



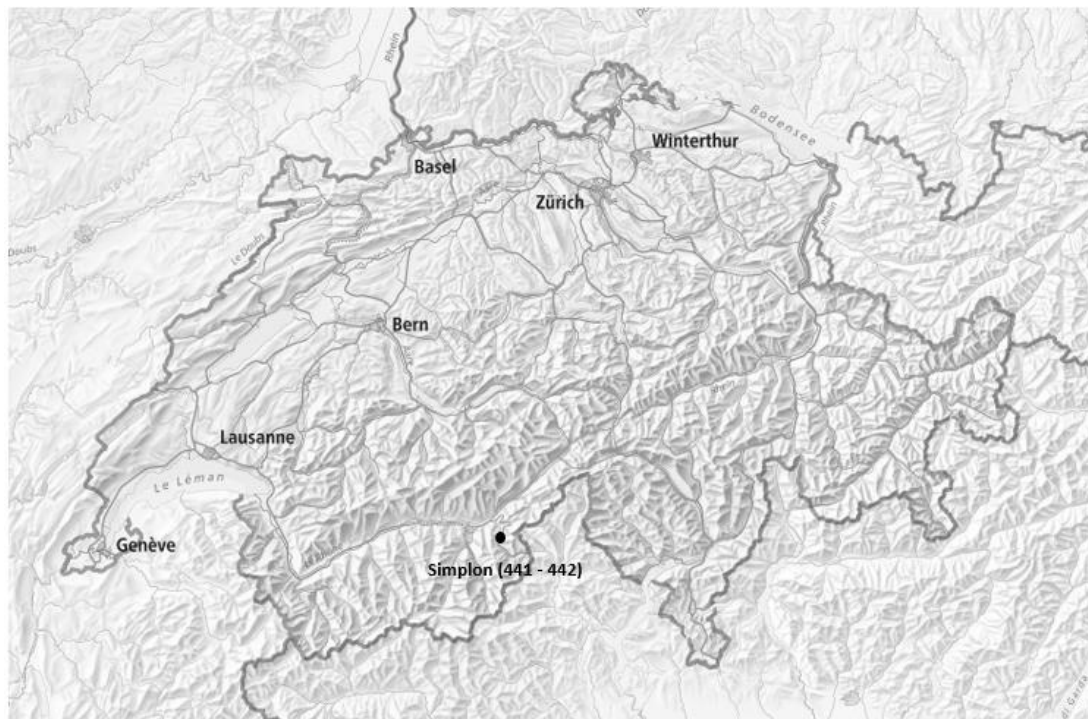
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Simplon - 2018

Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten



Ittigen, 31.05.2019

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_2018_441_442

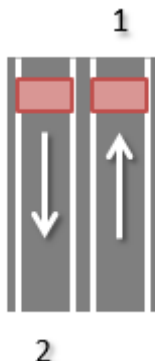
Version 1

Erschaffen am 31.05.2019 – 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	24
7.3	Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320	25
7.3.1	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse	25
7.3.2	Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie	26
7.3.3	Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors	26
7.3.4	Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....	26
7.4	Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261	27
7.4.1	Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....	27
7.4.2	Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....	28
8	Vertrauensebene	29
	Bibliografie.....	30

1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren				
Simplon	VS		441 / 442	F2	III	2	2x1				
Situation											
				Richtung 1 : 441 - Richtung Brig Richtung 2 : 442 - Richtung Gondo							
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	09.01.2018
Potentieller Datenverlust	08.01.2018 – 15 : 53 à 00 : 00 10.01.2018 – Mehrere Stopps 11.01.2018 – 00 : 00 à 04 : 00
<i>Besondere Ereignis</i>	
<i>Entscheide</i>	
<i>Verknüpfung</i>	
Name der Datei :	2018_441_concat.log ; 2018_442_concat.log ;
Anzahl Speicherungen :	522'967 (441) ; 548'509 (442)
Anzahl effektiver Tage :	362.5 (441) ; 362.5 (442)

2 Integrität der Daten

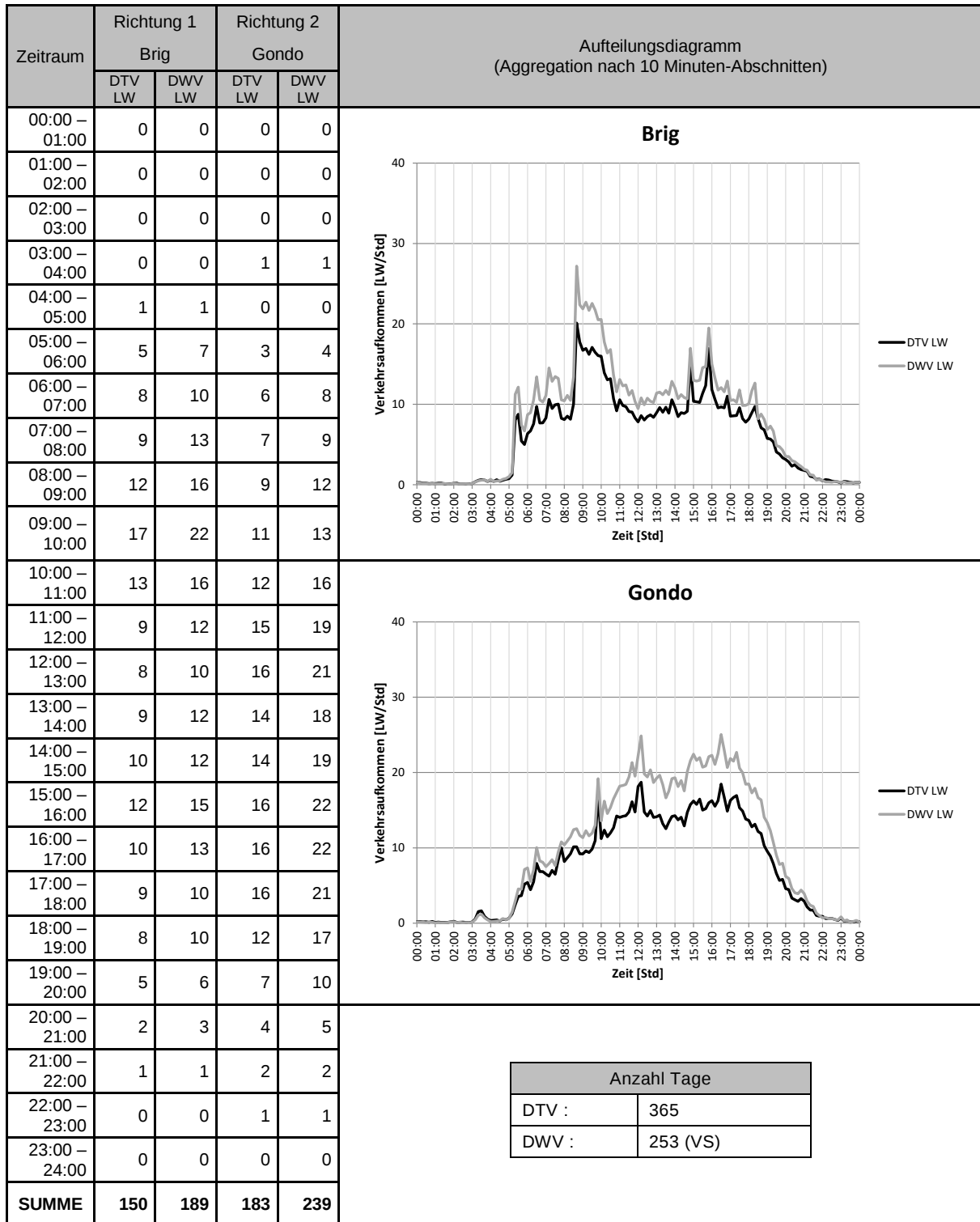
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (948'908 Einträge).
2)	55'205 Einträge Richtung D1. 67'363 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (0 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (105 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (0 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (1'322 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (73 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (24 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (265 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2018_441_442_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Ausschluss .
5)	-
6)	Ausschluss .
7)	Ausschluss .
8)	Ausschluss .
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2018_441_442.log
Anzahl Einträge :	120'779
Name der Ausschlussdatei :	2018_441_442_exclus.log
Anzahl Einträge :	1'789

Auf einer Gesamtmenge von 1'071'476 Einträgen, wurden 948'908 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 1'789 Einträge (1.46%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

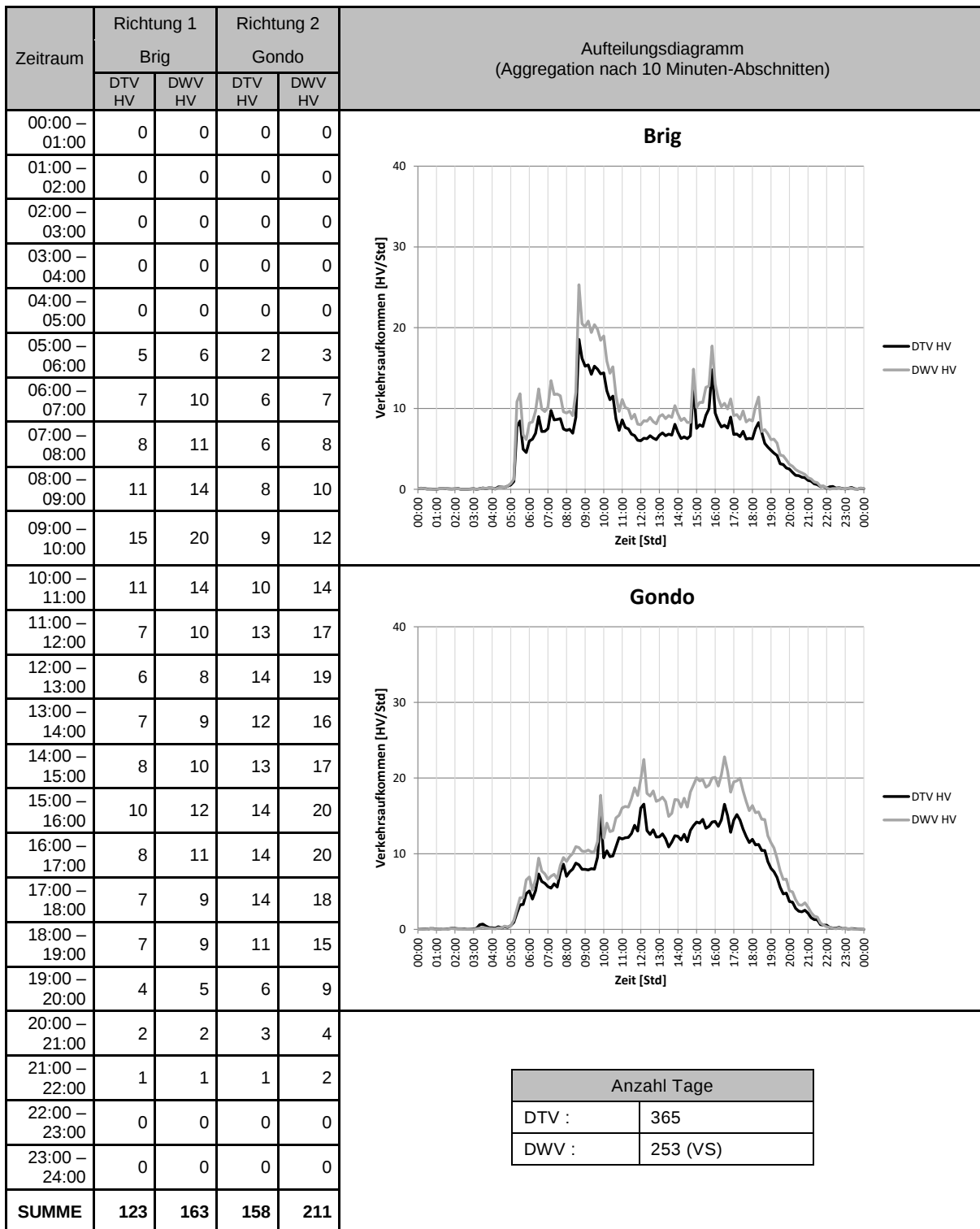
3 Statistikbearbeitung

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)

