



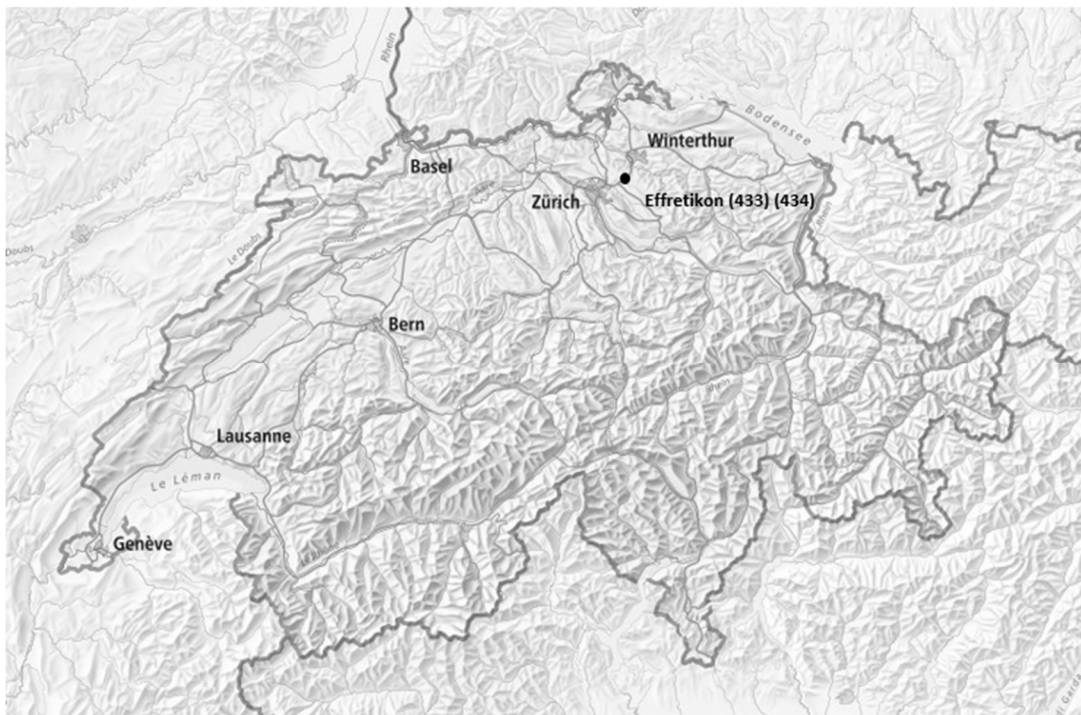
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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 - 2022

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



Ittigen, 30.10.2023

# Impressum

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

Bundesamt für Strassen ASTRA  
Abteilung Strassennetze  
Verkehr & Innovation Management  
Überwachung des Strassenverkehrs

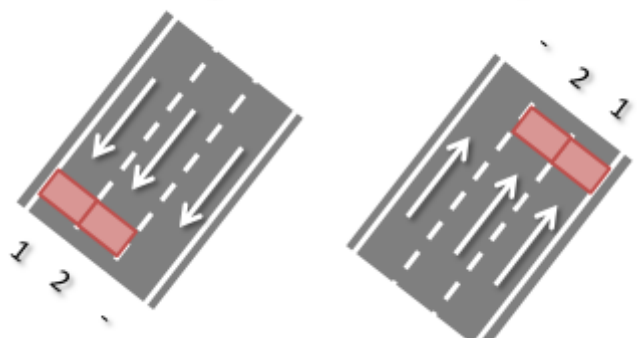
## Dokument

Dokument WIM\_2022\_433\_434  
Version 1  
Erschaffen am 30.10.2023 – 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 VSS 40 320.....</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 VSS 40 324 .....	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 :				NoASTRAJHRMONATTAG.erweiterung			
Ausbau der Datei :				*.V00, *.V01, *.V02, *.V03			
Filter Gewicht Fahrzeug :				> 2994 kg			
Einteilung SWISS :				SWISS10			
<b>Datendatei</b>							
Fehlende tägliche Dateien				24.10.2022 – 25.10.2022 (433) 24.10.2022 – 25.10.2022 (434) 27.10.2022 – 01.11.2022 (433) 27.10.2022 – 01.11.2022 (434) 18.12.2022 (433)			
Potentieller Datenverlust				09.06.2022 – 02:51 bis 06:28 (433) 21.10.2022 – 01:54 bis 03:00 (434) 17.12.2022 – 00:51 bis 00:00 (433) 19.12.2022 – 00:00 bis 15:45 (433) 24.12.2022 – 01:57 bis 02:00 (434)			
<i>Besondere Ereignis</i>							
<i>Entscheide</i>							
<i>Verknüpfung</i>							
Name der Datei :				2022_433_concat.log ; 2022_434_concat.log ;			
Anzahl Speicherungen :				2'966'108 (433) ; 1'874'711 (434)			
Anzahl effektiver Tage :				354.2 (433) ; 357.0 (434)			

## 2 Integrität der Daten

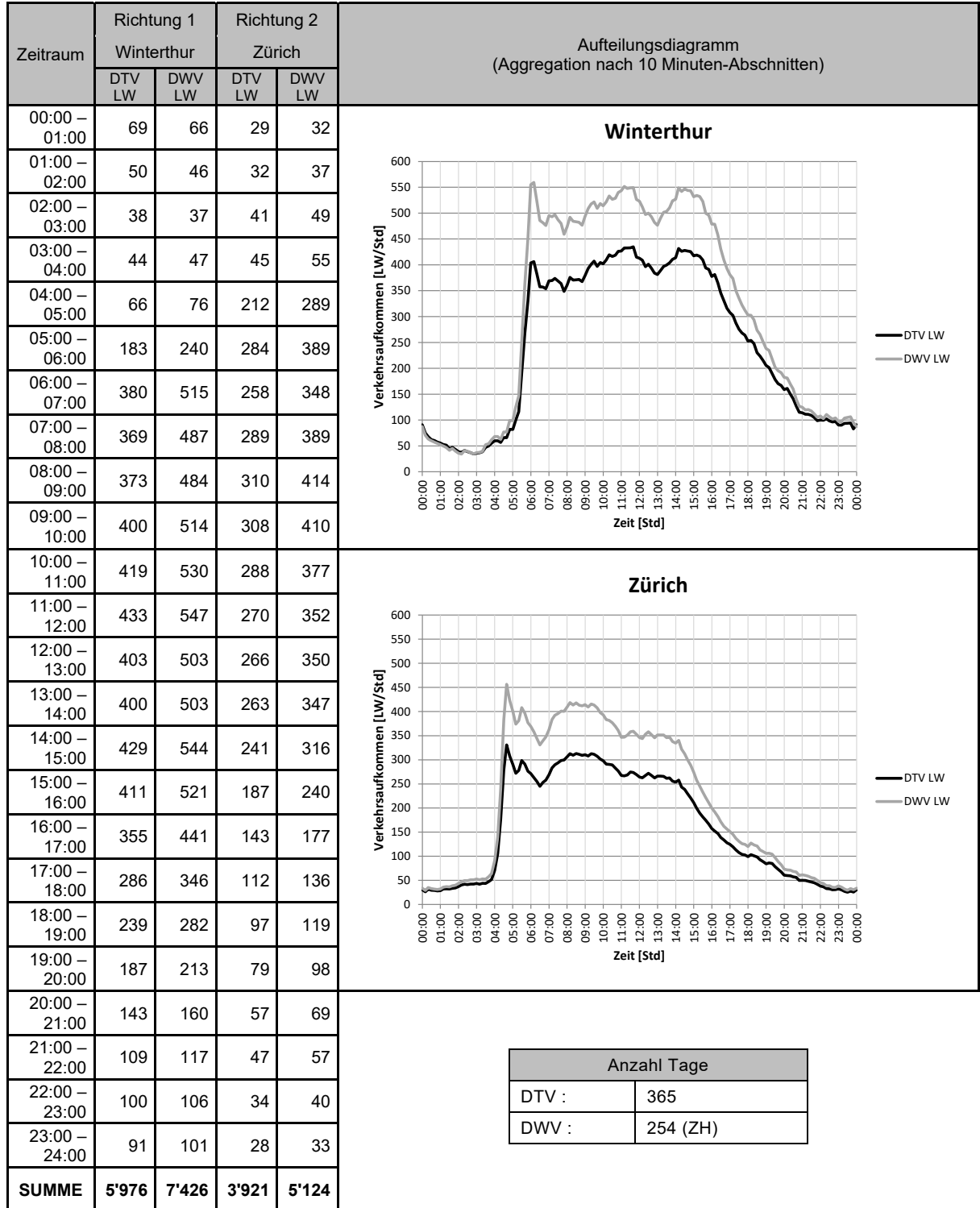
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (1'105'007 Einträge).
2)	2'297'624 Einträge Richtung D1 (433). 1'261 Einträge Richtung D2 (433). 1'436'065 Einträge Richtung D1 (434). 862 Einträge Richtung D2 (434).
3)	Gesamtlänge nichtig (1'505 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (134'758 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (349 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (57'985 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (6'120 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (4'234 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (12'354 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2022_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 :	2022_433_434.log
Anzahl Einträge :	3'516'384
Name der Ausschlussdatei :	2022_433_434_exclus.log
Anzahl Einträge :	219'428

