



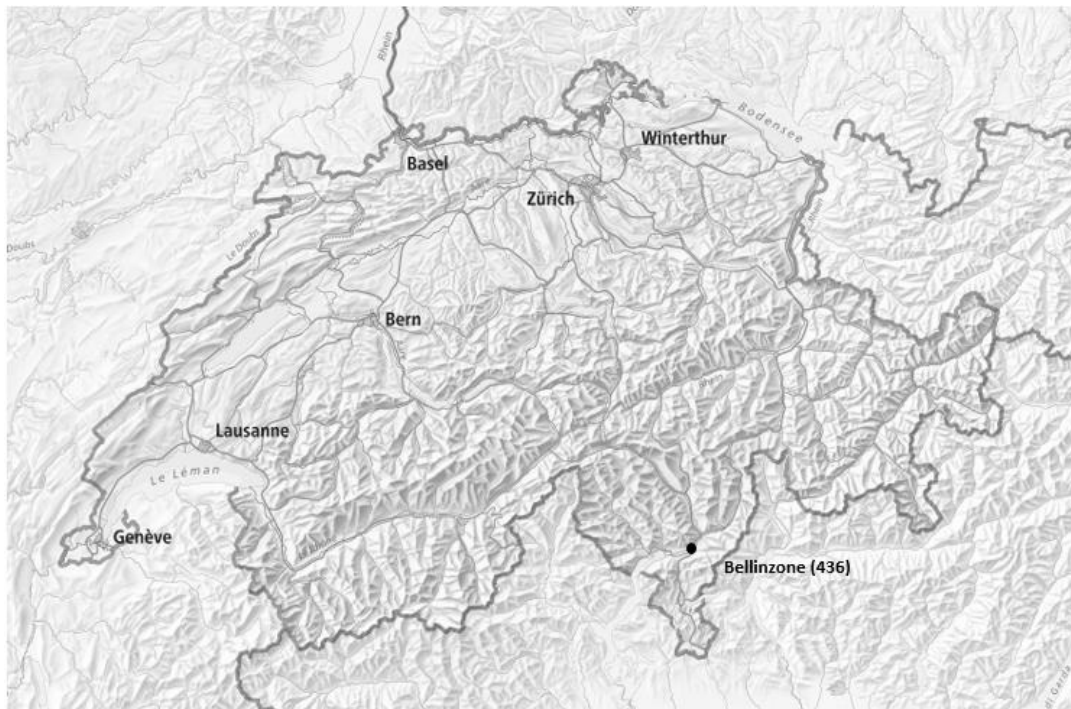
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bellinzona - 2015

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_2015_436

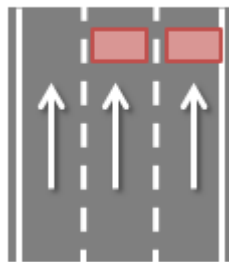
Version 1

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	9
3.4.1	Nach Monat	9
3.4.2	Nach Anzahl Achsen	10
3.4.3	Nach Klasse SWISS10	10
3.4.4	Nach Gewichtskategorie	11
3.4.5	Dominierender Umriss	11
4	Vorlage nach Norm SN 640 320	12
4.1	Aufteilung zwischen den Fahrspuren	12
4.2	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen	12
4.3	Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien.....	12
4.4	Mittlerer Äquivalenzfaktor.....	13
4.5	Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324.....	13
4.6	Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates	13
5	Charakteristik der Lastwagen	14
5.1	Charakteristik der Lastwagen-Kategorien.....	14
5.2	Globale Charakteristik der Proben	18
6	Vorlage nach Norm SIA 261	20
6.1	Vorlage der Last 1 nach SIA 261	20
6.1.1	Konzentrierte Last Q	20
6.1.2	Verteilte Last q	20
7	Tendenz.....	21
7.1	Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung	21
7.2	Entwicklung der Erkennungen nach Monat	22
7.3	Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320	23
7.3.1	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse	23
7.3.2	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie	24
7.3.3	Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors	24
7.3.4	Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....	24
7.4	Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261	25
7.4.1	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....	25
7.4.2	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....	26
8	Vertrauensebene	27
	Bibliografie.....	28

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
Bellinzona	TI	A2	436	F5	IV	1	1x3
Lage							
12 				436 - Richtung Gotthard			
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	25.07.2015 – 27.07.2015
Potentieller Datenverlust	05.02.2015 – 07 : 51 bis 08 : 02 05.03.2015 – 22 : 37 bis 22 : 44 14.04.2015 – 14 : 09 bis 14 : 19 22.07.2015 – 17 : 30 bis 22 : 49 24.07.2015 – 23 : 13 bis 00 : 00 28.07.2015 – 00 : 00 bis 02 : 00 10.09.2015 – 13 : 28 bis 15 : 01
<i>Besondere Ereignis</i>	
<i>Entscheide</i>	
<i>Verknüpfung</i>	
Name der Datei :	2015_436_concat.log
Anzahl Speicherungen :	6'756'627
Anzahl effektiver Tage :	361.7

2 Integrität der Daten

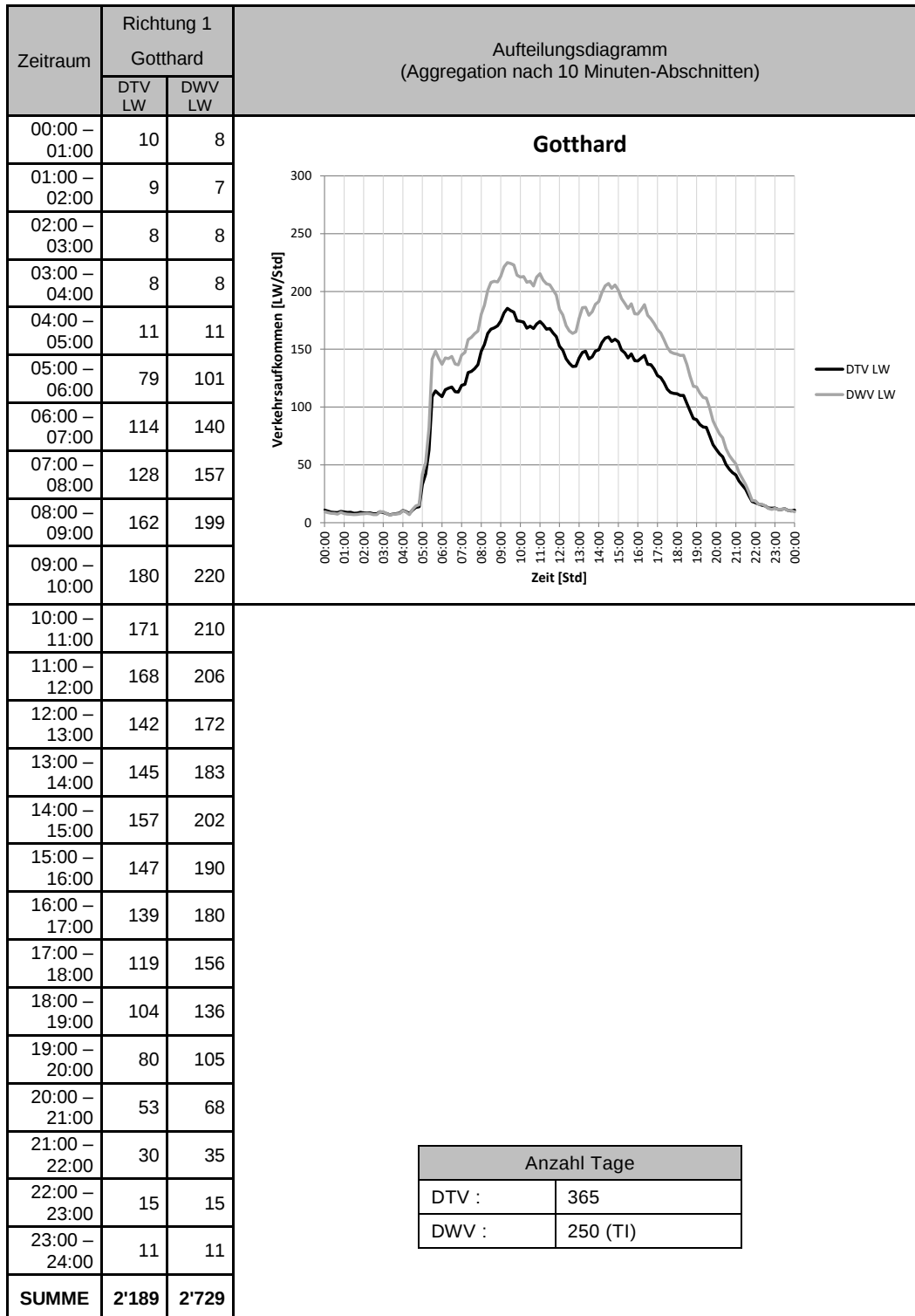
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (5'956'666 Einträge).
2)	799'961 Einträge Richtung D1.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (286 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (3'546 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (1'358 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (473 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (2'120 Einträge)
Entscheide	
1)	Ausschluss (2015_436_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss.
5)	-
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
Datei	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2015_436.log
Anzahl Einträge :	792'178
Name der Ausschlussdatei :	2015_436_exclus.log
Anzahl Einträge :	7'783

Auf einer Gesamtmenge von 6'756'627 Einträgen, wurden 5'956'666 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 7'783 Einträge (0.97%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

