



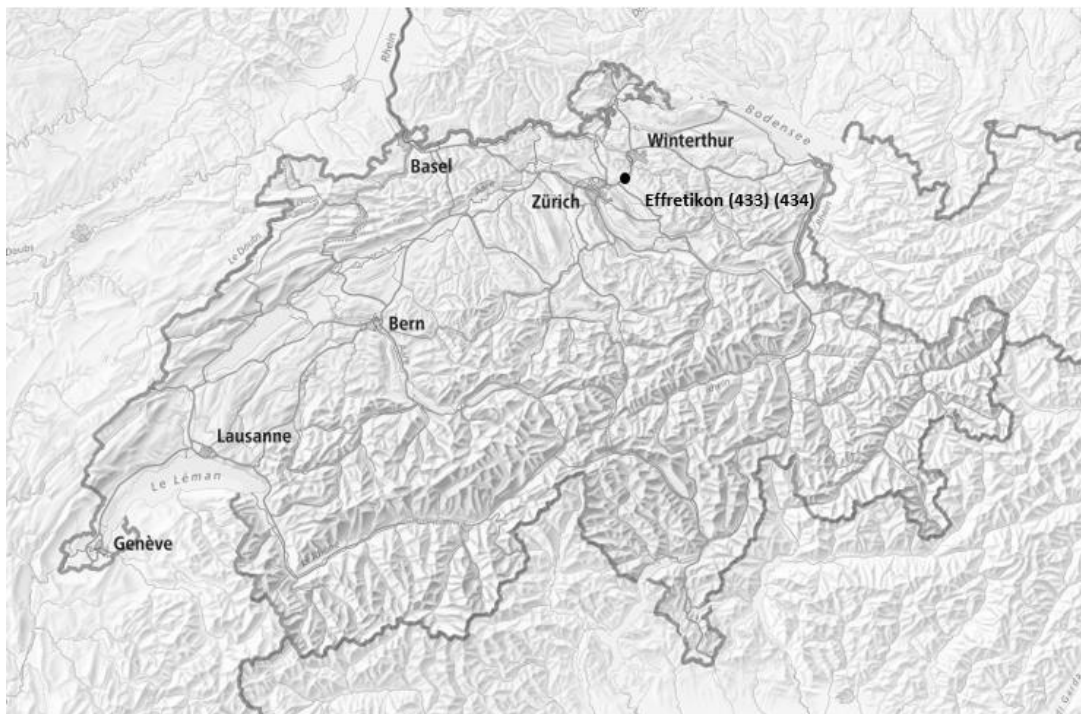
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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**

## Effretikon – 2021

### *Auswertung und Bearbeitung der WIM-Daten*



Ittigen, 14.04.2022

# 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\_2021\_433\_434

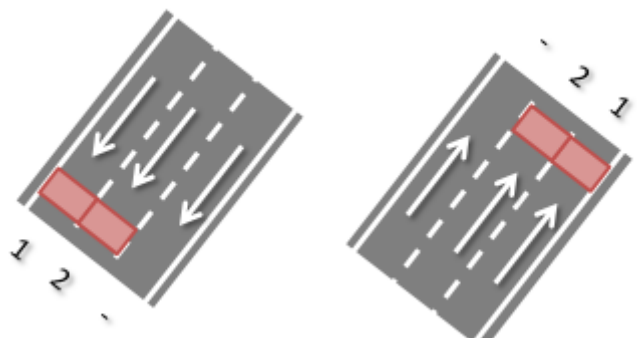
Version 1

Erschaffen am 14.04.2022 – 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 Zuwachsrate .....	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>Vertrauensebene .....</b>	<b>22</b>
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>23</b>

# 1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
Effretikon	ZH	A1	433 / 434	F4	VII	2	2x3
Lage							
<p>434 : Richtung Zürich    433 : Richtung Winterthur</p> 							
<b>Speicherungen</b>							
Art der Datei :				Tägliche Datei			
Format der Datei :				NoASTRAJAHRMONATTAG.erweiterung			
Ausbau der Datei :				*.V00, *.V01, *.V02, *.V03			
Filter Gewicht Fahrzeug :				> 2994 kg			
Einteilung SWISS :				SWISS10			

Datendatei	
Fehlende tägliche Dateien	-
Potentieller Datenverlust	-
<i>Besondere Ereignis</i>	
Da die Daten der Station erst ab 2021 verarbeitet werden, werden die Trends nicht bewertet.	
<i>Entscheide</i>	
<i>Verknüpfung</i>	
Name der Datei :	2021_433_concat.log ; 2021_434_concat.log ;
Anzahl Speicherungen :	2'324'964 (408) ; 1'767'608 (409)
Anzahl effektiver Tage :	365

## 2 Integrität der Daten

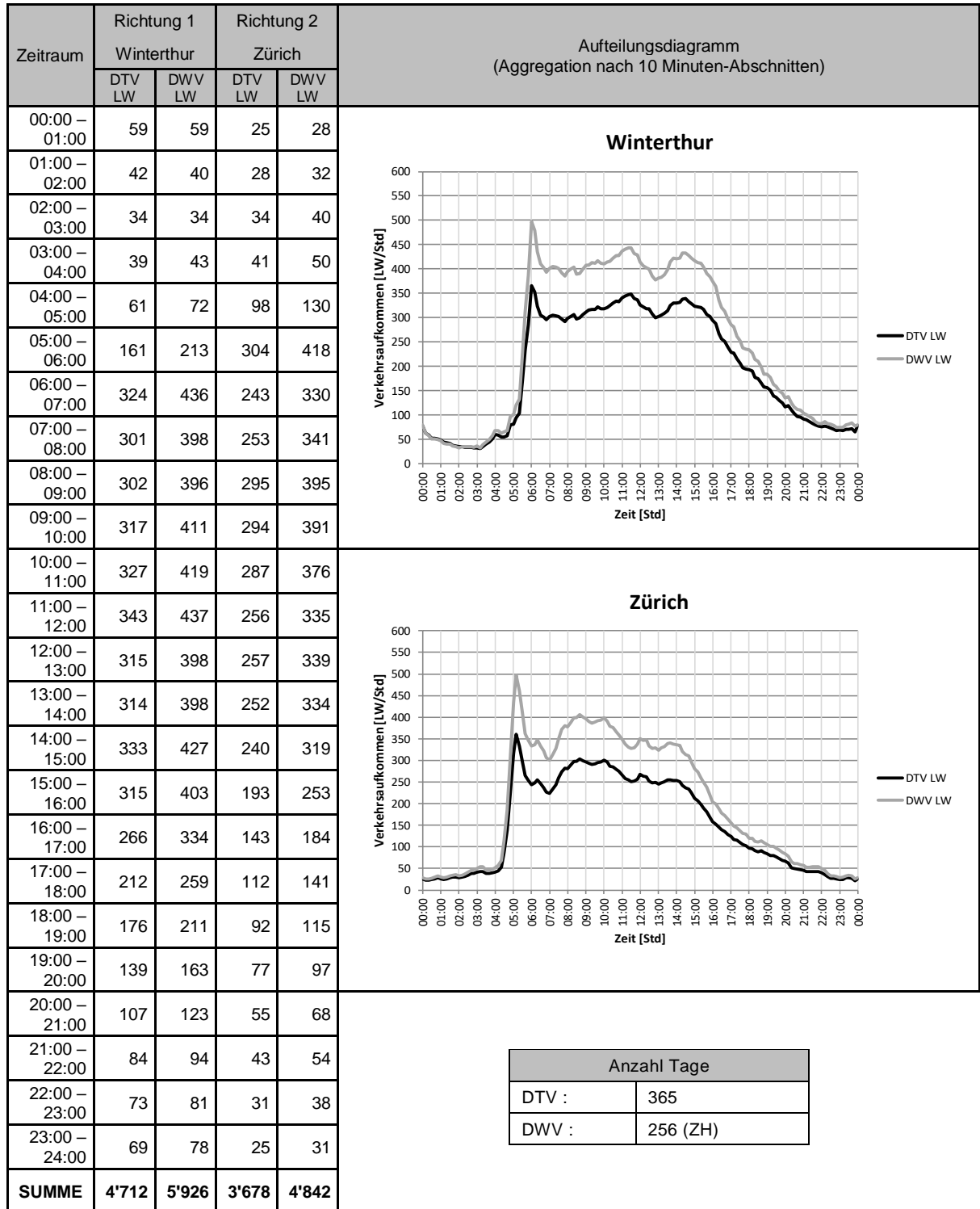
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (930'724 Einträge).
2)	1'785'239 Einträge Richtung D1 (433). 1'063 Einträge Richtung D2 (433). 1'374'794 Einträge Richtung D1 (434). 752 Einträge Richtung D2 (434).
3)	Gesamtlänge nichtig (1'288 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (47'435 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (177 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (34'932 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (6'881 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (1'775 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (5'168 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2021_433_434_u3500.log).
2)	Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2.
3)	Ausschluss.
4)	Ausschluss.
5)	Ausschluss.
6)	Ausschluss.
7)	Ausschluss.
8)	Ausschluss.
9)	Ausschluss.
<i>Datei</i>	
Name der Datei der Statistikbearbeitung :	2021_433_434.log
Anzahl Einträge :	3'062'377
Name der Ausschlussdatei :	2021_433_434_exclus.log
Anzahl Einträge :	99'471