Auf einer Gesamtmenge von 4'840'819 Einträgen, wurden 1'105'007 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 219'428 Einträge (5.87%) wurden aufgrund ihrer potentiellen Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

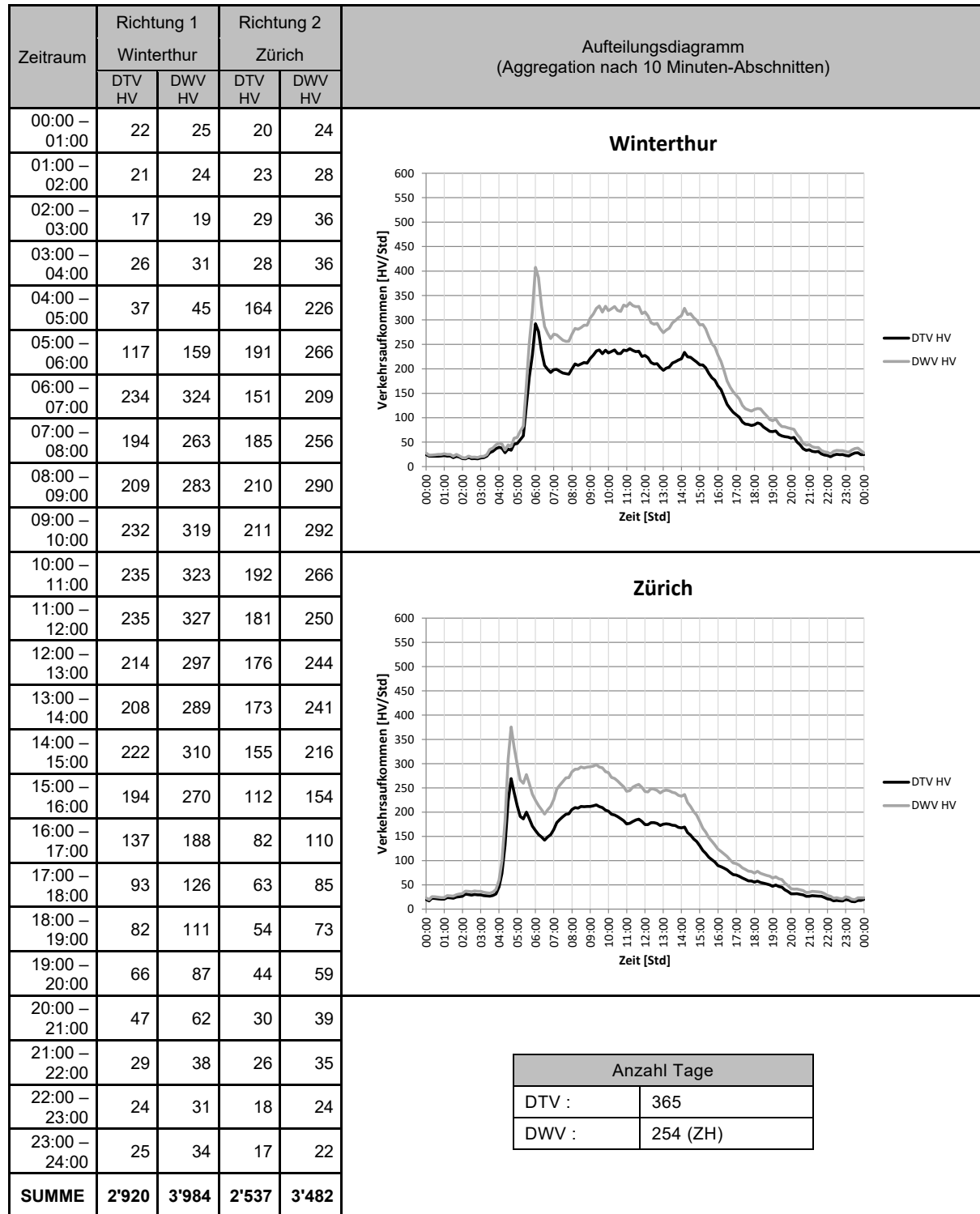
### 3 Statistikbearbeitung

#### 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)

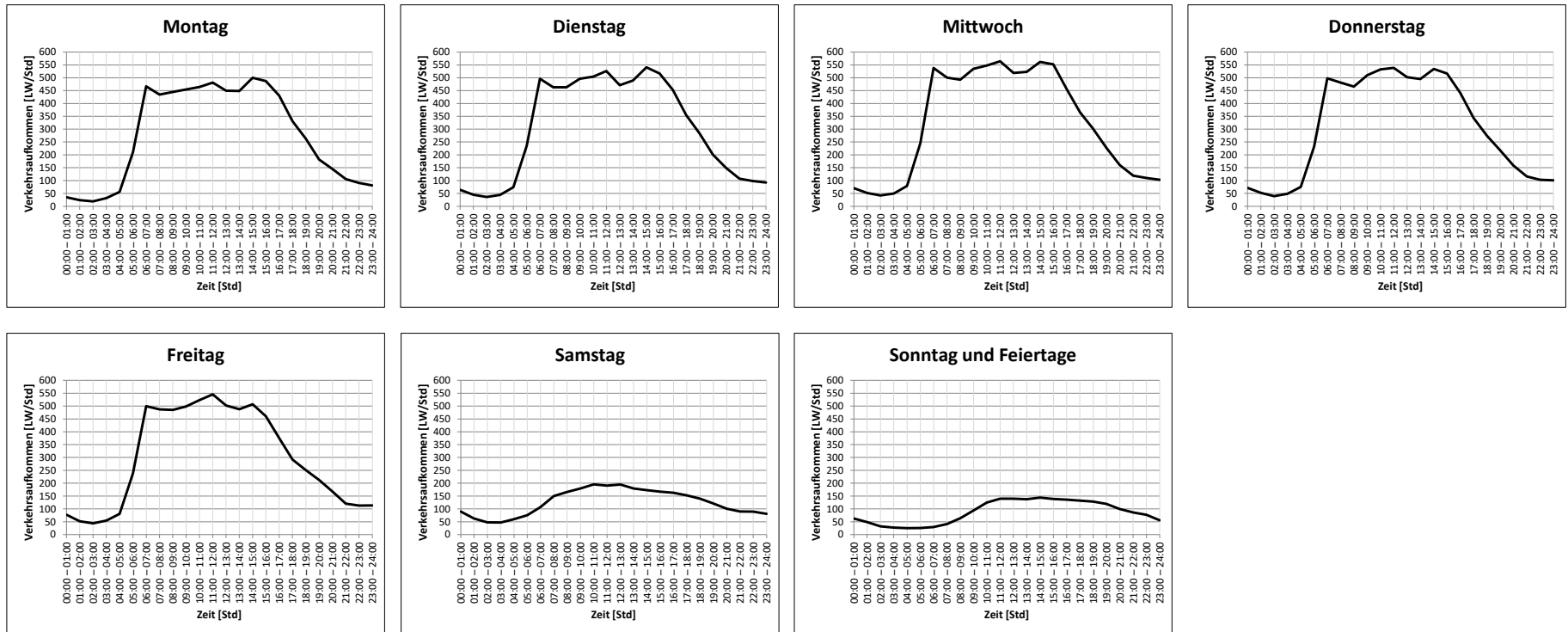


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

### 3.3 Tägliche Stundenverteilung

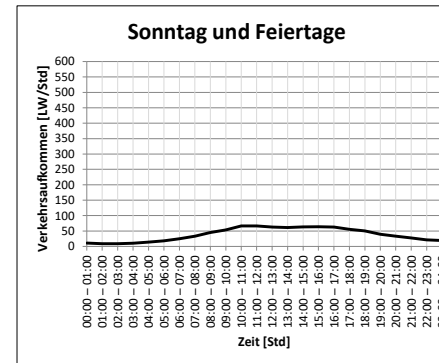
