



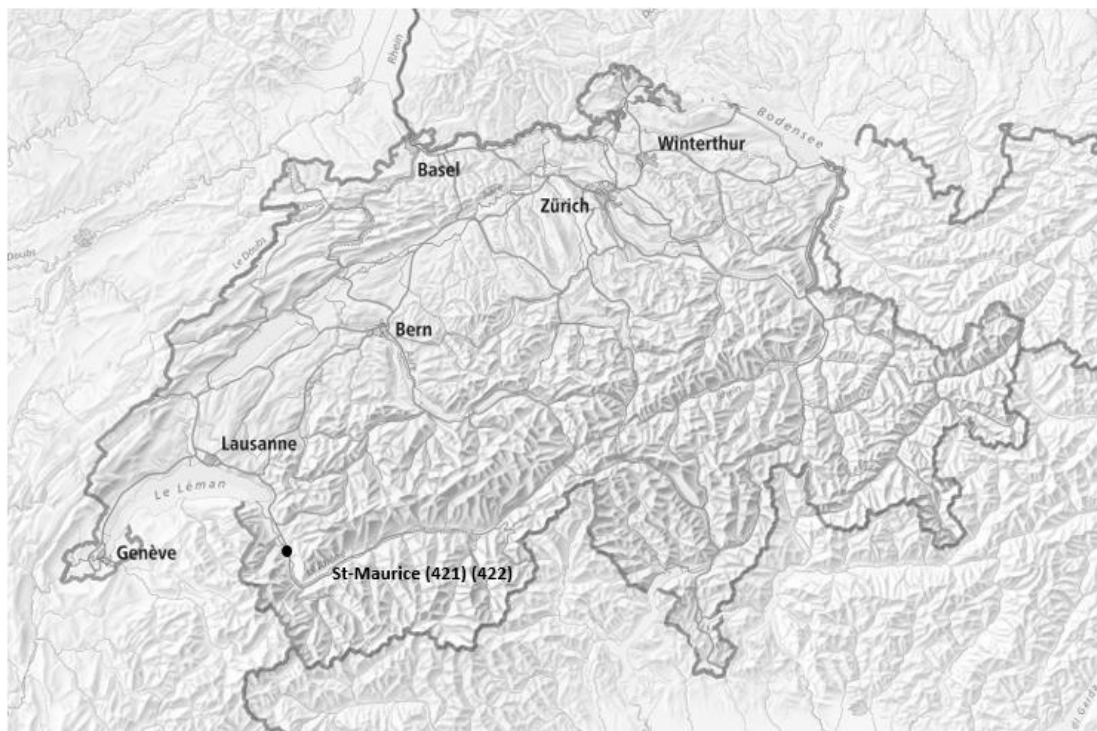
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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 - 2016

Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten



Ittigen, 30.11.2017

Impressum

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVEK**

Bundesamt für Strassen ASTRA

Abteilung Strassennetze

Verkehr & Innovation Management

Überwachung des Strassenverkehrs

Dokument

Dokument WIM_2016_421_422

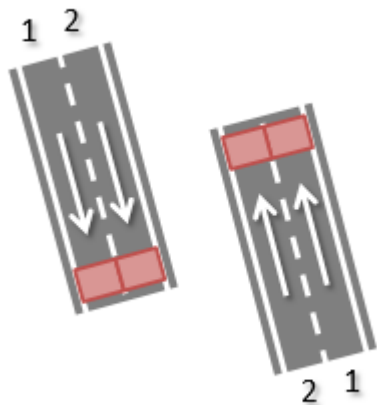
Version 1

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 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 Erkennung 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	Richtungen	Spuren
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							
Potentieller Datenverlust			07.05.2016 – 06 : 43 bis 06 : 45 (421) 07.05.2016 – 01 : 17 bis 01 : 18 (422)				
Besondere Ereignis							
Entscheide							
Verknüpfung							
Name der Datei :			2016_421_concat.log ; 2016_422_concat.log ;				
Anzahl Speicherungen :			619'362 (421) ; 477'002 (422)				
Anzahl effektiver Tage :			366.0 (421) ; 366.0 (422)				

2 Integrität der Daten

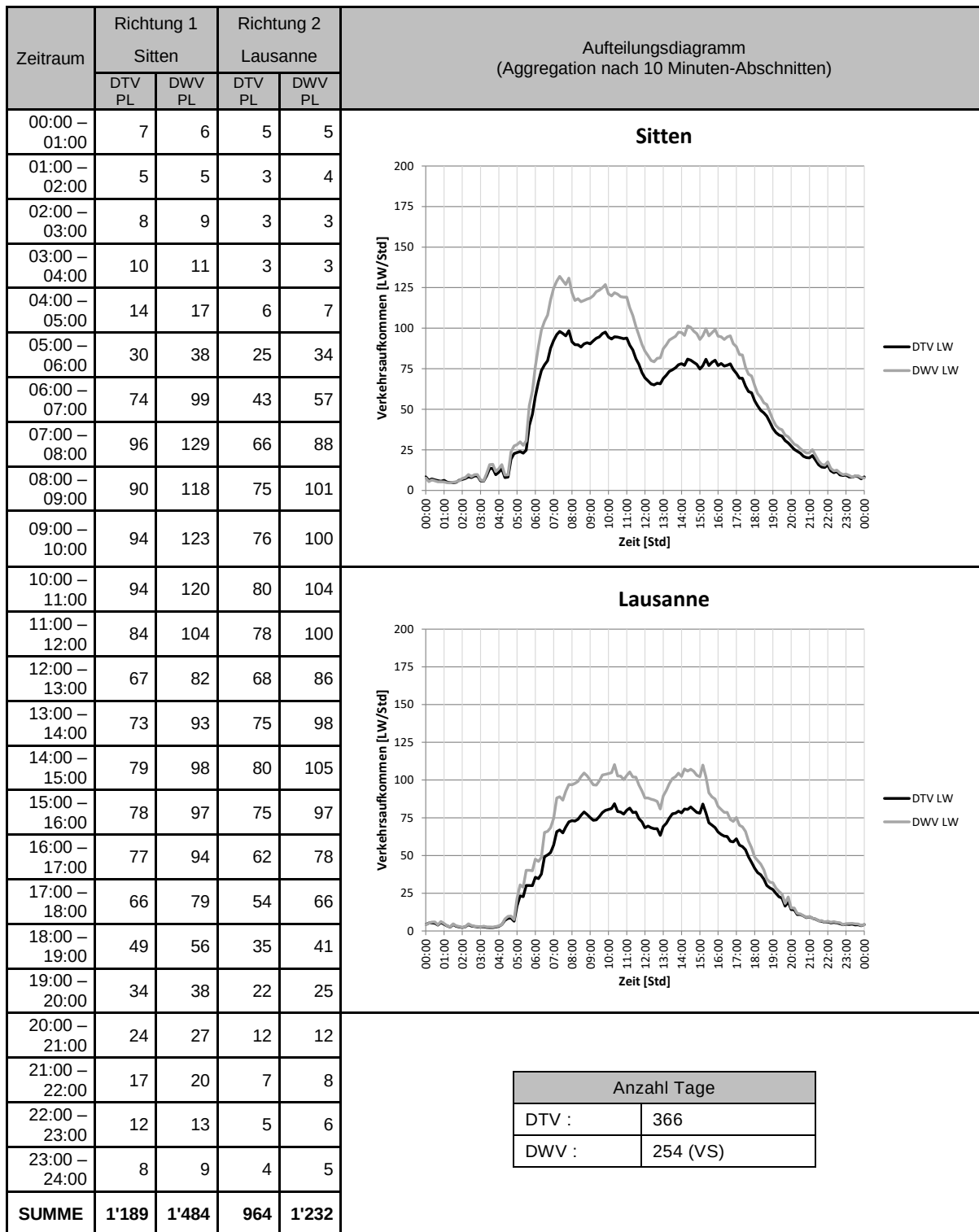
Referenzdokument: [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (283'370 Einträge).
2)	450'622 Einträge Richtung D1 (421). 145 Einträge Richtung D2 (421). 360'791 Einträge Richtung D1 (422). 1'436 Einträge Richtung D2 (422).
3)	Gesamtlänge nichtig (401 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (15'596 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (81 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (5'342 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (1'389 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (327 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (383 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2016_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 :	2016_421_422.log
Anzahl Einträge :	787'894
Name der Ausschlussdatei :	2016_421_422_exclus.log
Anzahl Einträge :	25'100

Auf einer Gesamtmenge von 1'096'364 Einträgen, wurden 283'370 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 25'100 Einträge (3.09%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

