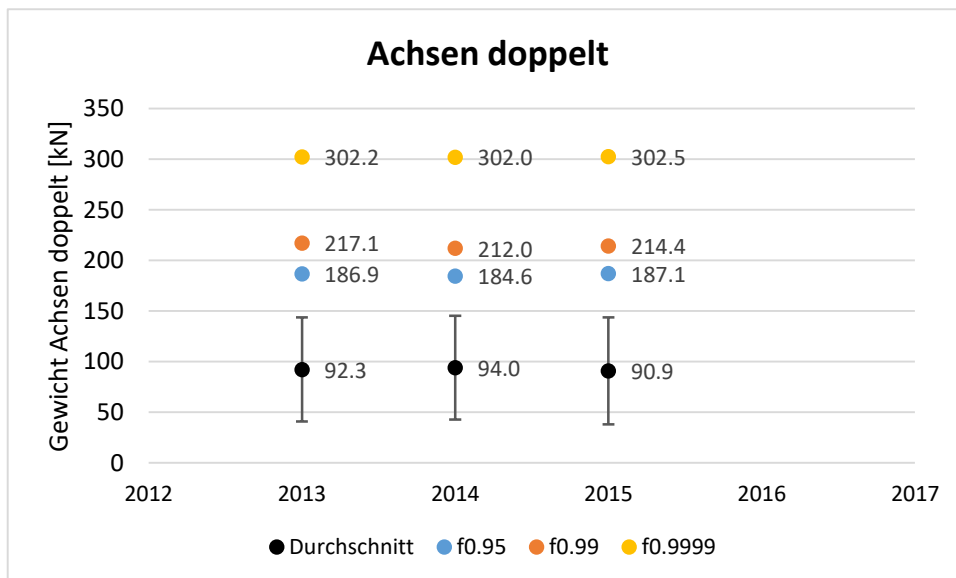
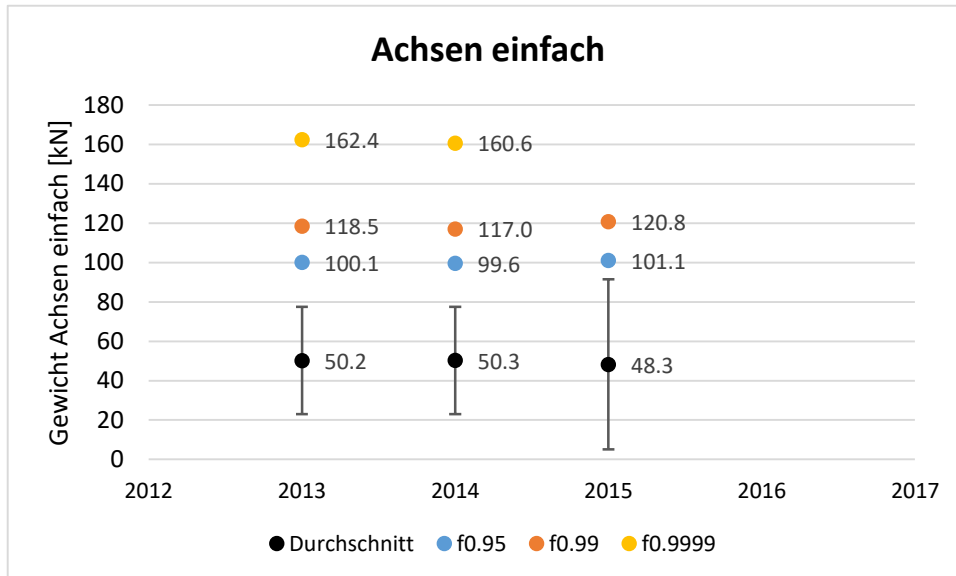
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