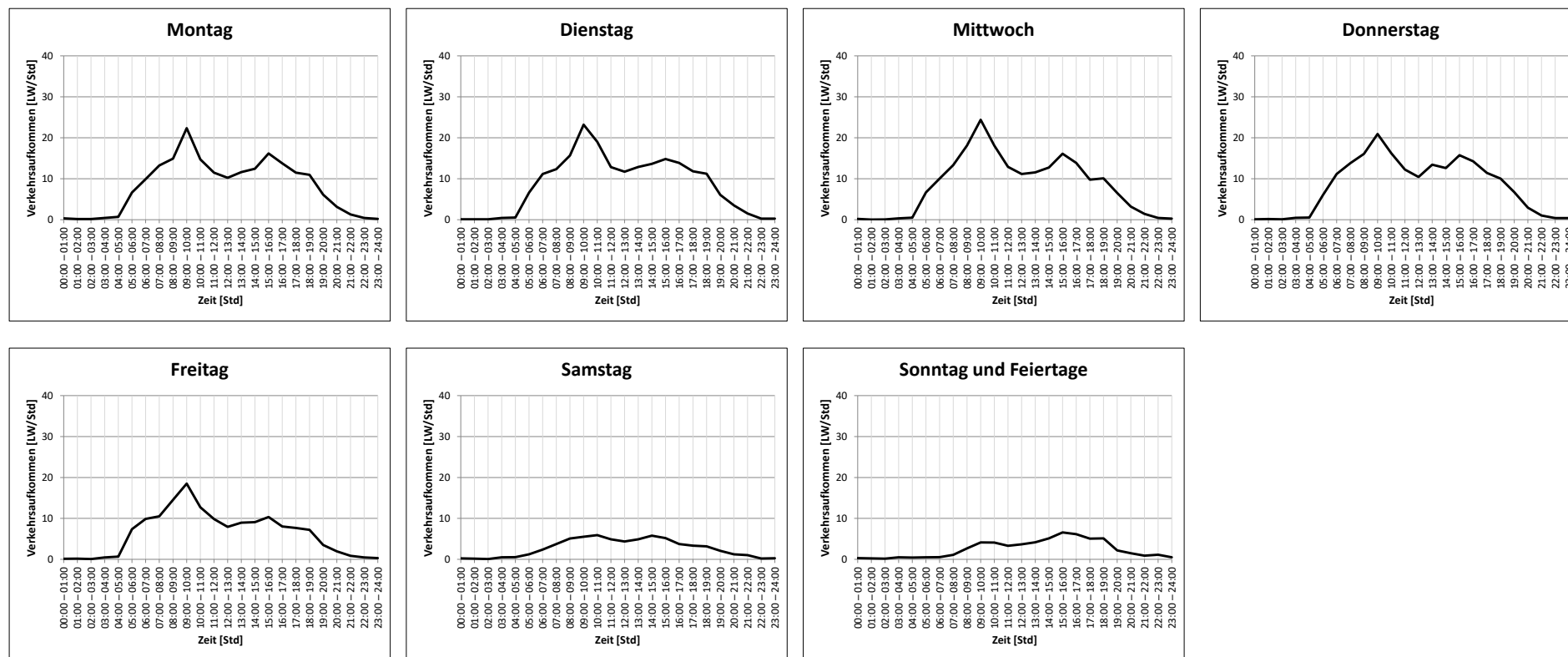


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

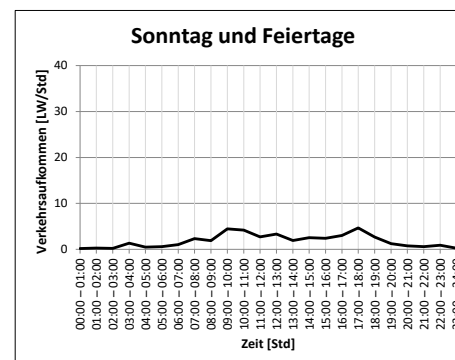
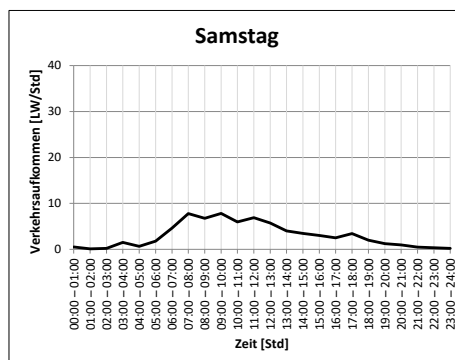
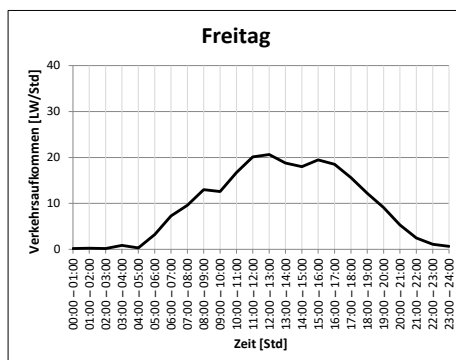
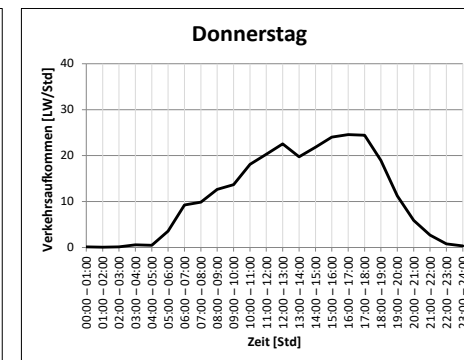
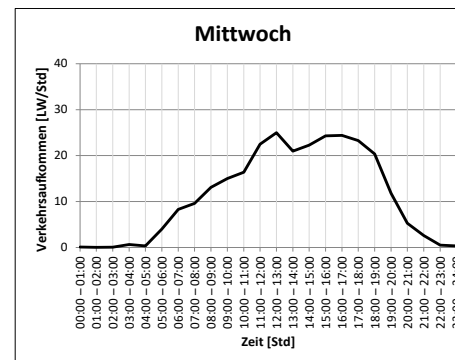
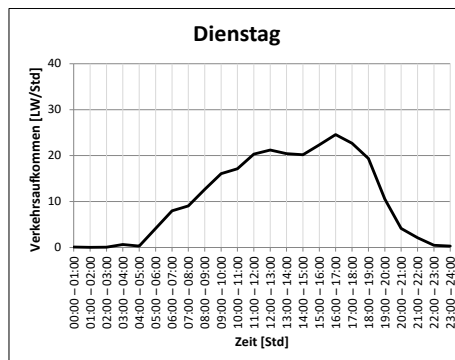
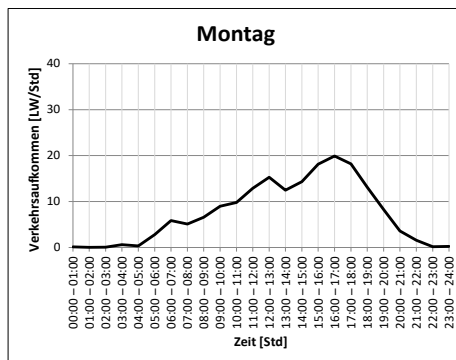
3.3 Tägliche Stundenverteilung

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

Richtung 1 : Brig (Aggregation nach Stunde)



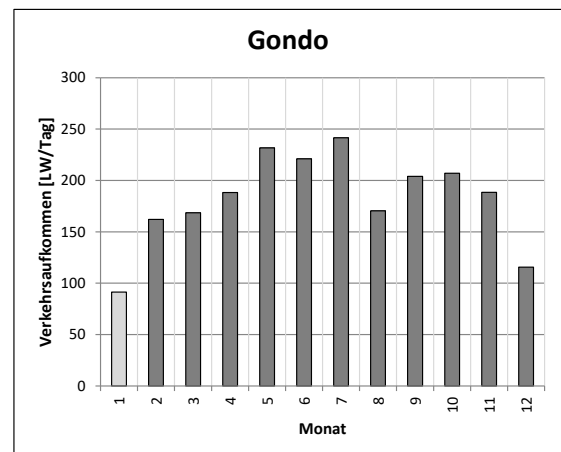
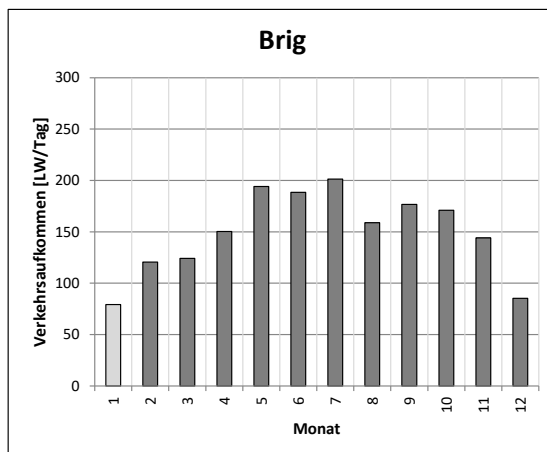
Richtung 2 : Gondo (Aggregation nach Stunde)