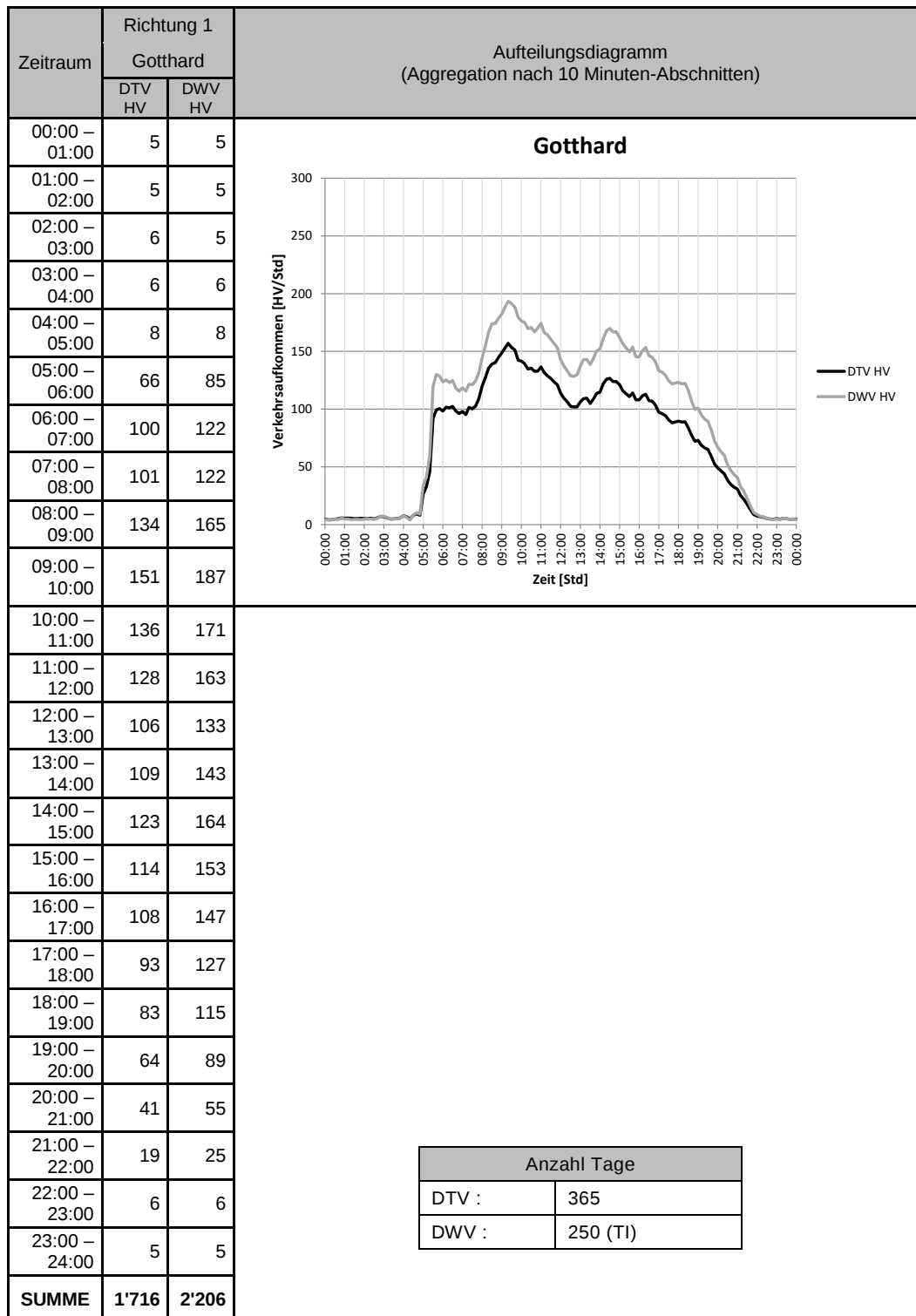
3 Statistikbearbeitung

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)

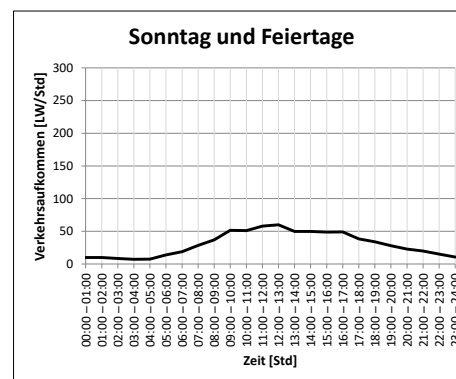
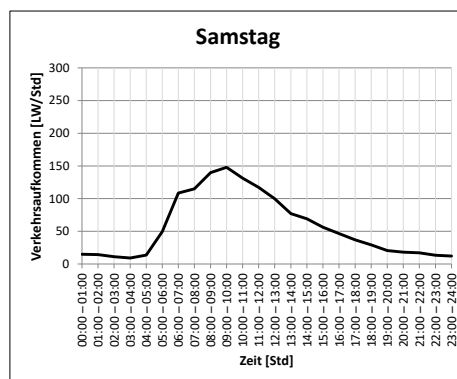
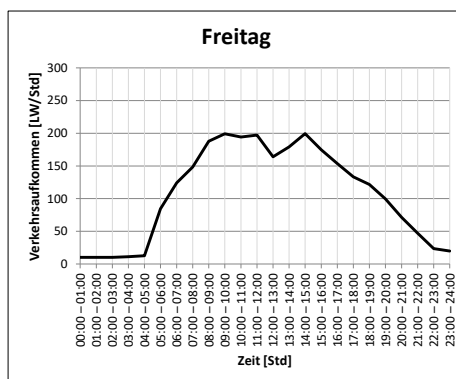
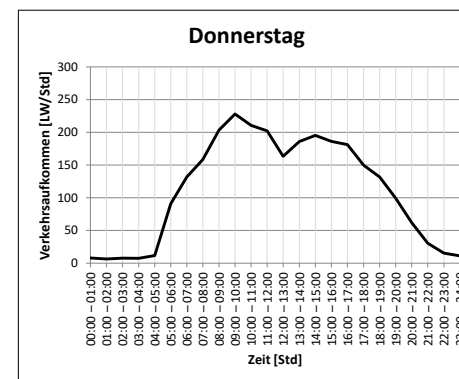
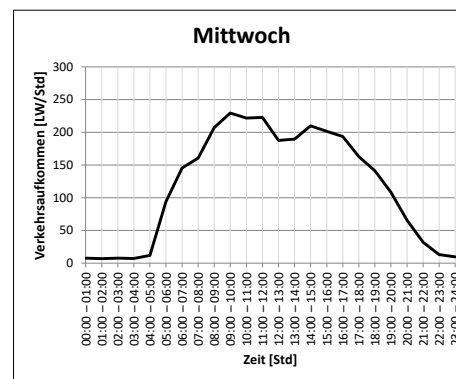
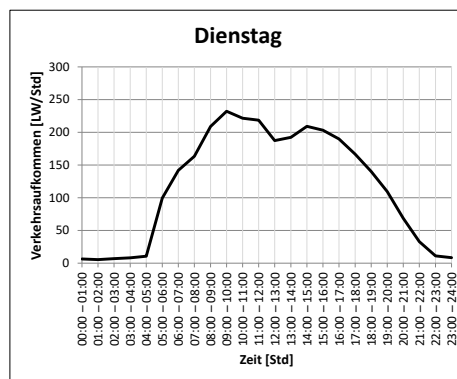
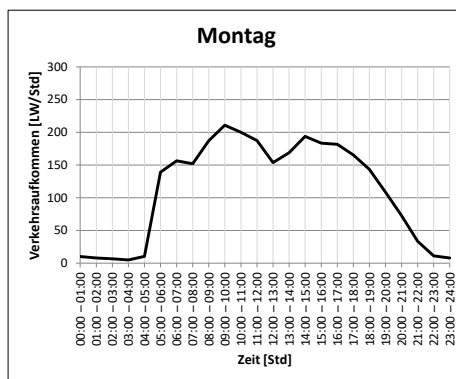


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

3.3 Tägliche Stundenverteilung

Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (TI)	49	50	52	49	50	49	66

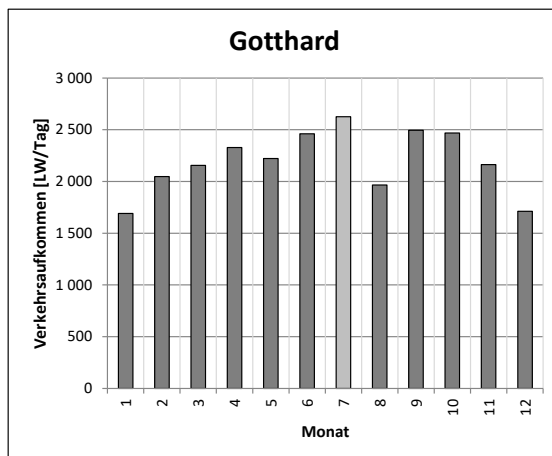
Richtung 1 : Gotthard (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