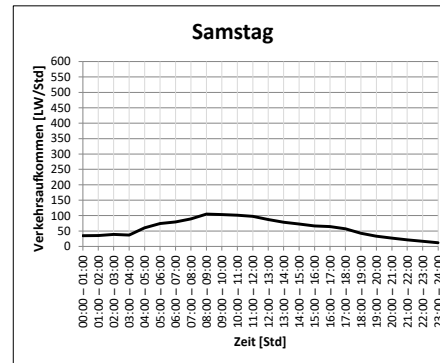
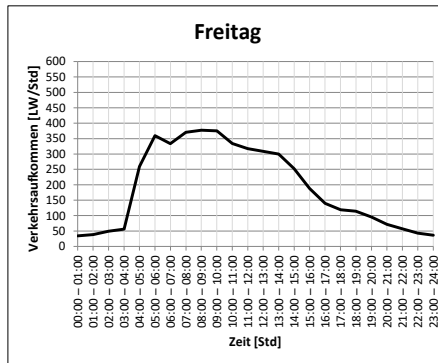
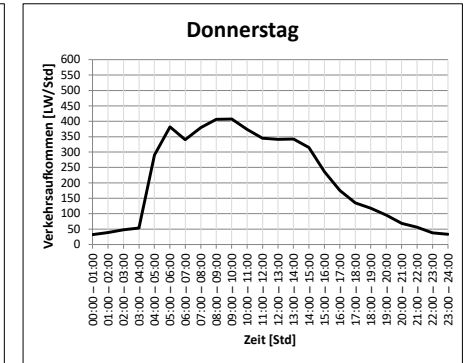
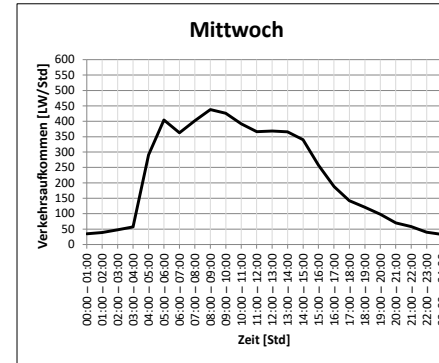
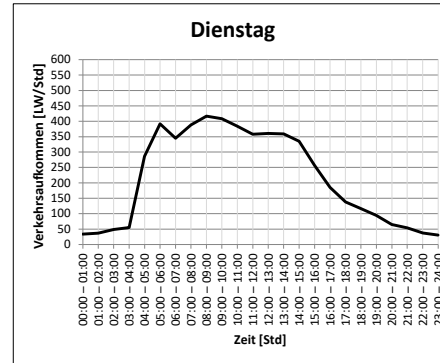
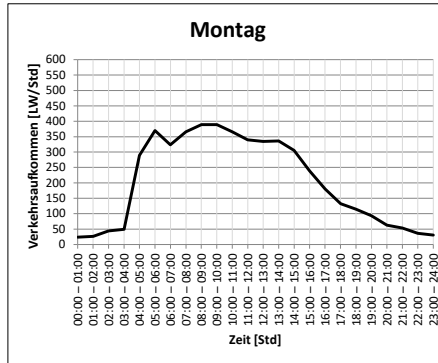
Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (ZH)	48	52	52	51	51	52	59

Richtung 1 : Winterthur (Aggregation nach Stunde)





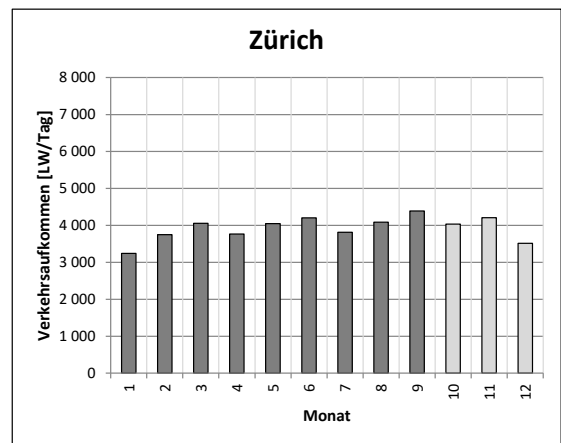
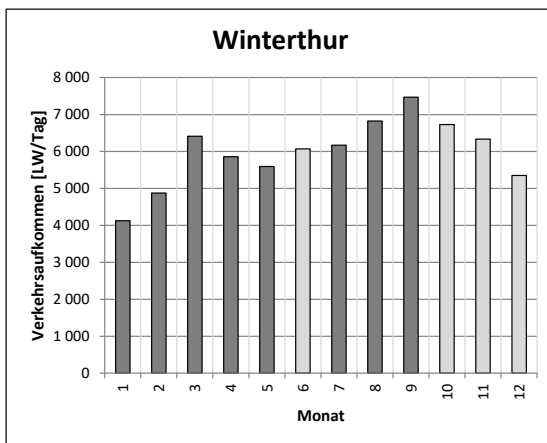
**Richtung 2 : Zürich** (Aggregation nach Stunde)