3.4 Fahrzeugerkennung

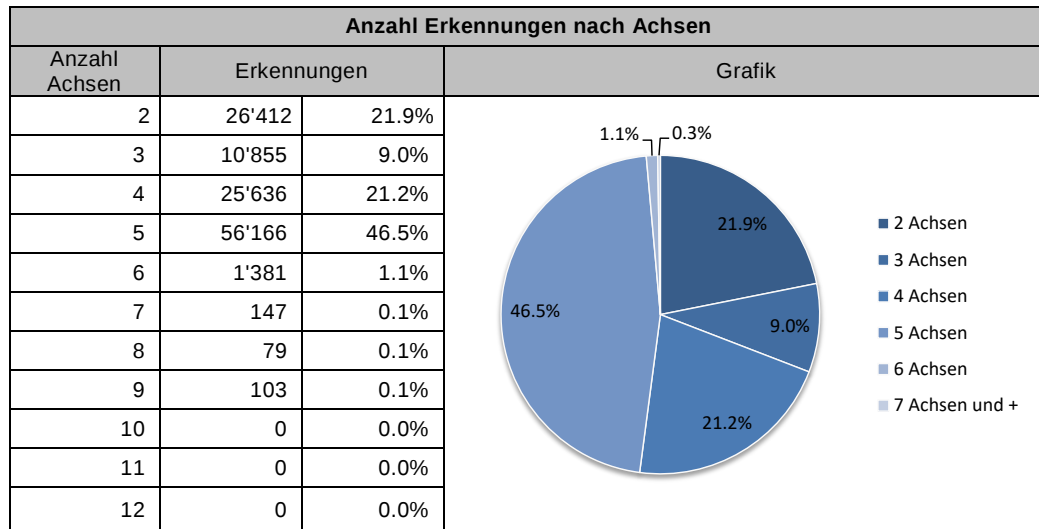
3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo
Januar	2'257	2'605
Februar	3'377	4'538
März	3'847	5'227
April	4'512	5'649
Mai	6'019	7'181
Juni	5'652	6'630
Juli	6'242	7'489
August	4'924	5'285
September	5'302	6'119
Oktober	5'300	6'418
November	4'320	5'652
Dezember	2'647	3'587



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

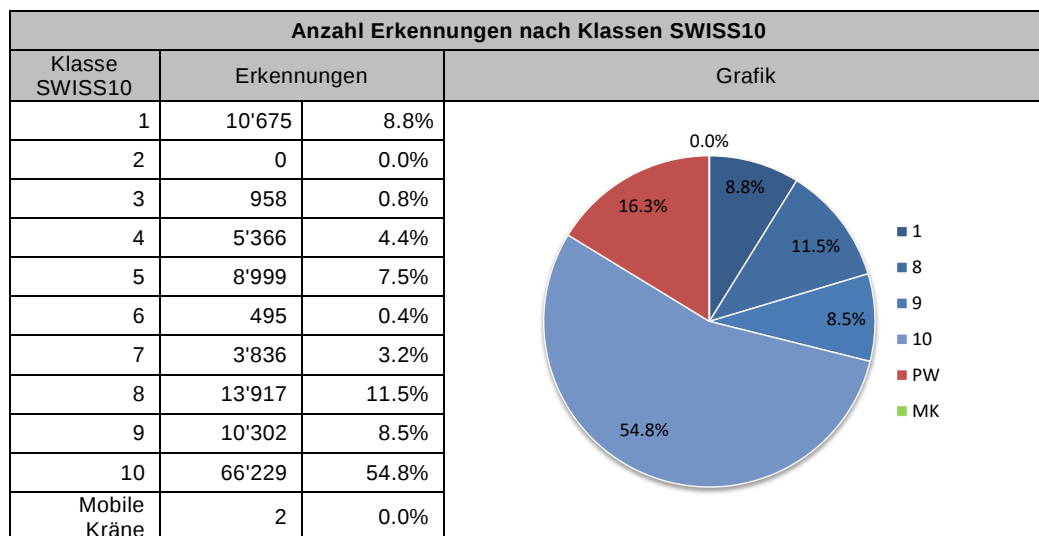
3.4.2 Nach Anzahl Achsen



3.4.3 Nach Klasse SWISS10

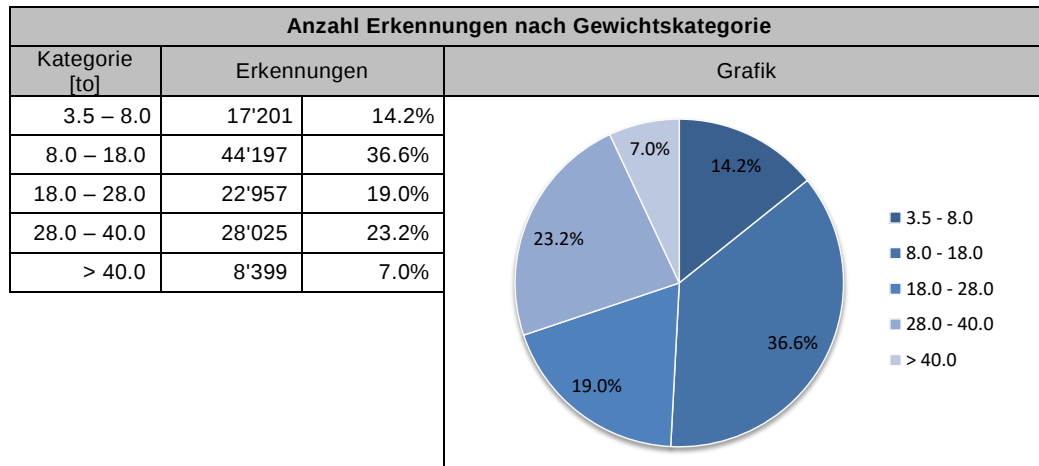
Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 19'654 Einträge (Klasse 2 bis 7, 16.3%) 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/Tr	0 - - - - 0 + - - - 000		10	45'694	37.8%	
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00		10	16'252	13.5%	
S/S	0 - - - - 0		8	9'029	7.5%	
S/S	Unschlüssig			7'966	6.3%	
S/S	0 - - - - 0		1	8'609	7.1%	
S/S/Tr	Unschlüssig			4'172	3.3%	
S/S/Ta	Unschlüssig			3'533	2.8%	
S/S/S	Unschlüssig			2'240	1.8%	
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - 00 - -		9	2'300	1.9%	
S/Ta	Unschlüssig			2'089	1.6%	
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	2'003	1.7%	
S/Ta	0 - - - - 00		1	1'707	1.4%	
S/Ta	0 - - - - 00		8	1'630	1.3%	
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	1'572	1.3%	
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - 00 - -		9	1'470	1.2%	
Ta/Ta	Unschlüssig			1'387	1.1%	
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	1'301	1.1%	
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	1'174	1.0%	
Andere Umrisse nach SN 640 320						
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	320	0.3%	
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	67	0.1%	
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)		30	0.0%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	8	0.0%	

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

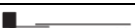
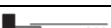
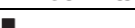
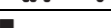
4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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

4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren			
Konfiguration	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Auf Basis von :
2x1 Spur	45.0%	55.0%	Anzahl Erkennungen
	52.0%	48.0%	Gesamtgewicht
	60.7%	39.3%	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 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011
	0.78	0.57	0.7	0.79	0.53	0.6
	1.34	1.05	1.4	1.84	1.49	2.1
	1.57	1.34	1.5	2.82	2.33	2.7
	0.73	4.22	1.9	1.40	10.41	3.0
	1.00	0.80	0.5	0.93	0.71	0.5
	1.82	0.72	1.7	1.80	0.63	1.8
	1.69	0.62	1.8	1.83	0.57	2.2
	3.30	1.70	2.0	4.44	2.09	2.2
	2.97	1.29	2.0	3.06	1.24	1.9
	2.52	2.22	1.7	2.75	2.43	1.6
	2.70	3.25	1.3	2.91	3.48	1.0
	2.86	1.86	2.5	3.52	2.26	2.6
	1.43	0.94	1.2	1.99	1.22	0.9
	2.41	2.45	0.7	2.56	2.61	0.6
	1.22	0.92	1.4	1.64	1.23	2.1

4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011
1 : Bus, Car	2.16	2.24	2.3	2.37	2.42	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.94	0.64	0.9	1.14	0.67	1.0
9 : Lastenzug	2.66	1.67	1.9	3.28	1.91	2.0
10 : Sattelzug	3.06	1.30	1.7	4.09	1.53	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 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011	Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	2.32	1.23	1.6	3.03	1.43	1.7
	99.4%	99.5%		99.4%	99.5%	
Kategorie	2.66	1.35		3.43	1.55	
	76.2%	83.2%		76.2%	83.2%	
Klasse	2.67	1.36		3.43	1.57	
	72.9%	80.6%		72.9%	80.6%	

4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

Flexibler und halbstarrer Oberbau

Richtung 1 : Brig

$$TF_0 = \frac{54'399 \text{ LW}}{362.5 \text{ Tage}} \cdot 2.32 = 348 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

Richtung 2 : Gondo

$$TF_0 = \frac{66'380 \text{ LW}}{362.5 \text{ Tage}} \cdot 1.23 = 226 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T3 : Mittel}$$

Starrer und kombinierter Oberbau

Richtung 1 : Brig

$$TF_0 = \frac{54'399 \text{ LW}}{362.5 \text{ Tage}} \cdot 3.03 = 455 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T4 : Schwer}$$

Richtung 2 : Gondo

$$TF_0 = \frac{66'380 \text{ LW}}{362.5 \text{ Tage}} \cdot 1.43 = 262 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T3 : Mittel}$$