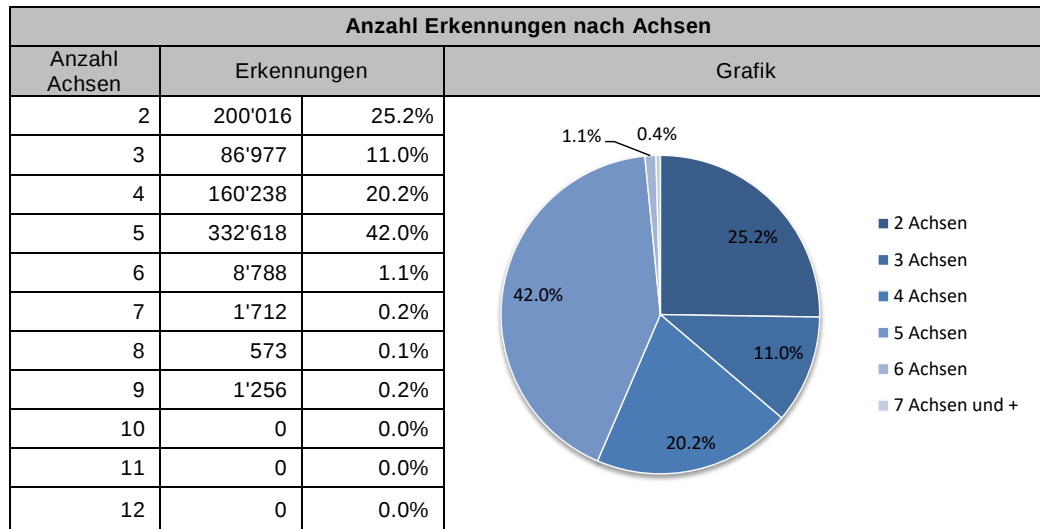
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat	
Monat	Richtung 1 : Gotthard
Januar	52'441
Februar	57'343
März	66'836
April	69'838
Mai	68'851
Juni	73'836
Juli	72'723
August	60'968
September	74'872
Oktober	76'497
November	64'917
Dezember	53'056



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

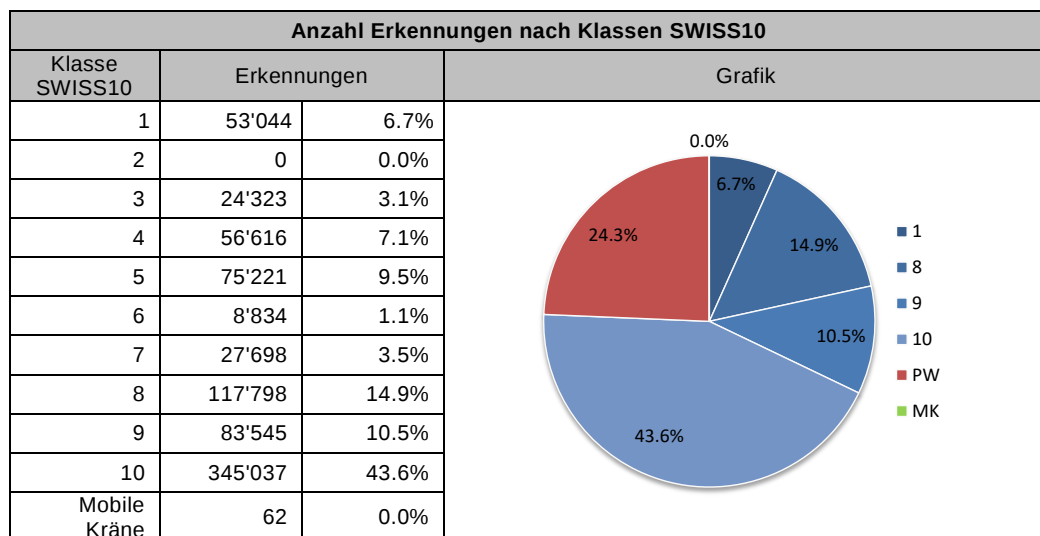
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

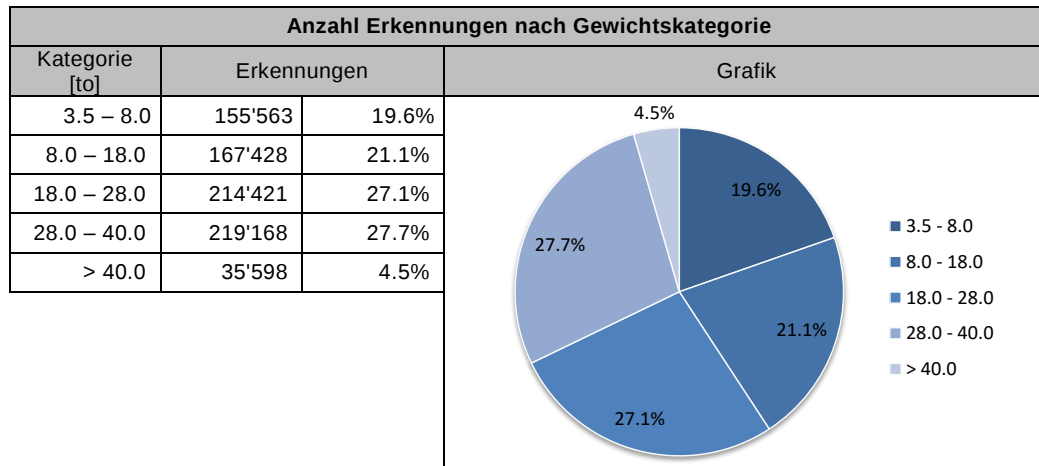
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 192'692 Einträge (Klasse 2 bis 7, 24.3%) 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					
Configuration	Umriss	SWISS10	Erkennungen		
S/S/Tr 0 - - - - 0 + - - - - 000		10	256'750	32.4%	
S/S Unschlüssig			88'232	11.1%	
S/S 0 - - - - 0		8	71'049	9.0%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - - 00		10	53'792	6.8%	
S/S 0 - - - - 0		1	40'072	5.1%	
S/S/Ta Unschlüssig			33'236	4.2%	
S/S/S Unschlüssig			25'737	3.2%	
Ta/Ta Unschlüssig			24'559	3.1%	
S/Ta 0 - - - - 00		8	21'025	2.7%	
S/S/Ta 0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	20'986	2.6%	
S/S/Tr Unschlüssig			20'693	2.6%	
S/Ta Unschlüssig			18'953	2.4%	
S/Ta/Ta 0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	17'709	2.2%	
S/S/S/S 0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	17'504	2.2%	
S/Ta/S/S 0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	12'641	1.6%	
S/Ta 0 - - - - 00		1	11'079	1.4%	
Andere Umriss nach SN 640 320					
S/S/S/S 0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	6'019	0.8%	
S/S/S 0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	5'389	0.7%	
S/S/S/Ta 0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'168	0.1%	
Ta/Tr 00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	677	0.1%	
Ta/Ta 00 - - - 00		8	62	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 : Gotthard			Auf Basis von :
		1	2	
1x3 Spuren	NB	23.6%	76.4%	Anzahl Erkennungen
	NB	16.7%	83.3%	Gesamtgewicht
	NB	15.8%	84.2%	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 : Gotthard	Norm 2011	Richtung 1 : Gotthard	Norm 2011
	0.76	0.7	0.73	0.6
	1.34	1.4	1.89	2.1
	1.78	1.5	3.13	2.7
	1.89	1.9	4.34	3.0
	1.24	0.5	1.17	0.5
	1.33	1.7	1.26	1.8
	1.44	1.8	1.53	2.2
	2.71	2.0	3.42	2.2
	1.83	2.0	1.80	1.9
	2.68	1.7	2.95	1.6
	3.08	1.3	3.35	1.0
	2.12	2.5	2.63	2.6
	1.58	1.2	2.22	0.9
	3.10	0.7	3.34	0.6
	1.11	1.4	1.49	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien				
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau		Starrer und kombinierter Oberbau	
	Richtung 1 : Gotthard	Norm 2011	Richtung 1 : Gotthard	Norm 2011
1 : Bus, Car	2.64	2.3	2.91	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.90	0.9	1.01	1.0
9 : Lastenzug	2.08	1.9	2.42	2.0
10 : Sattelzug	2.44	1.7	3.03	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 : Gotthard	Norm 2011	Richtung 1 : Gotthard	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.85	1.6	2.32	1.7
	99.0%		99.0%	
Kategorie	2.15		2.59	
	70.0%		70.0%	
Klasse	2.16		2.60	
	68.3%		68.3%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Gotthard

$$TF_0 = \frac{792'178 \text{ LW}}{361.7 \text{ Tage}} \cdot 1.85 \cdot 84.2\% = 3'411 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Gotthard

$$TF_0 = \frac{792'178 \text{ LW}}{361.7 \text{ Tage}} \cdot 2.32 \cdot 84.2\% = 4'291 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