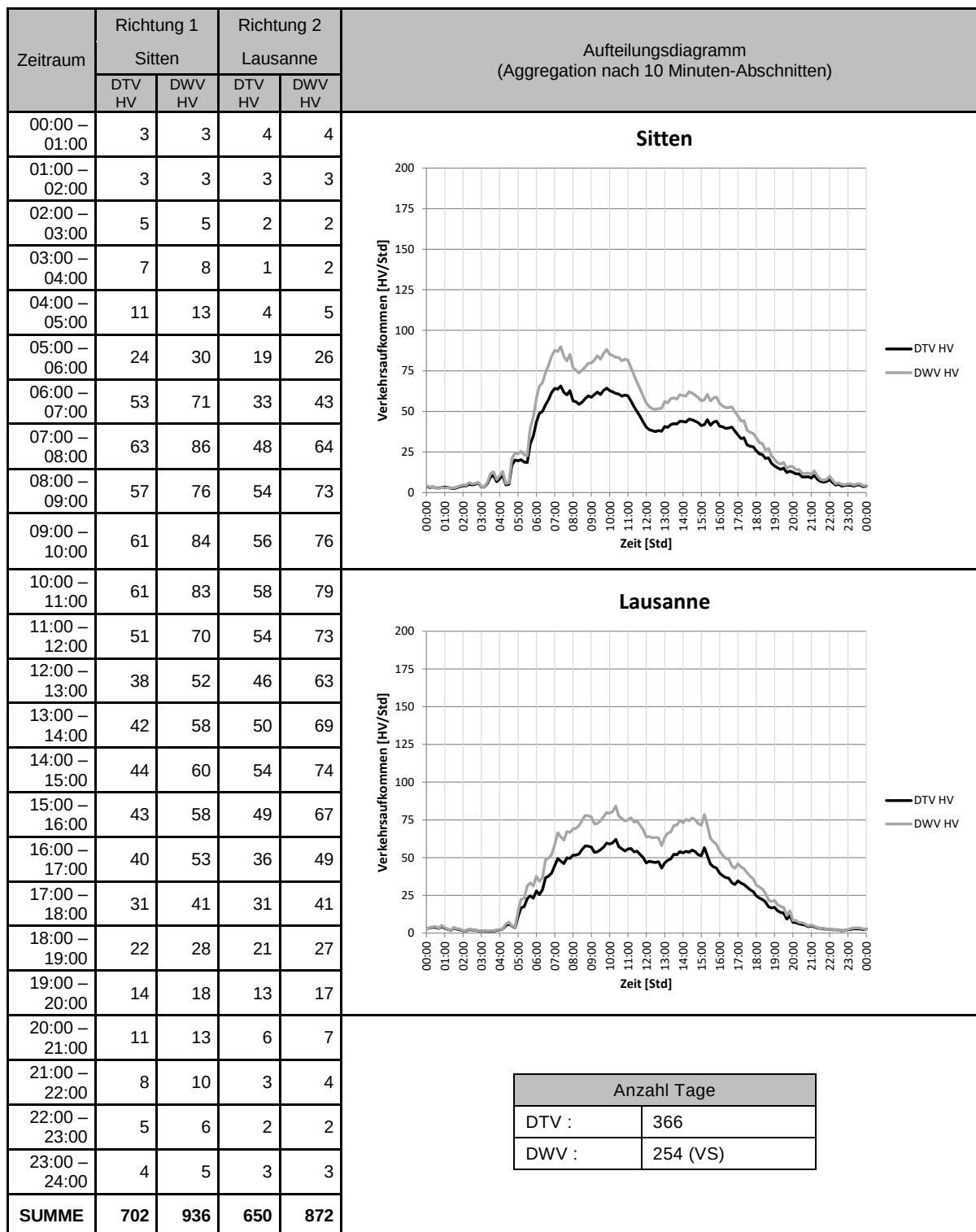
3 Statistikbearbeitung

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)

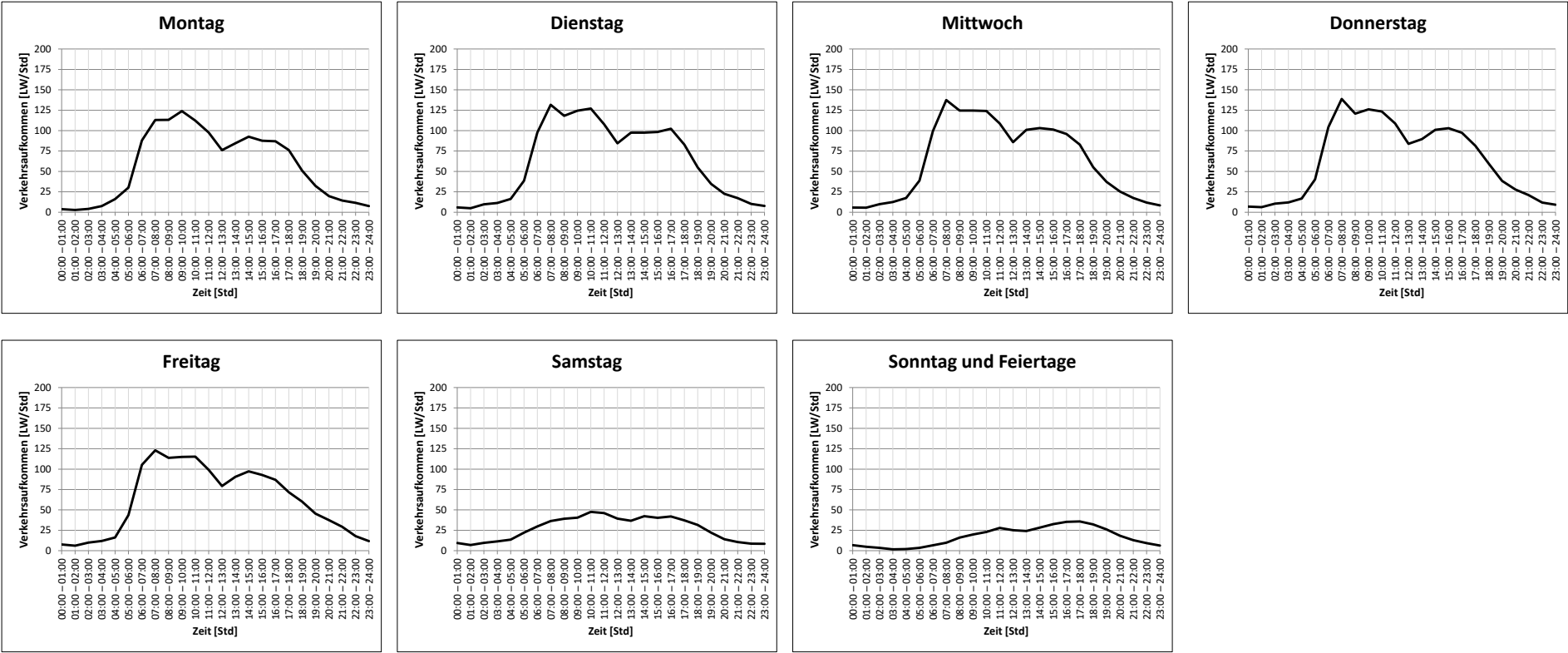


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

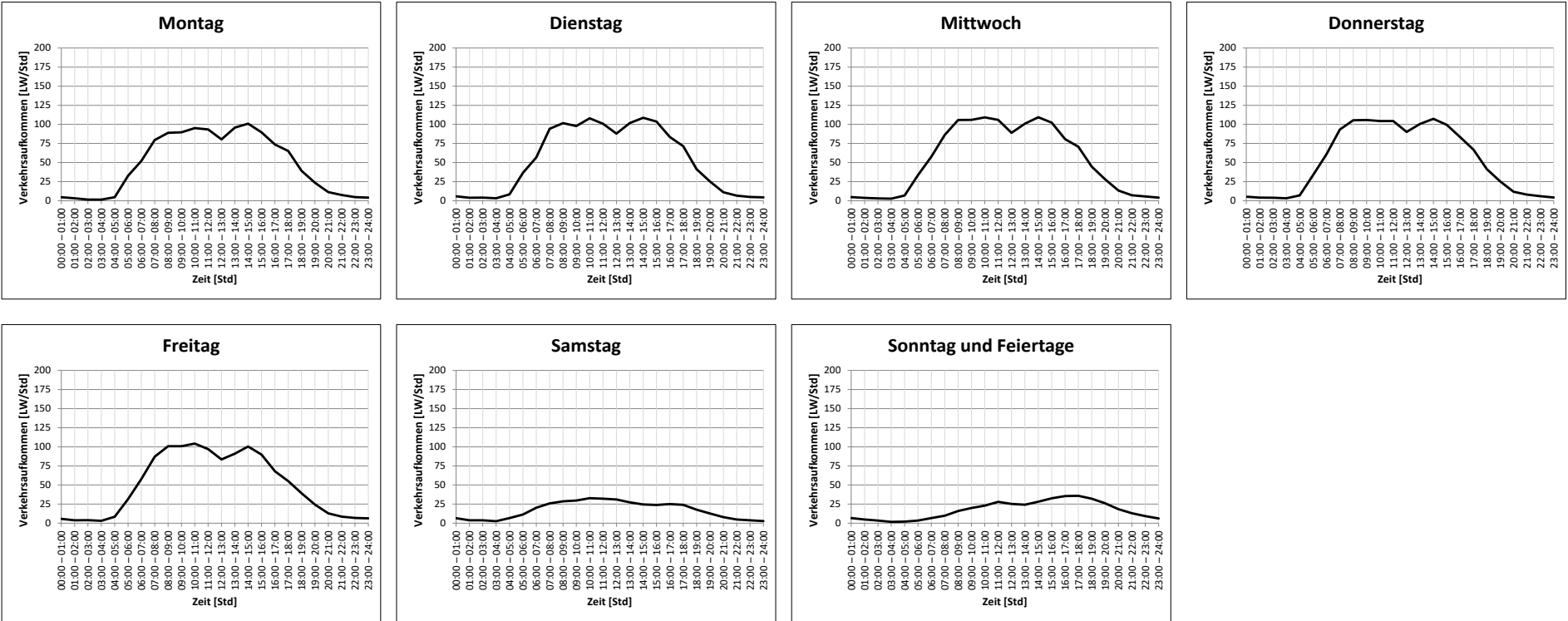
3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (VS)	50	51	52	49	52	52	60

Richtung 1 : Sitten (Aggregation nach Stunde)



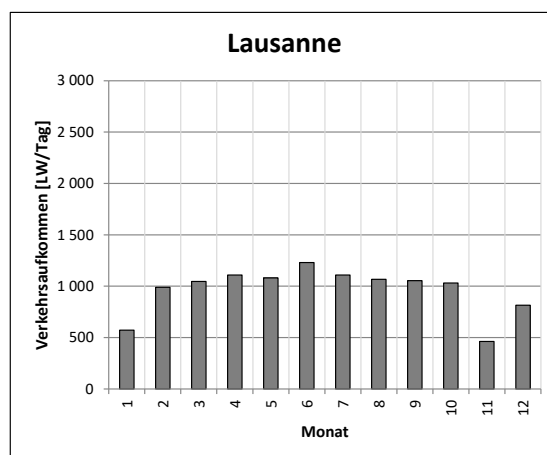
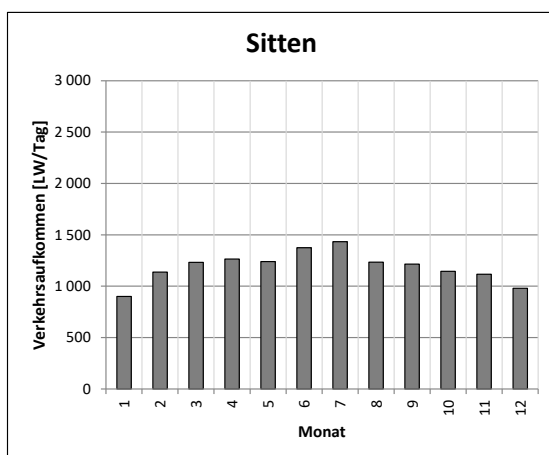
Richtung 2 : Lausanne (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