Auf einer Gesamtmenge von 4'092'572 Einträgen, wurden 930'724 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 99'471 Einträge (3.15%) wurden aufgrund ihrer potentiellen Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

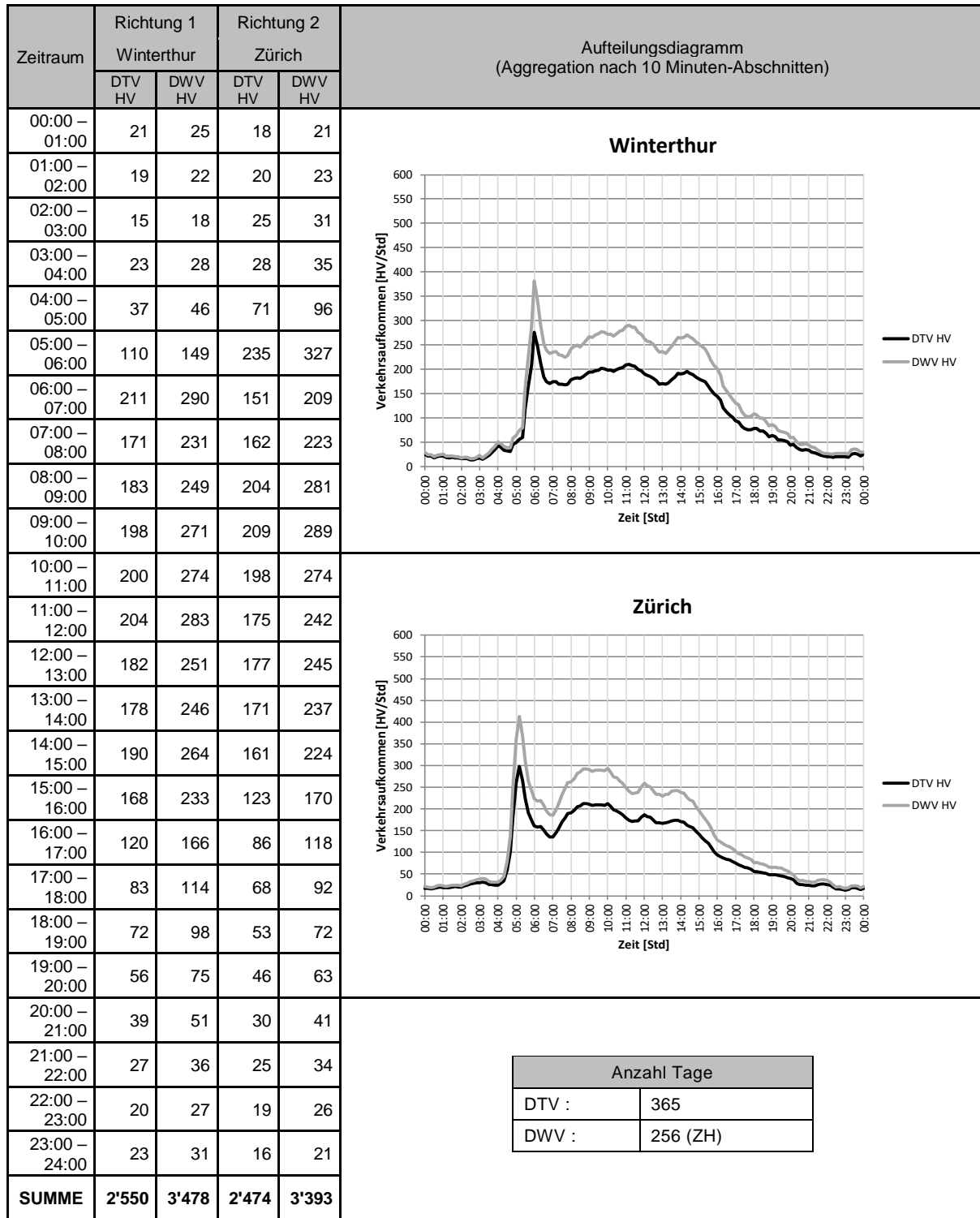
### 3 Statistikbearbeitung

#### 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)

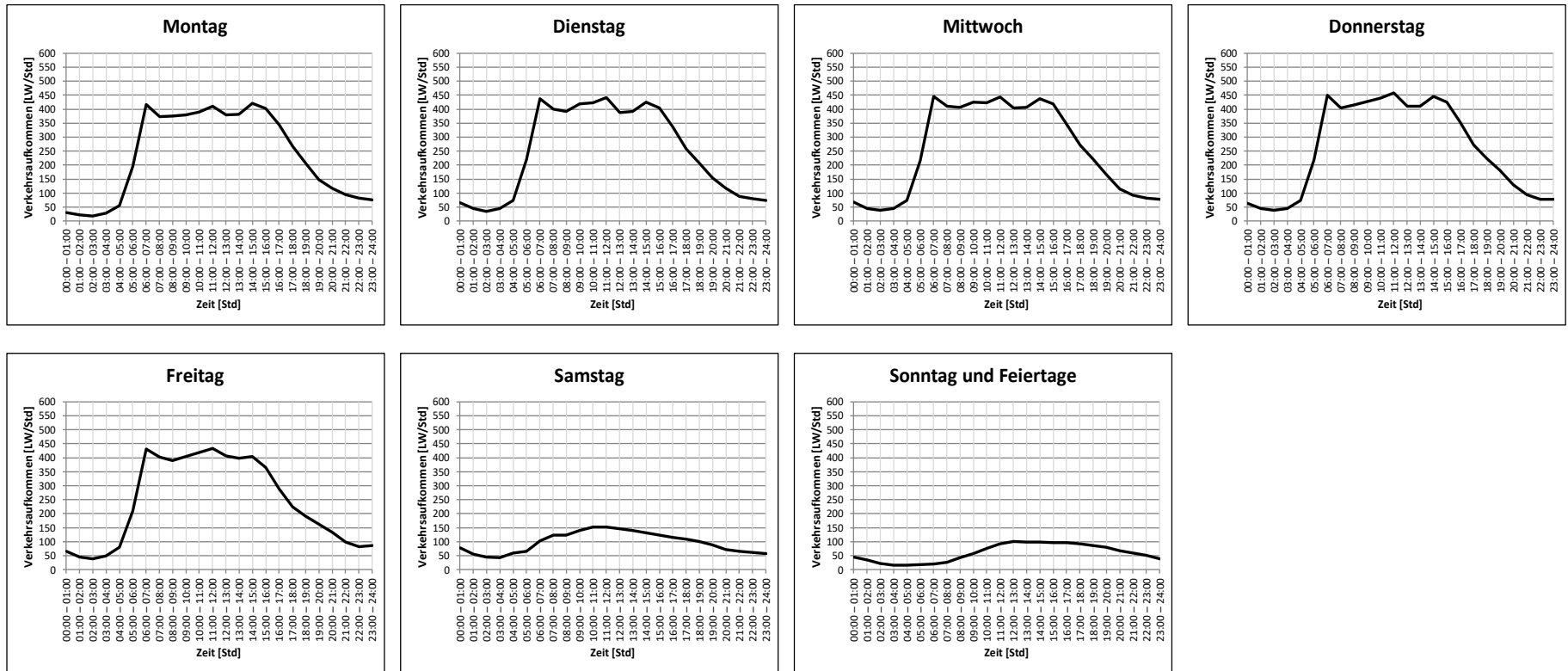


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

### 3.3 Tägliche Stundenverteilung

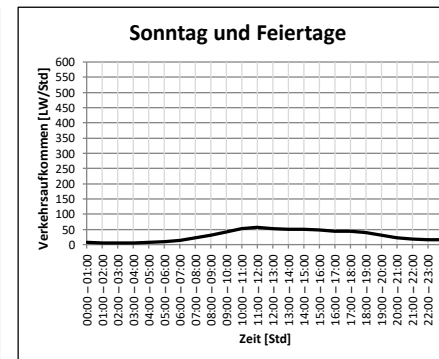