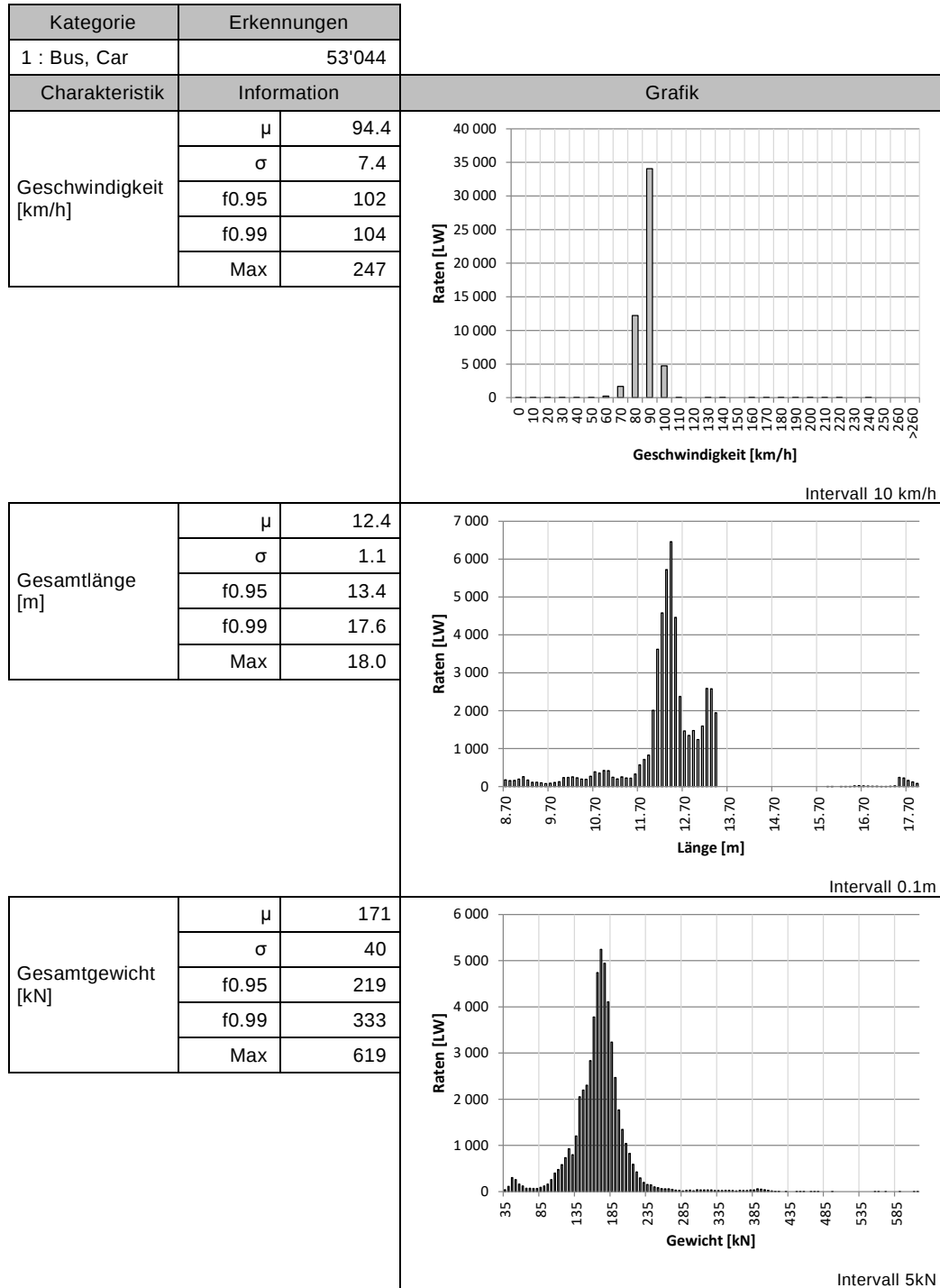
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

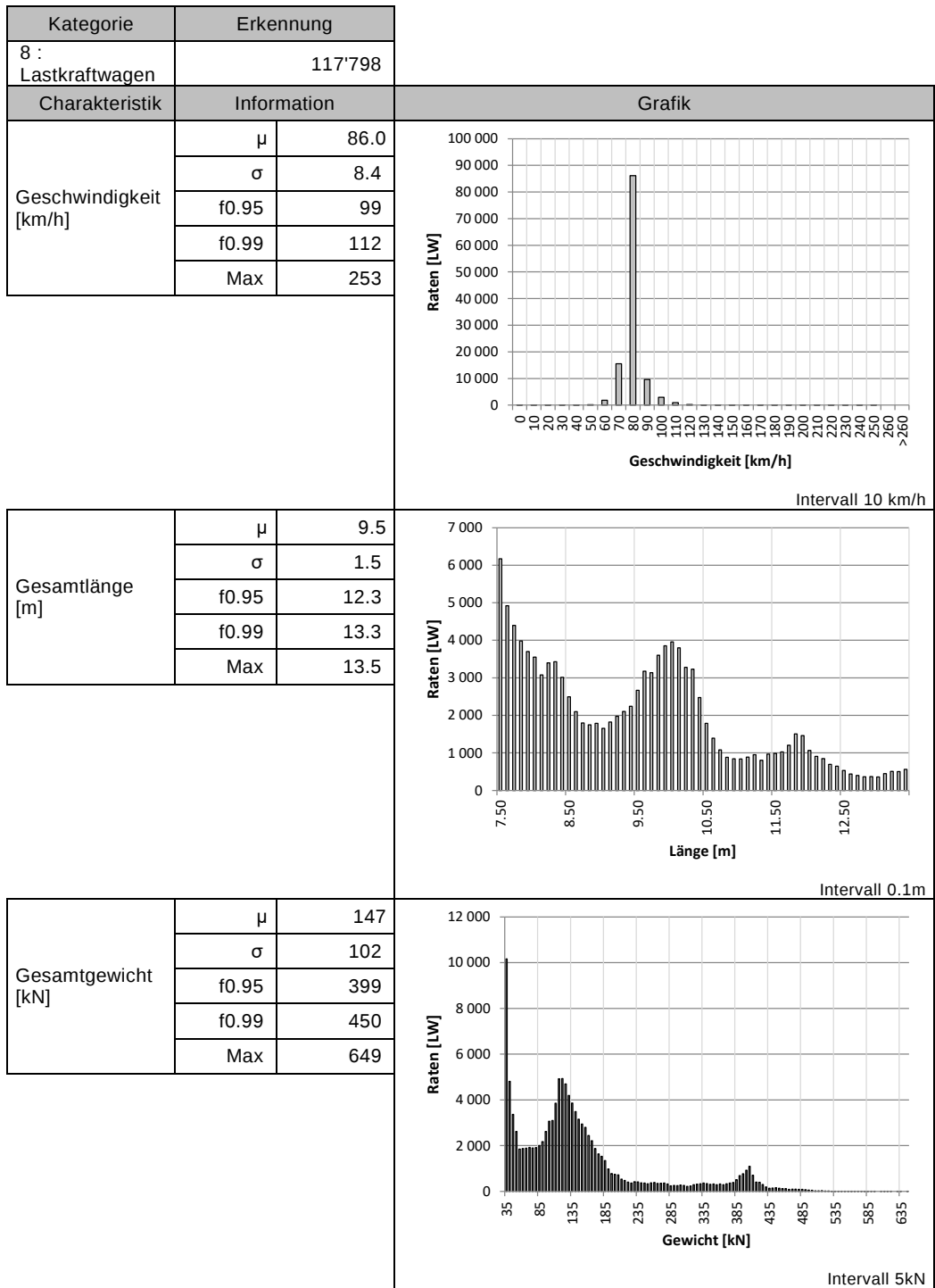
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates	
Richtung 1 : Gotthard	Auf Basis von :
+0.9%	Anzahl Erkennungen
+0.3%	Gesamtgewicht
+0.2%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

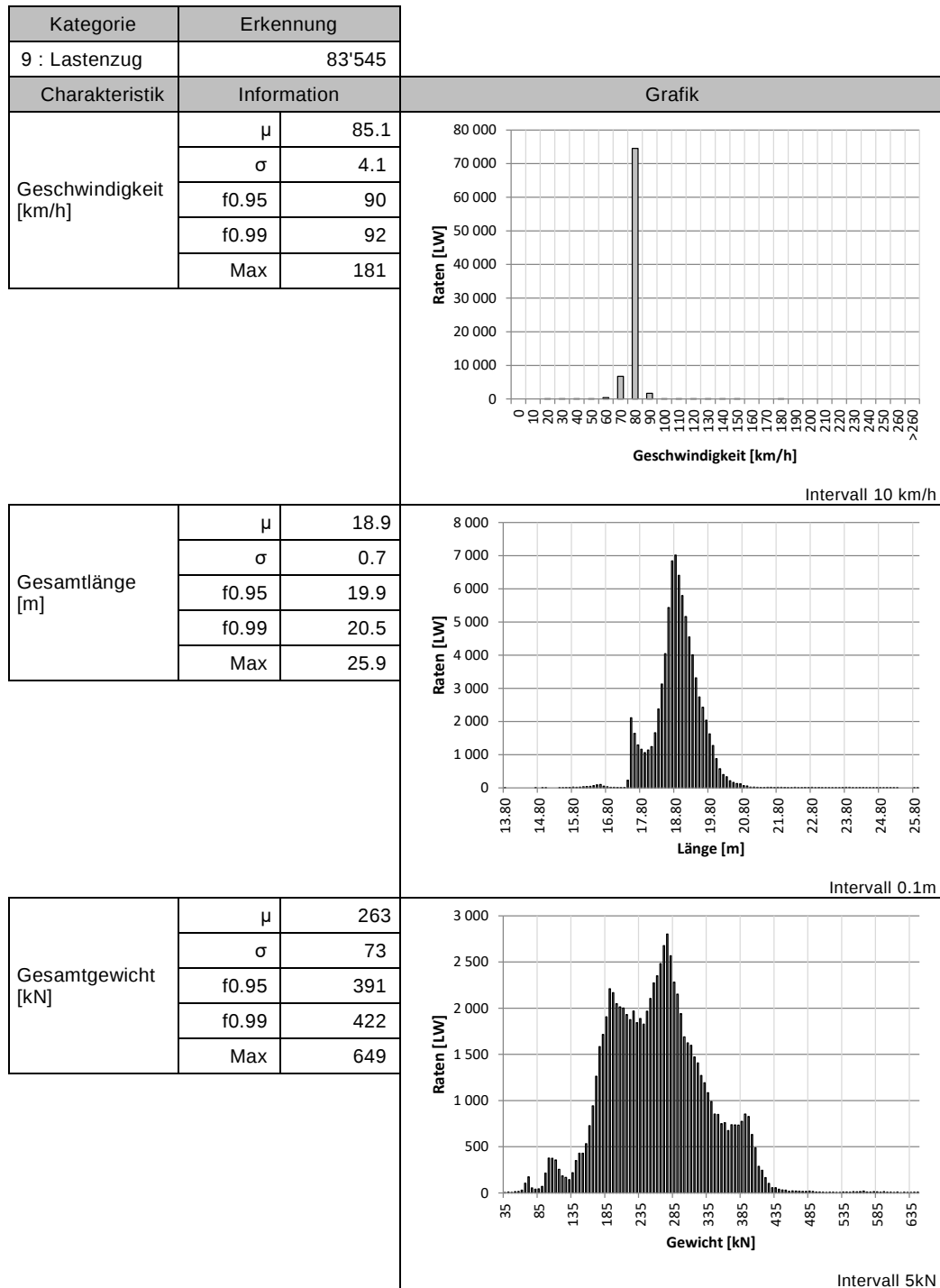
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2014 und 2015 bestimmt.