### 3.4 Fahrzeugerkennung

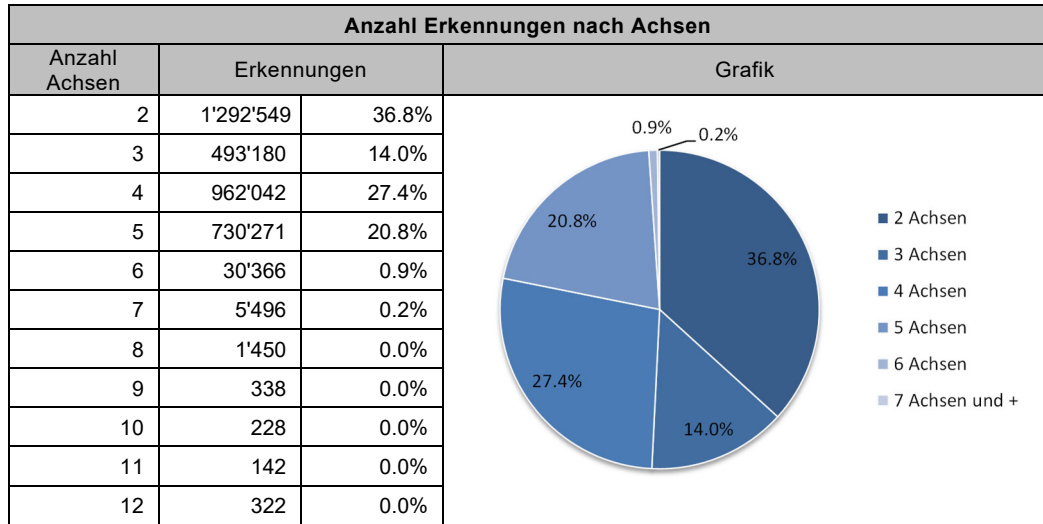
#### 3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich
Januar	127'860	100'389
Februar	136'489	104'874
März	198'715	125'609
April	175'618	112'959
Mai	173'278	125'507
Juni	181'137	125'997
Juli	191'130	118'091
August	211'529	126'707
September	224'033	131'655
Oktober	161'513	96'830
November	183'610	122'077
Dezember	151'817	108'960



*Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). Juni (433), Oktober, November und Dezember: Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt*

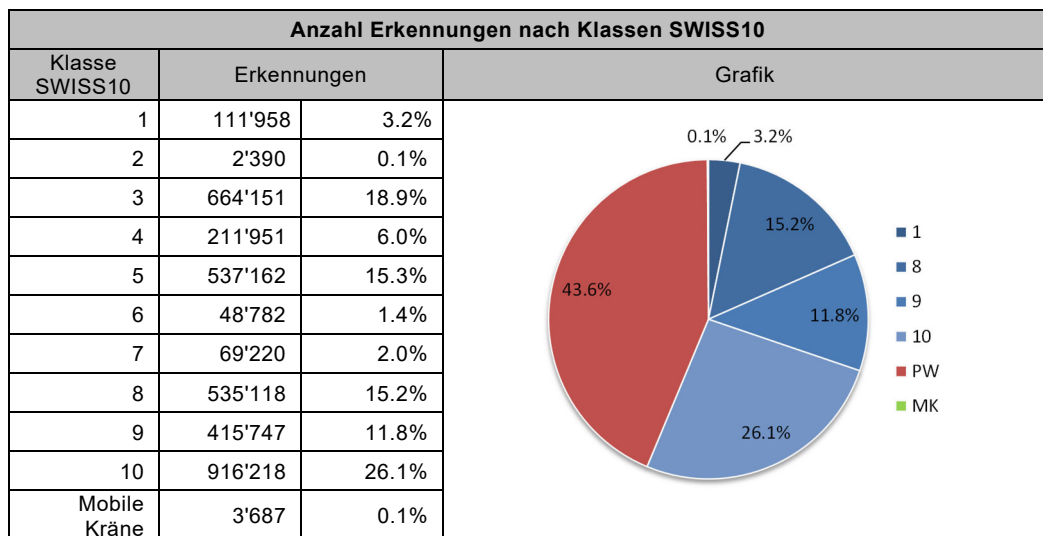
### 3.4.2 Nach Anzahl Achsen



### 3.4.3 Nach Klasse SWISS10

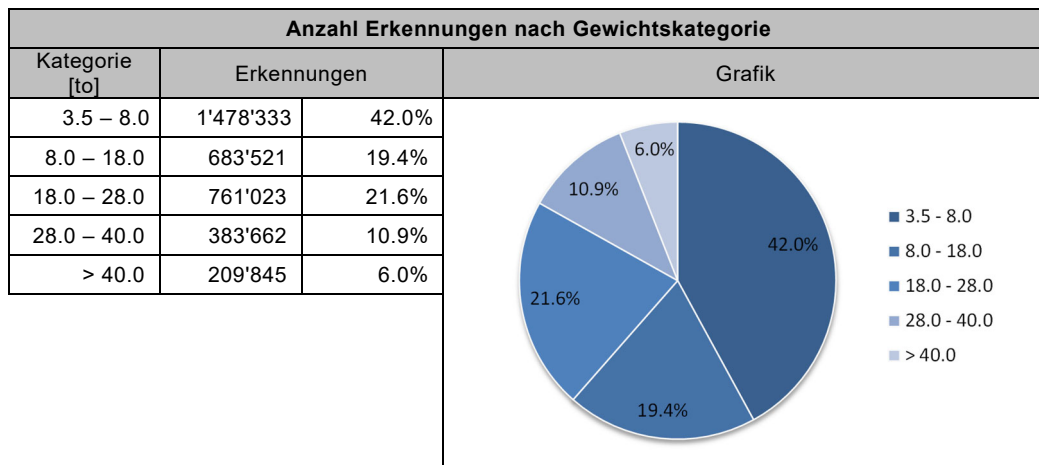
#### Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 1'533'656 Einträge (Klasse 2 bis 7, 43.6%) 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	Unschlüssig			906'191	25.8%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	418'222	11.9%
S/S	0 - - - - 0		8	316'890	9.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	315'566	9.0%
S/S/Ta	Unschlüssig			224'321	6.4%
S/S/S	Unschlüssig			206'062	5.9%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	157'292	4.5%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	107'045	3.0%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	92'532	2.6%
S/Ta	0 - - - - 00		8	66'808	1.9%
S/S	0 - - - - 0		1	66'371	1.9%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	56'577	1.6%
S/S/Tr	Unschlüssig			44'199	1.3%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	42'299	1.2%
S/Ta	Unschlüssig			39'061	1.1%
S/Ta/S	Unschlüssig			37'317	1.1%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	36'004	1.0%
S/S/S/S	Unschlüssig			35'203	1.0%
Andere Umrisse nach VSS 40 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	20'724	0.6%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	20'118	0.6%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	15'910	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	2'422	0.1%