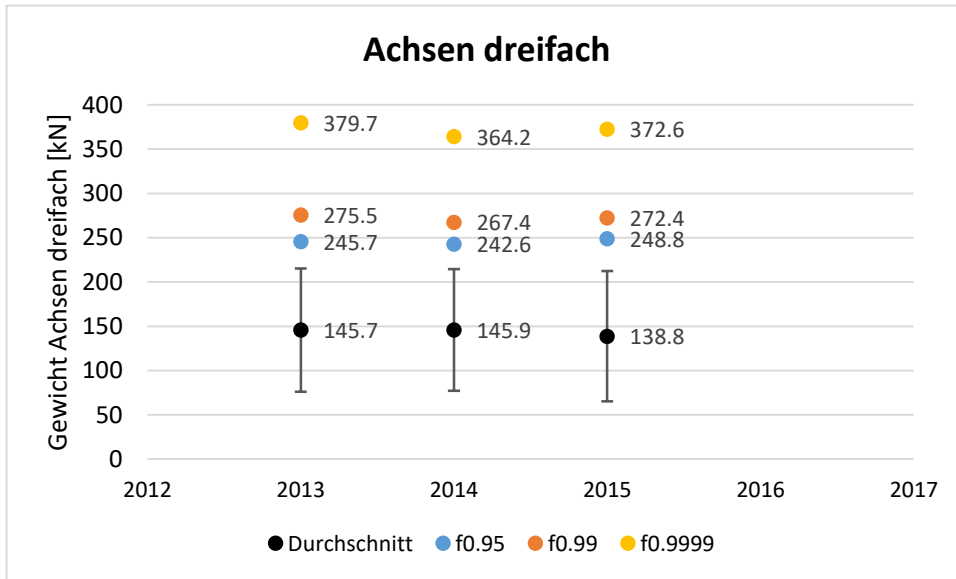


Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

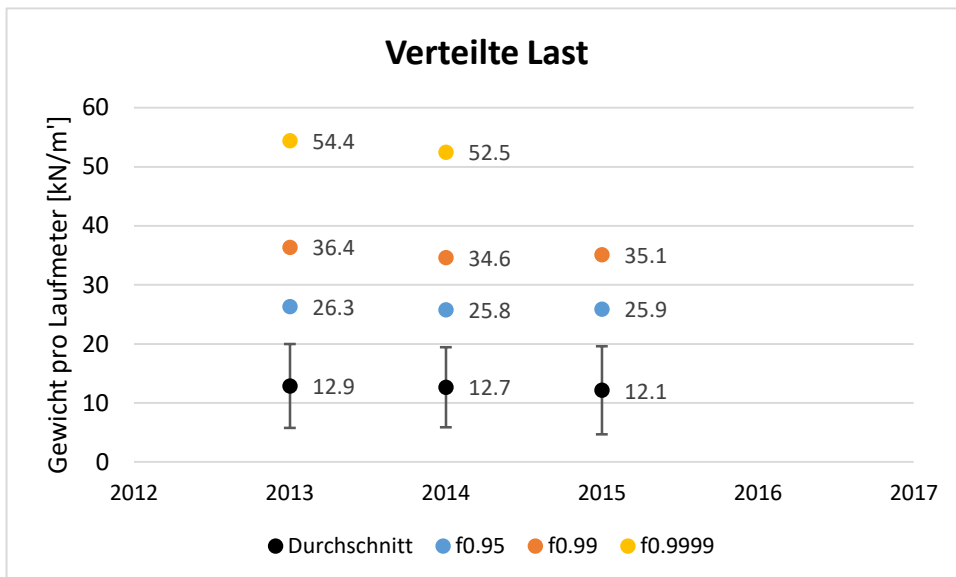
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	18.09.2014 – Richtung Sitten 17.09.2014 – Richtung Lausanne	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Sitten : -5.45 % / -5.76 % Richtung Lausanne : -7.22 % / 1.48 %	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Sitten : Ja Richtung Lausanne : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Sitten : Sehr gut / Sehr gut Richtung Lausanne : gut / Sehr gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Sitten : Ende 2014 – 2015 Richtung Lausanne : Ende 2014 - 2015	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 27 Tage / 27 Tage	
Ausgeschlossen :	26.81%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Inkohärenzen aufgenommen	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Inkohärenzen aufgenommen	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	37.8%	
Inkohärente Umrisse :	39.2% davon 36.6% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 2.6% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die Daten der Station ist befriedigend - schlecht. Viele Inkohärenzen aufgenommen 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.