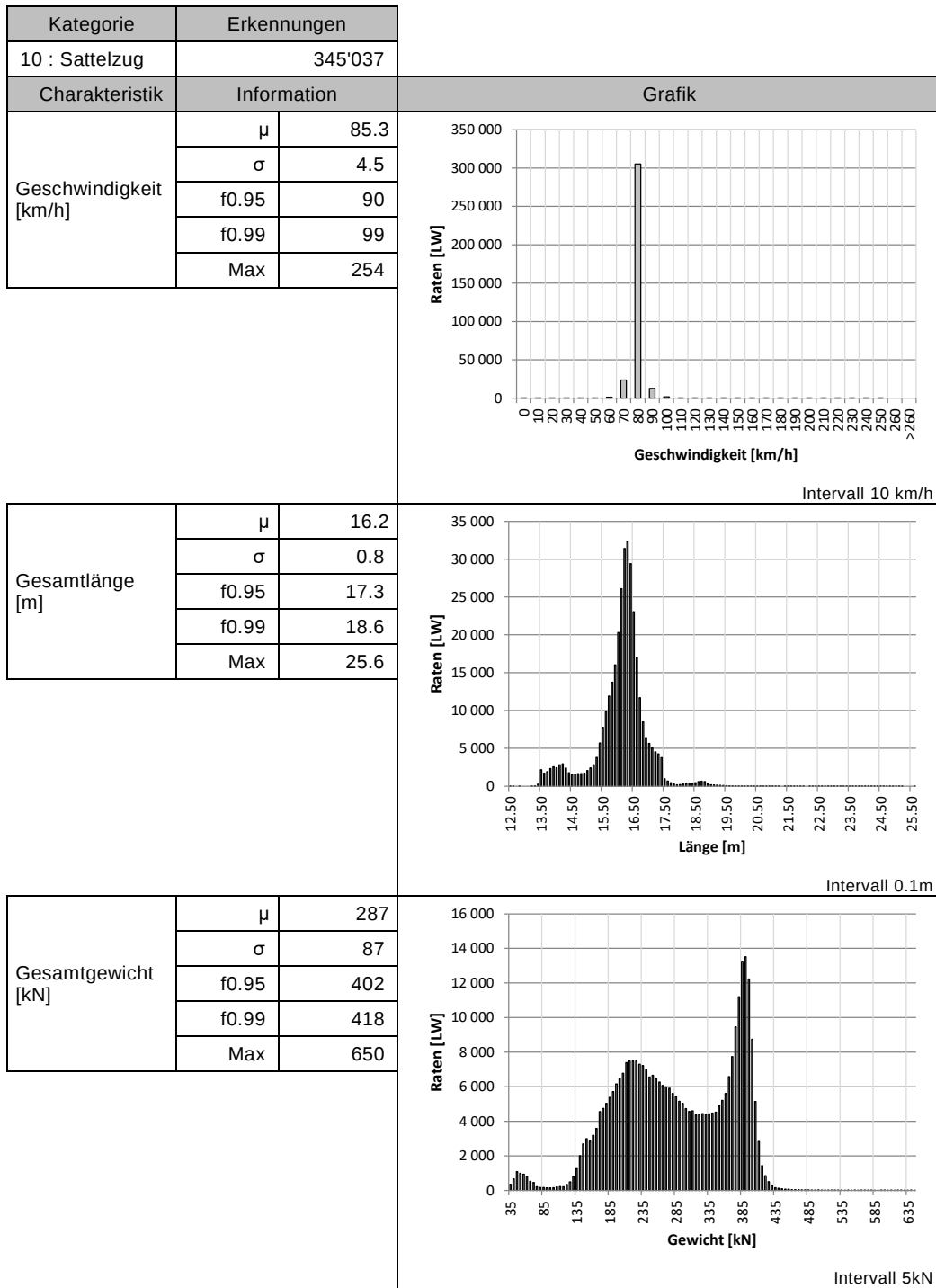
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