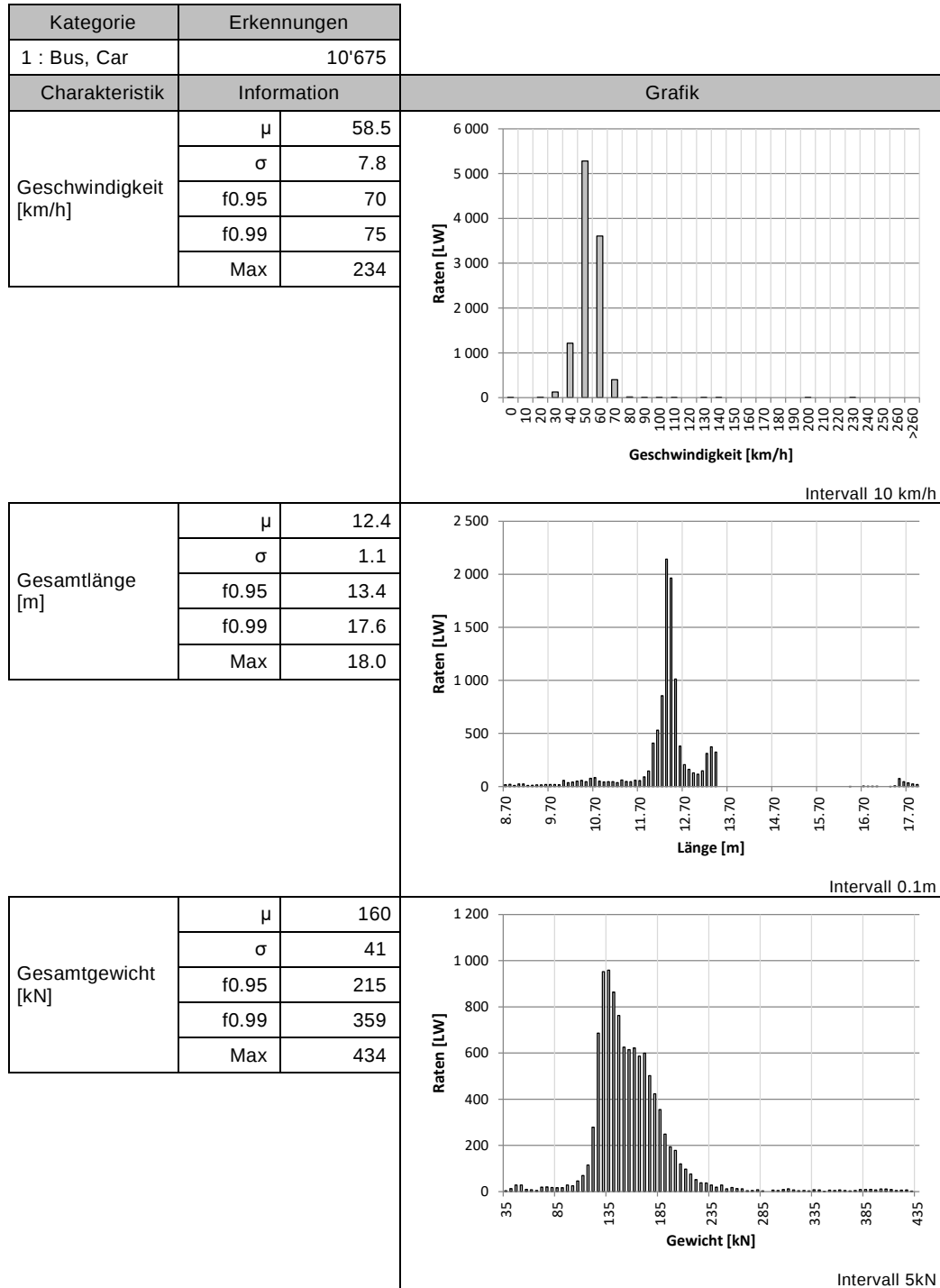
4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate

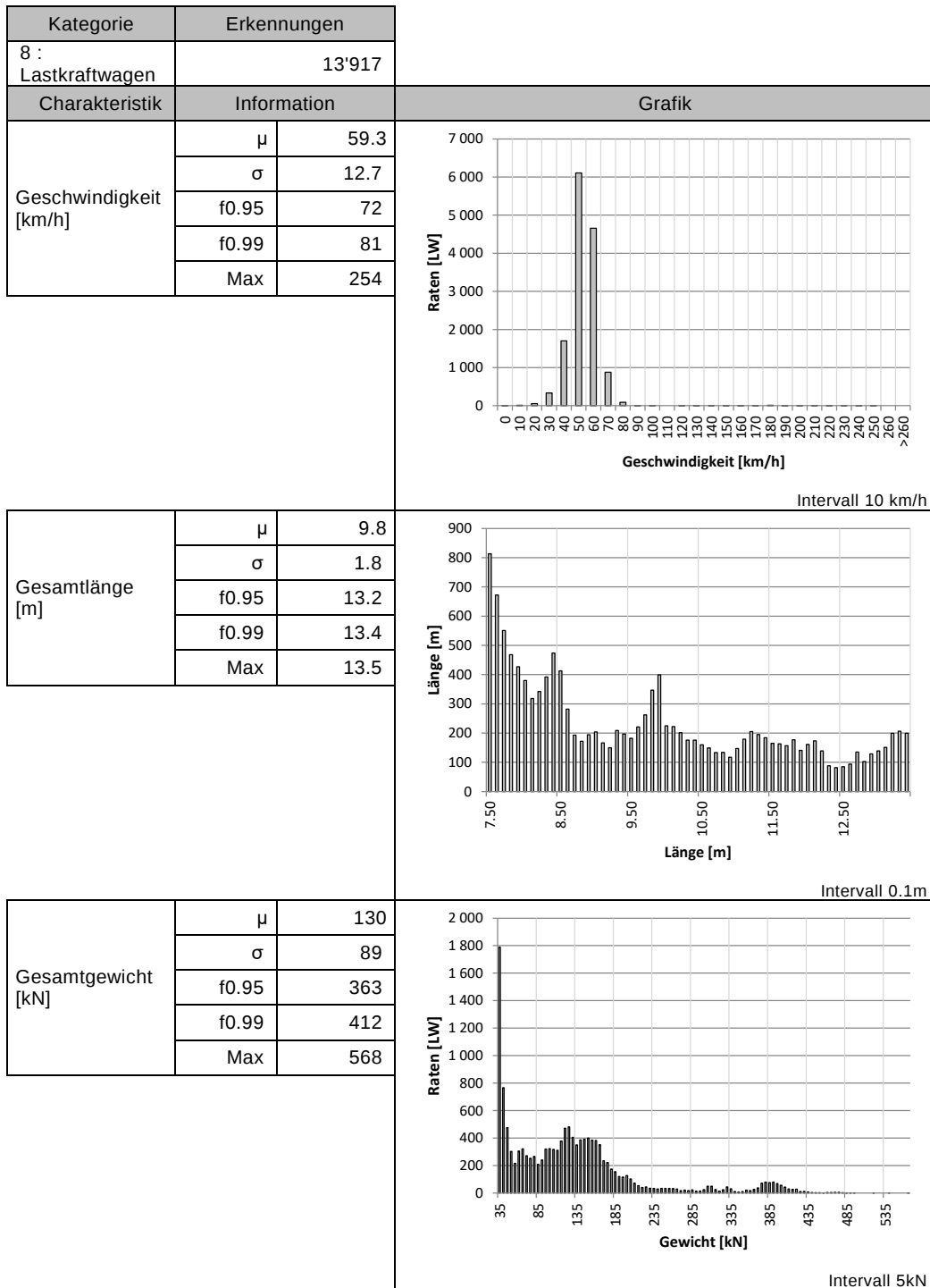
Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrate		
Richtung 1 : Brig	Richtung 2 : Gondo	Auf Basis von :
-0.7%	-0.8%	Anzahl Erkennungen
-0.9%	-1.4%	Gesamtgewicht
-0.8%	-3.3%	Gesamte äquivalente Verkehrslast W

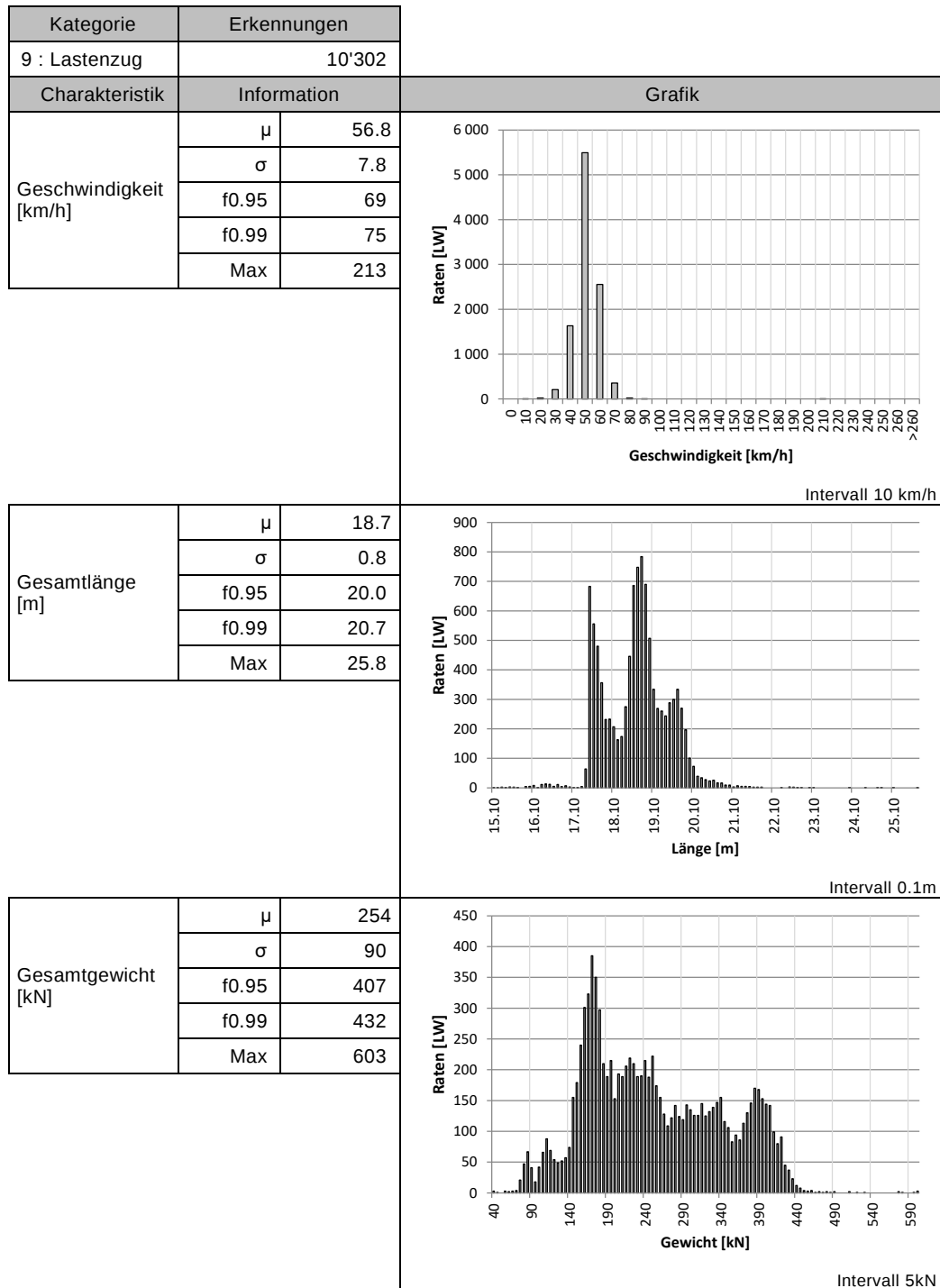
Dieser Abschnitt wird auf Basis der Jahresberichte von 2015 bis 2018.

