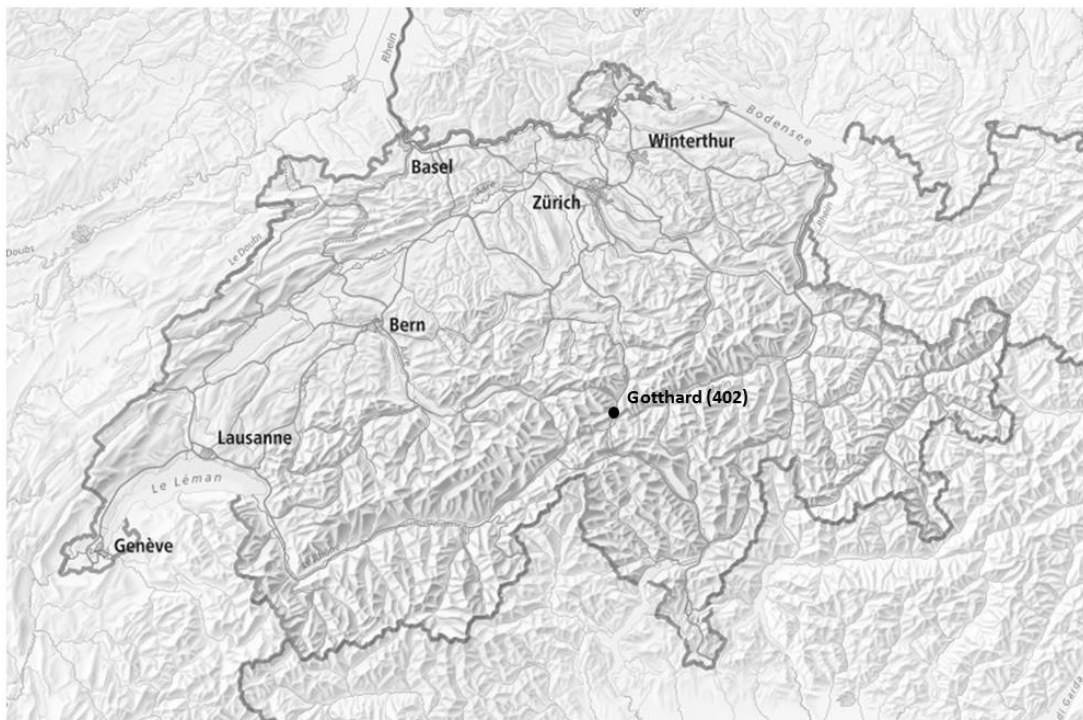




## Gotthard - 2020

### *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\_2020\_402

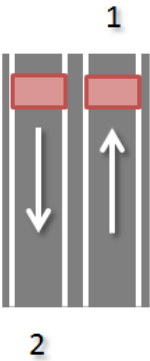
Version 1

Erschaffen am 19.03.2021 – MAF

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Datenblatt.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Integrität der Daten .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Statistikbearbeitung.....</b>	<b>6</b>
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
<b>4</b>	<b>Vorlage nach Norm SN 640 320 .....</b>	<b>13</b>
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
<b>5</b>	<b>Charakteristik der Lastwagen .....</b>	<b>15</b>
5.1	Charakteristik der Lastwagen-Kategorien.....	15
5.2	Globale Charakteristik der Proben .....	19
<b>6</b>	<b>Vorlage nach Norm SIA 261 .....</b>	<b>21</b>
6.1	Vorlage der Last 1 nach SIA 261 .....	21
6.1.1	Konzentrierte Last Q .....	21
6.1.2	Verteilte Last q .....	21
<b>7</b>	<b>Tendenz.....</b>	<b>22</b>
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
<b>8</b>	<b>Vertrauensebene .....</b>	<b>29</b>
	<b>Bibliografie.....</b>	<b>30</b>

# 1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
Gotthard	UR	A2	402	F3	XI	(1)*	2
Lage							
				<p>Spur 1 : Richtung Bellizone Spur 2 : Richtung Wassen</p>			
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		01.01.2020 – 02.01.2020 13.04.2020 16.09.2020 – 09.10.2020 07.12.2020 – 10.12.2020 14.12.2020					
Potentieller Datenverlust		10.01.2020 – 10 : 54 bis 11 : 55 10.02.2020 – 12 : 17 bis 13 : 24					
<i>Besondere Ereignis</i>							
<i>Entscheide</i>							
<i>Verknüpfung</i>							
Name der Datei :		2020_402_concat.log					
Anzahl Speicherungen :		791'309					
Anzahl effektiver Tage :		333.9					

*\*Bemerkung: 1 Richtung gespeichert. Die realen Richtungen (Bellinzona – Wassen) sind von den Spuren (Spur 1 – Spur 2).*

## 2 Integrität der Daten

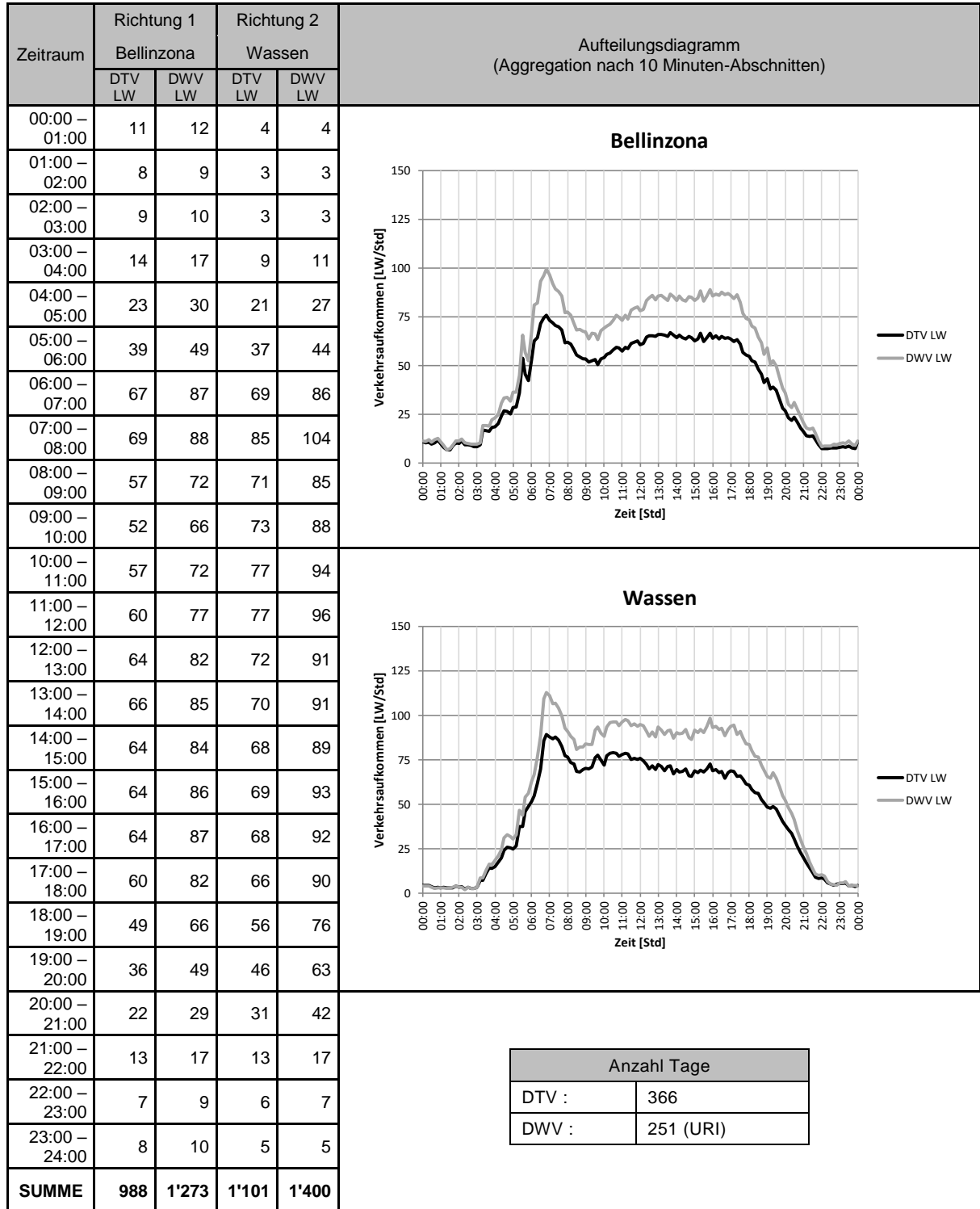
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (91'739 Einträge).
2)	699'062 Einträge Richtung D1. 508 Einträge Richtung D2.
3)	Gesamtlänge nichtig (7 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (350 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (3 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (1'127 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (189 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (3 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (106 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2020_402_u3500.log).
2)	Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2 (1 Richtung gespeichert, siehe Bemerkung Kap.1)
3)	Ausschluss.
4)	Ausschluss.
5)	Ausschluss.
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2020_402.log
Anzahl Einträge :	697'277
Name der Ausschlussdatei :	2020_402_exclus.log
Anzahl Einträge :	2'293

Auf einer Gesamtmenge von 791'309 Einträgen, wurden 91'739 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 2'293 Einträge (0.33%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

