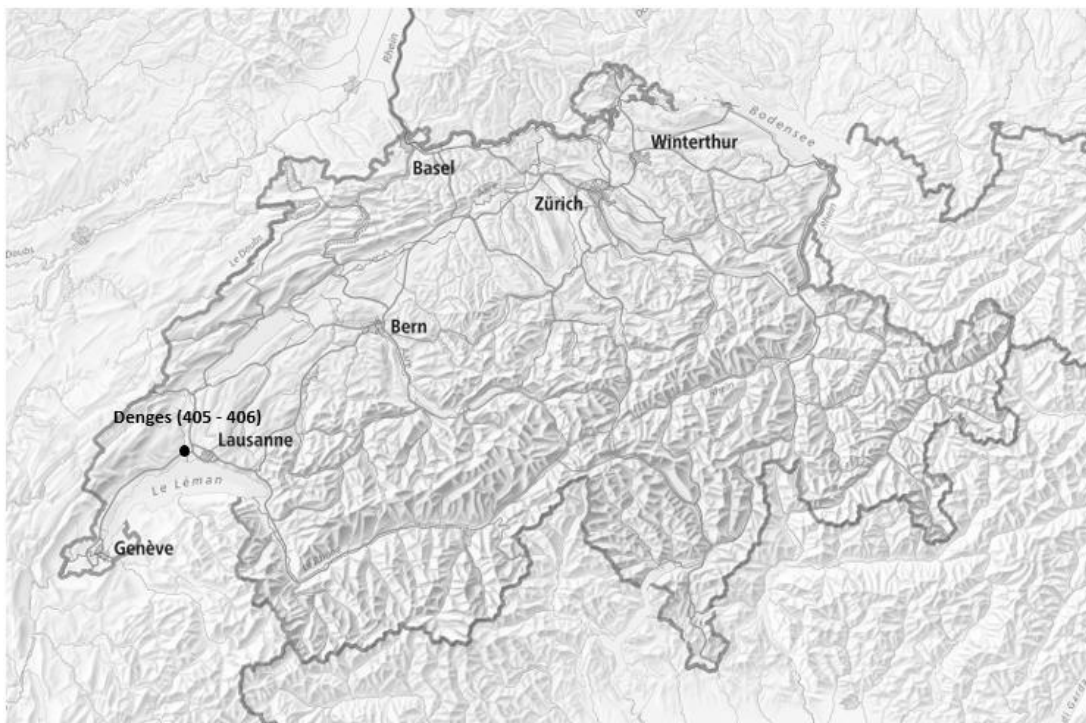




## Denges - 2021

### *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\_2021\_405\_406

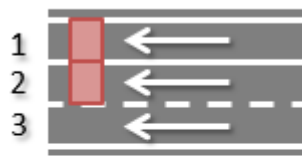

Version 1

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>Tendenz.....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Vertrauensebene .....</b>	<b>23</b>
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>24</b>

# 1 Datenblatt

Station	Kanton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Richtung	Spuren
Denges	VD	A1	405 / 406	F1	II	2	2x3
Lage							
<p>406 : Richtung Genf</p>  <p>405 : Richtung Lausanne</p> 							
Speicherungen							
Art der Datei :				Tägliche Datei			
Format der Datei :				NoASTRAJAHRMONATTAG.erweiterung			
Ausbau der Datei :				*.V00, *.V01			
Filter Gewicht Fahrzeug :				> 2994 kg			
Einteilung SWISS :				SWISS10			
Datendatei							
Fehlende tägliche Dateien				01.01.2021 – 05.08.2021 (406)			
Potentieller Datenverlust				06.08.2021 – 00 : 00 bis 10 : 08 (406)			
<i>Besondere Ereignis</i>							
Station 405 instabil (fehlende Dateien oder mehrere Datenverluste) vom 15.09.2021 bis 23.11.2021. Station 406 im Stillstand bis zum 06.08.2021 um 10 : 08							
<i>Entscheide</i>							
Einträge vom 16.09.2021 und 23.11.2021 löschen (405)							
<i>Verknüpfung</i>							
Name der Datei :				2021_405_concat.log ; 2021_406_concat.log			
Anzahl Speicherungen :				649'463 ; 405'888			
Anzahl effektiver Tage :				295.0 (405) ; 147.6 (406)			