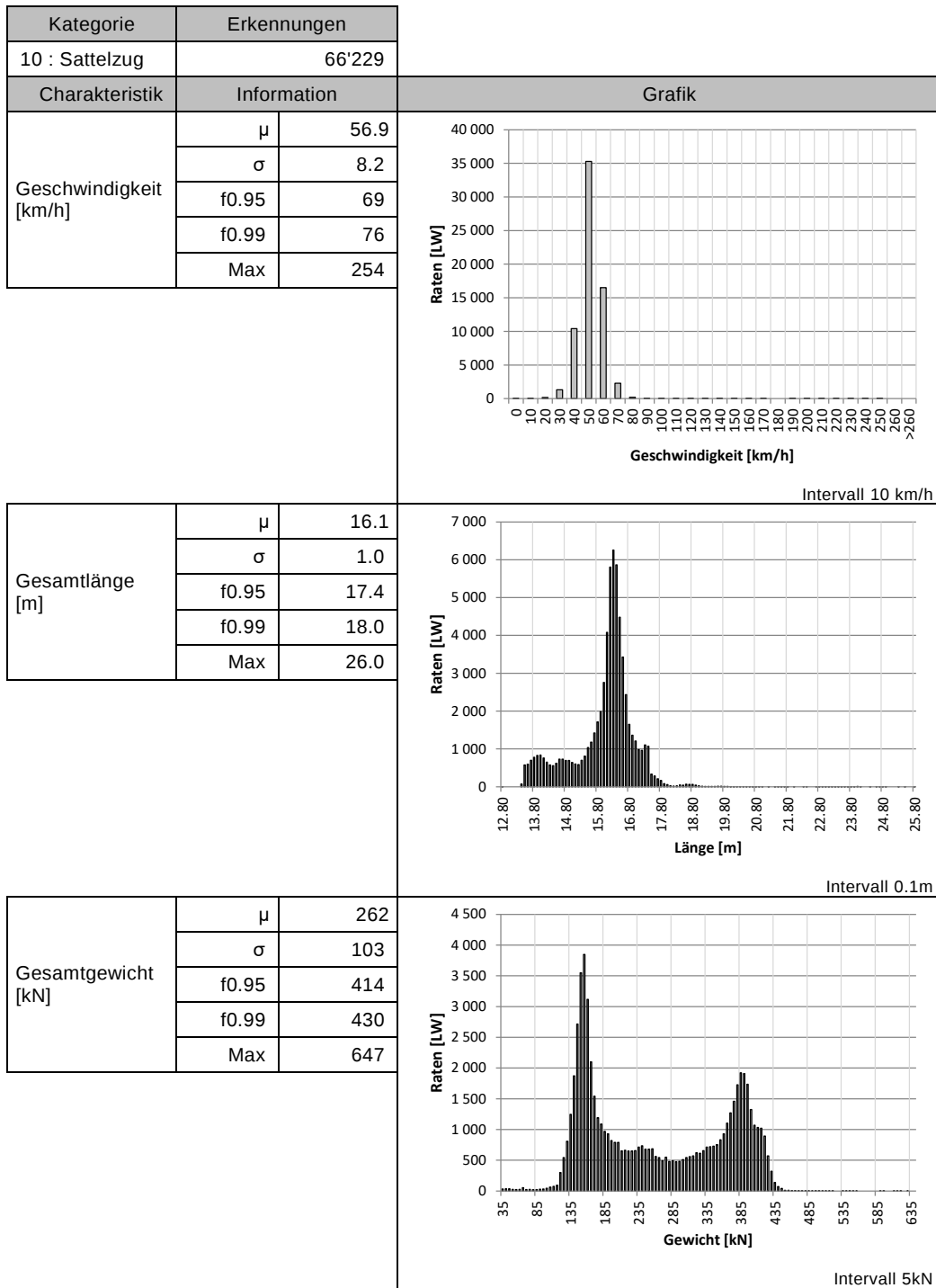
5 Charakteristik der Lastwagen

5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



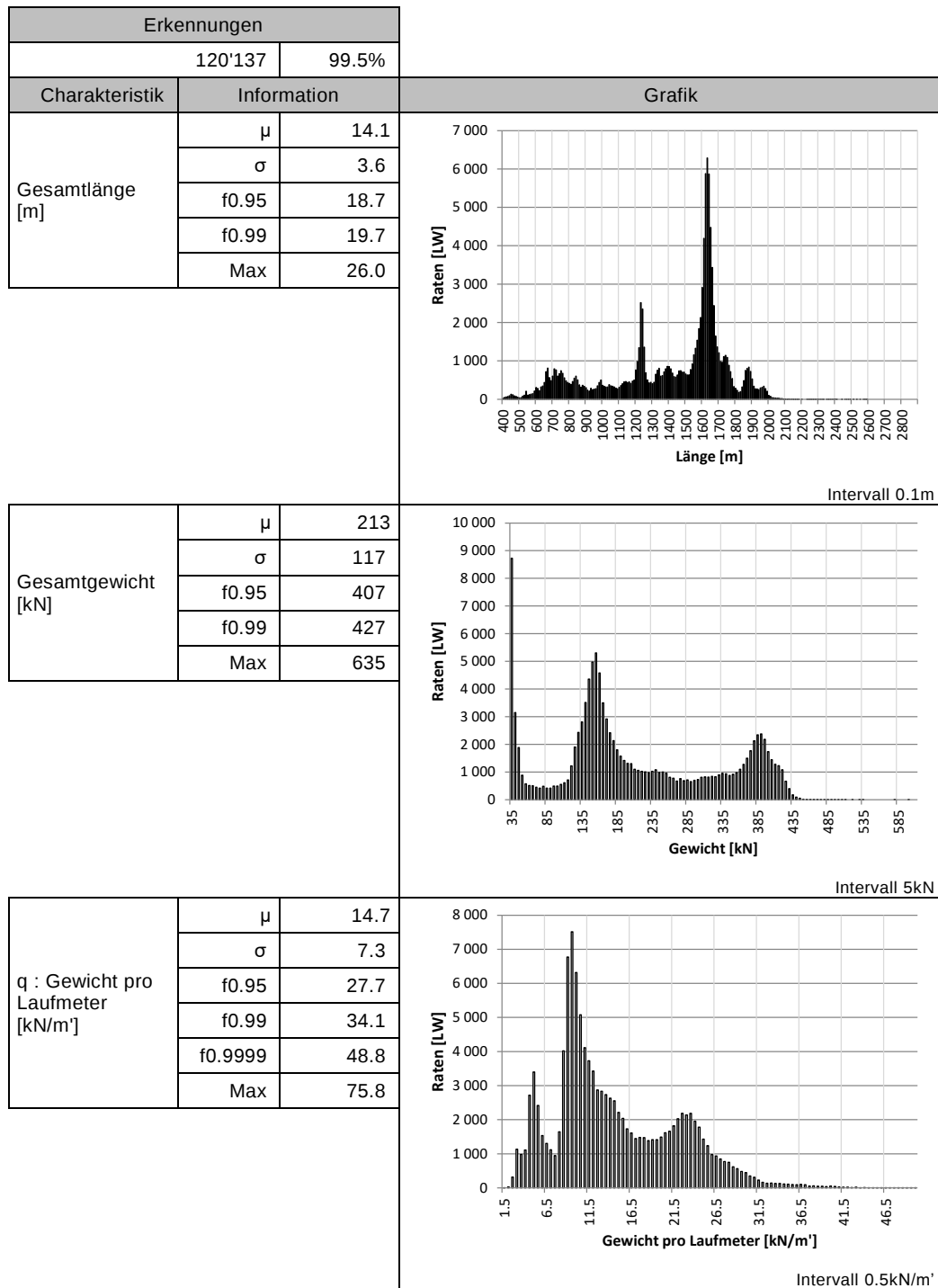


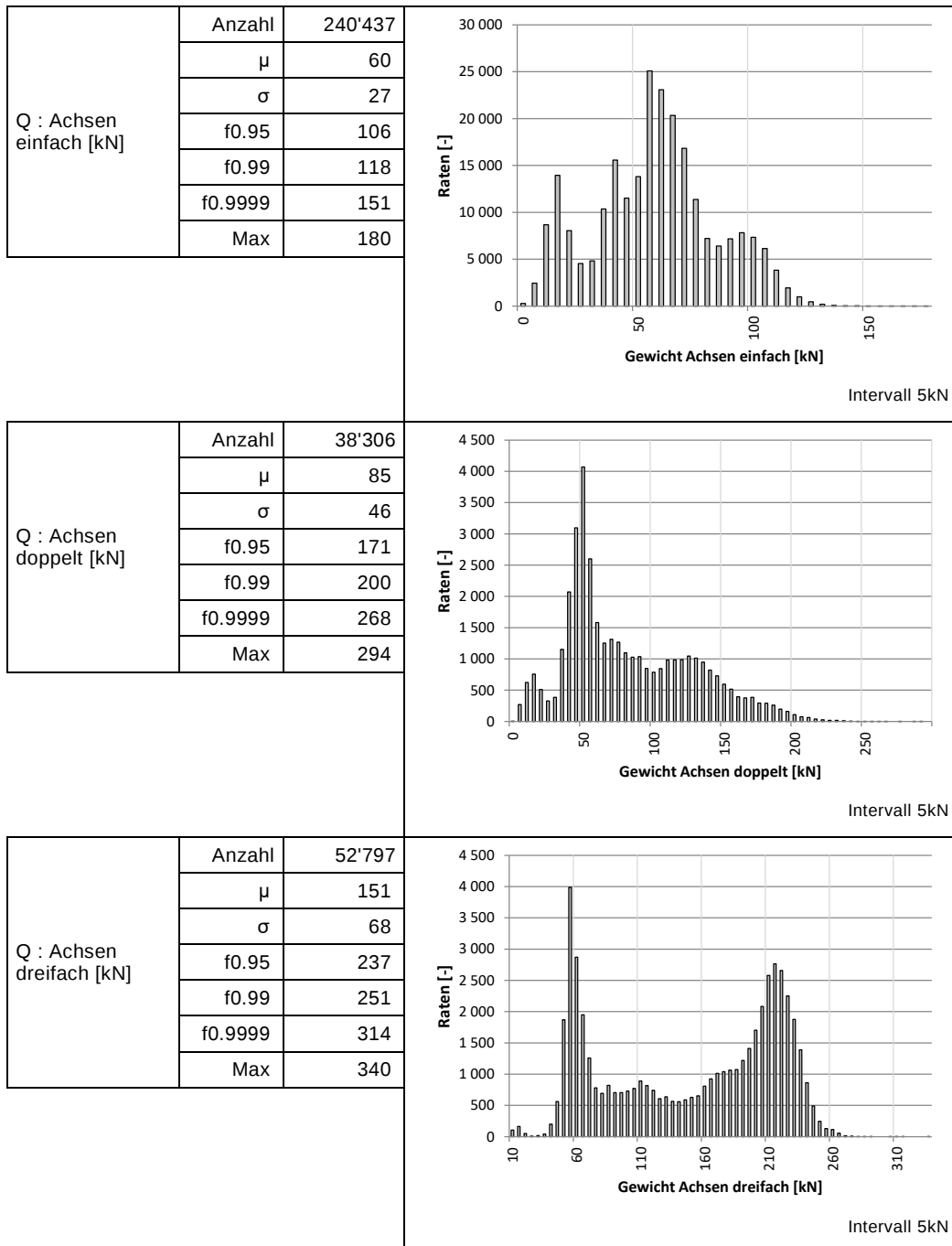




5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrisse 2 bis 6 Achsen.