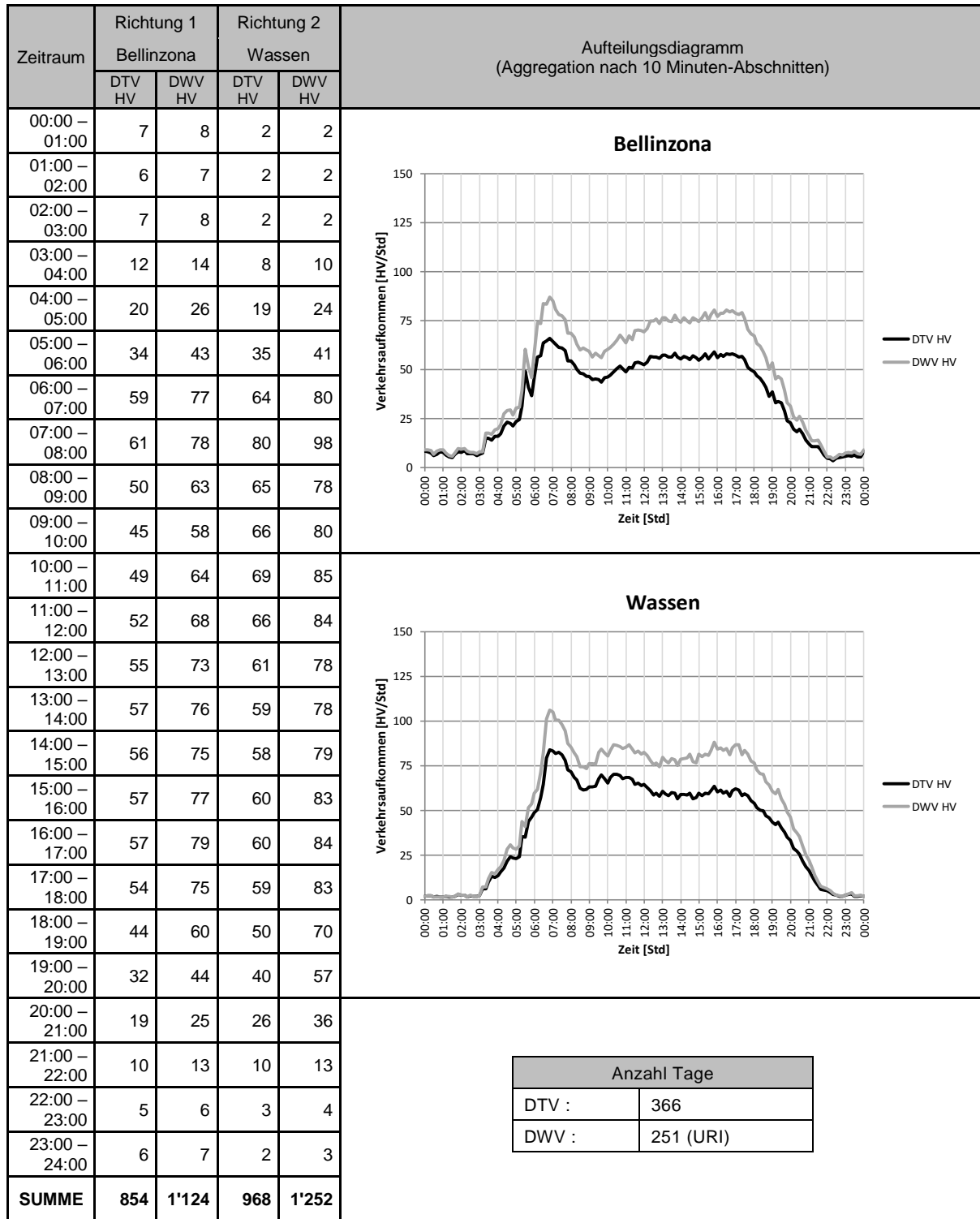
### 3 Statistikbearbeitung

#### 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)

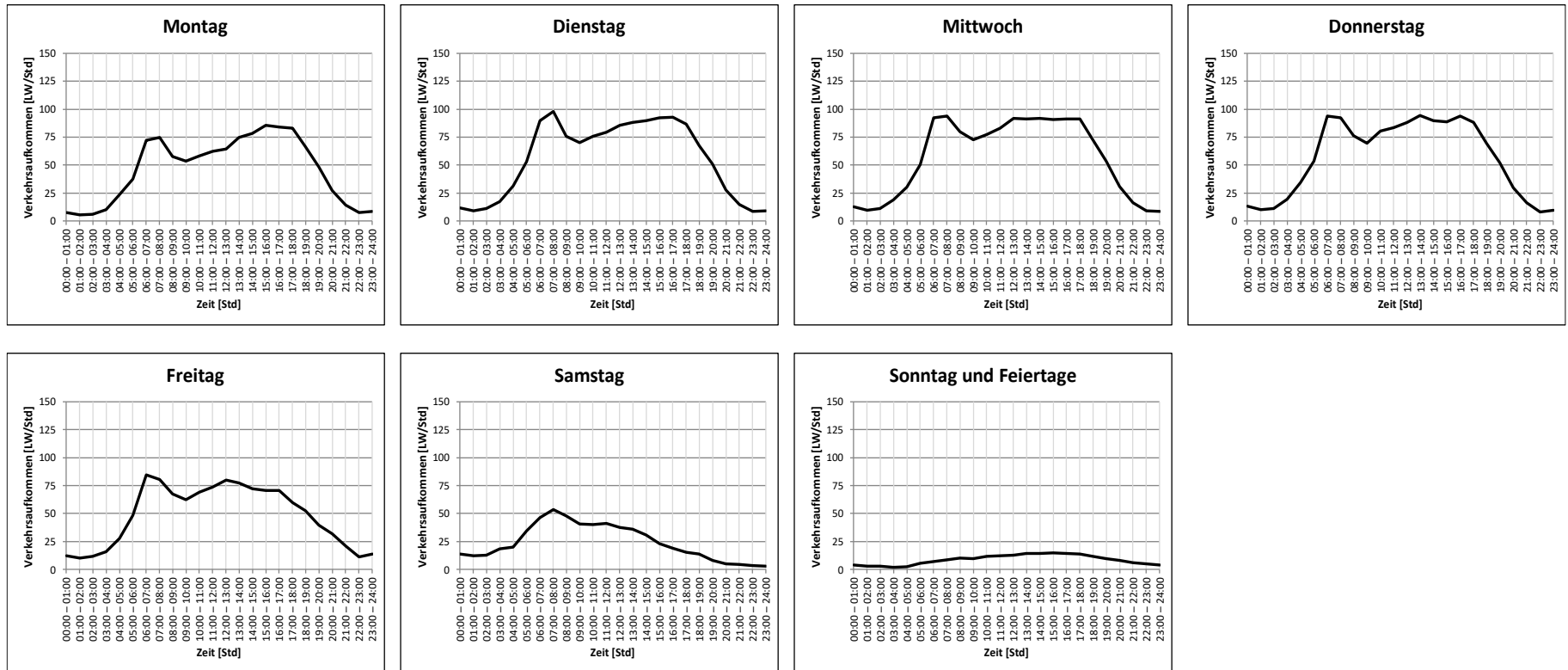


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

### 3.3 Tägliche Stundenverteilung

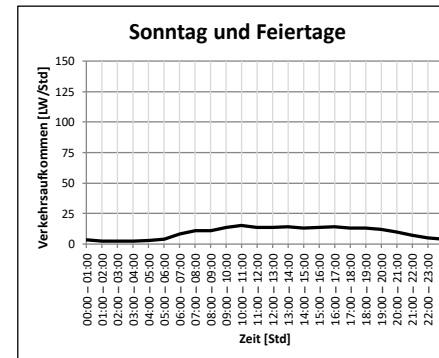
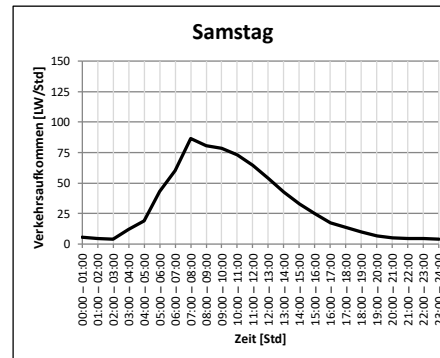
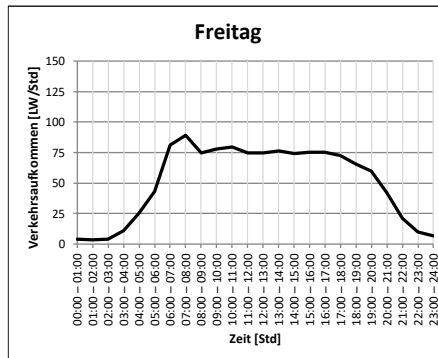
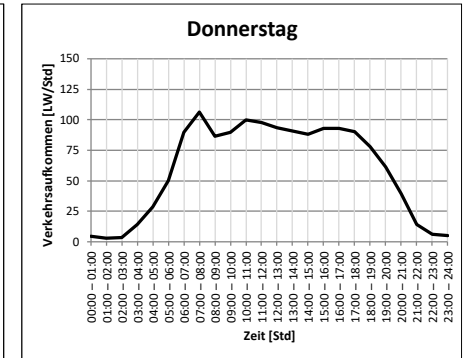
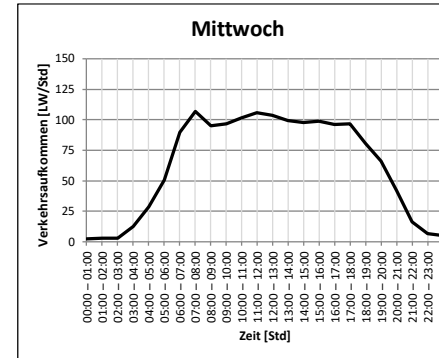
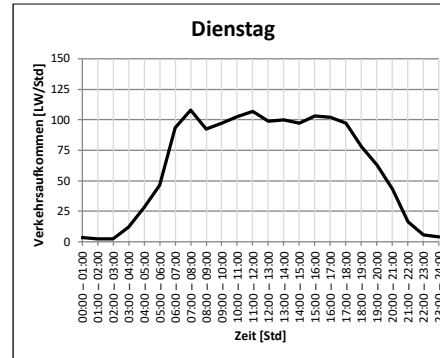
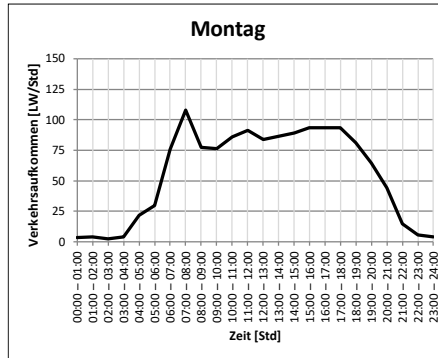
Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (URI)	49	51	51	50	50	50	65

Richtung 1 : Bellinzona (Aggregation nach Stunde)