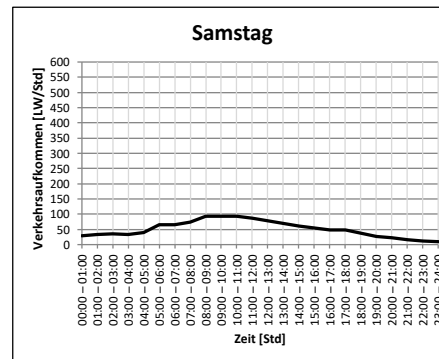
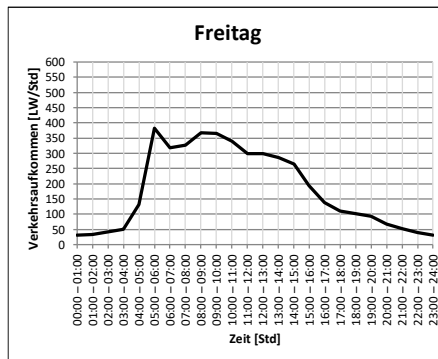
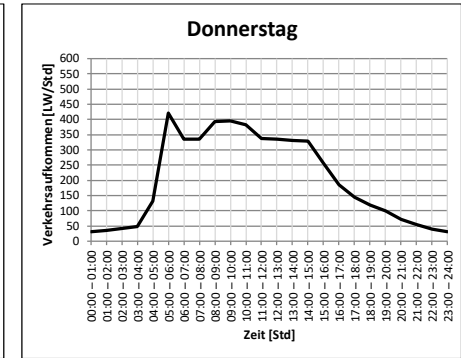
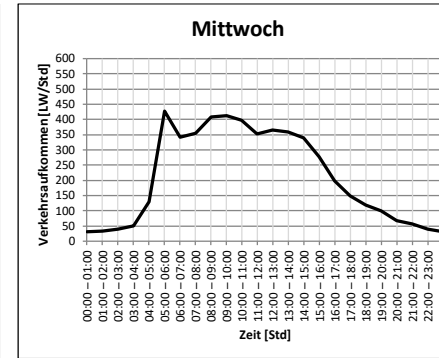
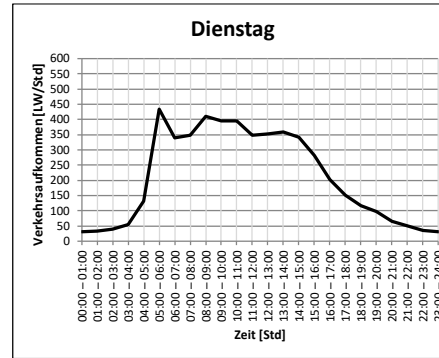
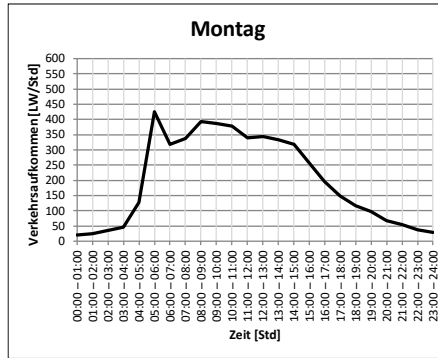
Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (ZH)	50	52	52	51	51	50	59

Richtung 1 : Winterthur (Aggregation nach Stunde)





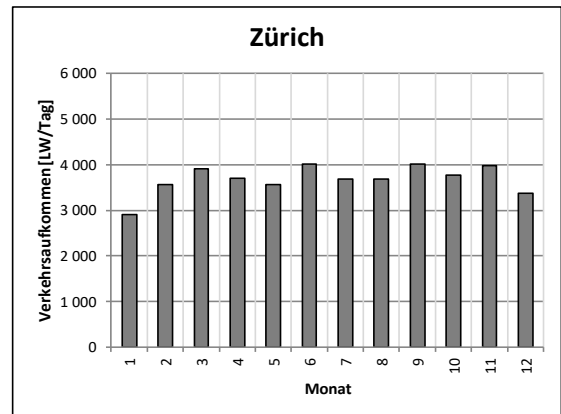
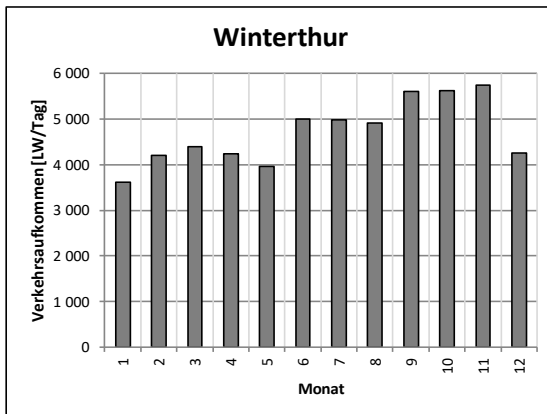
**Richtung 2 : Zürich** (Aggregation nach Stunde)