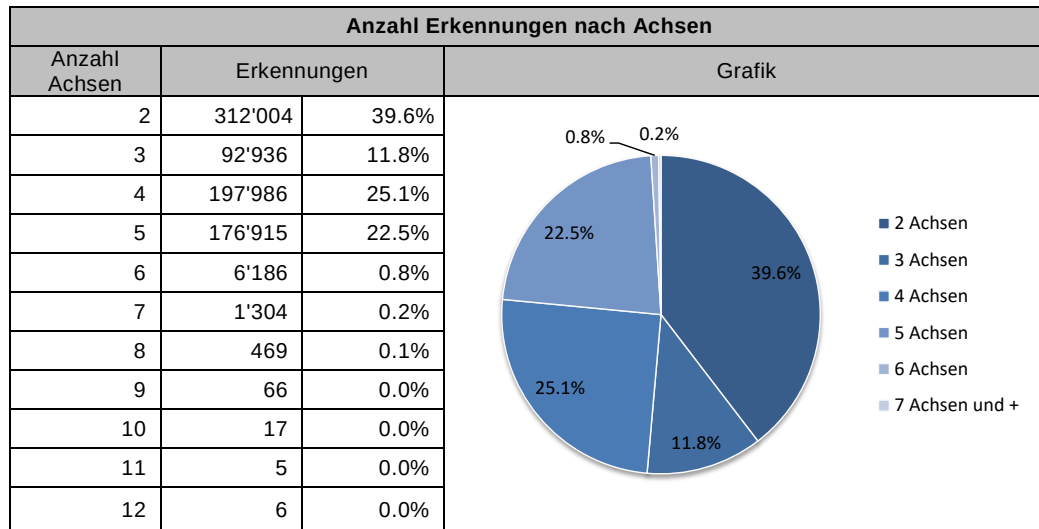
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monate	Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne
Januar	27'915	17'761
Februar	32'978	28'690
März	38'187	32'462
April	37'933	33'291
Mai	38'423	33'474
Juni	41'208	36'887
Juli	44'455	34'359
August	38'234	33'107
September	36'444	31'647
Oktober	35'518	31'977
November	33'481	13'855
Dezember	30'354	25'254



Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste).

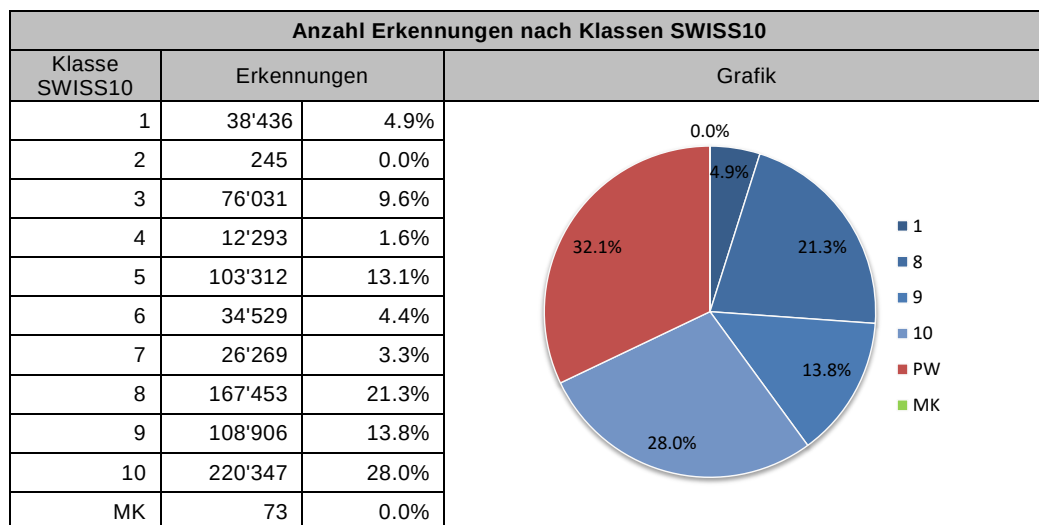
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

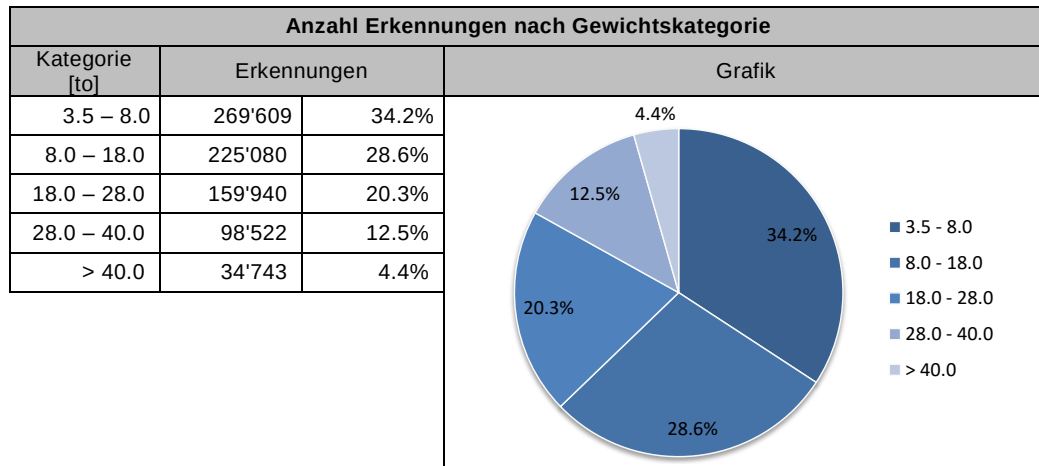
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 252'679 Einträge (Klasse 2 bis 7, 32.1%) 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			179'089	22.7%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	117'124	14.9%
S/S	0 - - - - 0		8	105'734	13.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	67'318	8.5%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	43'978	5.6%
S/S/Ta	Unschlüssig			36'433	4.6%
S/S/S	Unschlüssig			26'859	3.4%
S/Ta	0 - - - - 00		8	25'891	3.3%
S/S	0 - - - - 0		1	25'484	3.2%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	23'766	3.0%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	21'907	2.8%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	15'451	2.0%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	13'246	1.7%
S/Ta	Unschlüssig			10'793	1.4%
S/Ta	0 - - - - 00		1	10'049	1.3%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	8'184	1.0%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	6'721	0.9%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	5'706	0.7%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'824	0.2%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	1'724	0.2%

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

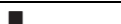
4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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	49.4%	5.8%	41.4%	3.4%	Nombre de détections
	52.6%	2.1%	44.0%	1.3%	Masse totale
	56.0%	0.9%	42.5%	0.6%	Trafic pondéral équivalent 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
	0.73	0.69	0.7	0.71	0.64	0.6
	1.52	1.26	1.4	2.19	1.77	2.1
	1.64	1.13	1.5	2.91	1.97	2.7
	2.68	2.62	1.9	6.31	6.11	3.0
	1.32	0.68	0.5	1.25	0.60	0.5
	3.01	0.82	1.7	3.11	0.74	1.8
	1.25	1.04	1.8	1.36	1.08	2.2
	2.70	2.74	2.0	3.46	3.61	2.2
	2.26	1.43	2.0	2.25	1.36	1.9
	2.15	1.70	1.7	2.35	1.79	1.6
	3.91	1.16	1.3	4.42	1.20	1.0
	2.31	2.23	2.5	2.89	2.83	2.6
	1.61	1.57	1.2	2.31	2.29	0.9
	2.57	2.26	0.7	2.74	2.39	0.6
	1.12	1.05	1.4	1.54	1.43	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	1.88	2.3	2.39	2.08	2.3
8 : Lastkraftwagen	1.00	0.86	0.9	1.27	1.06	1.0
9 : Lastenzug	2.20	1.72	1.9	2.49	1.93	2.0
10 : Sattelzug	2.18	1.95	1.7	2.70	2.46	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)	1.26	1.17	1.6	1.54	1.44	1.7
	99.5%	99.4%		99.5%	99.4%	
Kategorie	1.84	1.55		2.22	1.87	
	62.2%	68.6%		62.2%	68.6%	
Klasse	1.83	1.54		2.21	1.86	
	60.2%	65.9%		60.2%	65.9%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Sitten

$$TF_0 = \frac{435'130 \text{ LW}}{366.0 \text{ Tage}} \cdot 1.26 \cdot \frac{56.0\%}{56.9\%} = 1'470 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{352'764 \text{ LW}}{366.0 \text{ Tage}} \cdot 1.17 \cdot \frac{42.5\%}{43.1\%} = 1'116 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Sitten

$$TF_0 = \frac{435'130 \text{ LW}}{366.0 \text{ Tage}} \cdot 1.54 \cdot \frac{56.0\%}{56.9\%} = 1'801 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

Richtung 2 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{352'764 \text{ LW}}{366.0 \text{ Tage}} \cdot 1.44 \cdot \frac{42.5\%}{43.1\%} = 1'365 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