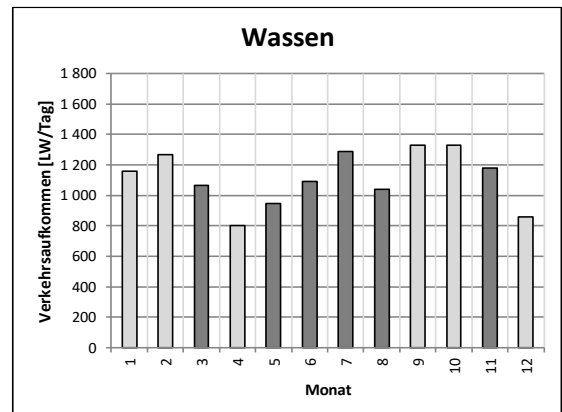
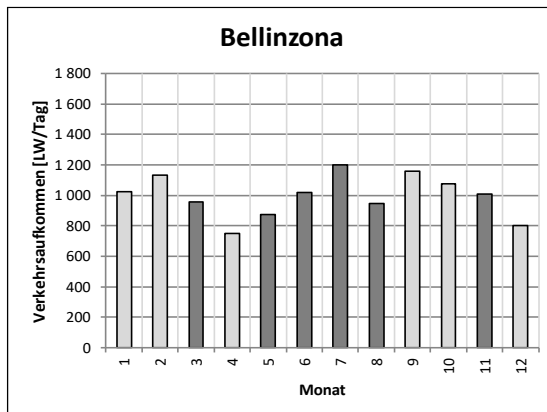
**Richtung 2 : Wassen** (Aggregation nach Stunde)



### 3.4 Fahrzeugerkennung

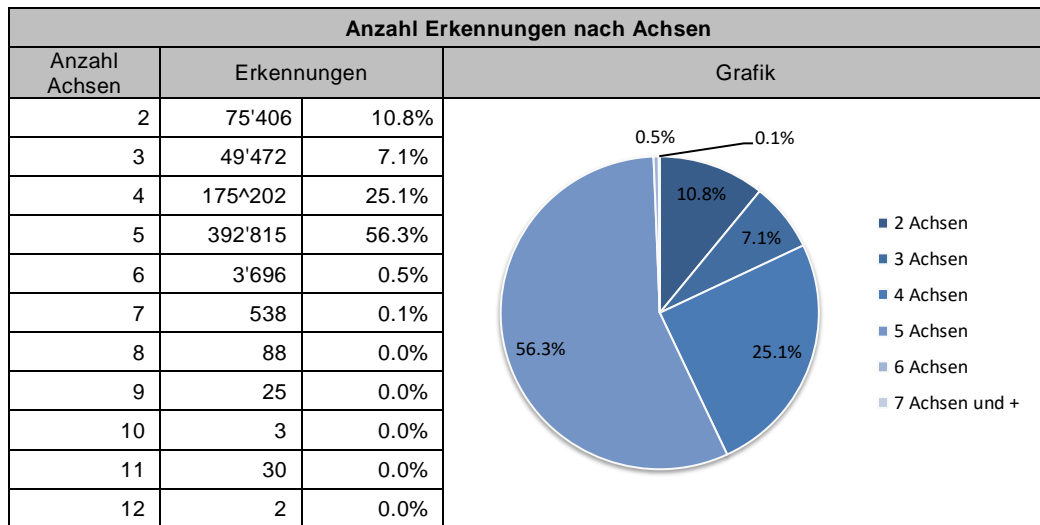
#### 3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen
Januar	29'660	33'537
Februar	32'747	36'733
März	29'569	33'059
April	21'775	23'222
Mai	27'004	29'372
Juni	30'551	32'652
Juli	37'241	39'947
August	29'254	32'127
September	17'367	19'898
Oktober	23'666	29'252
November	30'158	35'331
Dezember	20'793	22'362



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

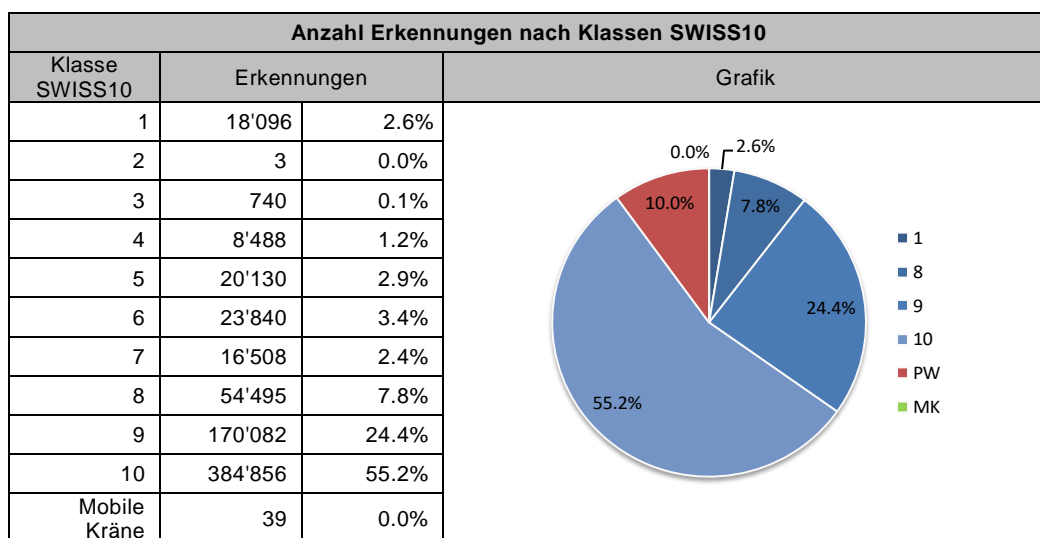
### 3.4.2 Nach Anzahl Achsen



### 3.4.3 Nach Klasse SWISS10

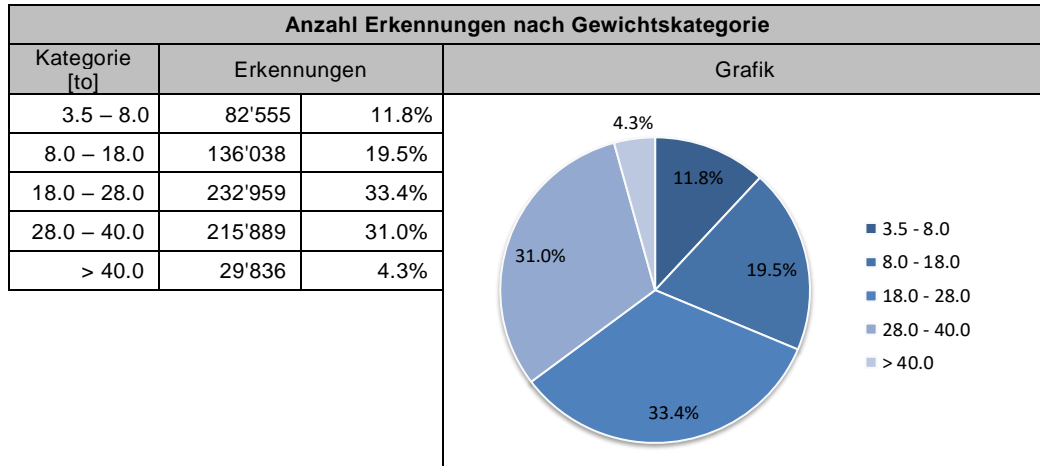
#### Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 69'709 Einträge (Klasse 2 bis 7, 10.0%) 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	276'851	39.7%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	88'203	12.6%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - 000 - -		9	54'016	7.7%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	41'043	5.9%
S/S	0 - - - - 0		8	29'227	5.6%
S/S	Unschlüssig			25'086	3.6%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	24'517	3.5%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	20'669	3.0%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	20'330	2.9%
S/S/Ta	Unschlüssig			20'242	2.9%
S/S/S	Unschlüssig			14'583	2.1%
S/S	0 - - - - 0		1	10'517	1.5%
S/Ta	0 - - - - 00		8	9'441	1.4%
S/S/Tr	Unschlüssig			7'563	1.1%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	7'525	1.1%
S/Ta	Unschlüssig			7'314	0.9%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	4'217	0.6%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	1'506	0.2%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	1'301	0.2%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	979	0.1%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	588	0.1%

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

## 4 Vorlage nach Norm SN 640 320

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

### 4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

Aufteilung zwischen den Fahrspuren			
Konfiguration	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Auf Basis von :
2x1 Spur	47.3%	52.7%	Anzahl Erkennungen
	44.6%	55.4%	Gesamtgewicht
	42.5%	57.5%	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 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
	0.53	0.52	0.7	0.49	0.48	0.6
	1.02	0.89	1.4	1.29	1.10	2.1
	1.05	0.81	1.5	1.80	1.35	2.7
	2.29	2.64	1.9	5.30	6.24	3.0
	1.04	1.03	0.5	0.93	0.94	0.5
	1.02	1.06	1.7	0.93	0.98	1.8
	1.02	1.31	1.8	1.04	1.41	2.2
	1.97	2.44	2.0	2.53	3.14	2.2
	1.55	1.86	2.0	1.48	1.83	1.9
	2.15	1.99	1.7	2.39	2.16	1.6
	3.25	2.38	1.3	3.71	2.55	1.0
	1.79	2.01	2.5	2.14	2.48	2.6
	1.38	1.33	1.2	1.84	1.81	0.9
	2.18	2.07	0.7	2.29	2.16	0.6
	1.03	0.97	1.4	1.44	1.34	2.1

### 4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
1 : Bus, Car	1.81	1.74	2.3	2.01	1.92	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.64	0.60	0.9	0.69	0.62	1.0
9 : Lastenzug	1.79	1.97	1.9	2.09	2.31	2.0
10 : Sattelzug	1.70	2.18	1.7	2.10	2.75	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 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011	Richtung 1 : Bellinzona	Richtung 2 : Wassen	Norm 2011
Umriss (2-6 Achsen)	1.51	1.84	1.6	1.85	2.27	1.7
	99.6%	99.7%		99.6%	99.7%	
Kategorie	1.63	1.98		1.98	2.44	
	87.4%	88.4%		87.4%	88.4%	
Klasse	1.64	1.99		1.98	2.45	
	85.8%	86.6%		85.8%	86.6%	

## 4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

### *Flexibler und halbstarrer Oberbau*

#### Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{219'785 \text{ LW}}{333.9 \text{ Tage}} \cdot 1.51 = 1'494 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

#### Richtung 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{367'492 \text{ LW}}{333.9 \text{ Tage}} \cdot 1.84 = 2'021 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

### *Starrer und kombinierter Oberbau*

#### Richtung 1 : Bellinzona

$$TF_0 = \frac{219'785 \text{ LW}}{333.9 \text{ Tage}} \cdot 1.85 = 1'826 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