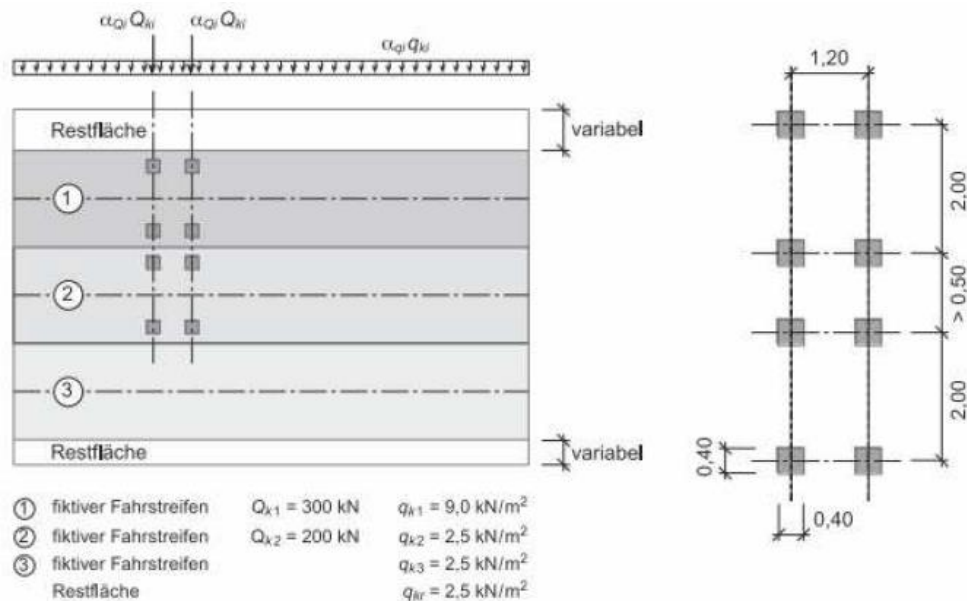


6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.5% der gesamten Proben.

6.1 Vorlage der Last 1 nach SIA 261



6.1.1 Konzentrierte Last Q

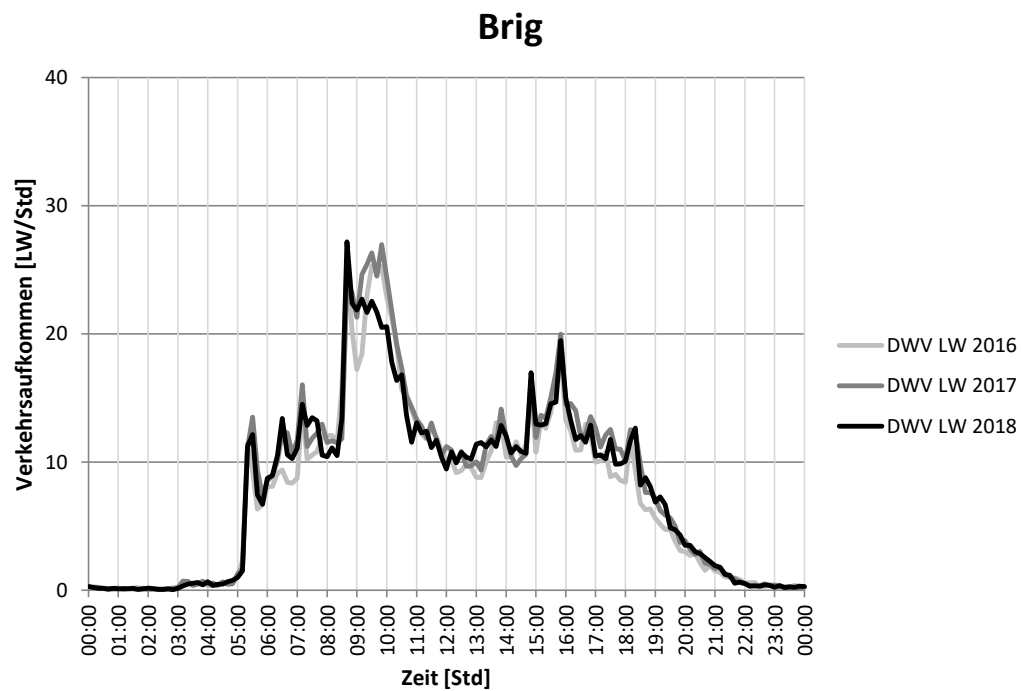
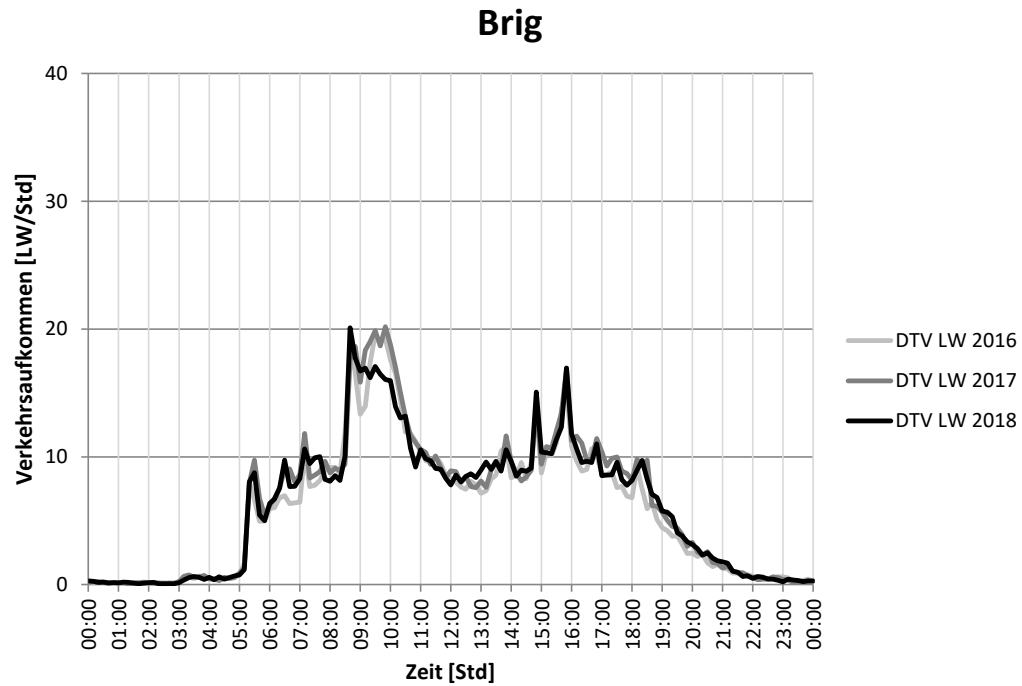
Konzentrierte Last Q					
Typ Achsen	Durchschnittslast [kN]	Durchschnittslast pro Achse [kN]	f0.95 [kN] (pro Achse)	f0.99 [kN] (pro Achse)	f0.9999 [kN] (pro Achse)
Einfach	60	60	106	118	151
Doppelt	85	42	171 (85)	200 (100)	268 (134)
Dreifach	151	50	237 (79)	251 (84)	314 (105)

6.1.2 Verteilte Last q

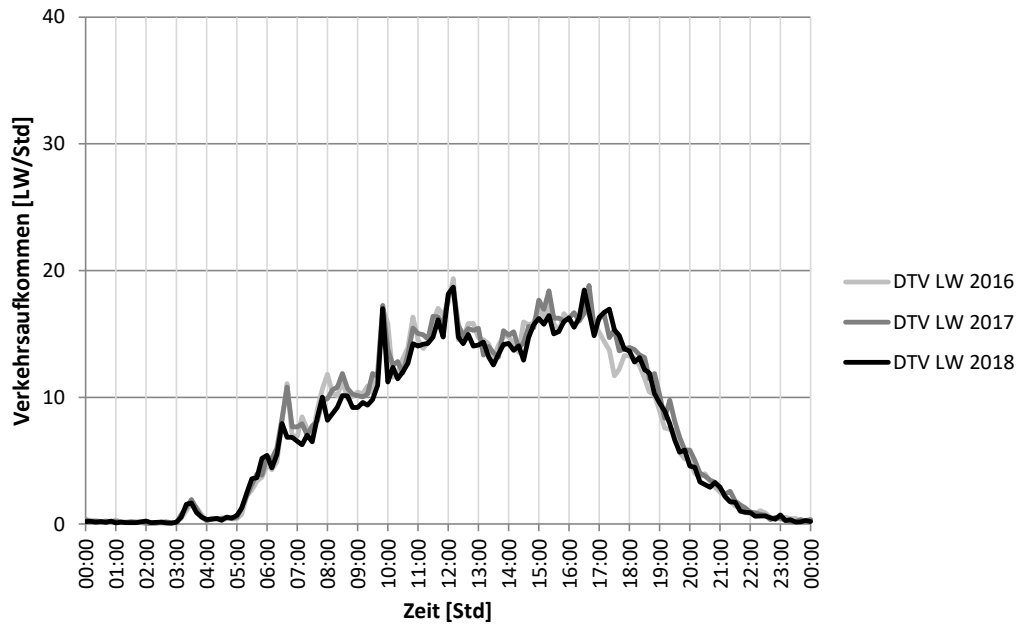
Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	14.7	27.7	34.1	48.8
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.9	9.2	11.4	16.3