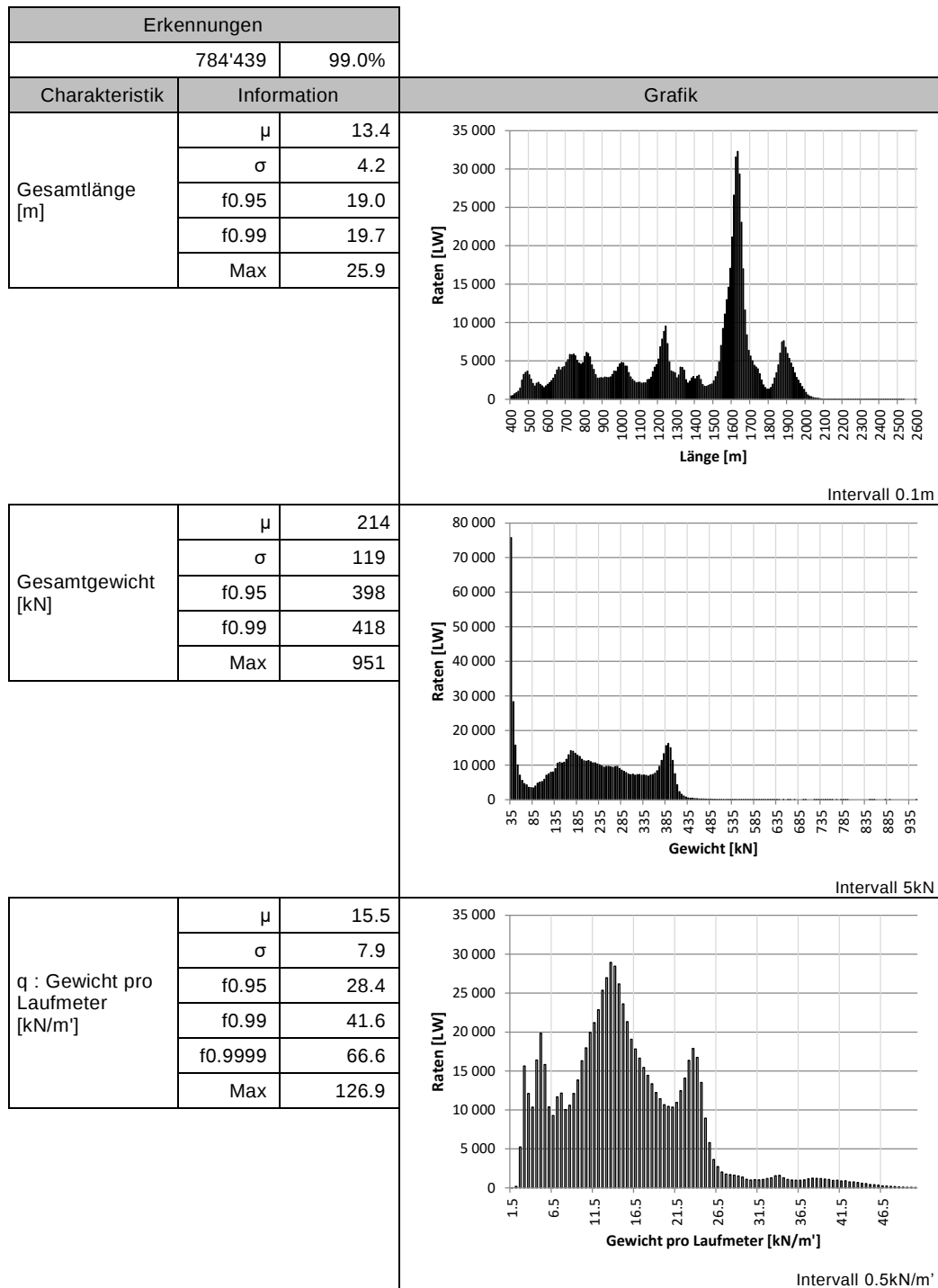


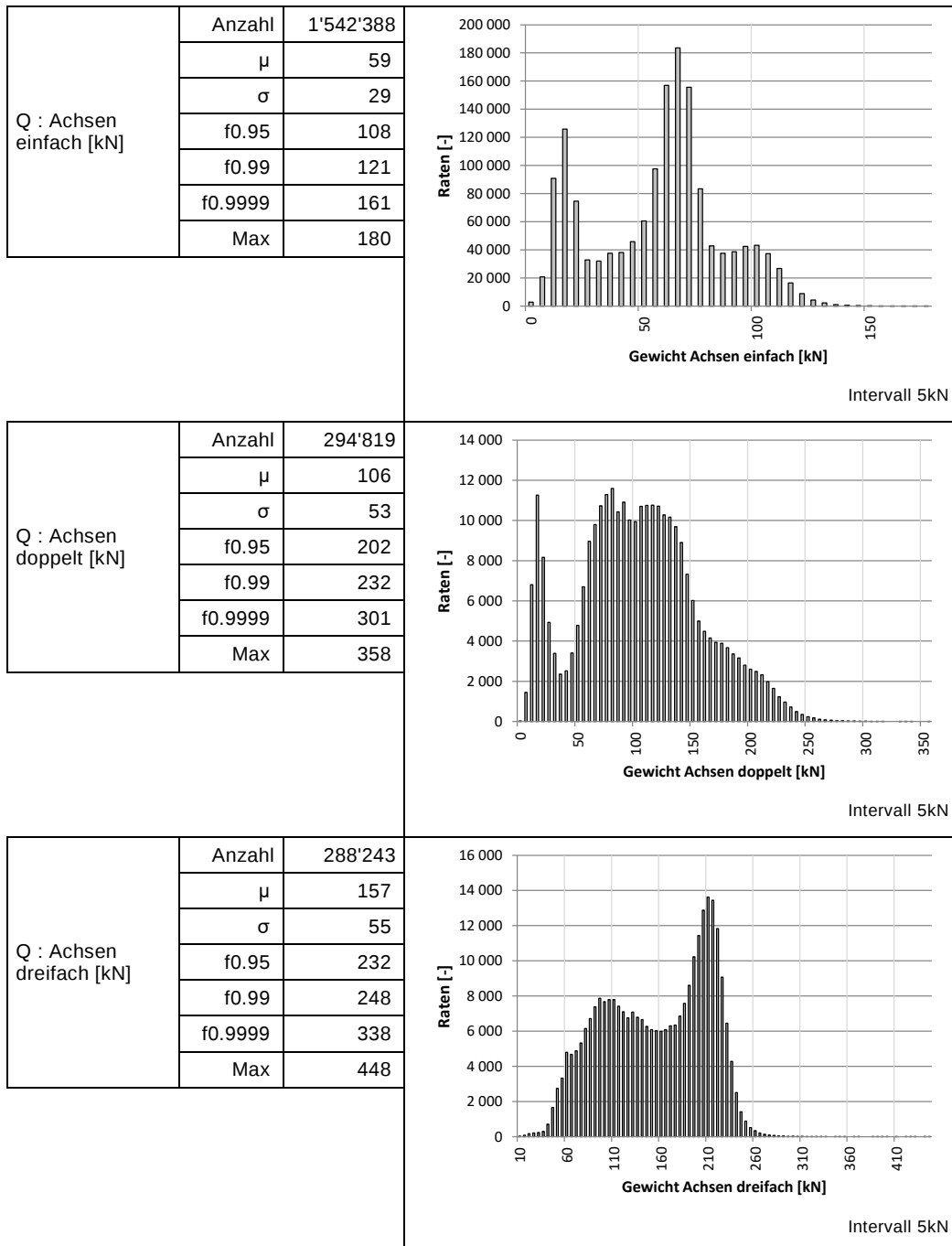




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



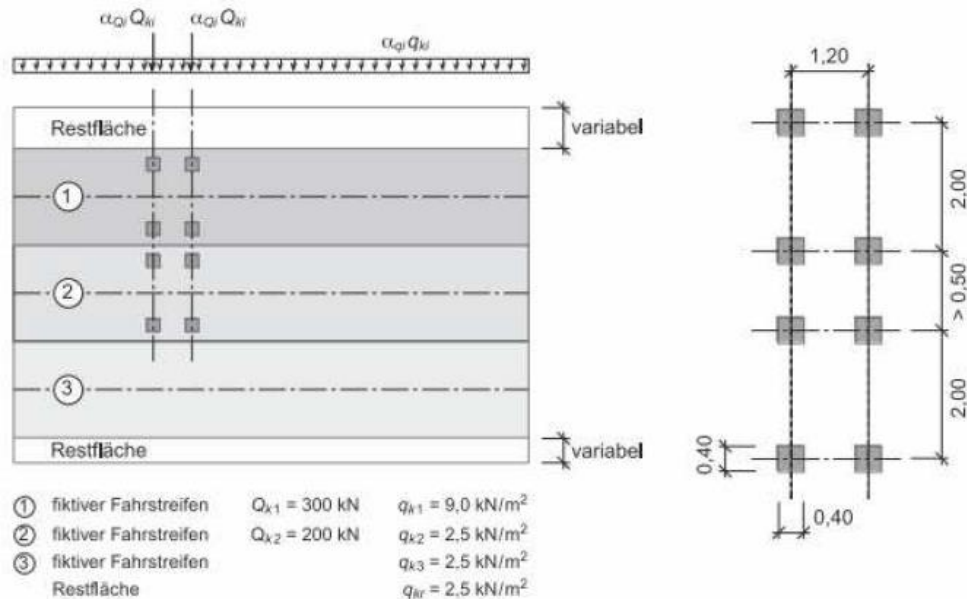


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.0% der gesamten Proben.

6.1 Vorlage der Last 1 nach SIA 261



6.1.1 Konzentrierte Last Q

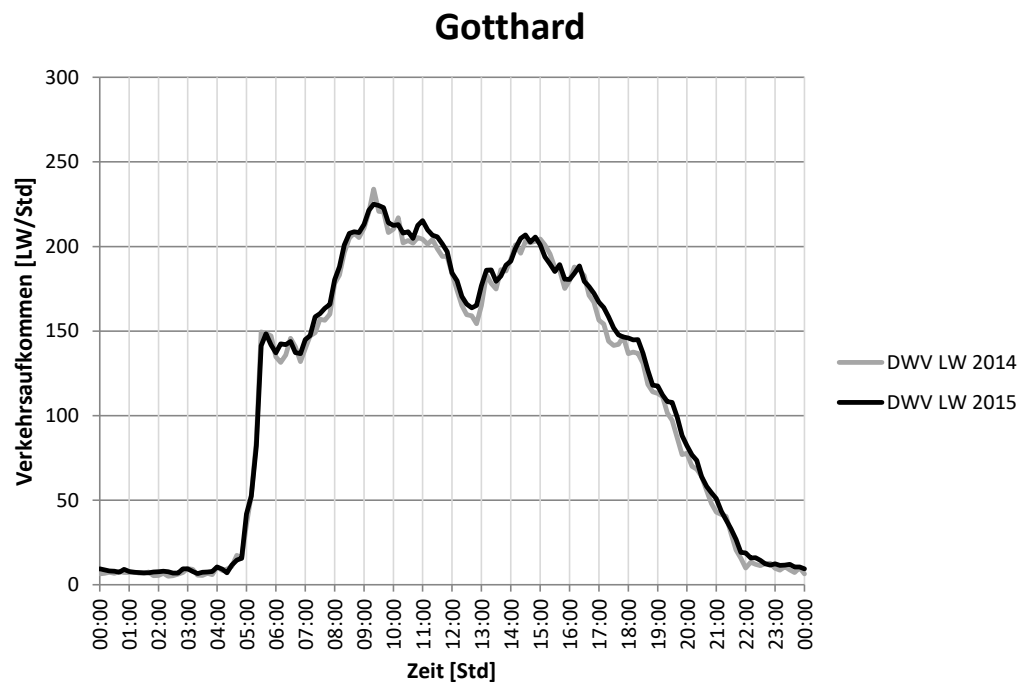
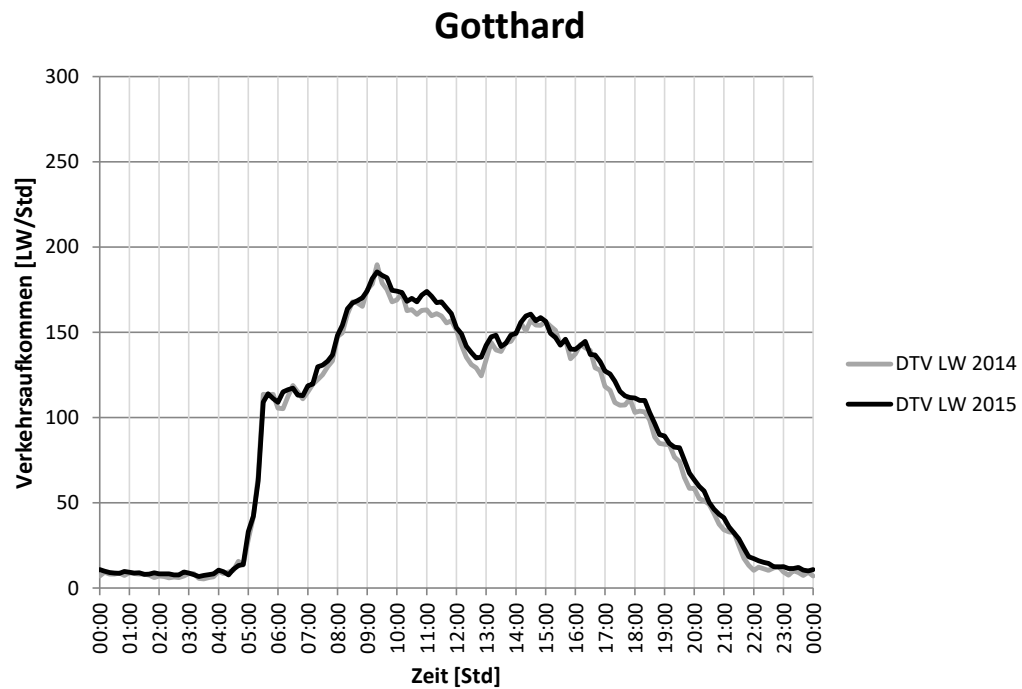
Konzentrierte Last Q					
Typ Achsen	Durchschnittslast [kN]	Durchschnittslast pro Achse [kN]	f0.95 [kN] (pro Achse)	f0.99 [kN] (pro Achse)	f0.9999 [kN] (pro Achse)
Einfach	59	59	108	121	161
Doppelt	106	53	202 (101)	232 (116)	301 (151)
Dreifach	157	52	232 (77)	248 (83)	338 (113)