#### Richtung 2 : Wassen

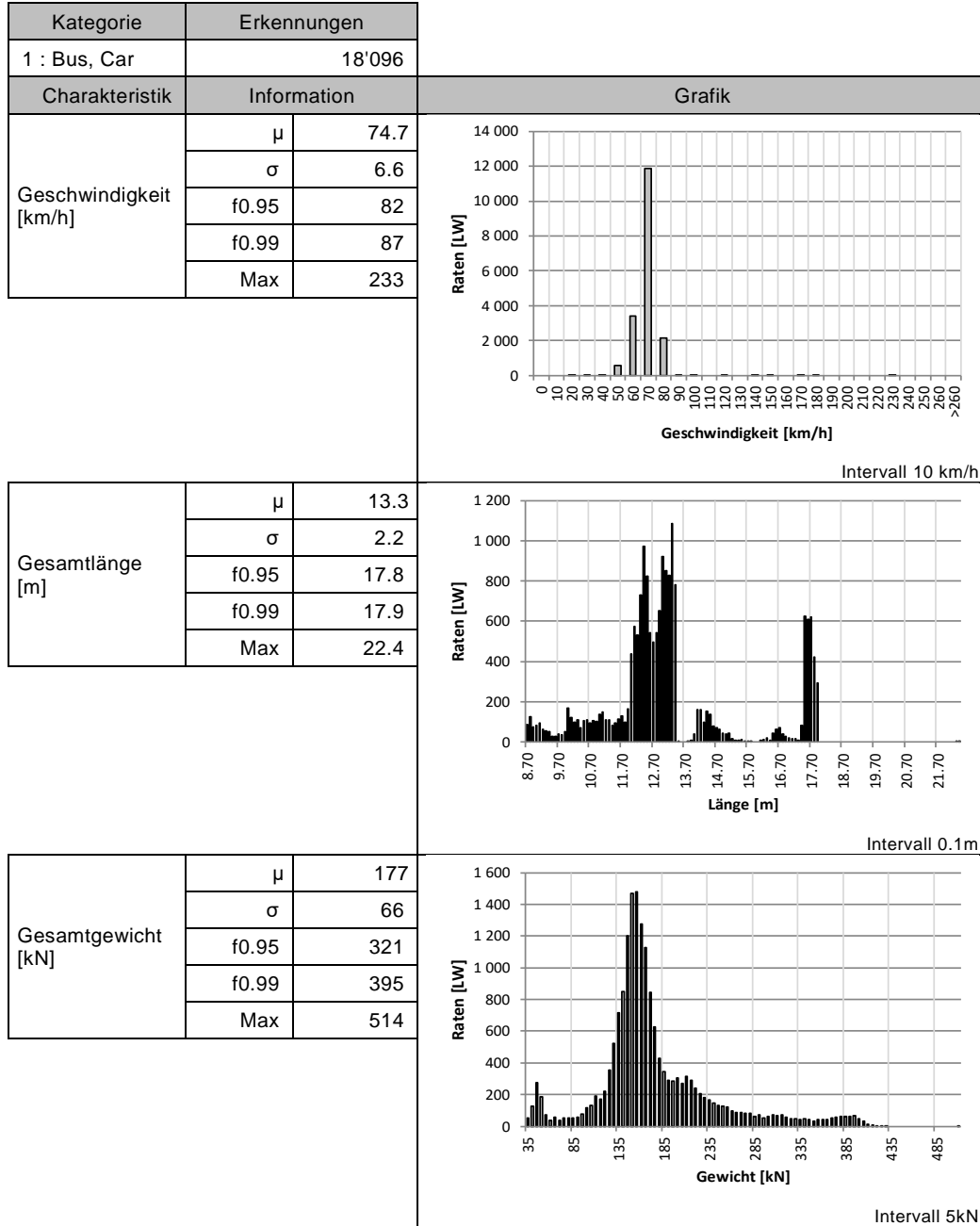
$$TF_0 = \frac{367'492 \text{ LW}}{333.9 \text{ Tage}} \cdot 2.27 = 2'494 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

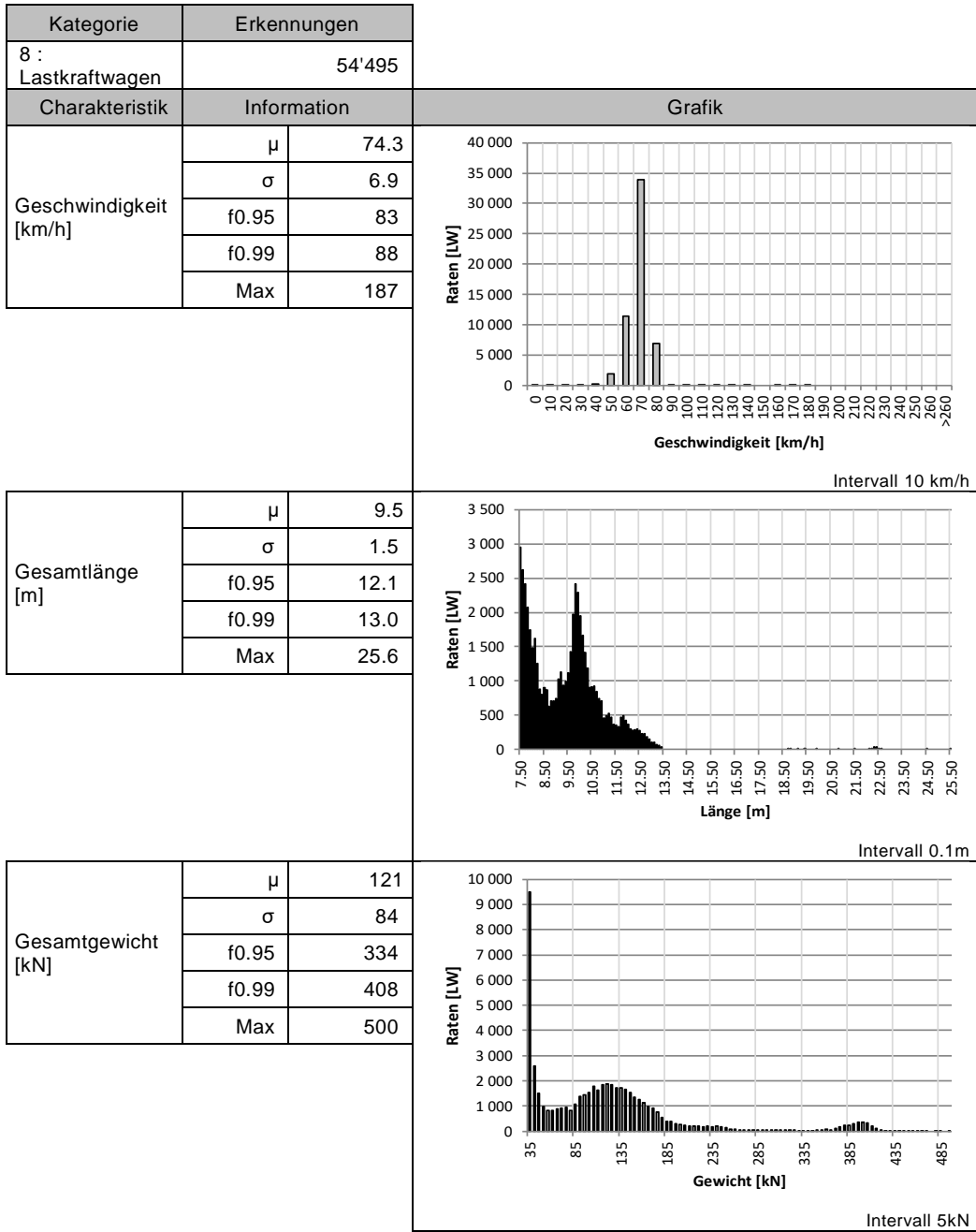
## 4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

*Aufgrund der gesundheitlichen Lage (COVID-19), werden keine Tendenzen analysiert.*