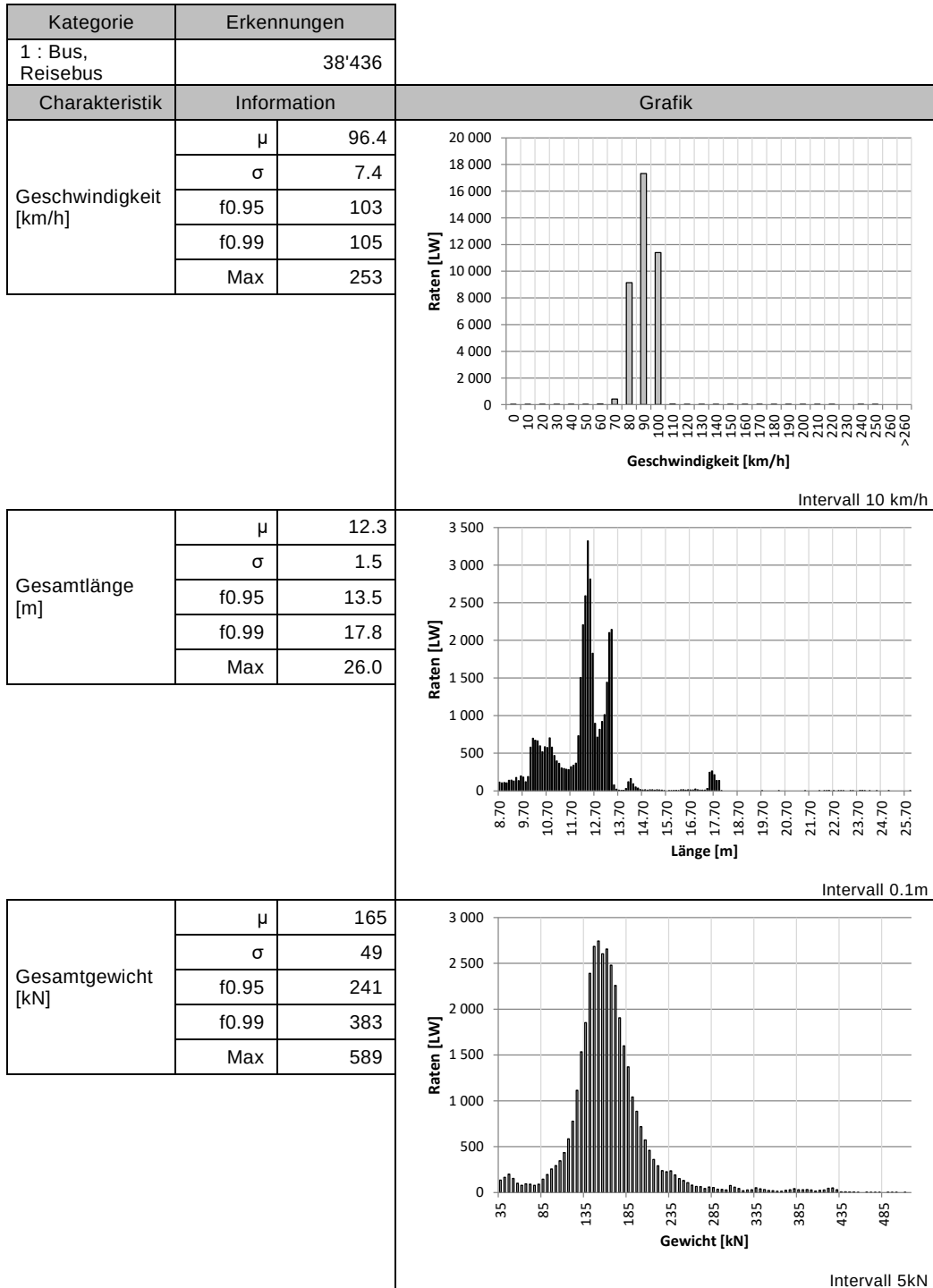
4.6 Tendenz für die Schätzung der Zuwachsrates

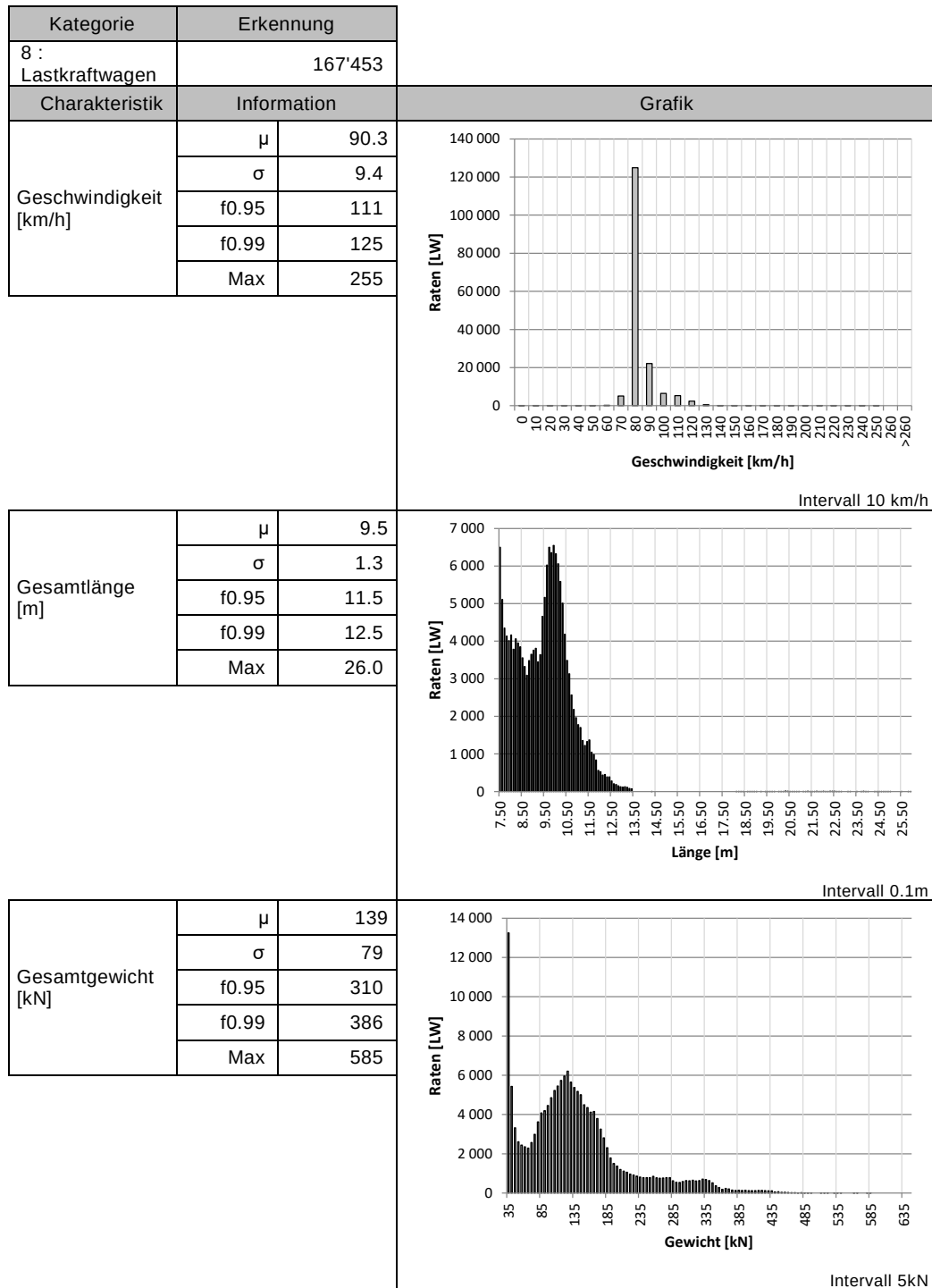
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates		
Richtung 1 : Sitten	Richtung 2 : Lausanne	Auf Basis von :
+ 0.1%	- 0.6%	Anzahl Erkennungen
- 0.8%	- 1.1%	Gesamtgewicht
- 0.7%	- 0.7%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

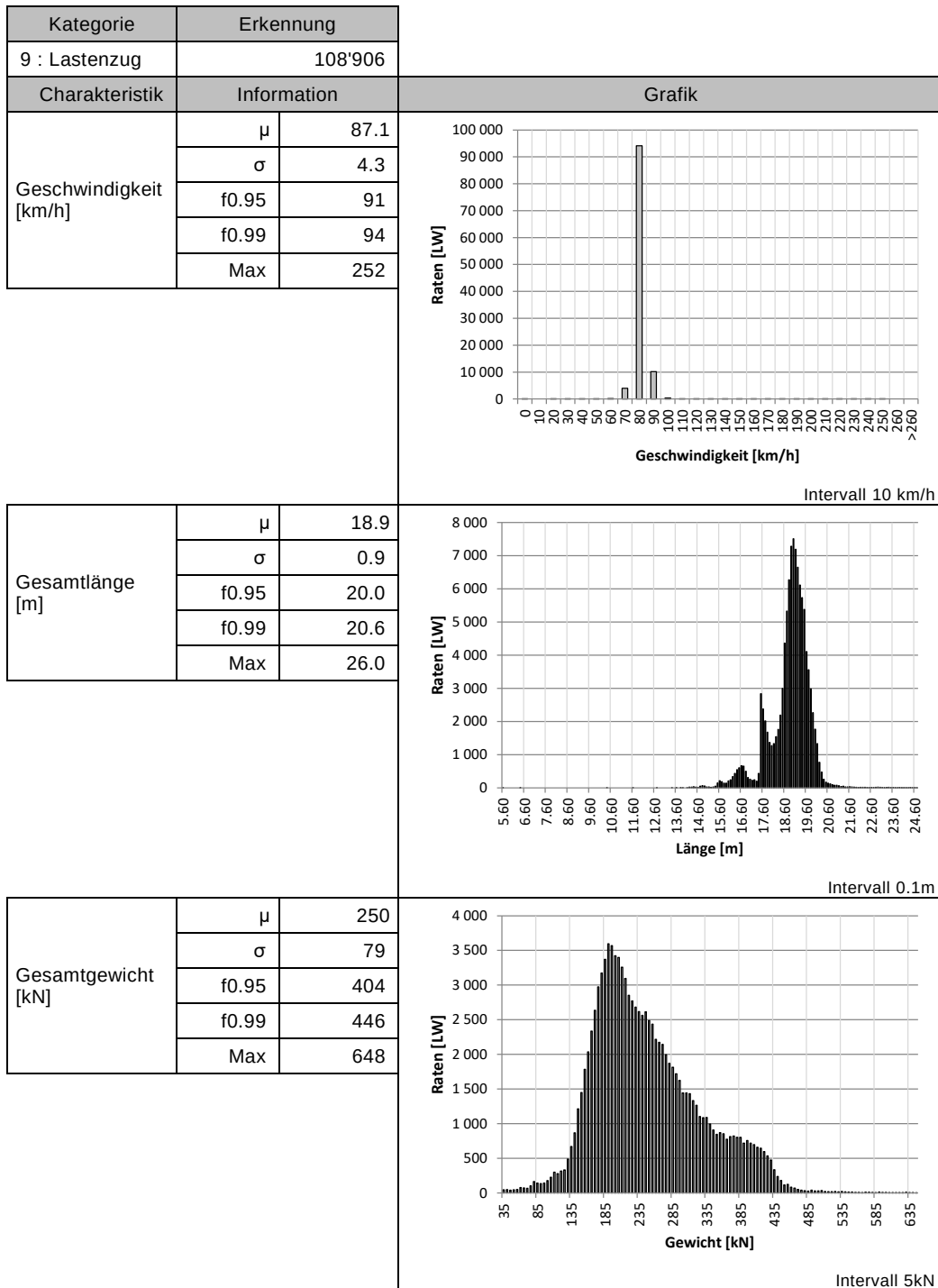
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2013, 2014, 2015 und 2016 bestimmt.