### 3.4 Fahrzeugerkennung

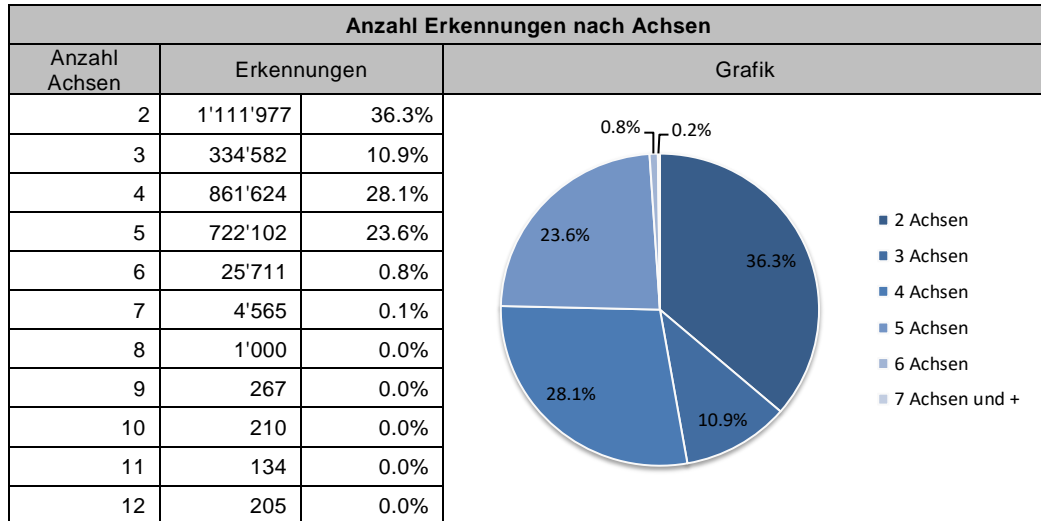
#### 3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich
Januar	112'156	89'874
Februar	117'907	99'764
März	136'068	121'280
April	127'371	110'985
Mai	122'647	110'251
Juni	149'997	120'390
Juli	154'353	114'026
August	152'611	114'483
September	168'103	120'387
Oktober	174'203	116'772
November	172'411	119'523
Dezember	131'950	104'865



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

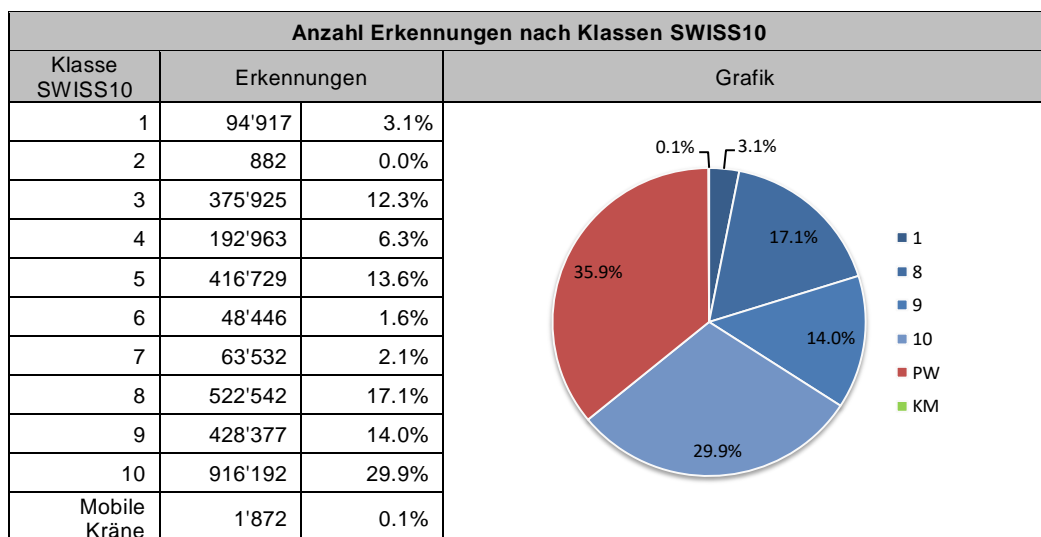
### 3.4.2 Nach Anzahl Achsen



### 3.4.3 Nach Klasse SWISS10

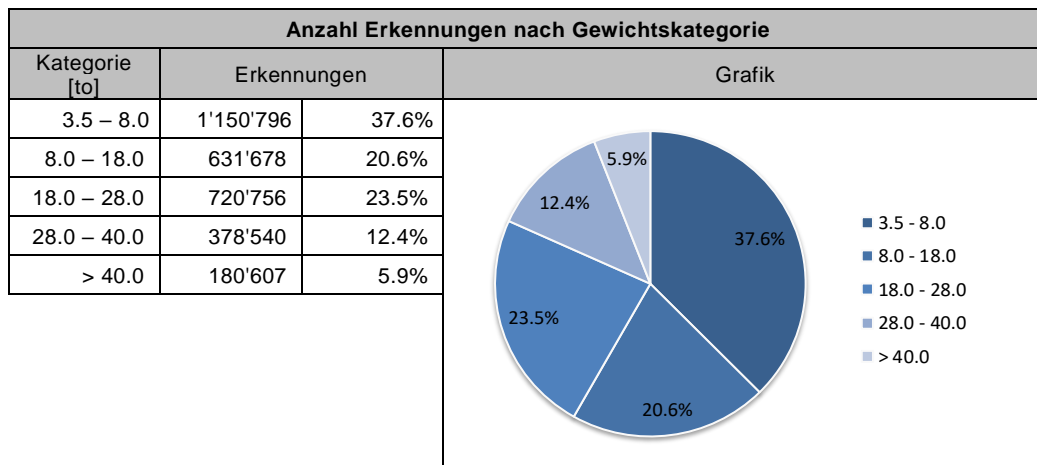
#### Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