7 Tendenz

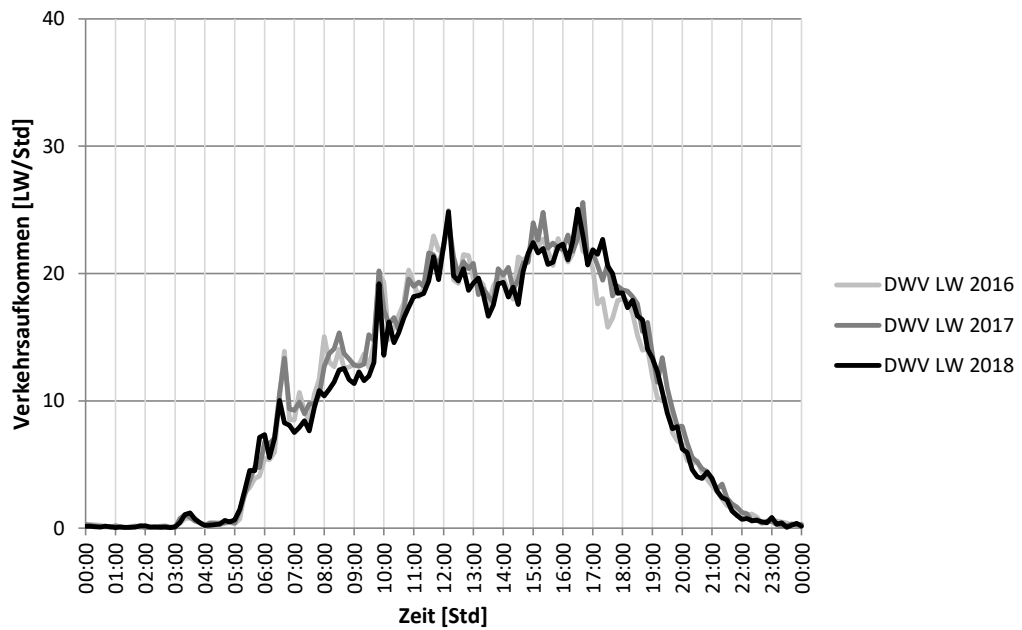
7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung



Gondo

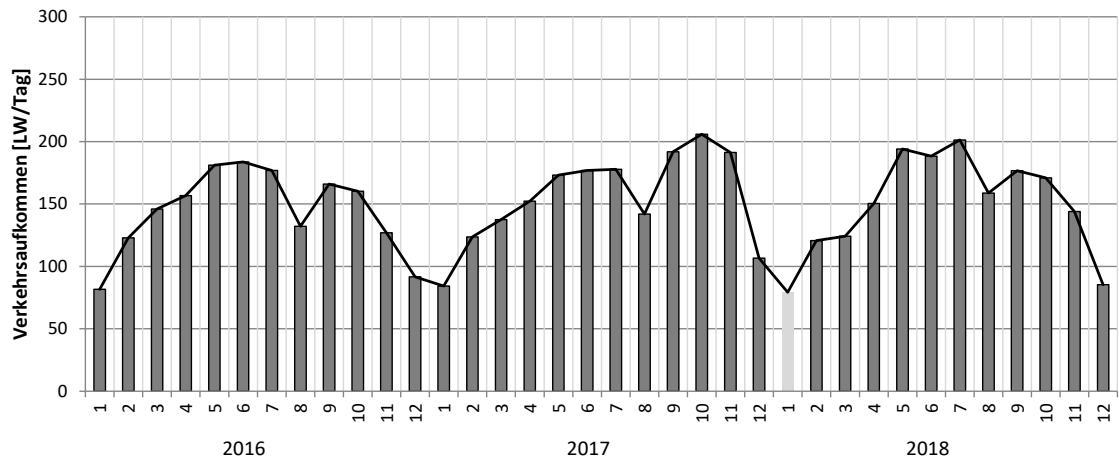


Gondo

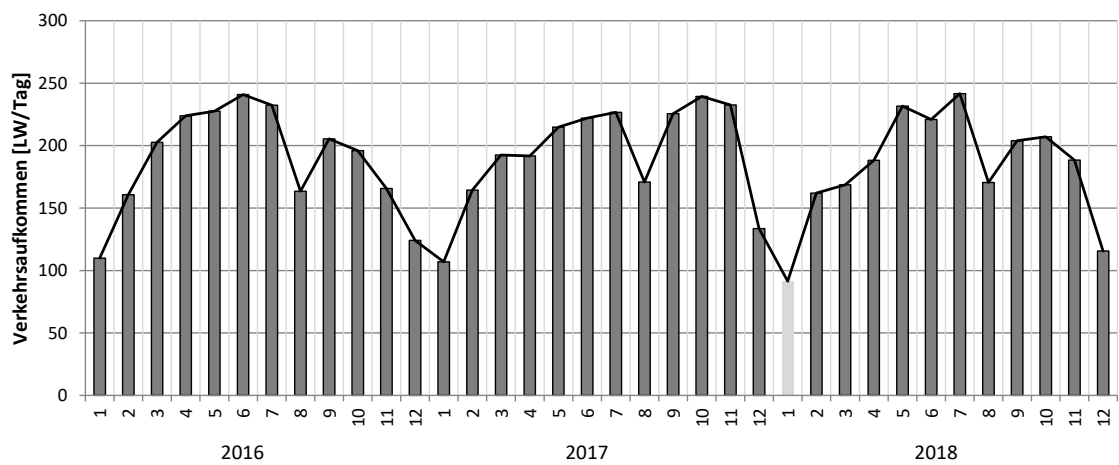


7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

Brig



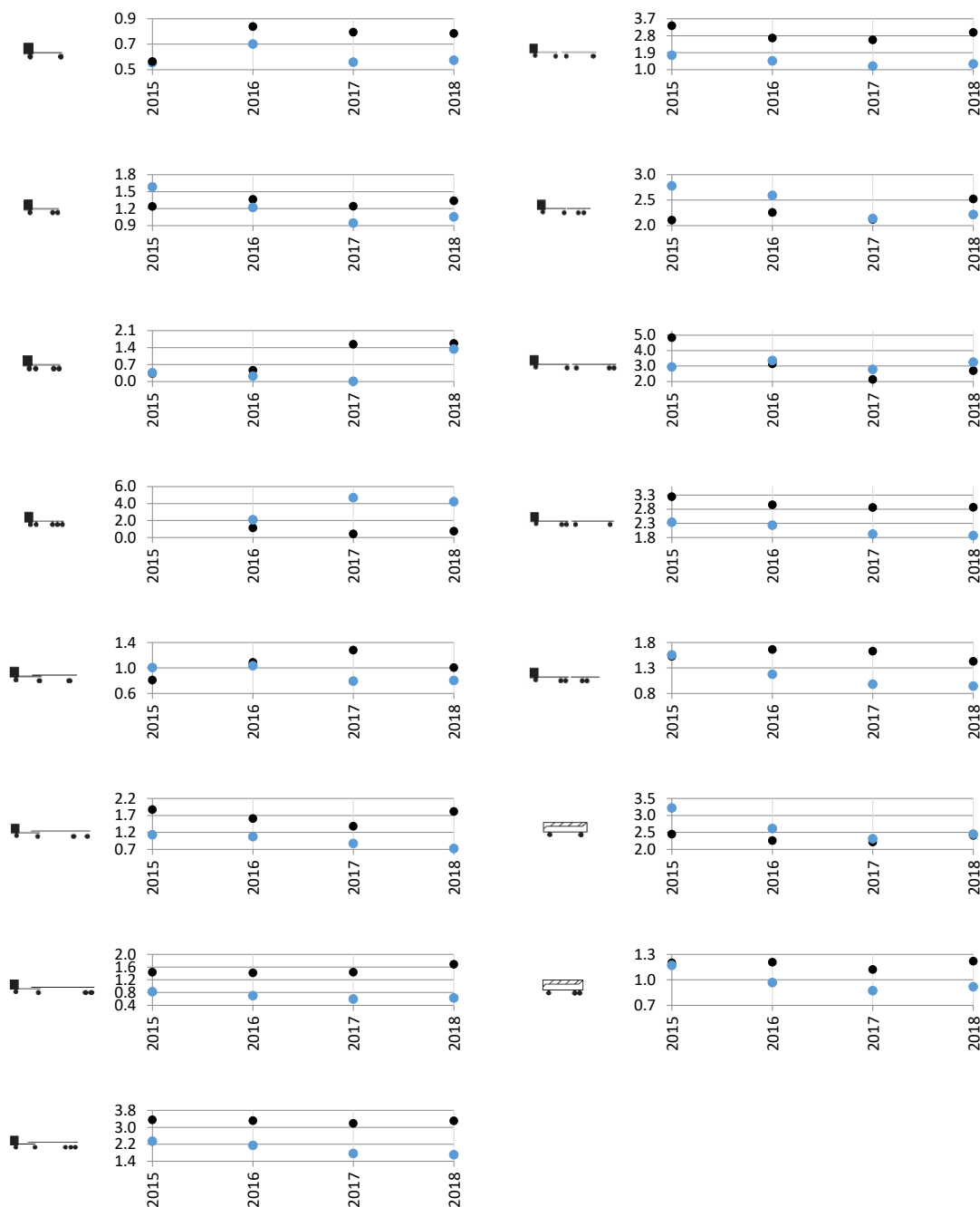
Gondo



7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

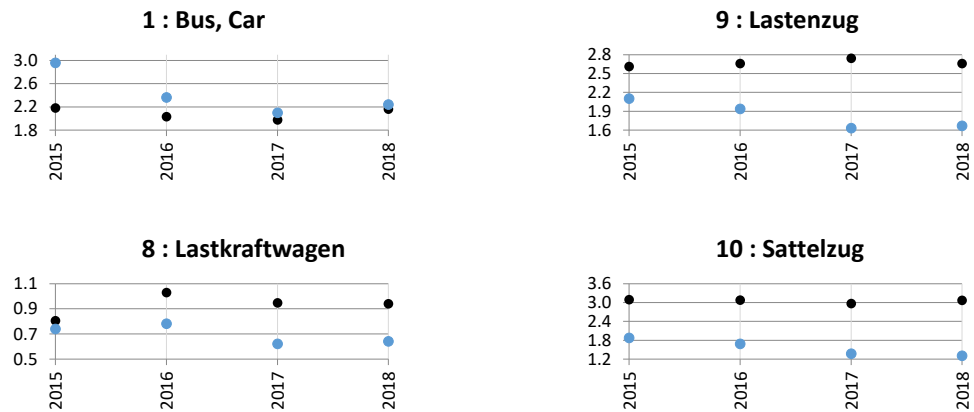
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



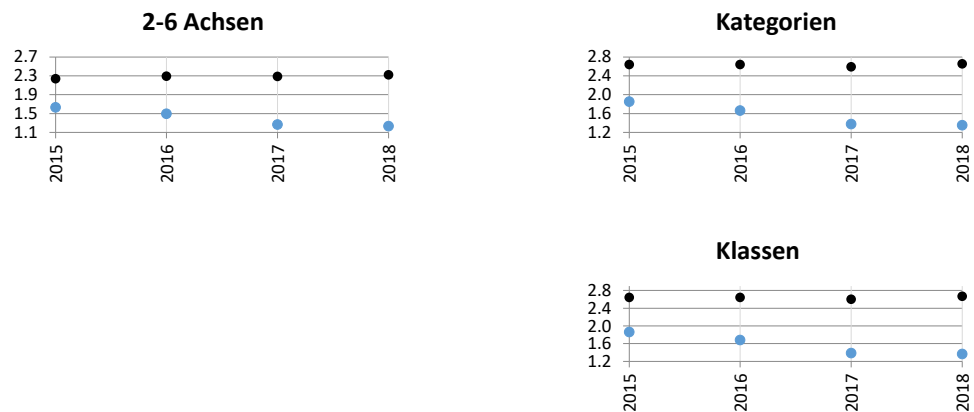
Schwarz : Richtung Brig ; Blau : Richtung Gondo.