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

## 4 Vorlage nach Norm VSS 40 320

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	47.1%	13.3%	NB	NB	4.9%	34.7%	Anzahl Erkennungen
	48.9%	7.0%	NB	NB	2.8%	41.2%	Gesamtgewicht
	55.0%	5.9%	NB	NB	1.7%	37.3%	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 2022	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2022
	1.33	0.76	0.8	1.34	0.73	0.7
	2.12	1.48	1.3	4.05	2.06	1.7
	2.50	1.47	1.7	4.53	2.58	3.0
	3.90	3.08	2.3	9.29	7.32	5.4
	2.94	2.14	1.7	3.02	2.13	1.6
	3.51	2.19	2.1	4.01	2.42	2.3
	4.61	2.94	2.0	5.15	3.28	2.5
	3.38	2.25	2.0	4.40	2.79	2.5
	2.52	1.81	1.4	3.85	2.68	2.0
	2.15	1.68	1.2	2.13	1.62	1.1
	2.86	2.32	1.3	2.95	2.36	1.3
	2.18	1.55	1.3	2.45	1.70	1.3
	3.70	2.82	2.4	4.82	3.62	3.0
	2.42	2.22	2.5	2.54	2.35	2.6
	1.65	1.18	1.1	2.29	1.61	1.4

### 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 2022	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2022
1 : Bus, Car	2.20	1.89	2.1	2.48	2.11	2.3
8 : Lastkraftwagen	1.61	0.95	0.9	2.01	1.13	1.1
9 : Lastenzug	3.09	2.16	1.8	3.62	2.48	2.0
10 : Sattelzug	2.99	2.22	1.9	3.71	2.69	2.3

## 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 2022	Richtung 1 : Winterthur	Richtung 2 : Zürich	Norm 2022
Umriss (2-6 Achsen)	1.43	1.39	1.8	1.78	1.71	2.1
	98.4%	99.2%		98.4%	99.2%	
Kategorie	2.67	1.85		3.26	2.20	
	41.6%	67.6%		41.6%	67.6%	
Klasse	2.68	1.84		3.29	2.22	
	40.0%	65.1%		40.0%	65.1%	

## 4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach VSS 40 324

### Flexibler und halbstarrer Oberbau

#### Richtung 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{2'116'729 \text{ LW}}{354.2 \text{ Tage}} \cdot 1.43 \cdot \frac{55.0\%}{60.9\%} = 7'696 \text{ ESAL ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

#### Richtung 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{1'399'655 \text{ LW}}{357.0 \text{ Tage}} \cdot 1.39 \cdot \frac{37.3\%}{39.1\%} = 5'226 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

### Starrer und kombinierter Oberbau

#### Richtung 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{2'116'729 \text{ LW}}{354.2 \text{ Tage}} \cdot 1.78 \cdot \frac{55.0\%}{60.9\%} = 9'595 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

#### Richtung 2 : Zürich

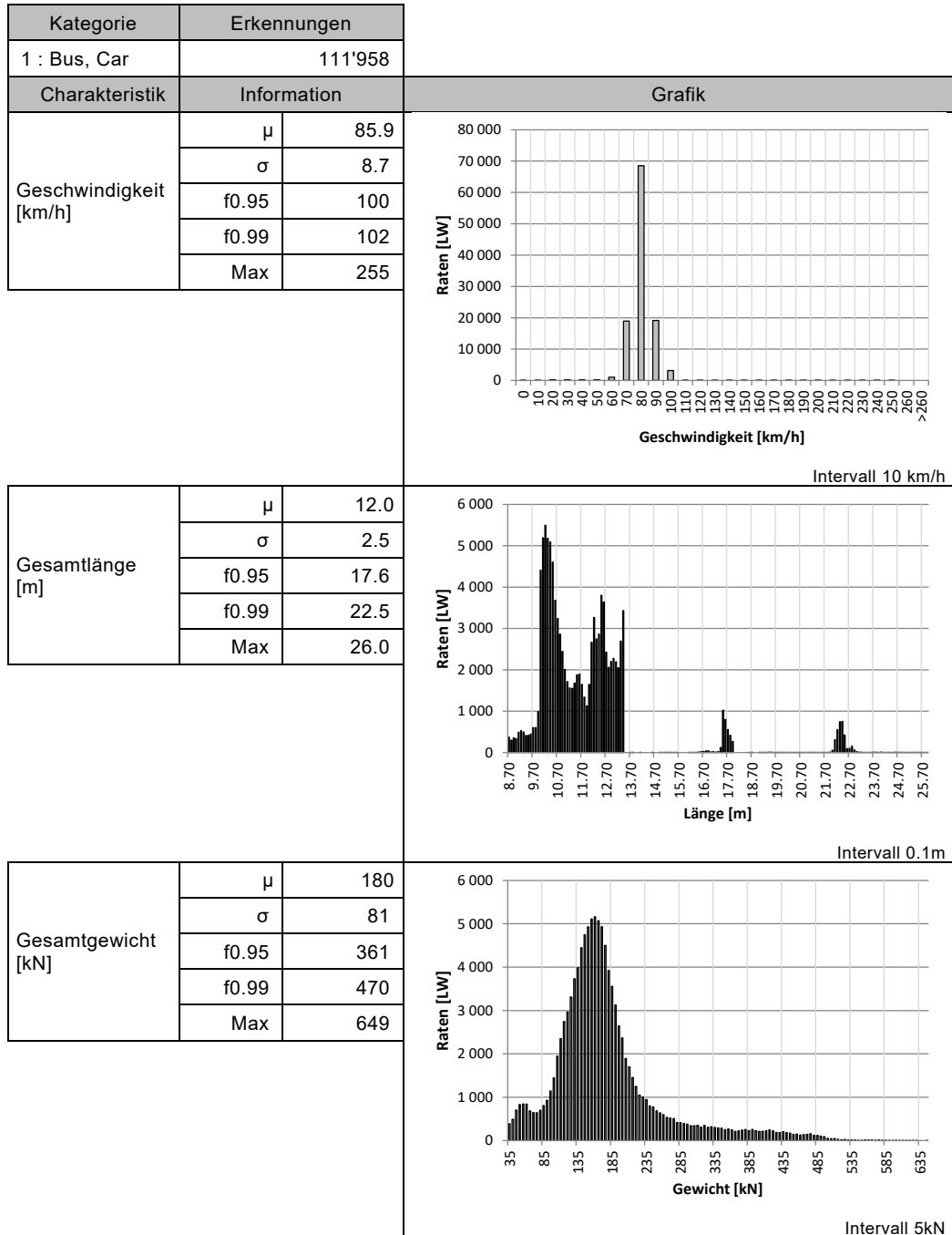
$$TF_0 = \frac{1'399'655 \text{ LW}}{357 \text{ Tage}} \cdot 1.71 \cdot \frac{37.3\%}{39.1\%} = 6'406 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extr. schwer}$$