Erfassung der Klassen nach Schema «Swiss 10 »	Erfassung für die Schweizerische Strassenverkehrszählung (SSVZ)	Erfassung für das Verkehrsmanagement	das
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 1'098'477 Einträge (Klasse 2 bis 7, 35.9%) 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	<i>Unschlüssig</i>			752'762	24.6%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	424'291	13.9%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	322'031	10.5%
S/S	0 - - - - 0		8	305'175	10.0%
S/S/Ta	<i>Unschlüssig</i>			213'284	7.0%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	163'775	5.3%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	111'714	3.6%
S/S/S	<i>Unschlüssig</i>			109'674	3.6%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	91'894	3.0%
S/Ta	0 - - - - 00		8	63'974	2.1%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	57'239	1.9%
S/S	0 - - - - 0		1	52'387	1.7%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	47'136	1.5%
S/S/Tr	<i>Unschlüssig</i>			42'412	1.4%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	37'126	1.2%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	18'742	0.6%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	18'638	0.6%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	17'374	0.6%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	2'705	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 : Winterthur			Richtung 2 : Zürich			Auf Basis von :
	1	2	3	3	2	1	
2x3 Spuren	49.9%	6.3%	NB	NB	4.8%	39.0%	Anzahl Erkennungen
	50.2%	2.9%	NB	NB	2.7%	44.2%	Gesamtgewicht
	56.8%	1.9%	NB	NB	1.7%	39.6%	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 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019
	1.29	0.72	0.7	1.29	0.69	0.6
	1.98	1.38	1.4	2.83	1.92	2.1
	2.37	1.38	1.5	4.28	2.42	2.7
	3.77	2.71	1.9	8.98	6.40	3.0
	1.99	1.51	0.5	1.96	1.44	0.5
	2.49	2.18	1.7	2.54	2.21	1.8
	2.02	1.42	1.7	2.25	1.53	1.8
	3.36	2.54	1.8	4.35	3.22	2.2
	2.73	1.94	2.0	2.80	1.92	2.2
	3.39	1.96	2.0	3.90	2.14	1.9
	3.88	2.62	1.7	4.29	2.87	1.6
	3.08	2.04	1.7	3.99	2.49	1.6
	2.32	1.65	1.3	3.50	2.41	1.0
	1.84	1.67	2.5	1.89	1.72	2.6
	1.52	1.11	1.2	2.07	1.49	0.9

### 4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019
1 : Bus, Car	1.77	1.47	2.3	1.97	1.65	2.3
8 : Lastkraftwagen	1.55	0.90	0.9	1.95	1.08	1.0
9 : Lastenzug	2.85	1.95	1.9	3.33	2.22	2.0
10 : Sattelzug	2.73	2.01	1.7	3.37	2.41	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 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2019
Umriss (2-6 Achsen)	1.47	1.32	1.6	1.82	1.60	1.7
	99.1%	99.2%		99.1%	99.2%	
Kategorie	2.46	1.69		2.98	2.00	
	50.9%	70.7%		50.9%	70.7%	
Klasse	2.46	1.69		3.01	2.00	
	49.1%	68.1%		49.1%	68.1%	

## 4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

### *Flexibler und halbstarrer Oberbau*

#### Richtung 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{1'719'777 \text{ LW}}{365 \text{ Tage}} \cdot 1.47 \cdot \frac{56.8\%}{58.7\%} = 6'683 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

#### Richtung 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{1'342'600 \text{ LW}}{365 \text{ Tage}} \cdot 1.32 \cdot \frac{39.6\%}{41.3\%} = 4'663 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

### *Starrer und kombinierter Oberbau*

#### Richtung 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{1'719'777 \text{ LW}}{365 \text{ Tage}} \cdot 1.82 \cdot \frac{56.8\%}{58.7\%} = 8'306 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

#### Richtung 2 : Zürich

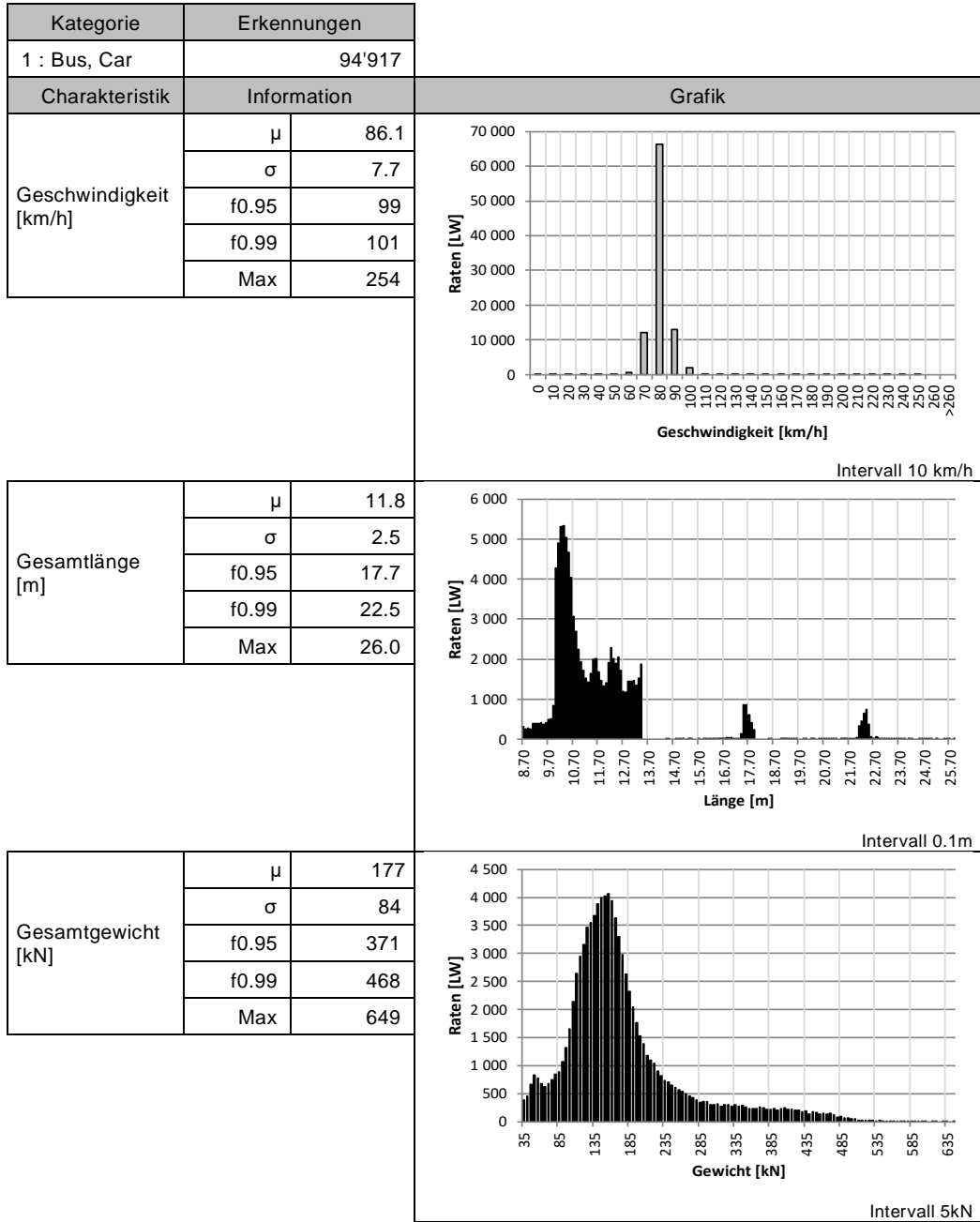
$$TF_0 = \frac{1'342'600 \text{ LW}}{365 \text{ Tage}} \cdot 1.60 \cdot \frac{39.6\%}{41.3\%} = 5'646 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