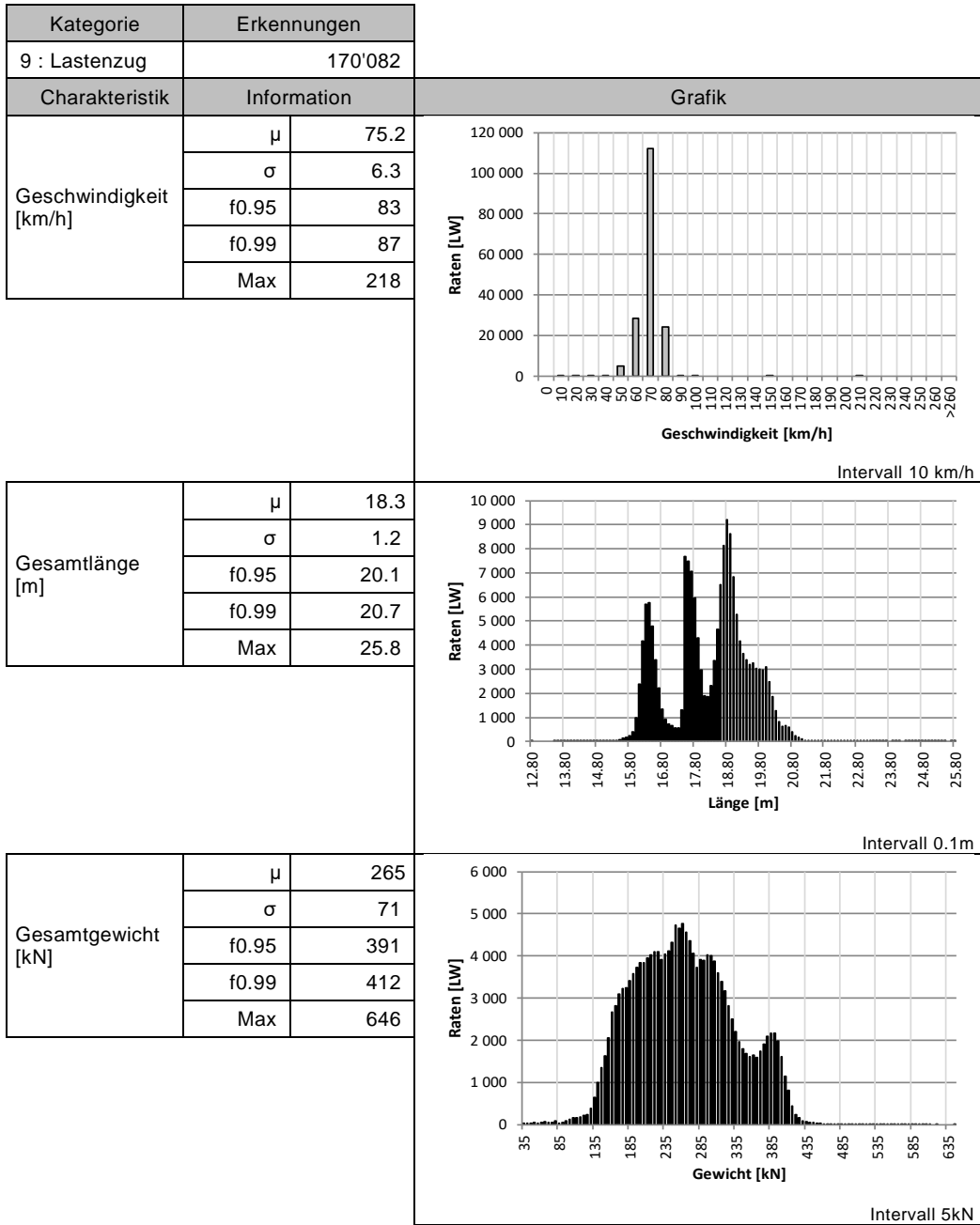
## 5 Charakteristik der Lastwagen

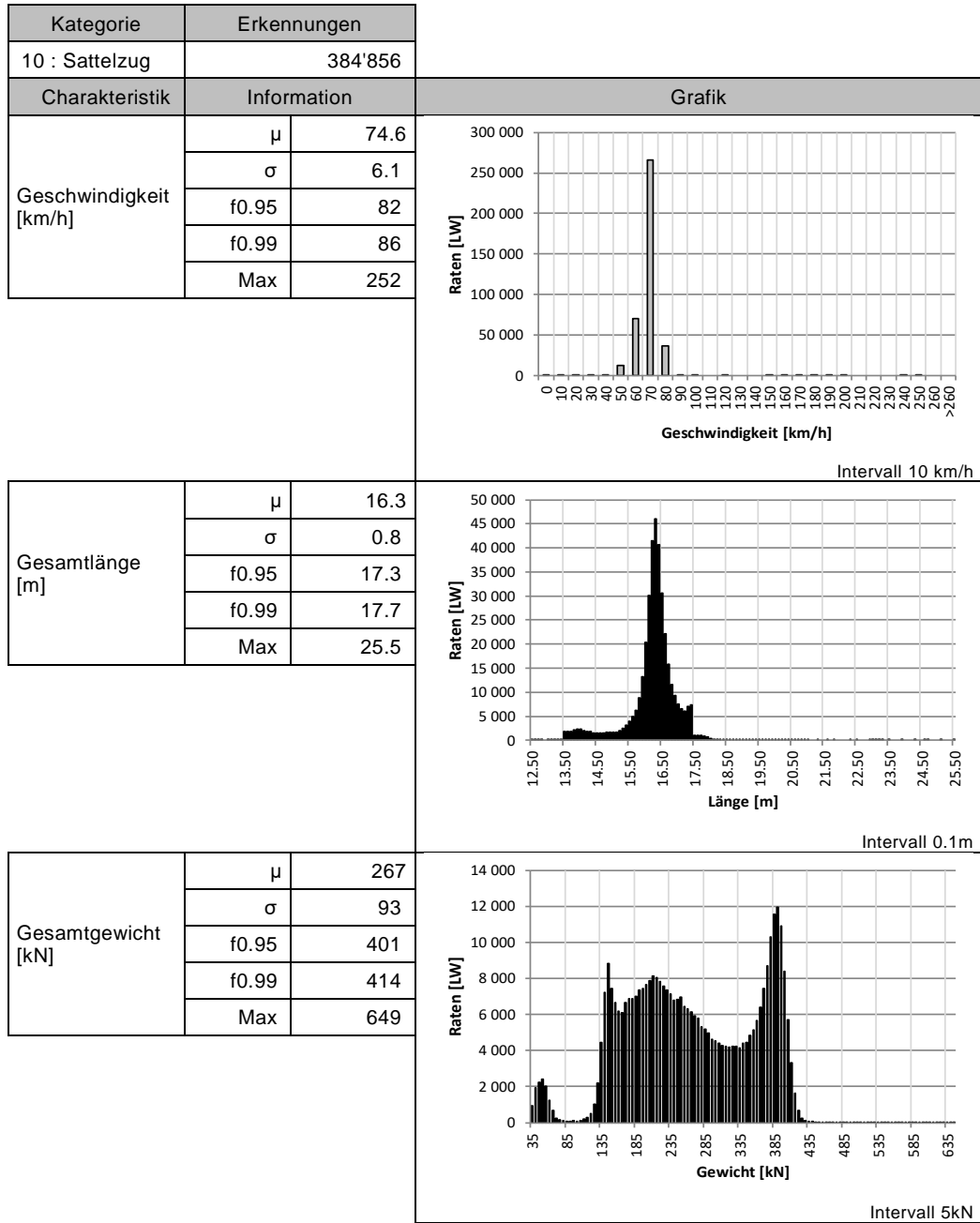
### 5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien





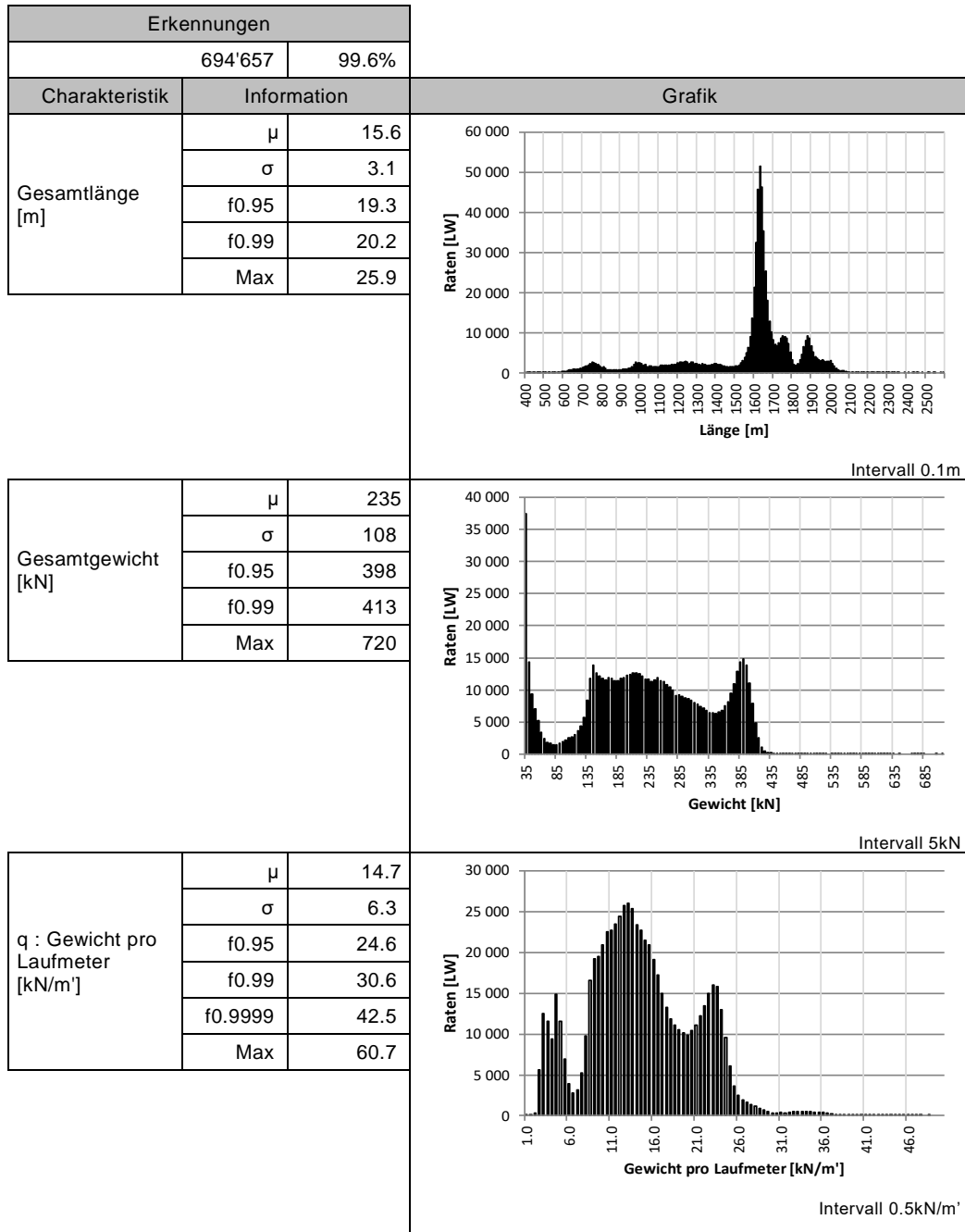


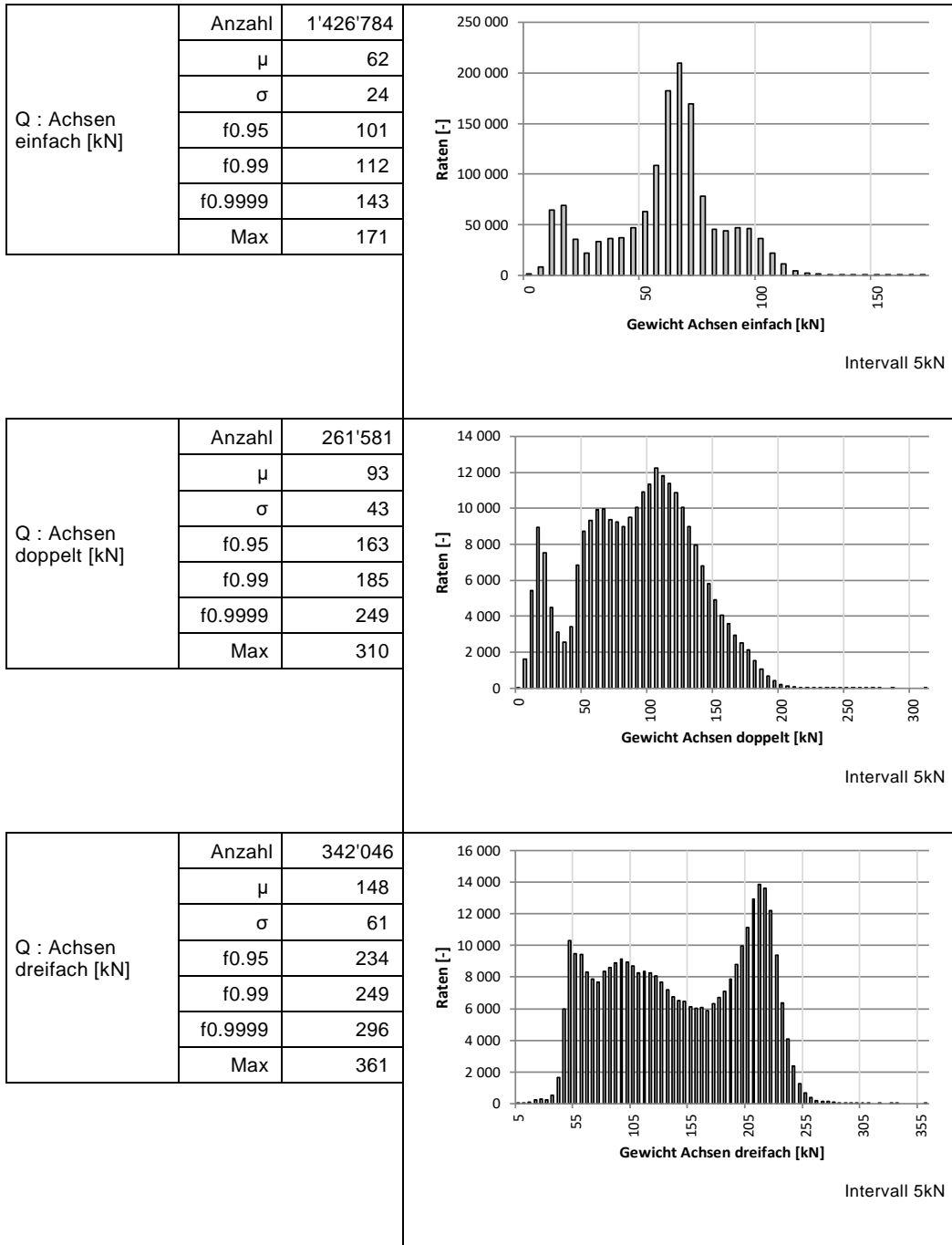




## 5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



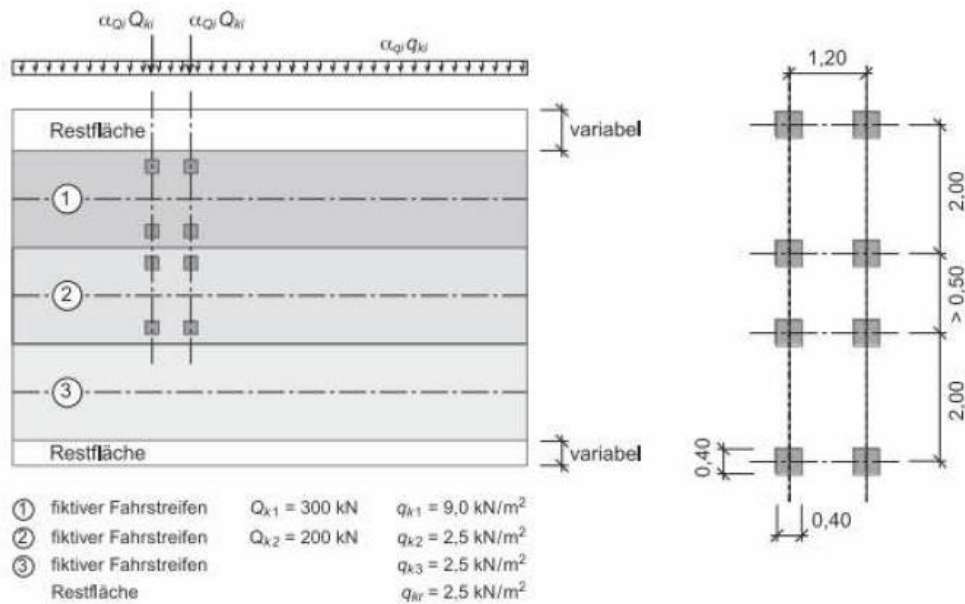


## 6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.6% 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	62	62	101	112	143
Doppelt	93	47	163 (82)	185 (93)	249 (125)
Dreifach	148	49	234 (78)	249 (83)	296 (99)

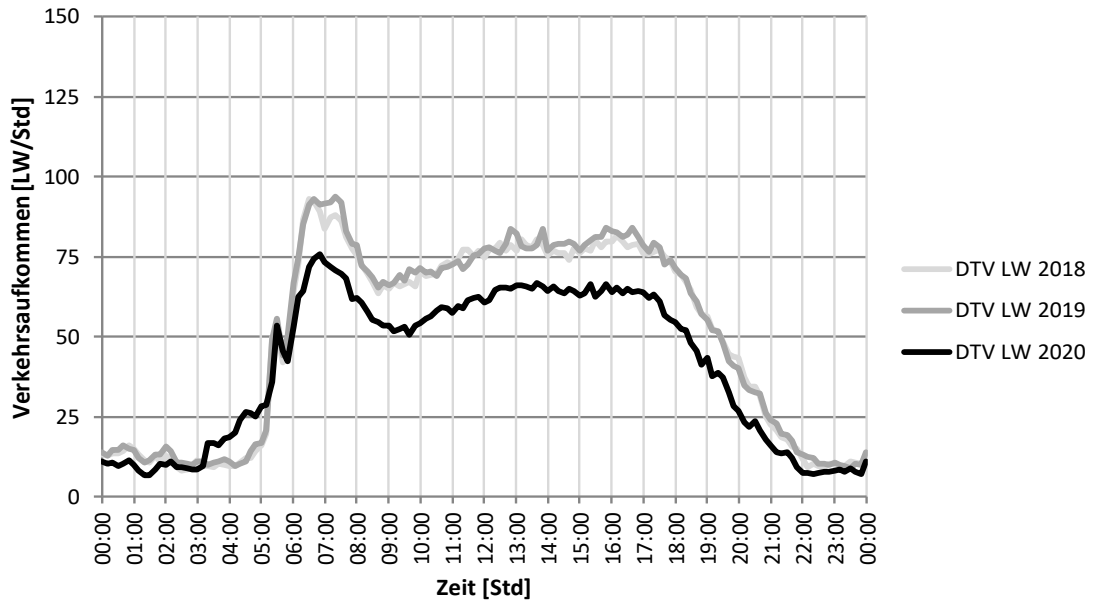
#### 6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	14.7	24.6	30.6	42.5
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m <sup>2</sup> ]	4.9	8.2	10.2	14.2