6.1.2 Verteilte Last q

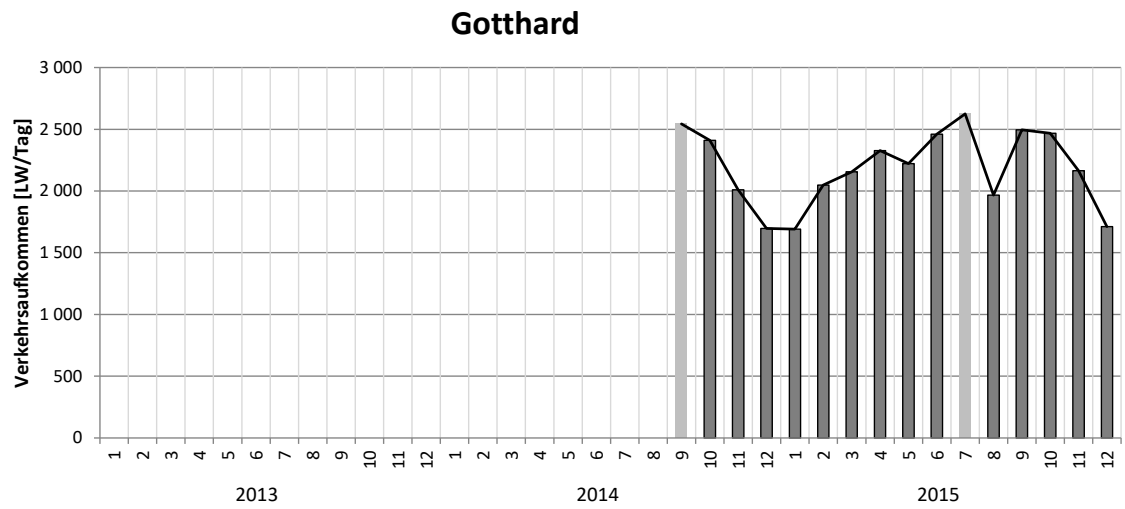
Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	15.5	28.4	41.6	66.6
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	5.2	9.5	13.9	22.2

7 Tendenz

7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung



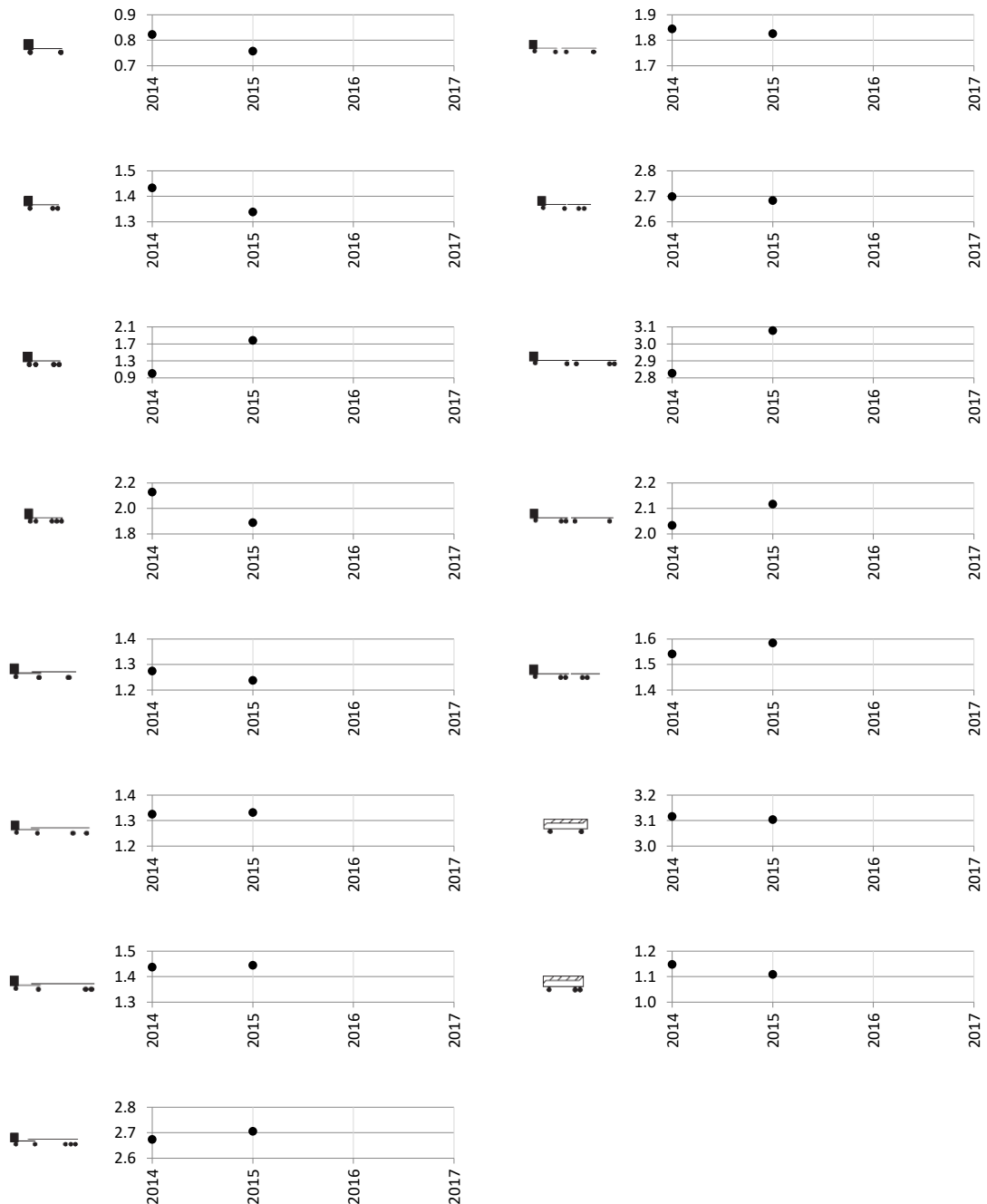
7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat



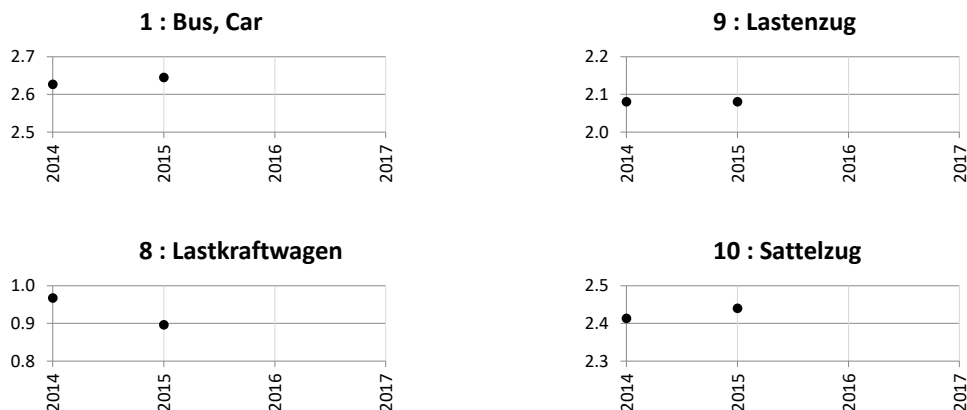
7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