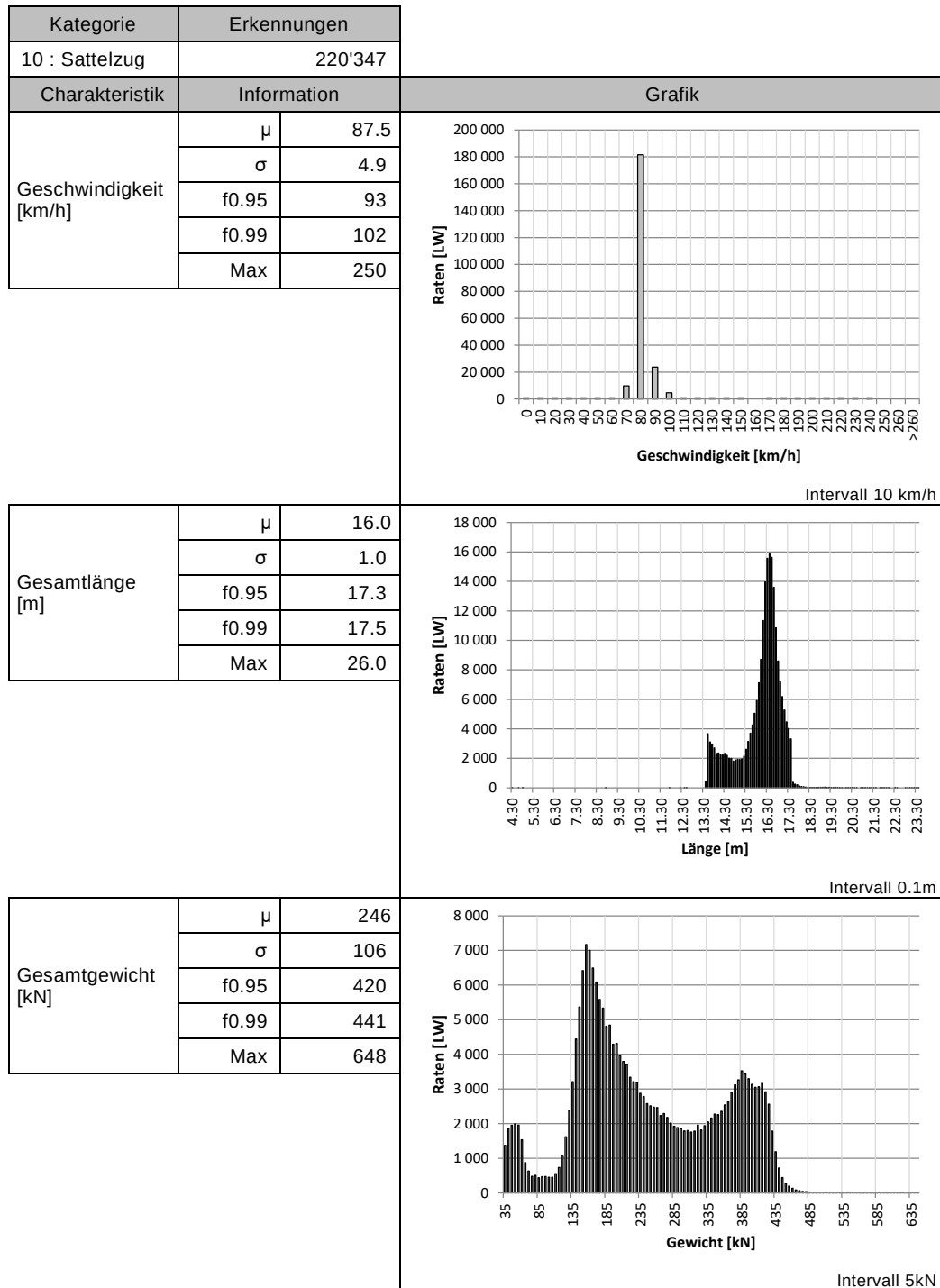
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