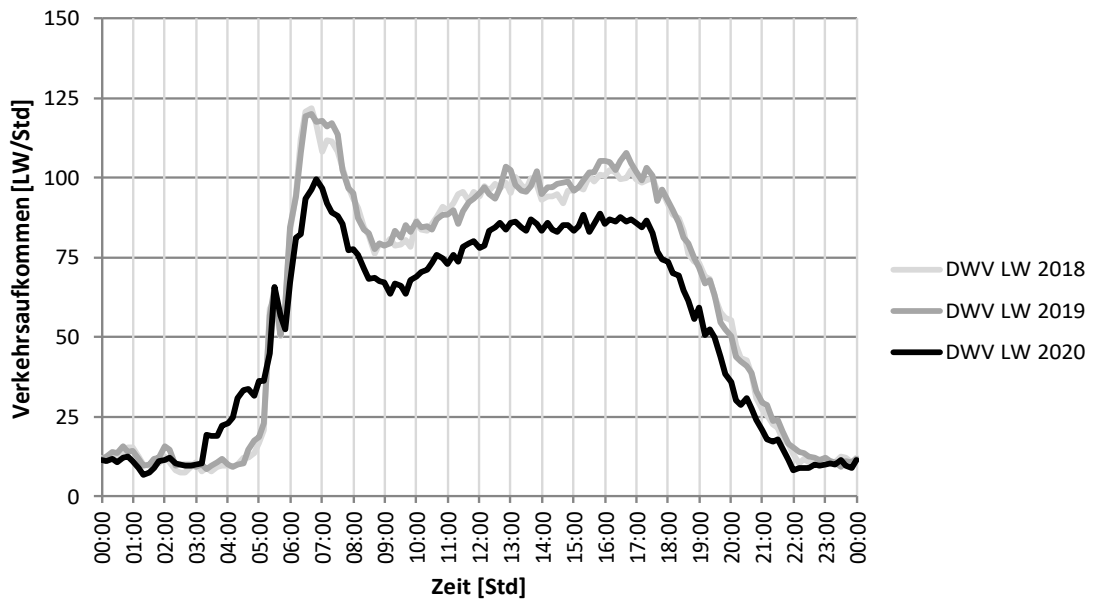
## 7 Tendenz

### 7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

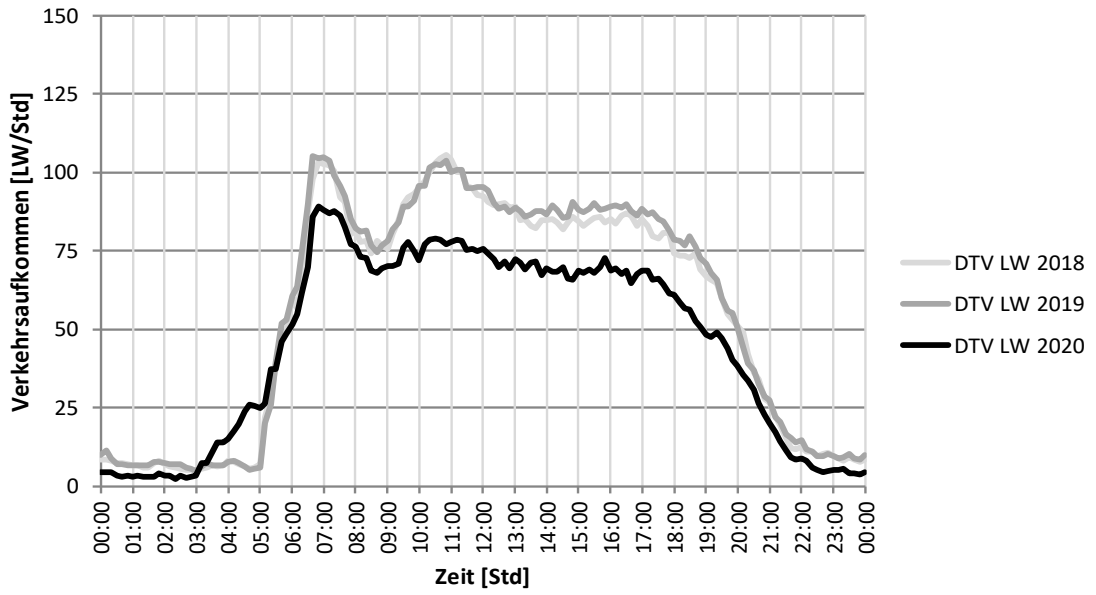
#### Bellinzona



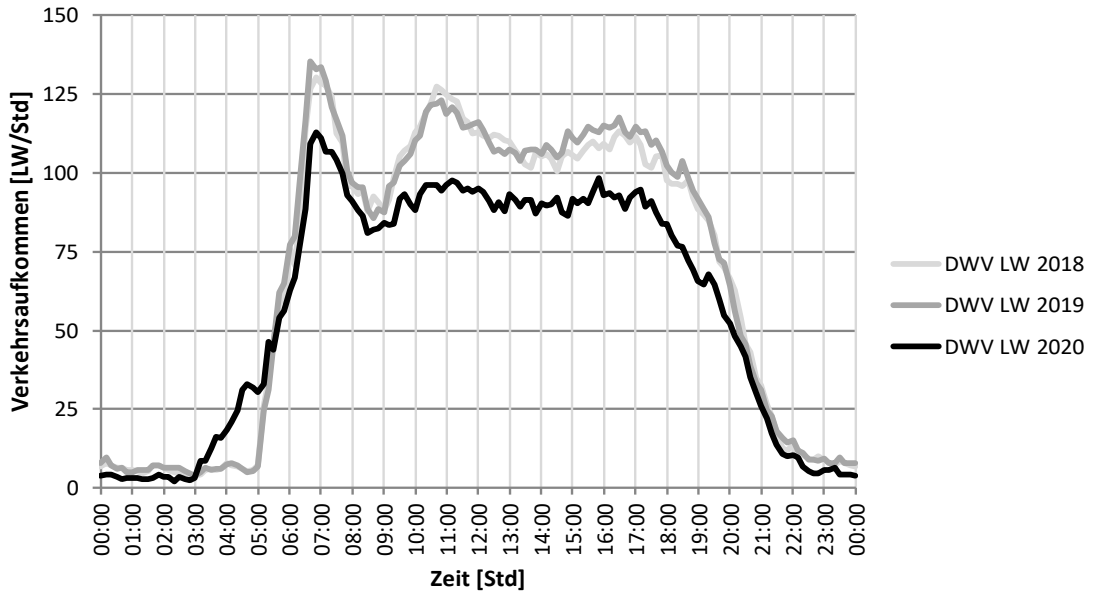
#### Bellinzona



### Wassen

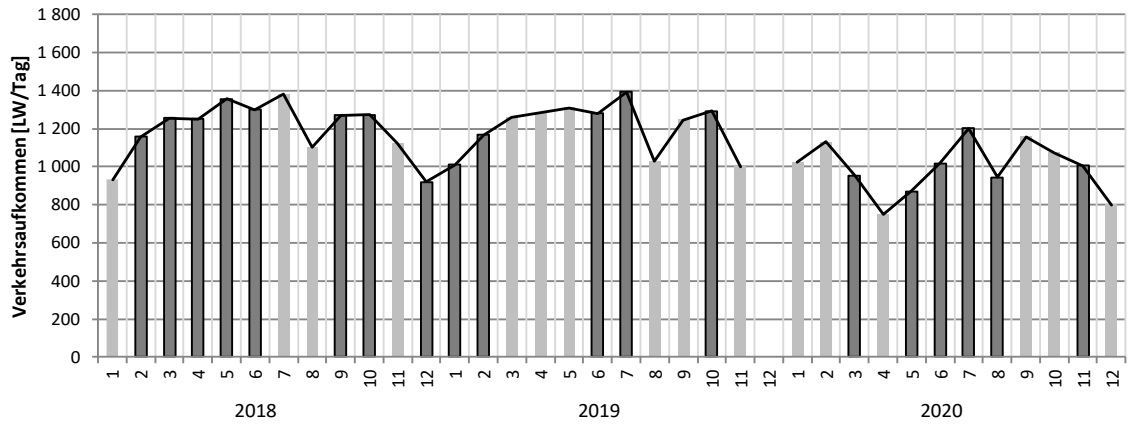


### Wassen

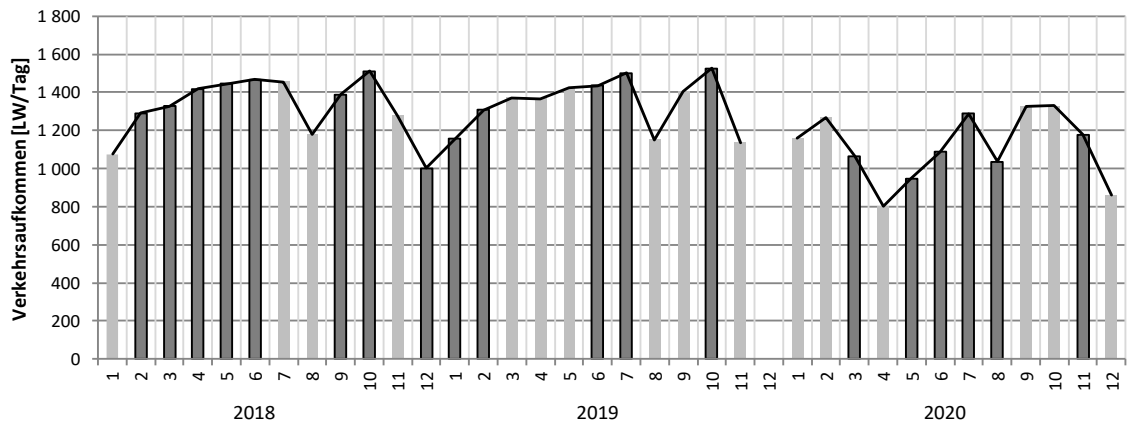


## 7.2 Entwicklung der Erkennungen nach Monat

**Bellinzona**



**Wassen**

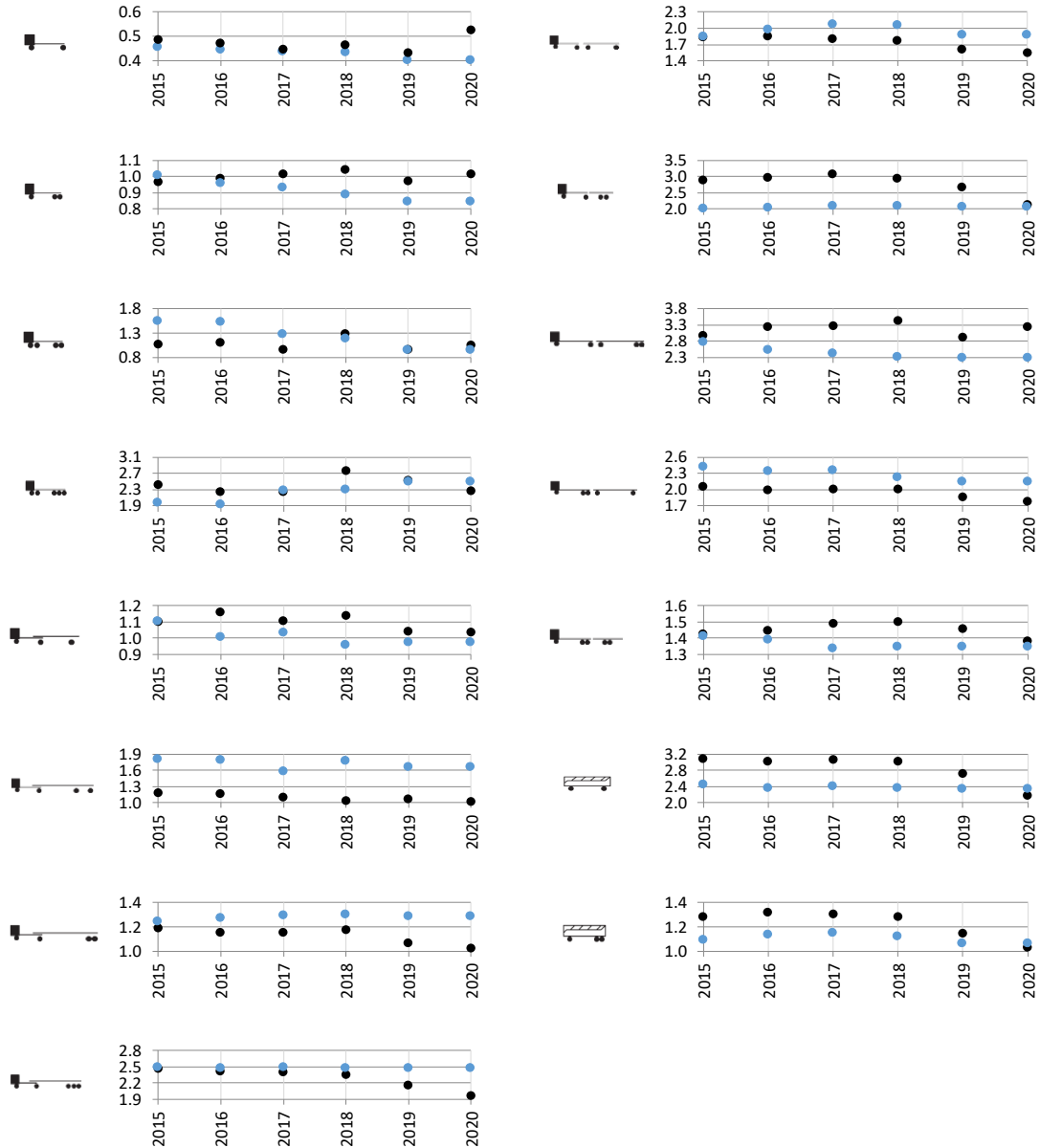




## 7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

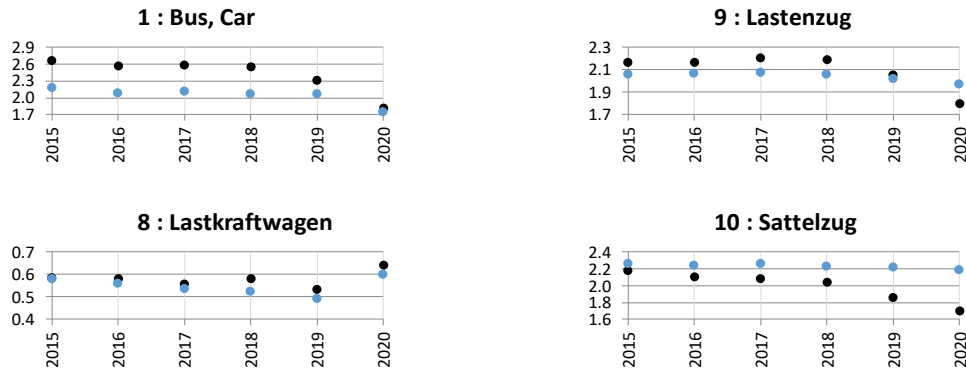
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halbstarren Fahrbahnen in Betracht gezogen.