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

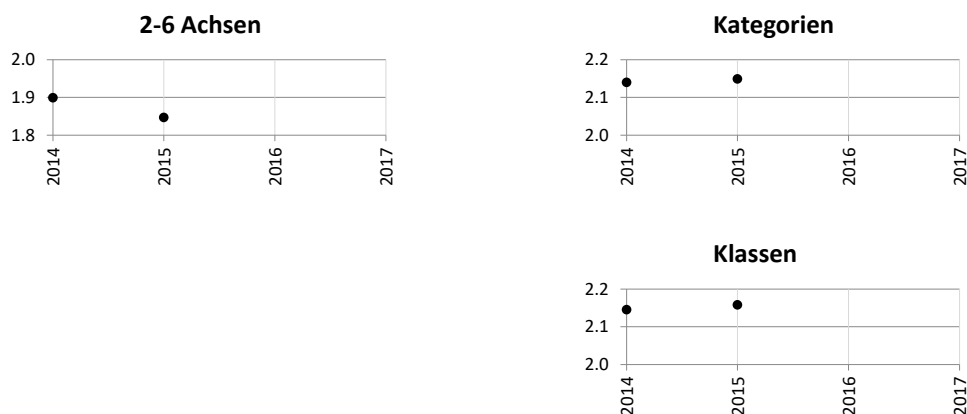
7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



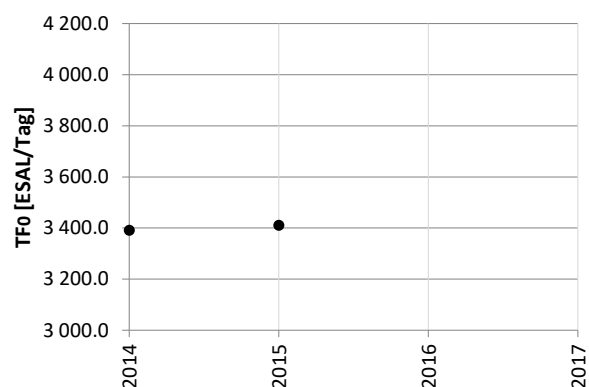
7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors

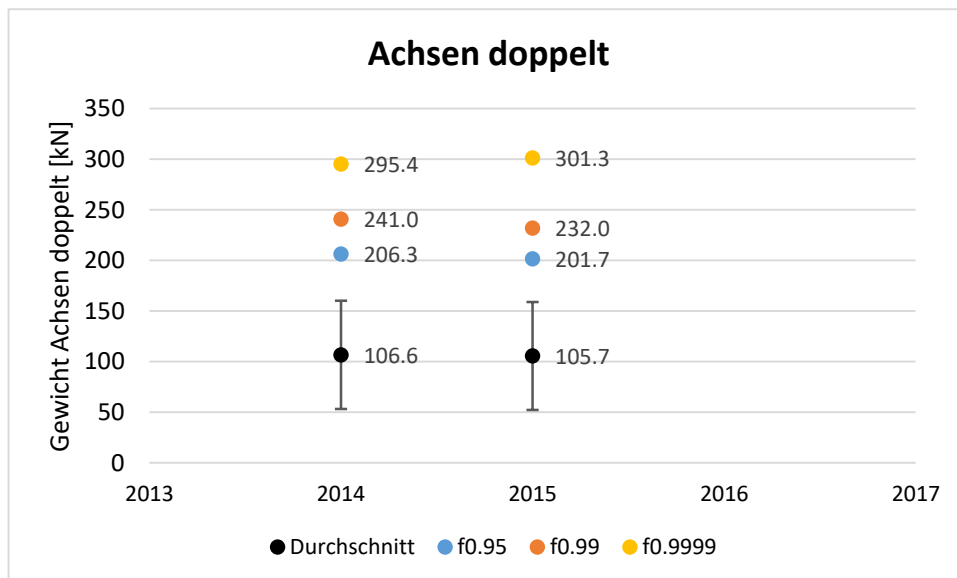
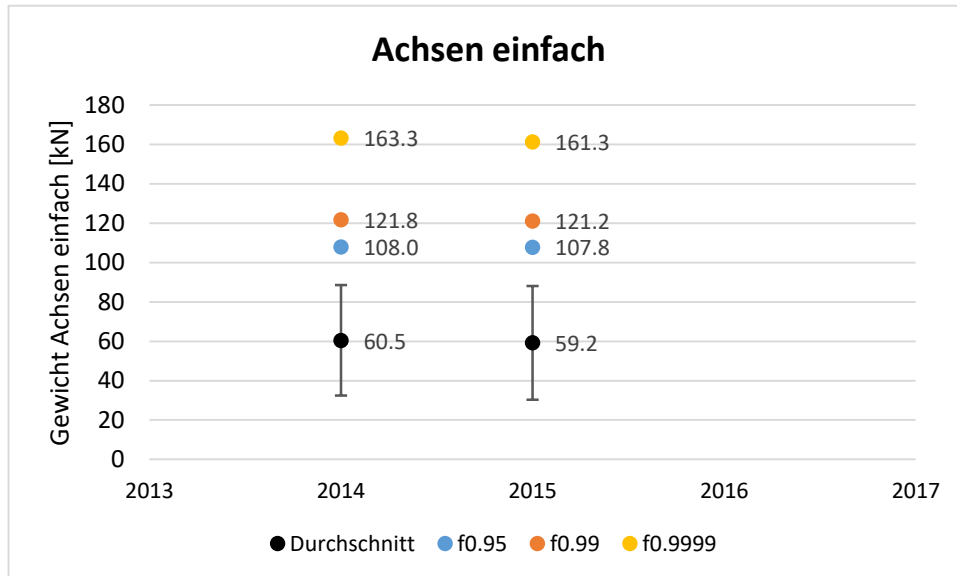


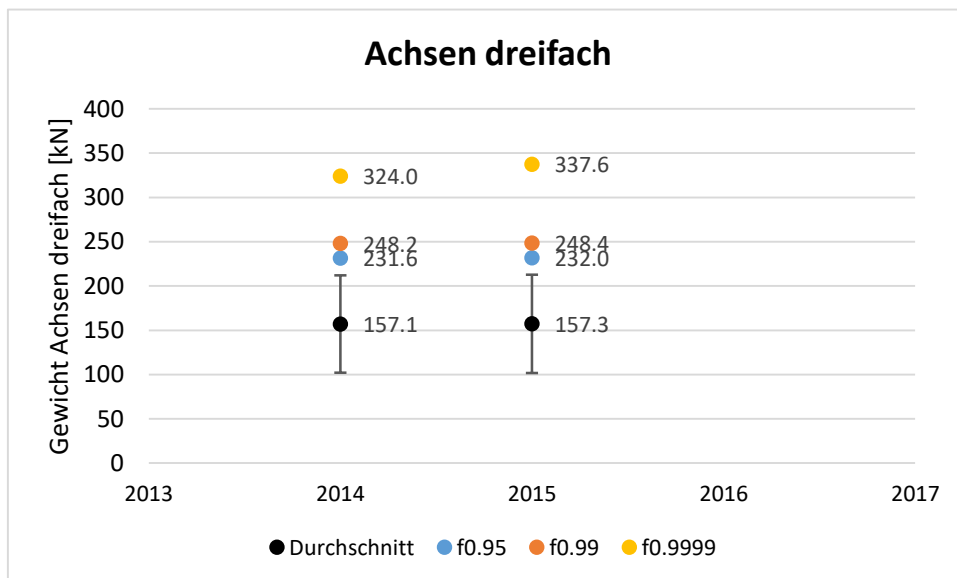
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast



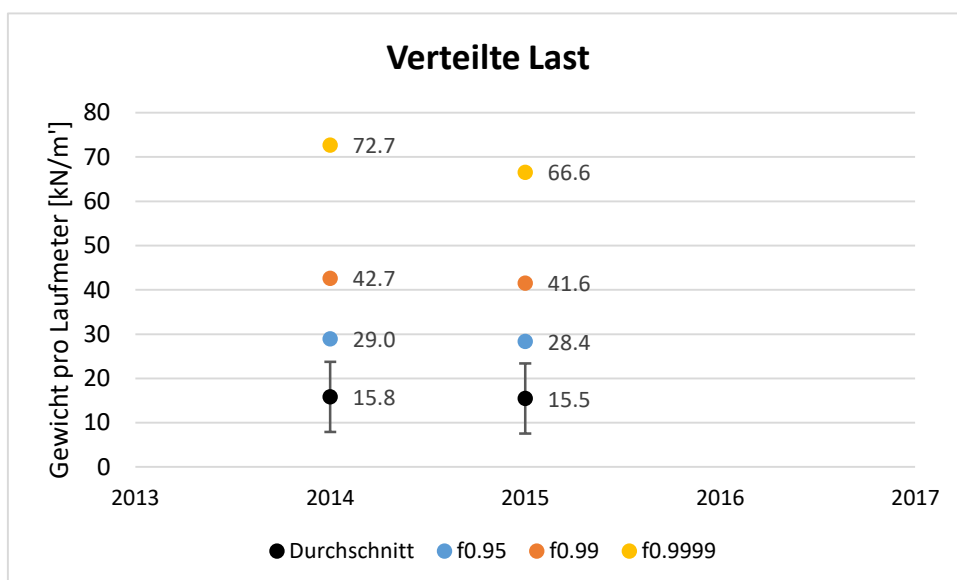
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 2014 in Betrieb gesetzt	
Angewendeter Korrekturfaktor :	-	
Anwendung des Korrekturfaktors :	-	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	-	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Gotthard : -	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 4 Tage	
Ausgeschlossen :	0.97%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	In Ordnung	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	In Ordnung	
Einordnung SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	24.3%	
Inkohärente Umrissse :	29.4% davon 28.4% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.0% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Die Station wird in 2014 in Betrieb gesetzt, das Vertrauen in die Daten der Station nicht beurteilt werden kann (2015 : nicht-kalibriert). 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.
-