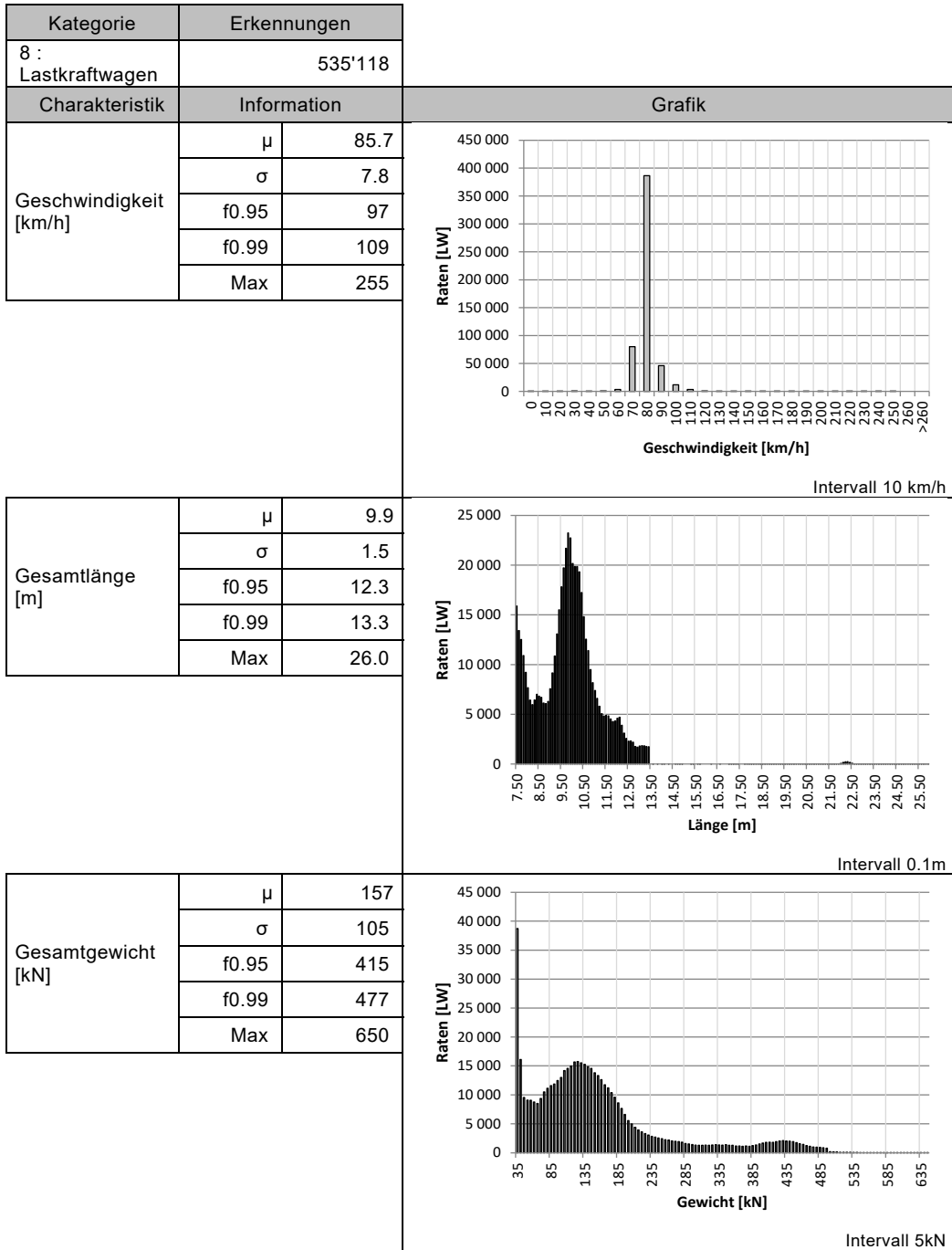
## 4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

Aufgrund der gesundheitlichen Situation in den Vorjahren (COVID-19), werden keine Tendenzen analysiert.