### 7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



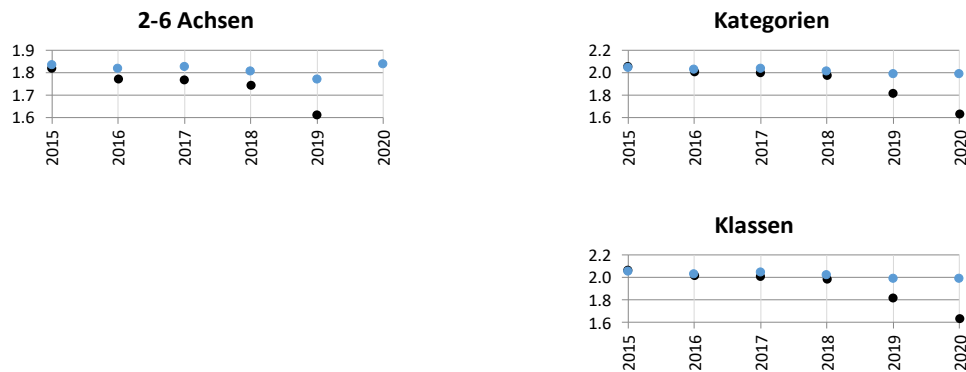
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

### 7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



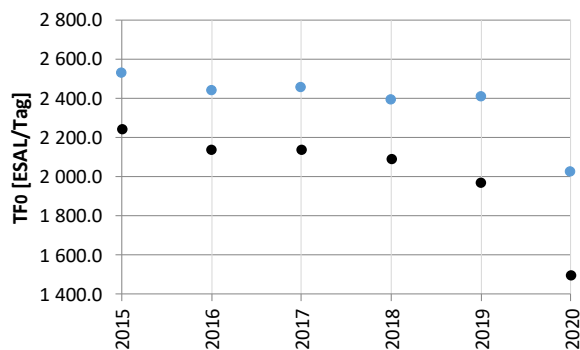
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

### 7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

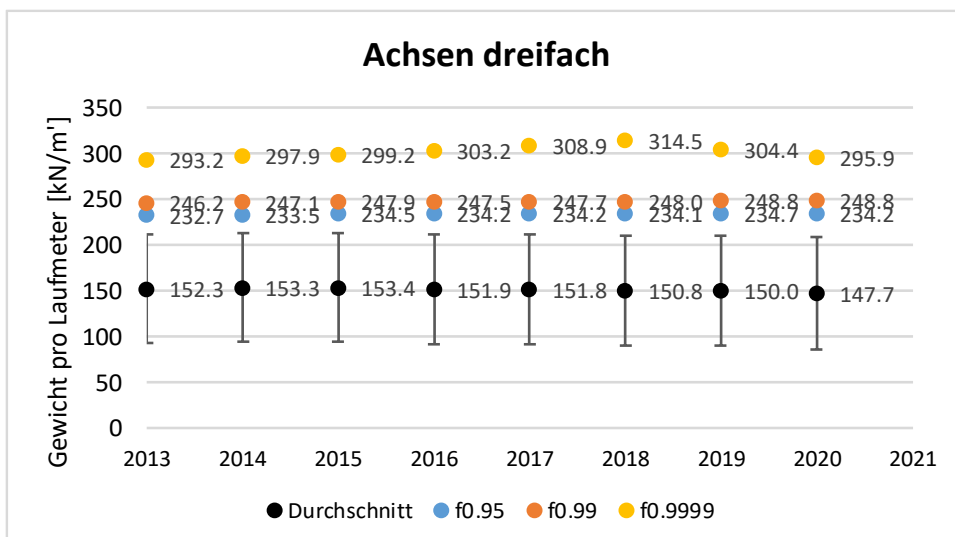
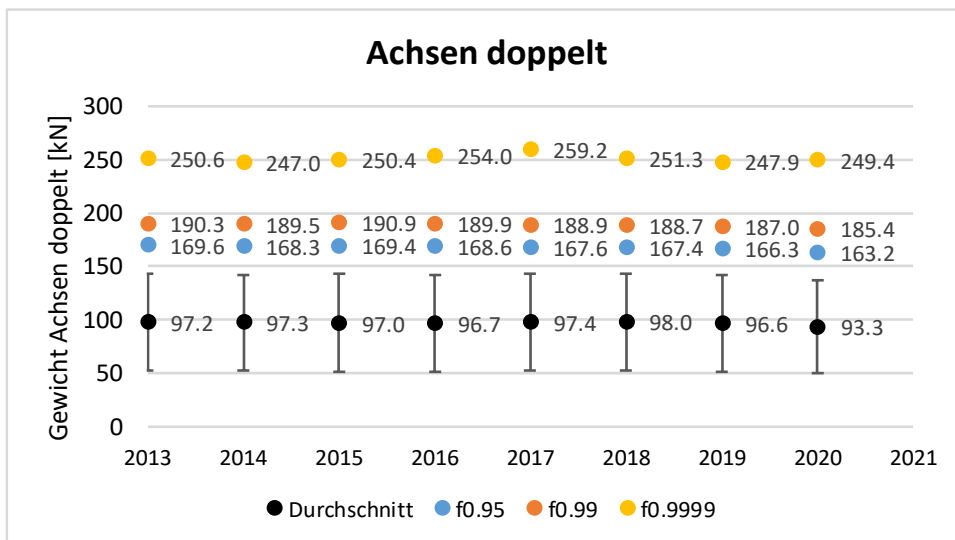
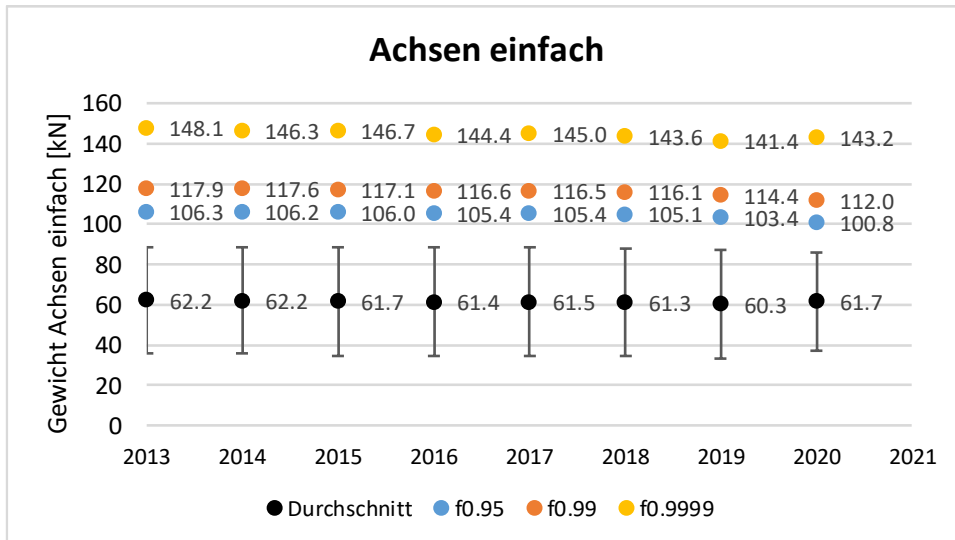
### 7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast



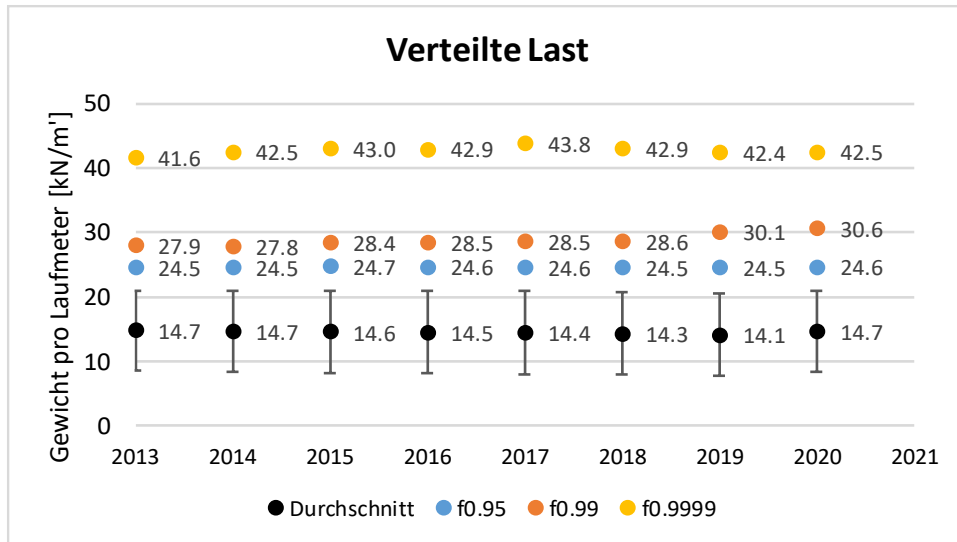
Schwarz : Richtung Bellinzona ; Blau : Richtung Wassen.

## 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 :	02.10.2018 – Richtung Bellinzona 03.10.2018 – Richtung Wassen	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Bellinzona : -1.67% Richtung Wassen : 1.48%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Bellinzona : Nein Richtung Wassen : Nein	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Bellinzona : Gut Richtung Wassen : Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Bellinzona : 2016 bis 2020 Richtung Wassen : 2016 bis 2020	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~ 33 Tage	
Ausgeschlossen :	0.33%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW $\geq$ 3.5 to :	10.0%	
Inkohärente Umrisse :	11.8% davon 11.5% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 0.3% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die Daten der Station ist 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 (März 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Trafic pondéral équivalent** », VSS 40 320.
- [2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (März 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Sol de fondation et chaussée** », VSS 40 324.
- [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 V1.06.

---

### Dokumentation

- [5] M.-A. Fénart, 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. Fénart, 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. 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.
-