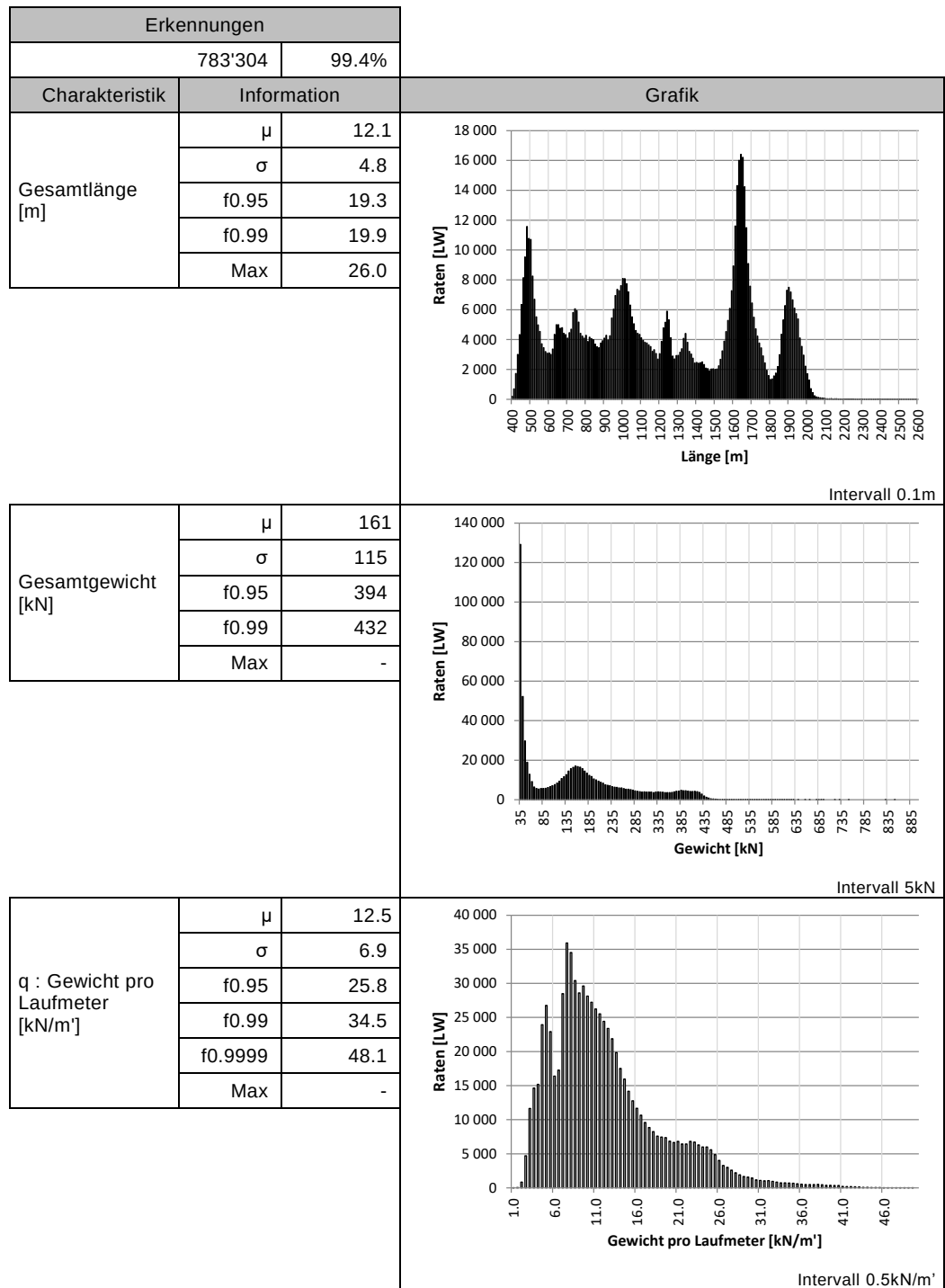


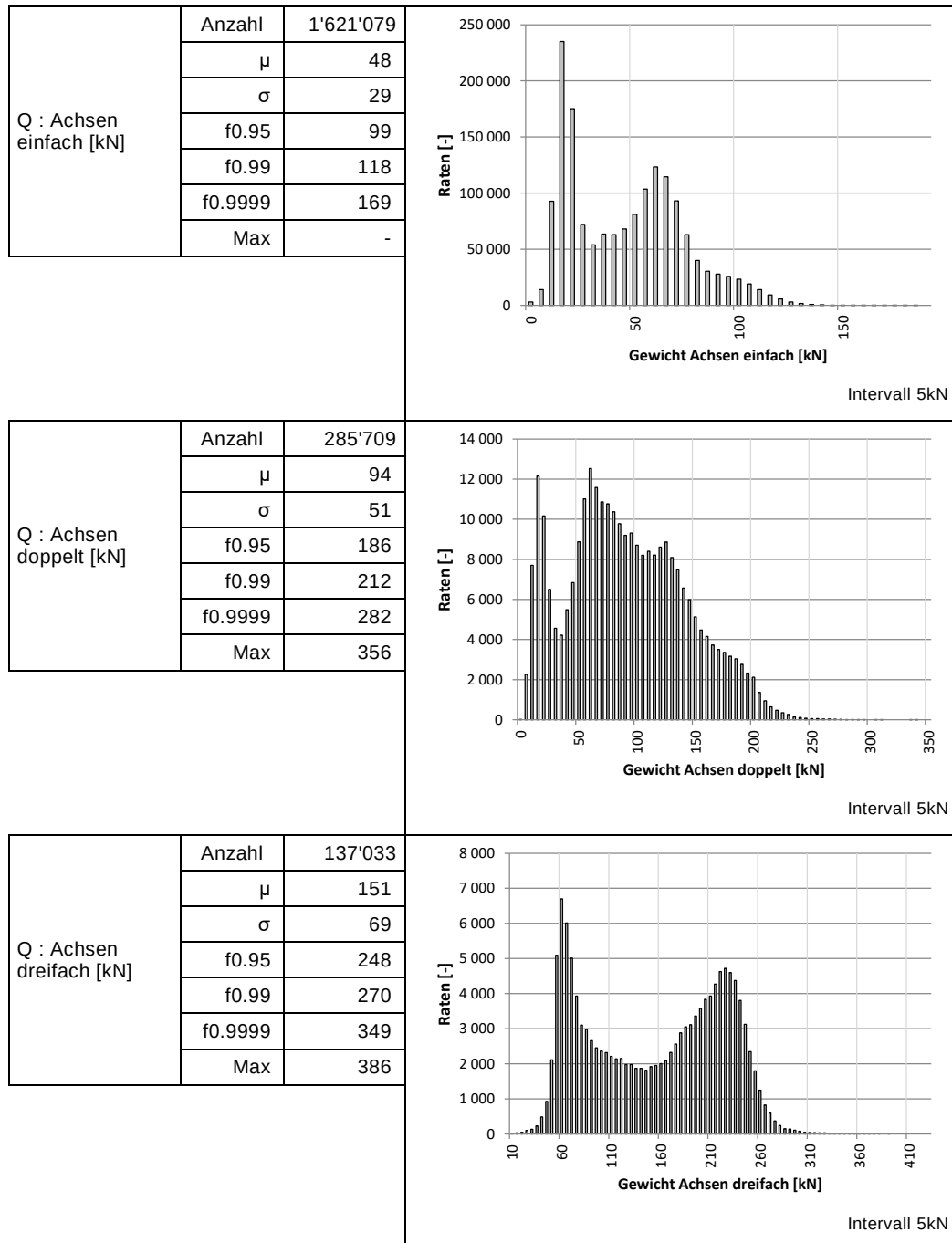




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



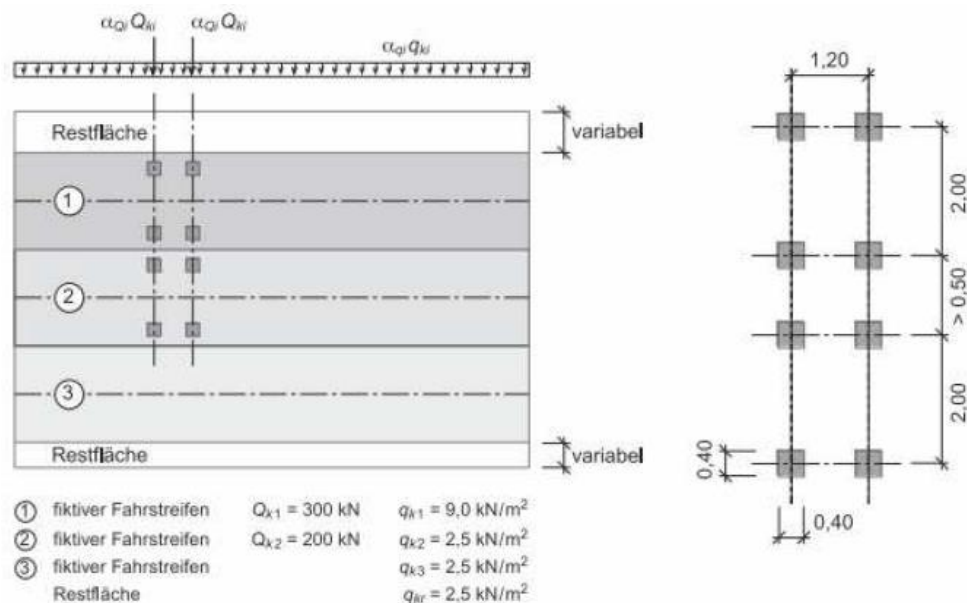


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument: [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.4% 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	48	48	99	118	169
Doppelt	94	47	186 (93)	212 (106)	283 (141)
Dreifach	151	50	248 (83)	270 (90)	359 (120)

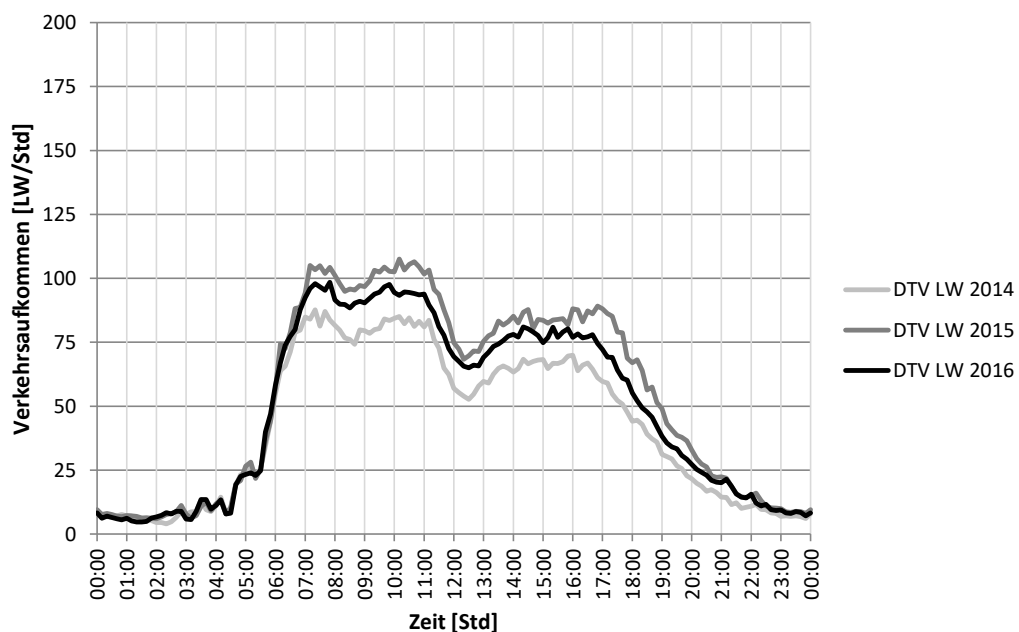
6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m]	12.5	25.8	34.5	48.1
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.2	8.6	11.5	16.0

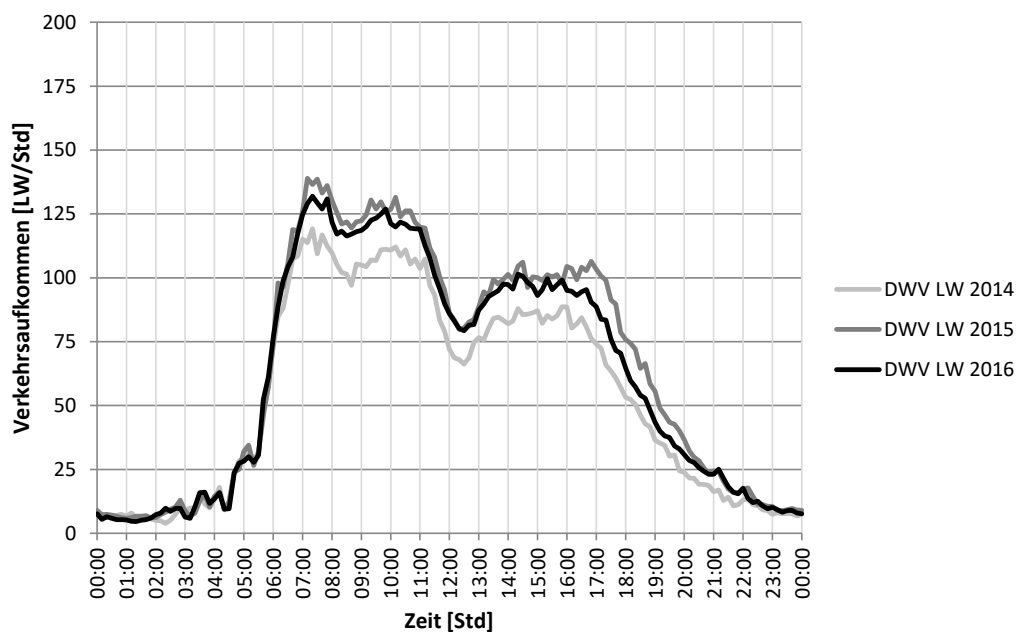
7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