7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



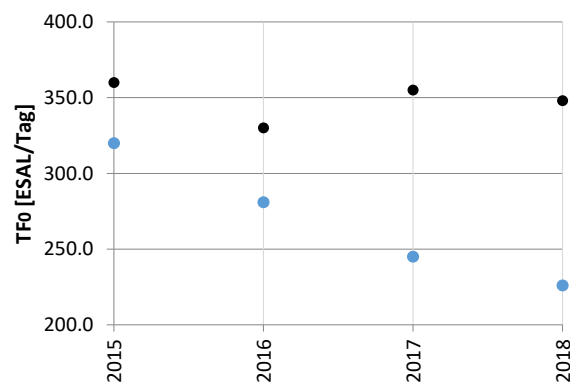
Schwarz : Richtung Brig ; Blau : Richtung Gondo.

7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Brig ; Blau : Richtung Gondo.

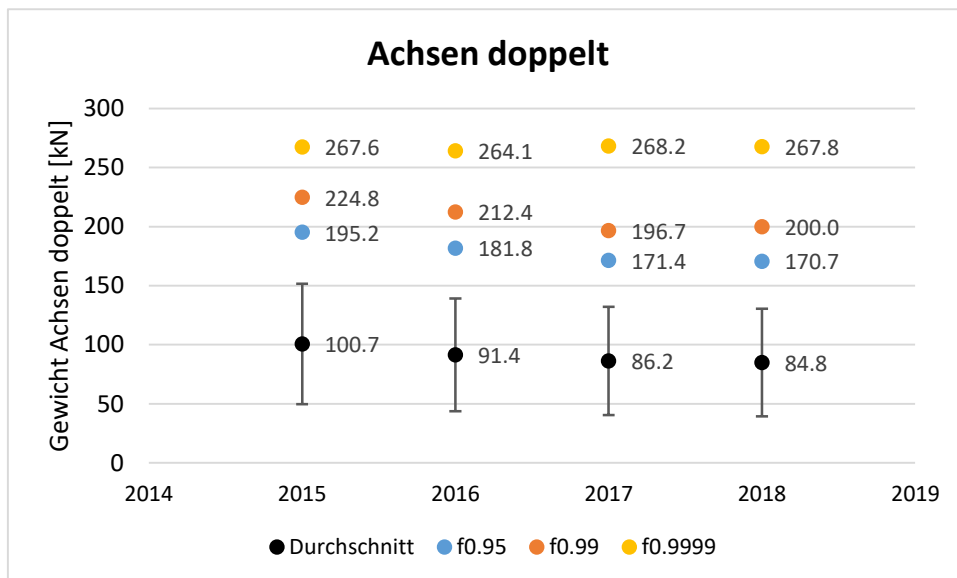
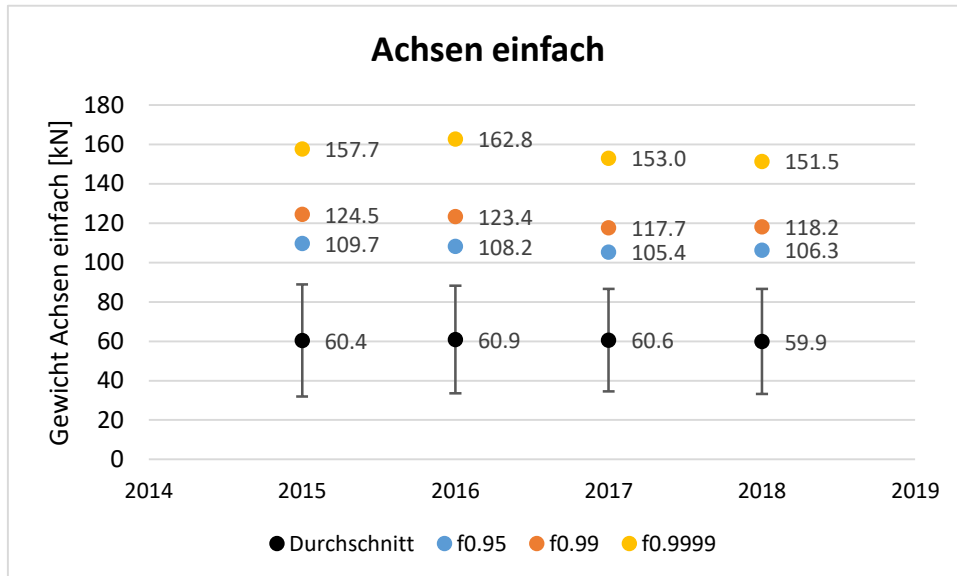
7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

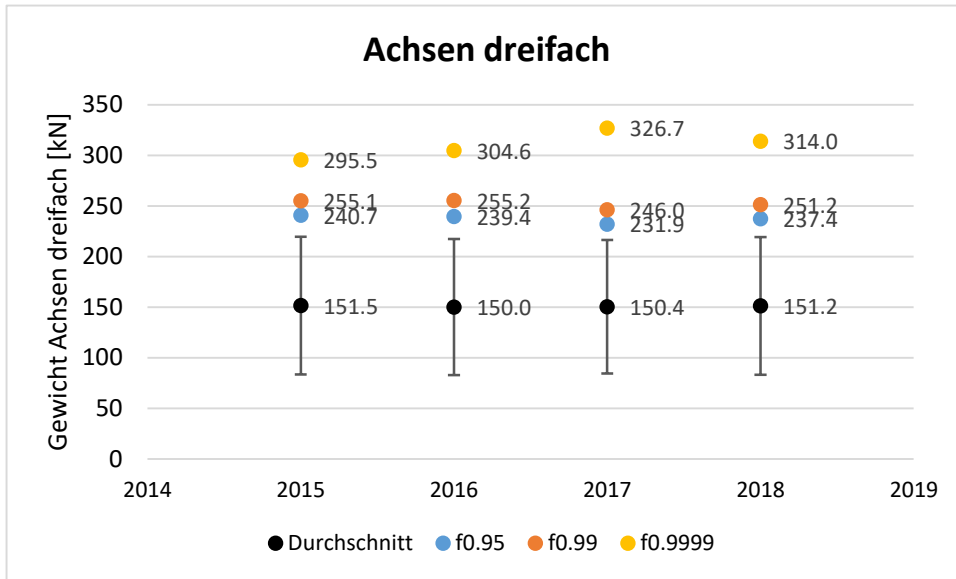


Schwarz : Richtung Brig ; Blau : Richtung Gondo.

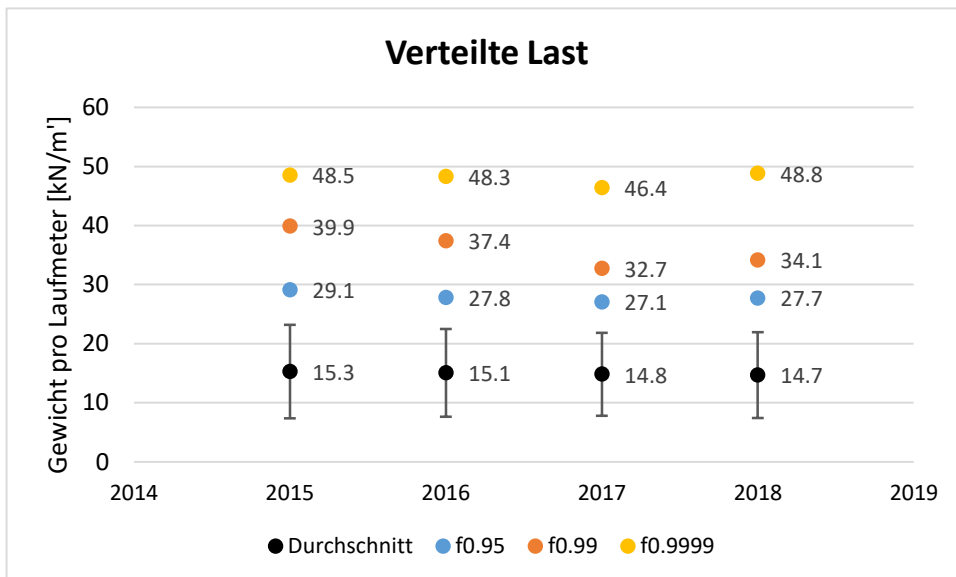
7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

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 :	Richtung Brig : 04.09.2018 Richtung Gondo : 04.09.2018	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Brig : -6.89% Richtung Gondo : -2.92%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Brig : Ja Richtung Gondo : Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Brig : Gut Richtung Gondo : Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Brig : Ende 2018 Richtung Gondo : Ende 2018	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 3 Tage	
Ausgeschlossen :	1.46%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW ≥ 3.5 to :	16.3%	
Inkohärente Umriss :	19.7% davon 19.1% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.8% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in den Daten der Station ist gut. 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. Féart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (2017) « **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, Rapport n° 685*.
- [6] M.-A. Féart, M. Ould-Henia, M. Delaby (2017) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411, Rapport n° 1606*.
- [7] M.-A. Féart (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., Féart 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. Féart, 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. Féart, 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. Féart, 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.