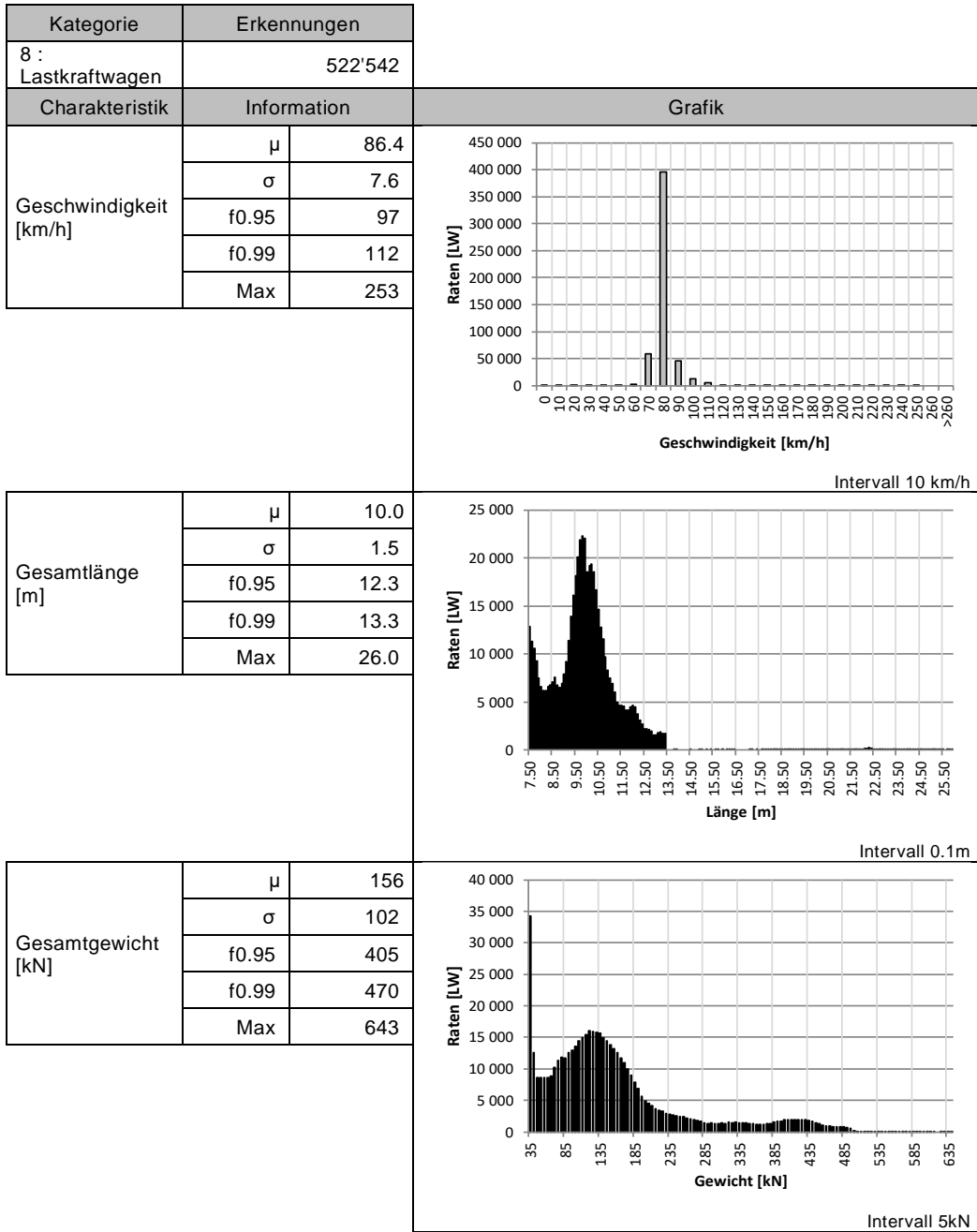
## 4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