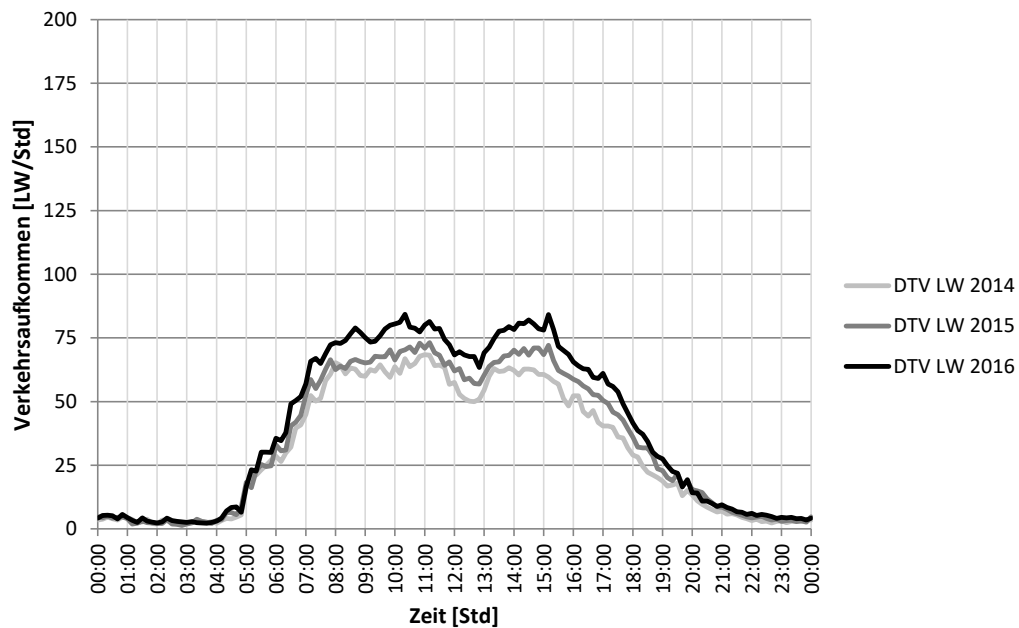
Sitten



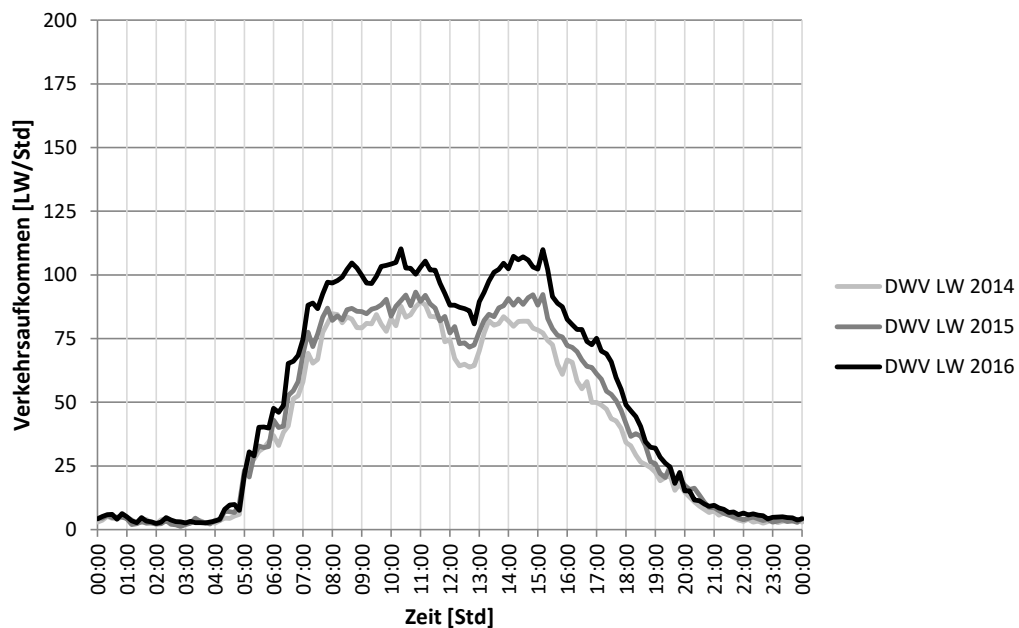
Sitten



Lausanne

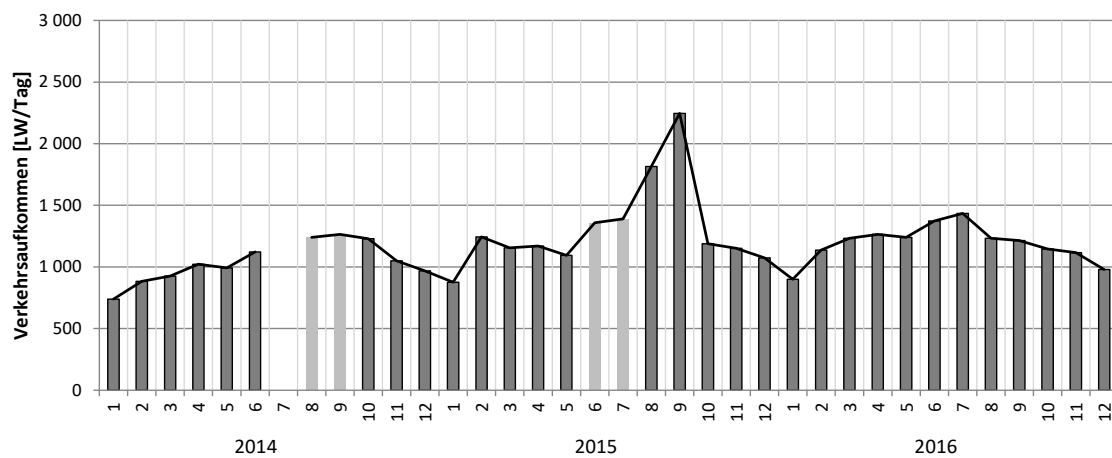


Lausanne

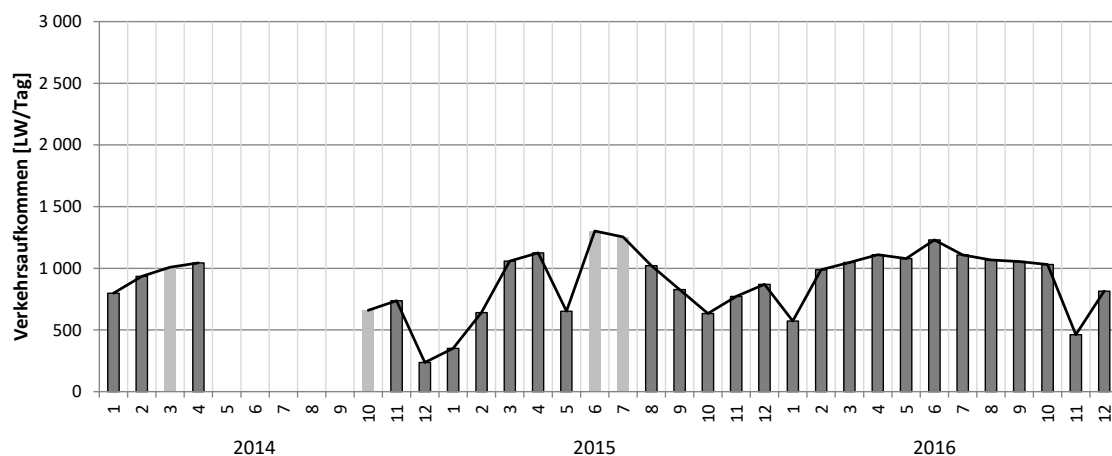


7.2 Entwicklung der Erkennung nach Monat

Sitten



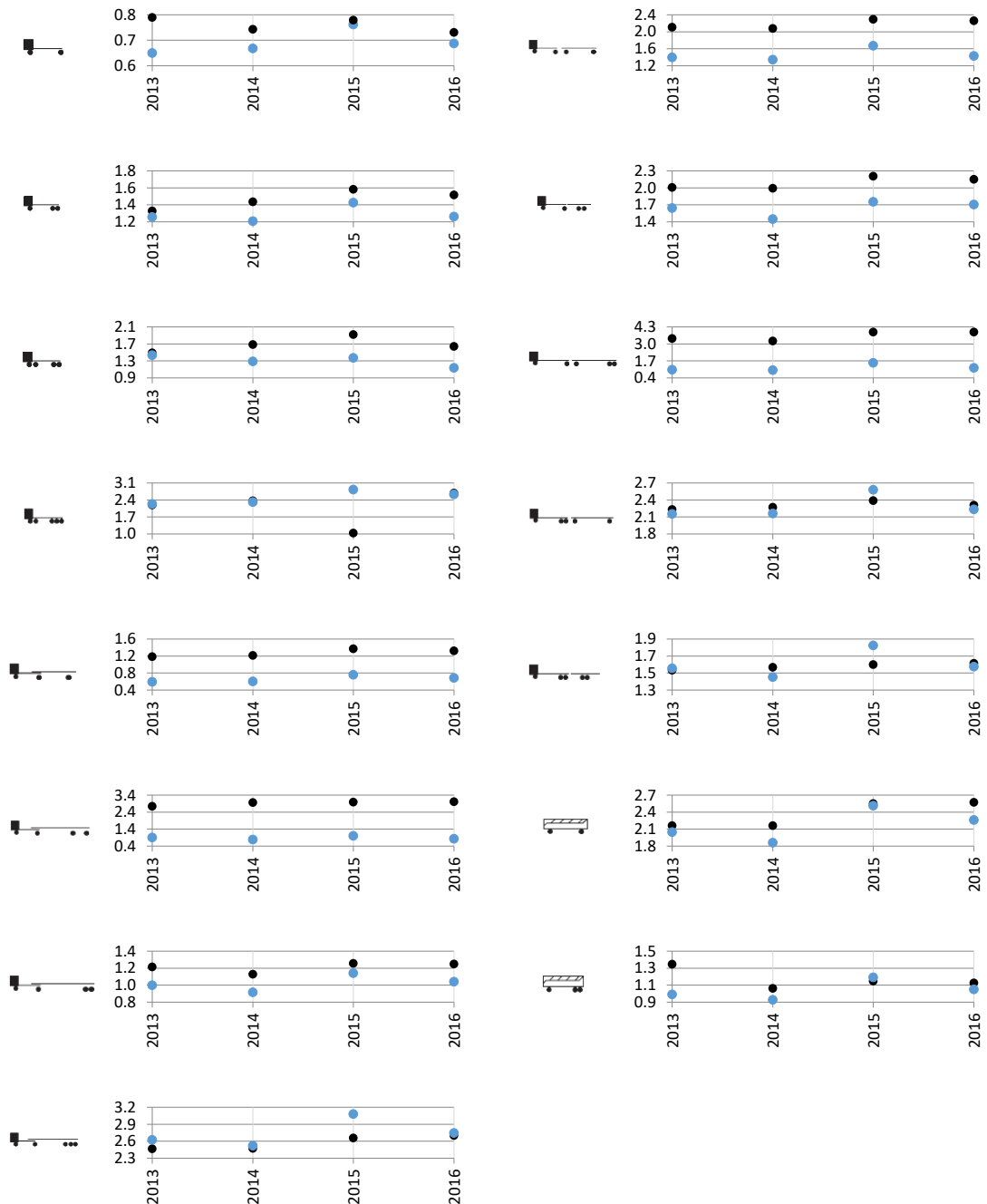
Lausanne



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

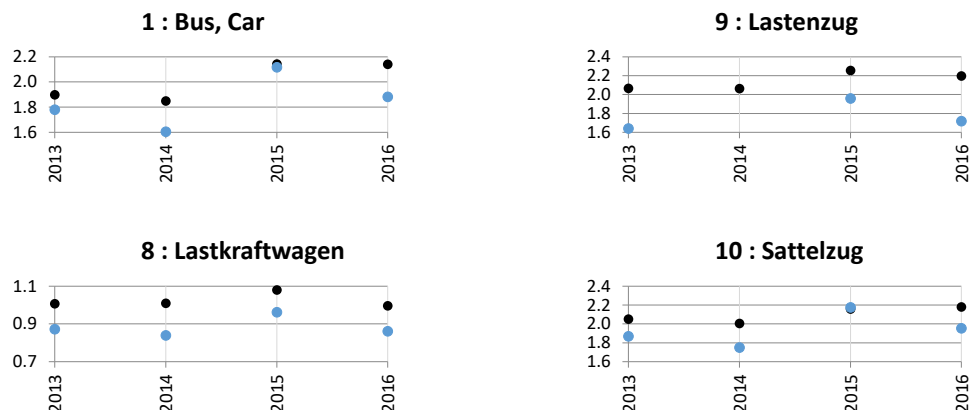
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