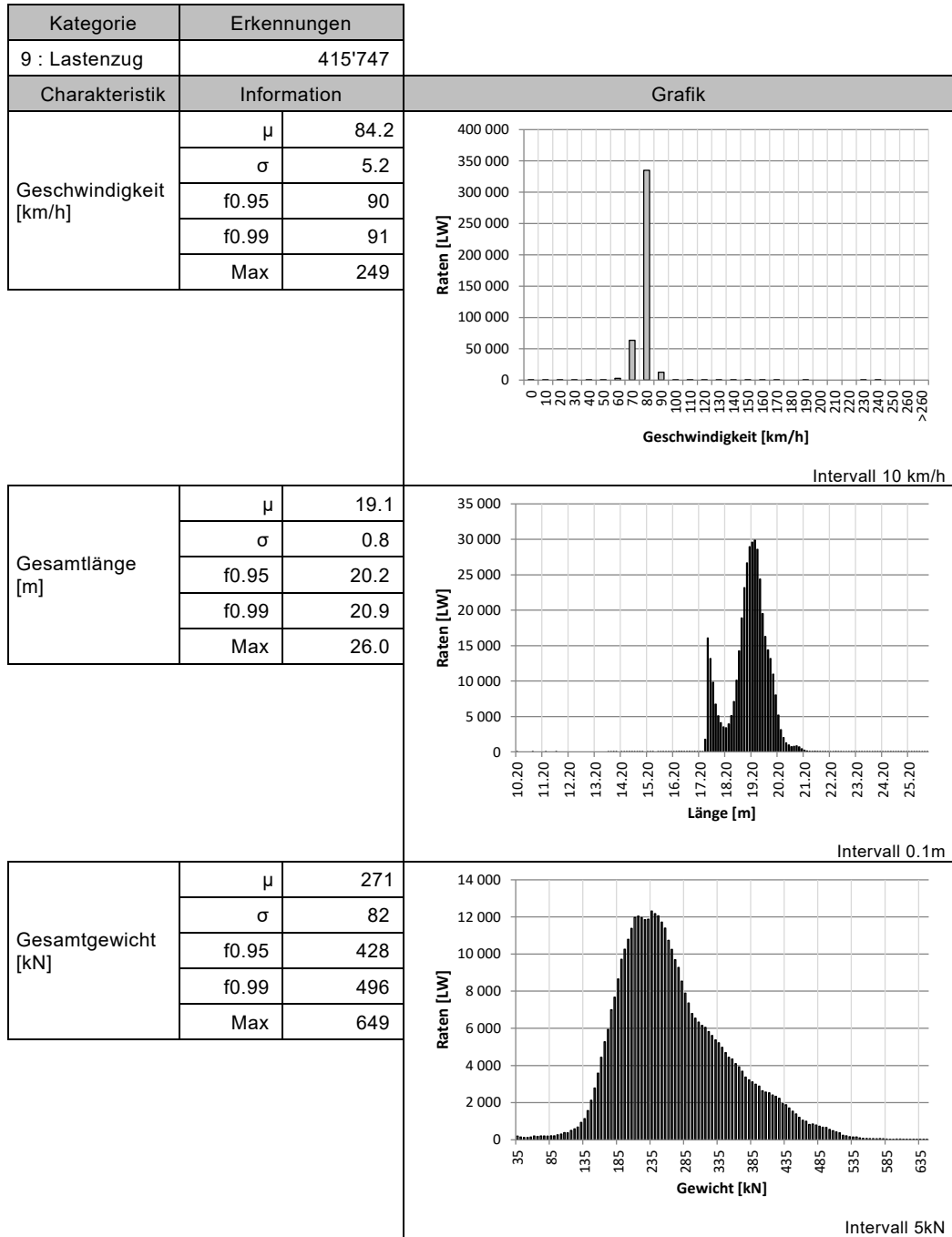
## 5 Charakteristik der Lastwagen

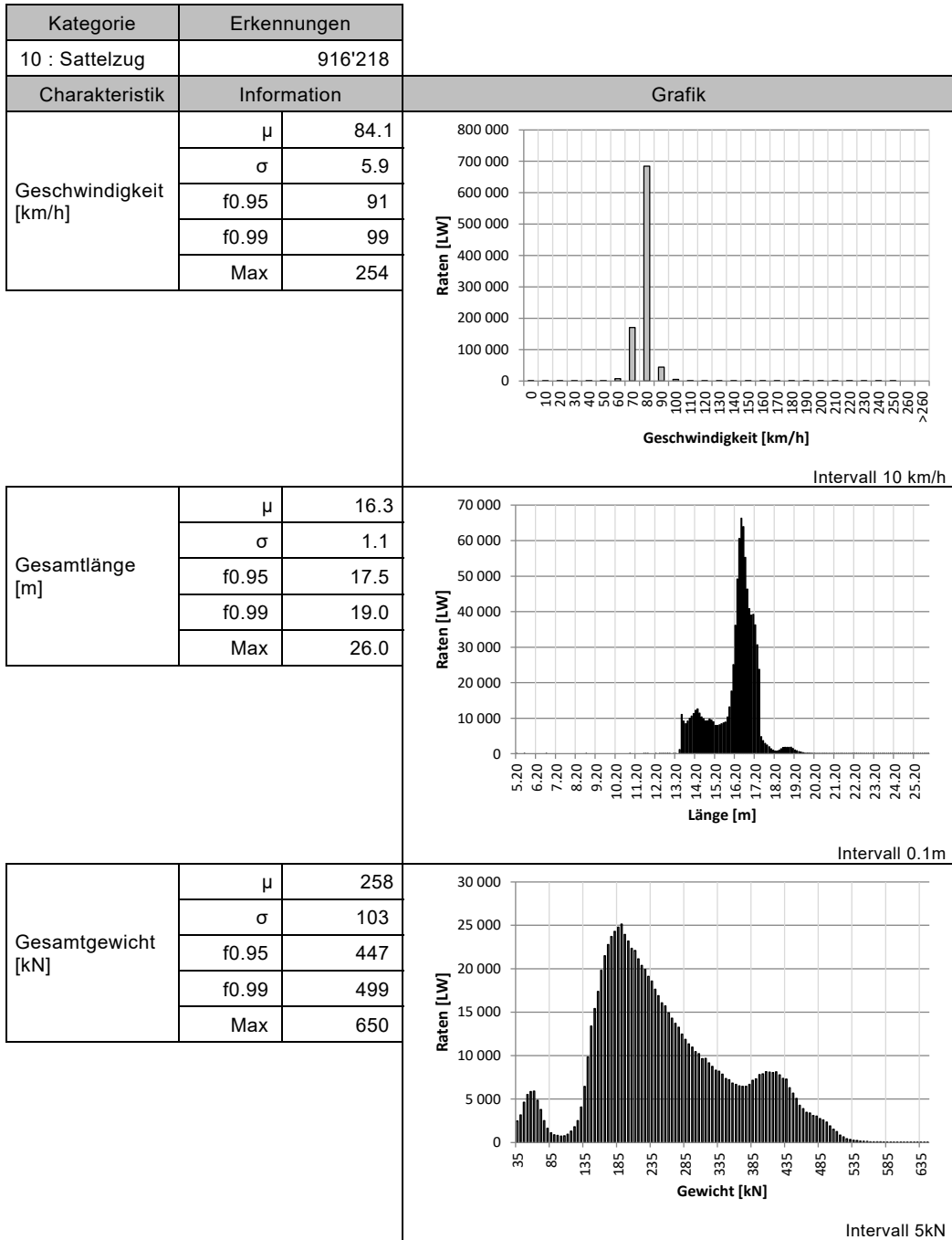
### 5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien





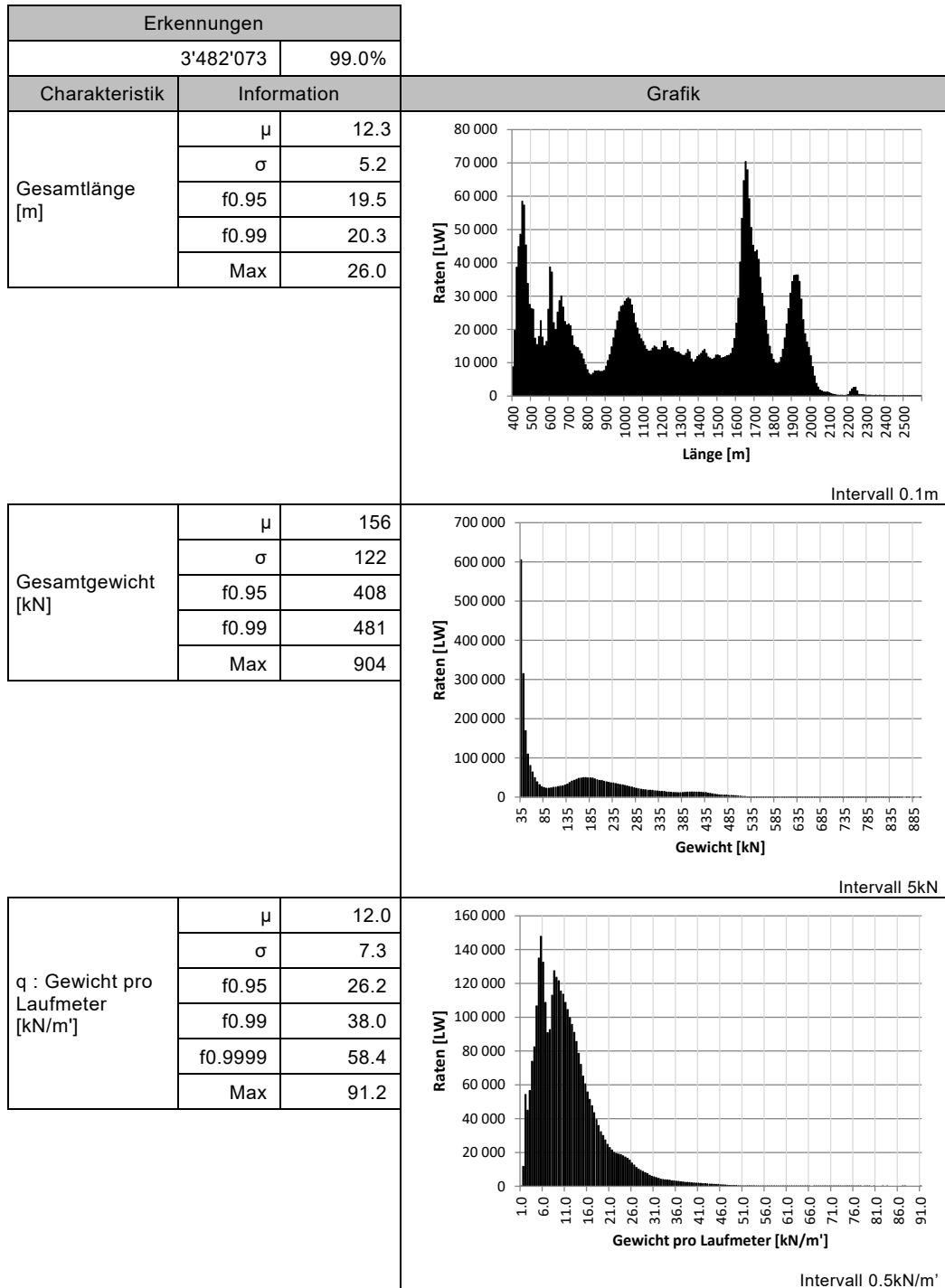


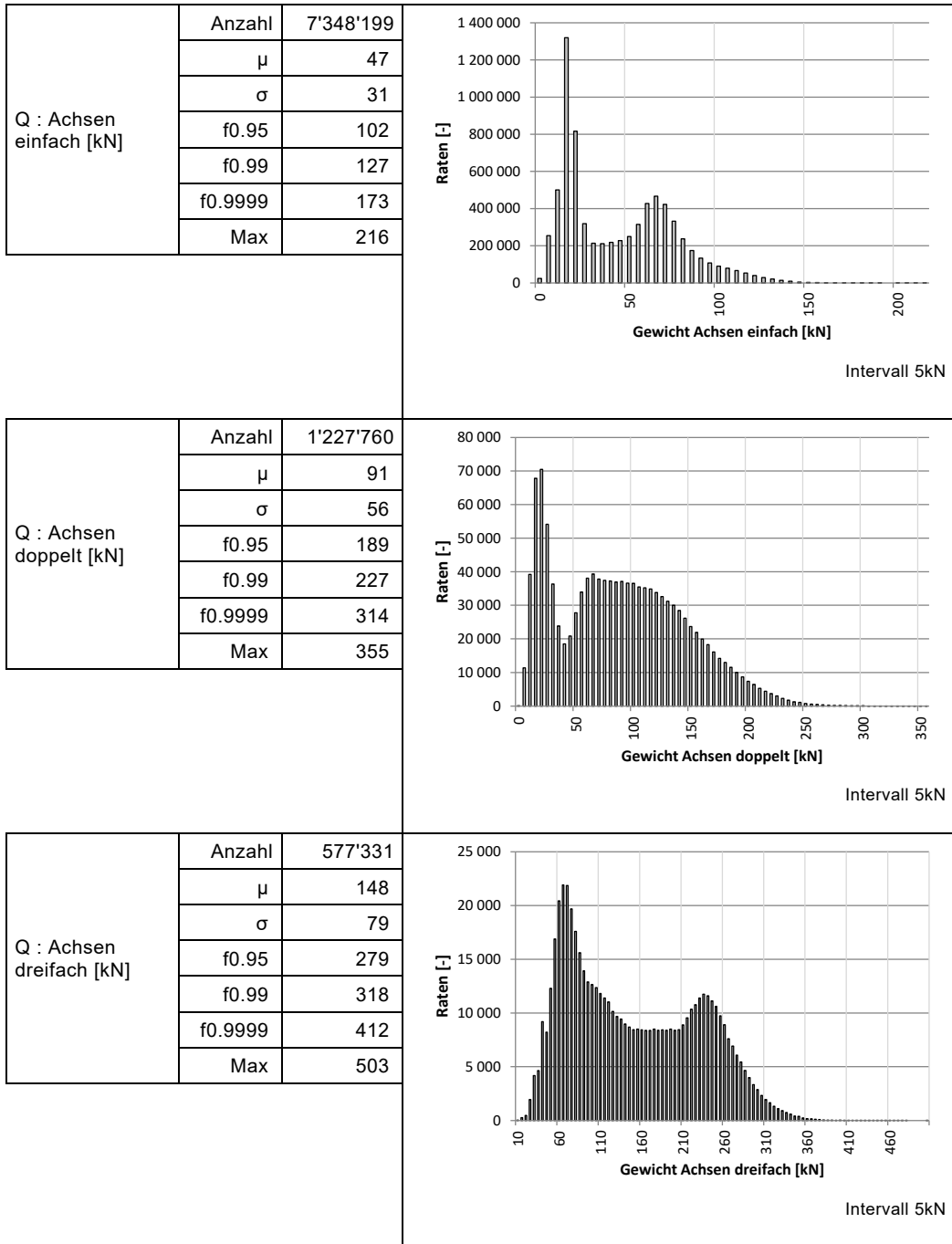




## 5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umriss 2 bis 6 Achsen.



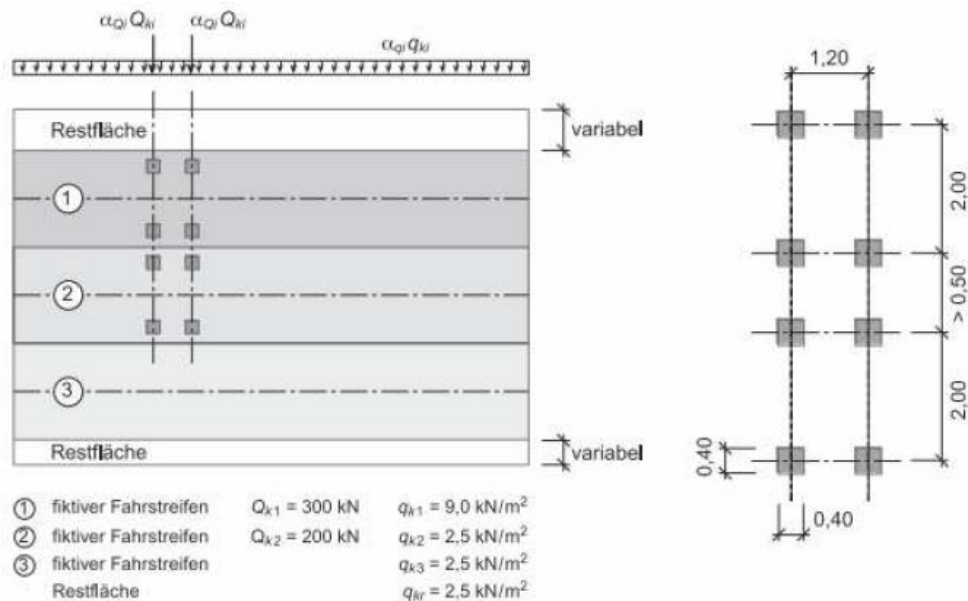


## 6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.0% 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	47	47	102	127	173
Doppelt	91	46	189 (95)	227 (113)	314 (157)
Dreifach	148	49	279 (93)	318 (106)	412 (137)

#### 6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.0	26.2	38.0	58.4
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.0	8.7	12.7	19.5

## 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 : 2022 Richtung Zürich : 2022	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	~11 Tage / 8 Tage	
Ausgeschlossen :	5.87%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW $\geq$ 3.5 to :	43.6%	
Inkohärente Umrisse :	47.3% davon 45.0% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 2.3% 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 (Dezember 2022), « **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.