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

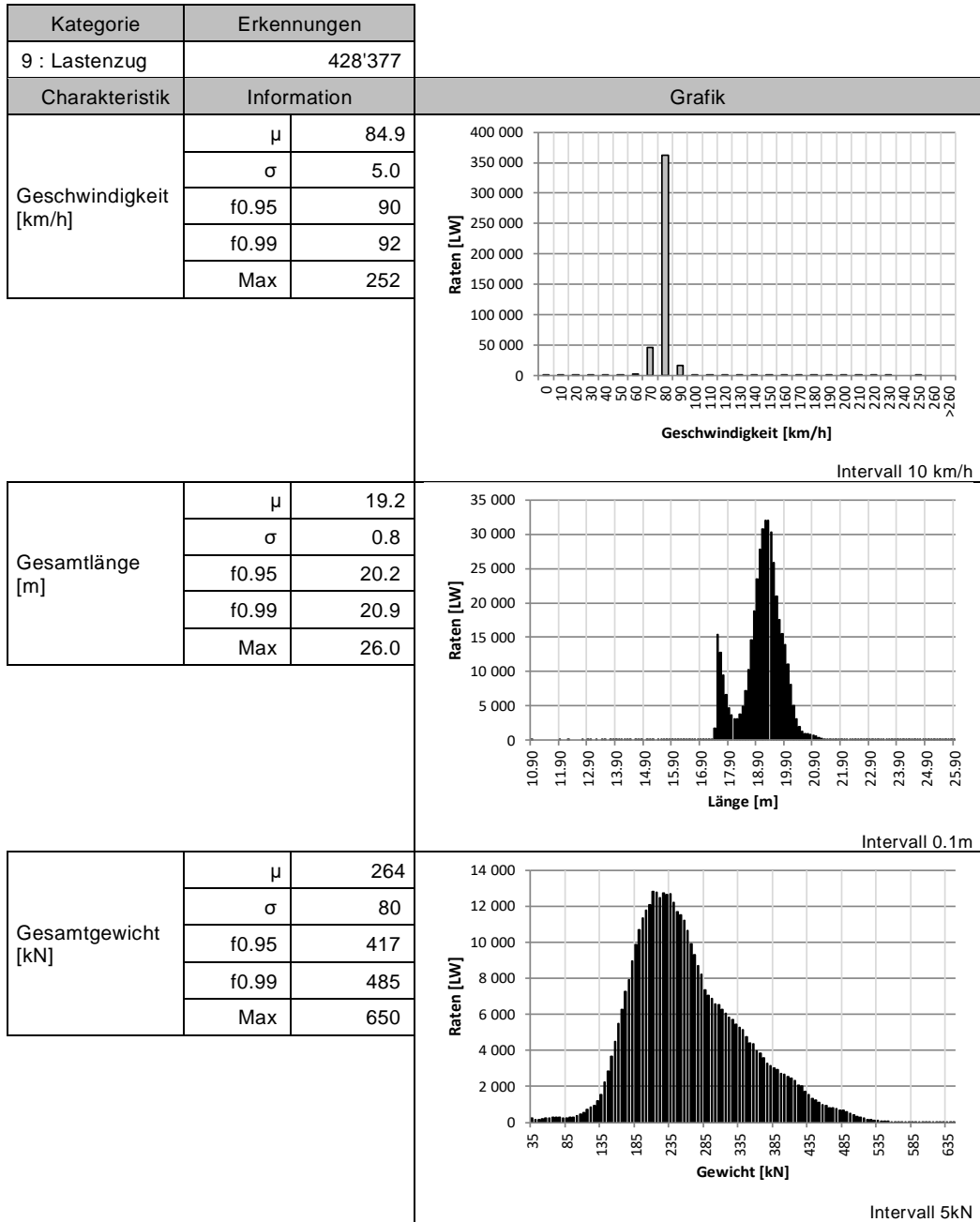
## 5 Charakteristik der Lastwagen

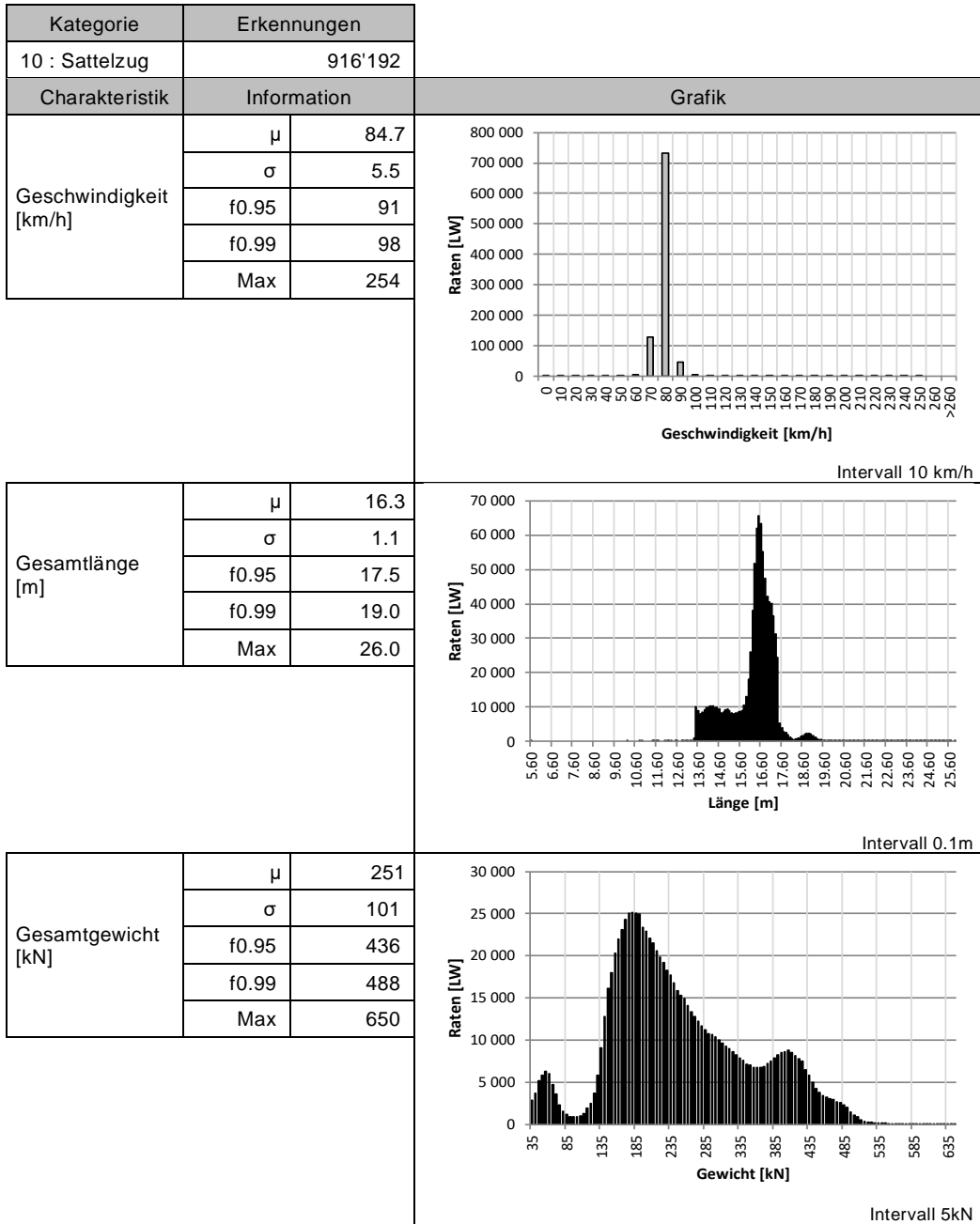
### 5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien