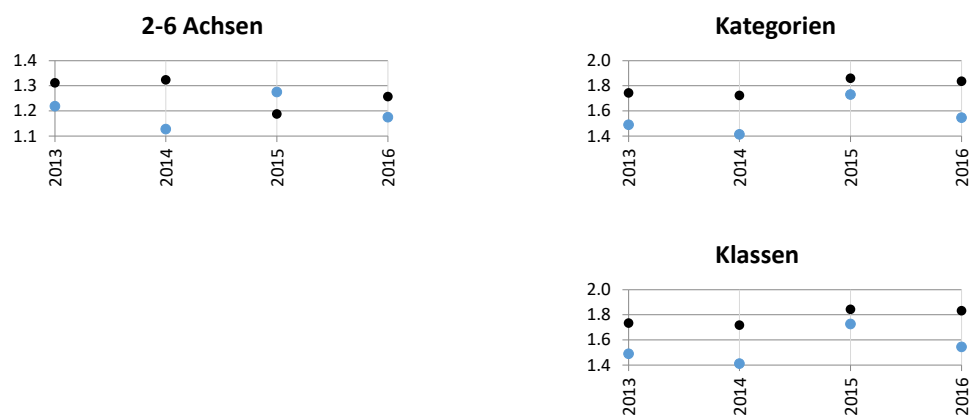
Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



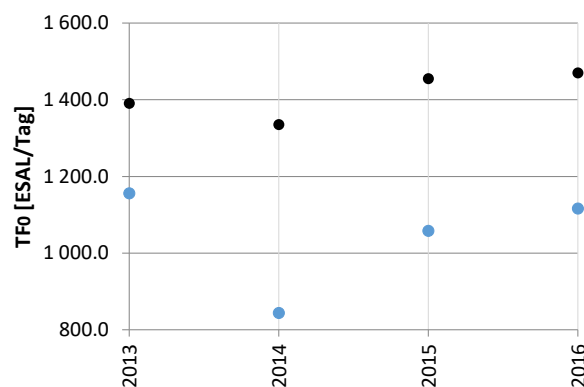
Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

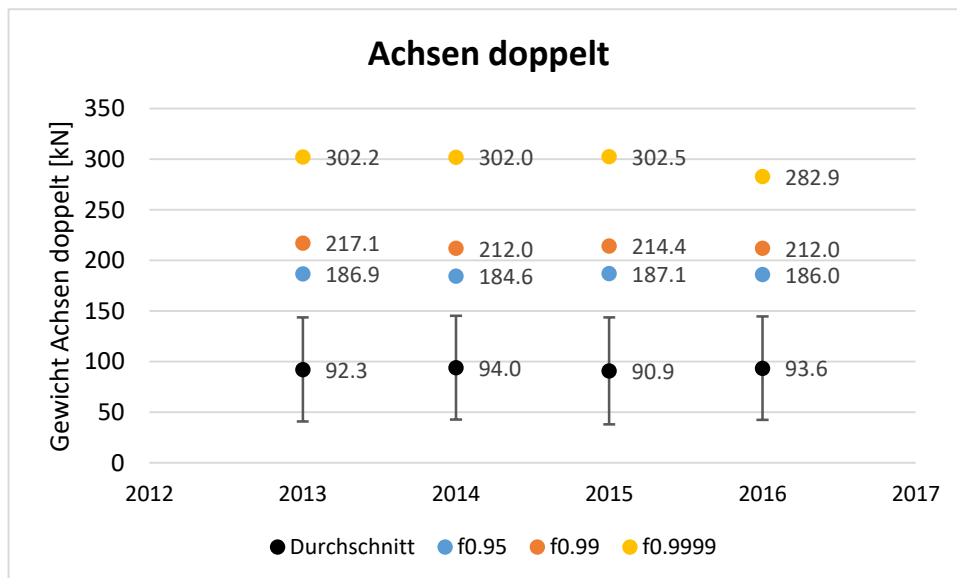
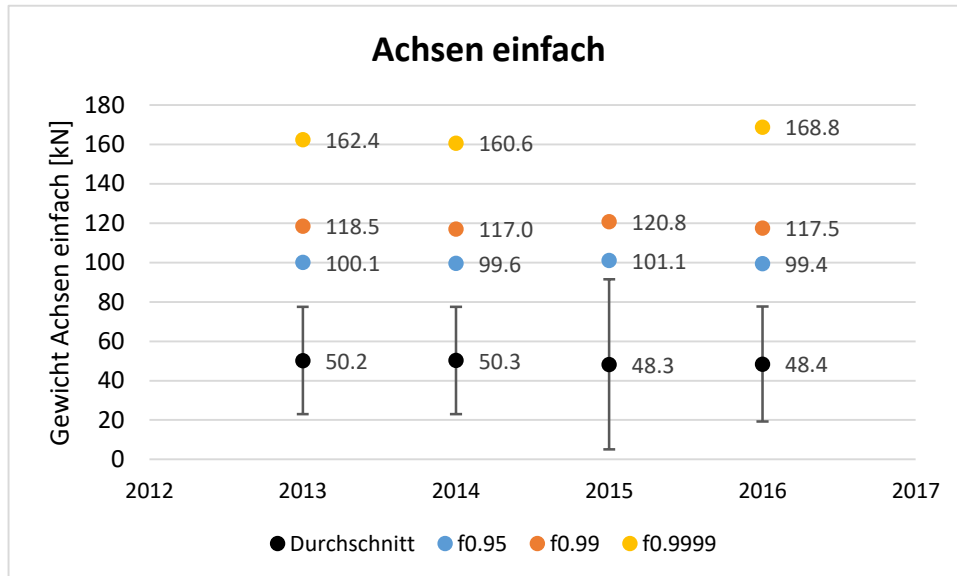
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

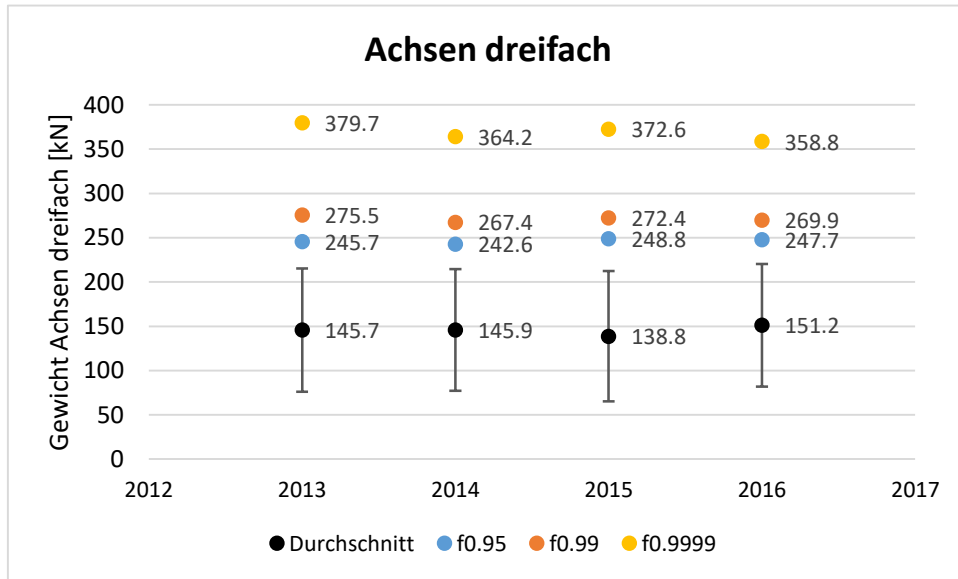


Schwarz : Richtung Sitten ; Blau : Richtung Lausanne.

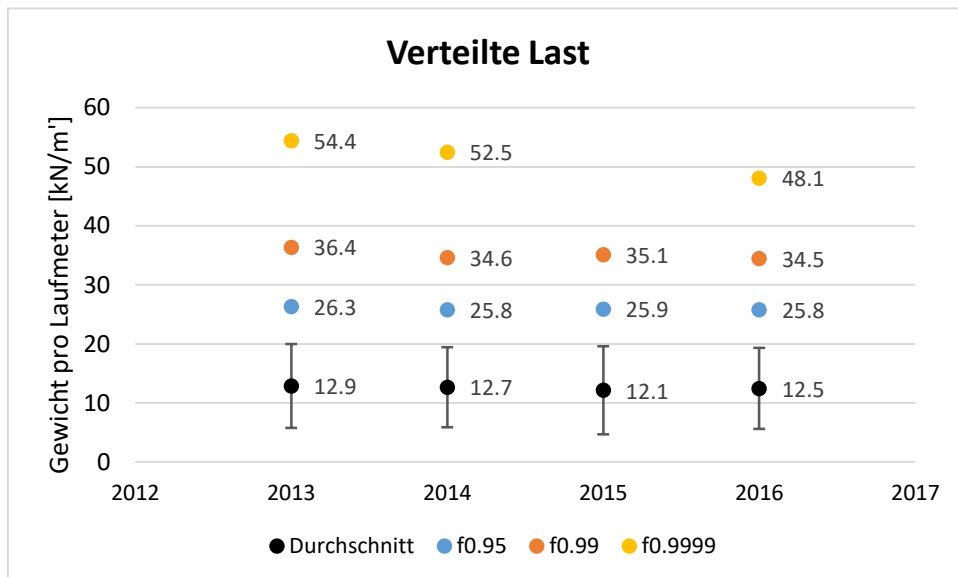
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	31.08.2016 – Richtung Sitten (Spur 1) 01.09.2016 – Richtung Lausanne (Spur 1)	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Sitten : -8.48 % Richtung Lausanne : -5.28 %	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Sitten : Ja Richtung Lausanne : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Sitten : Sehr gut Richtung Lausanne : Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Sitten : Ende 2015 Richtung Lausanne : Ende 2015	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 0 Tage / 0 Tage	
Ausgeschlossen :	3.09%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Einige Inkohärenzen aufgenommen	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Einige Inkohärenzen aufgenommen	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	32.1%	
Inkohärente Umriss :	34.5% davon 33.9% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.6% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die Daten der Station ist gut-befriedigend. 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.