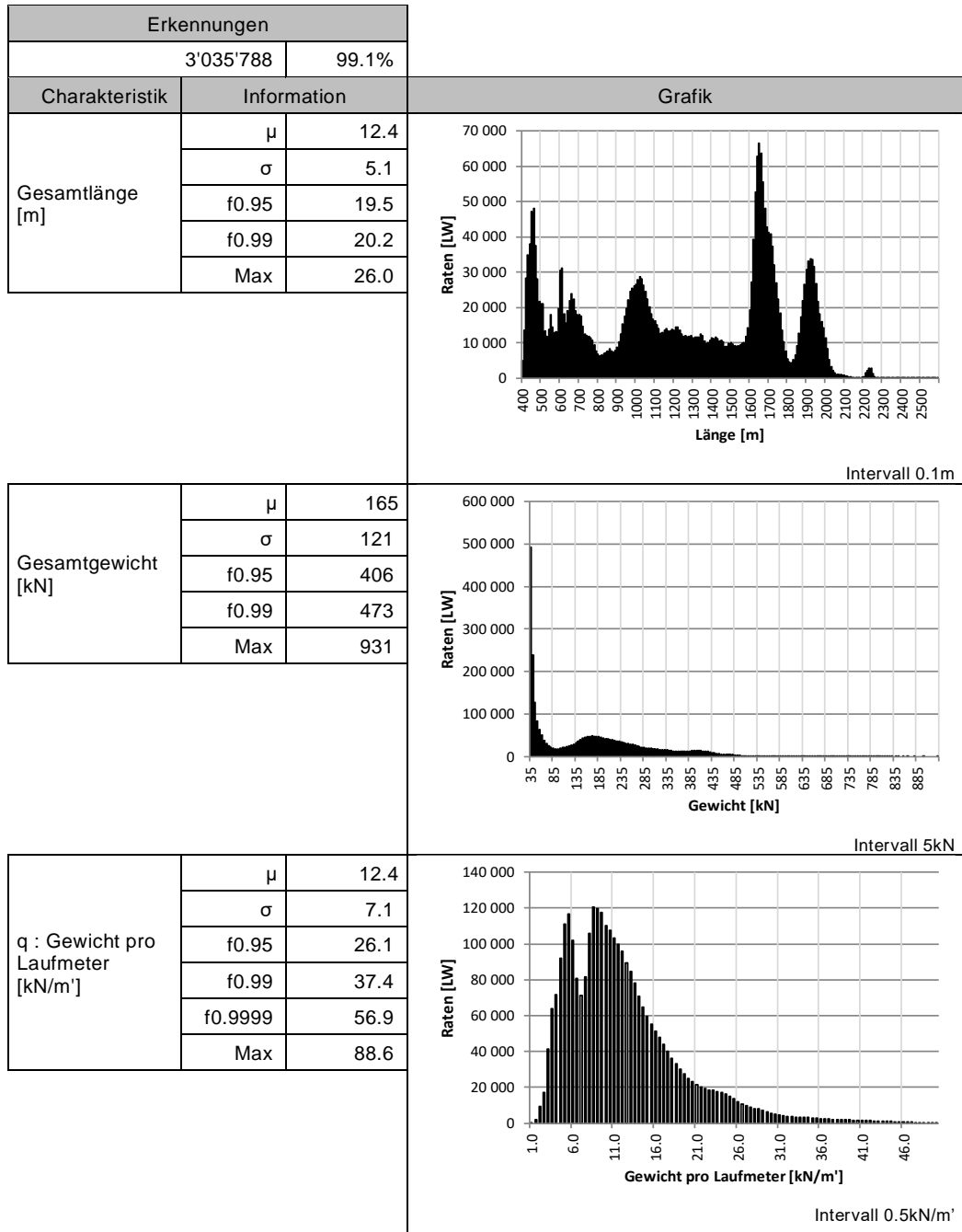


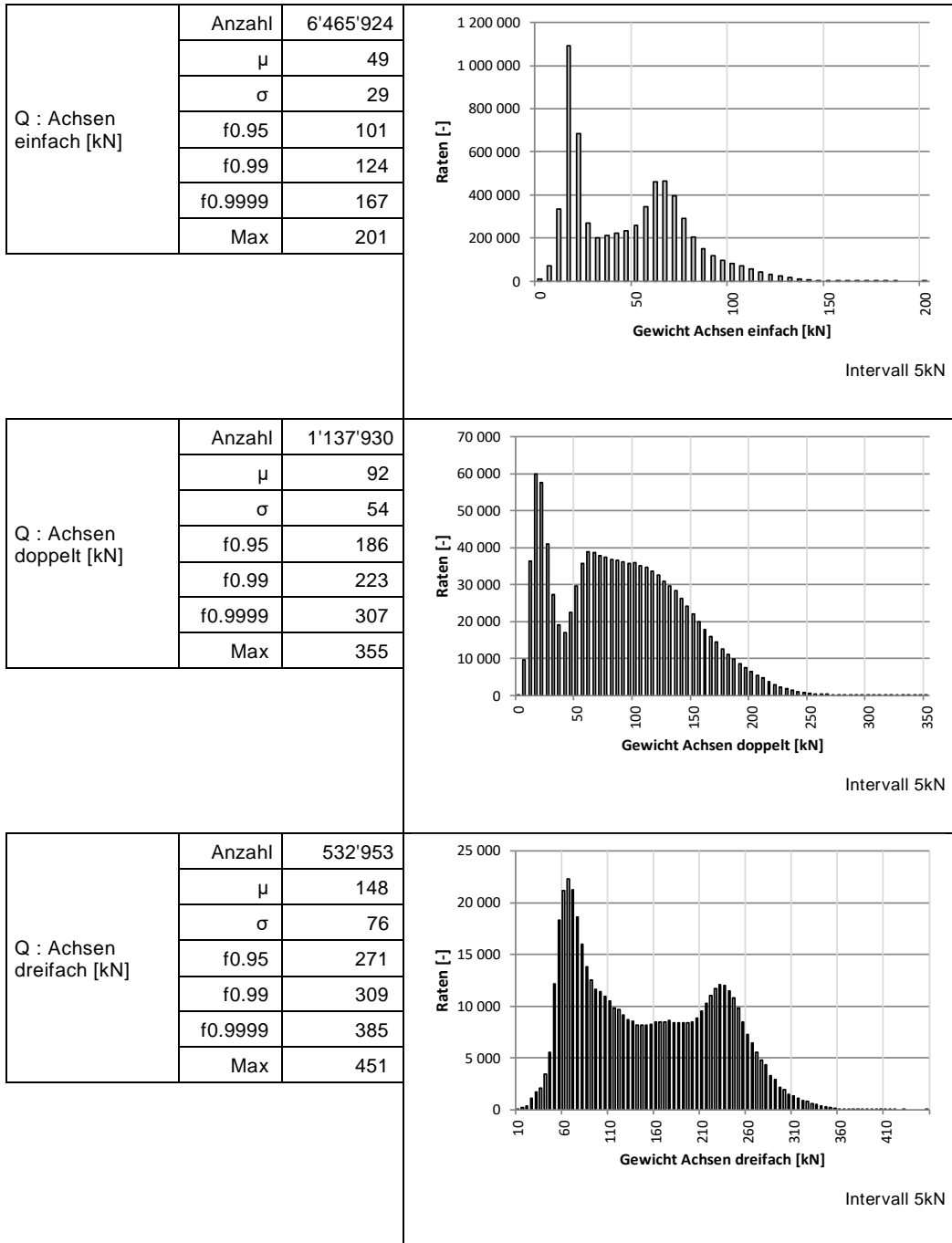




## 5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umriss 2 bis 6 Achsen.



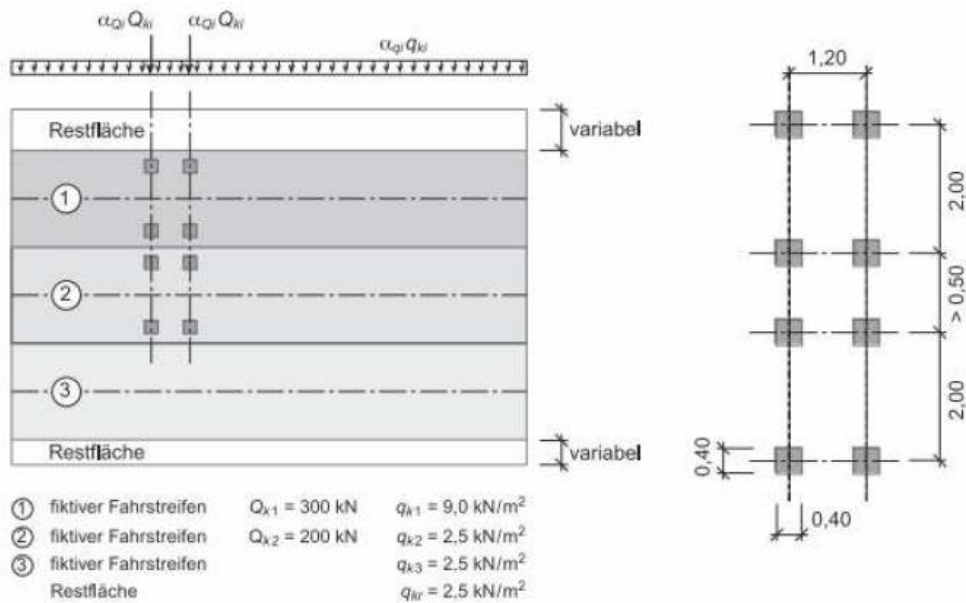


## 6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.1% 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	49	49	101	124	167
Doppelt	92	46	186 (93)	223 (111)	307 (154)
Dreifach	148	49	271 (90)	309 (103)	385 (128)

#### 6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.4	26.1	37.4	56.9
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m <sup>2</sup> ]	4.1	8.7	12.5	19.0

## 7 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 :	11-12.08.2021 – Richtung Winterthur 11-12.08.2021 – Richtung Zürich	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Winterthur : -0.99 % / 2.00% Richtung Zürich : 0.64% / -0.52%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Winterthur : Nein / Ja Richtung Zürich : Nein / Nein	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Winterthur : Gut / Gut Richtung Zürich : Sehr gut / Sehr gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Winterthur : - Richtung Zürich : -	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	0 Tag	
Ausgeschlossen :	3.15%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW $\geq$ 3.5 to :	35.9%	
Inkohärente Umrisse :	40.2% davon 38.6% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 1.6% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in die 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 (März 2019), « **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 2019), « **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.
-