## 2 Integrität der Daten

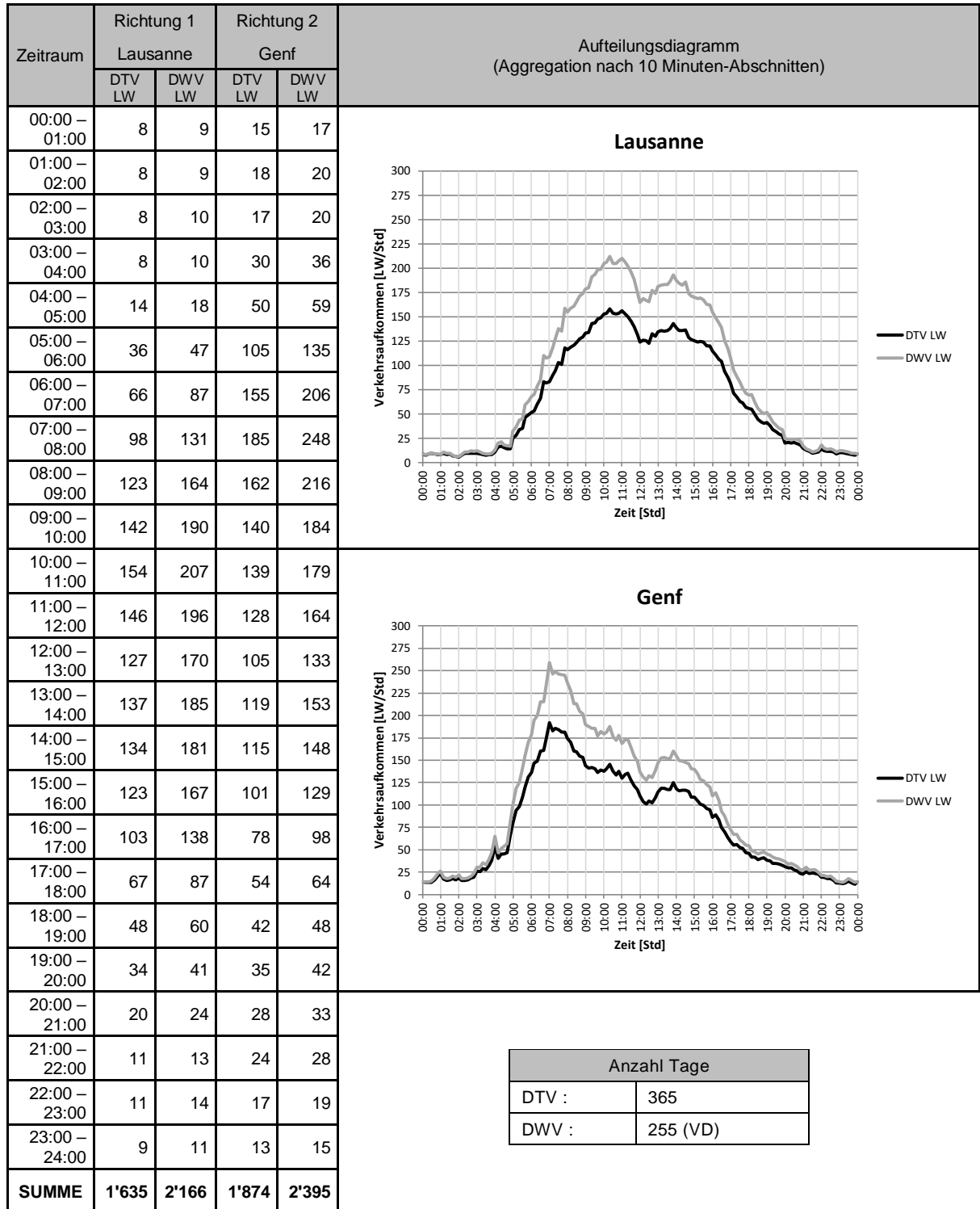
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt)	
1)	Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (256'081 Einträge).
2)	501'254 Einträge Richtung D1 (405). 553 Einträge Richtung D2 (405). 296'809 Einträge Richtung D1 (406). 654 Einträge Richtung D2 (406).
3)	Gesamtlänge nichtig (192 Einträge).
4)	Gesamtlänge über 26.00m (13'378 Einträge).
5)	Gewicht nichtig auf einer der Achsen (71 Einträge).
6)	Abstand unter 60cm (23'589 Einträge).
7)	Gesamtgewicht über 65 Tonnen (647 Einträge, ohne mobile Kräne).
8)	Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (426 Einträge, ohne mobile Kräne).
9)	Gesamtlänge unter 4.00m (888 Einträge).
<i>Entscheide</i>	
1)	Ausschluss (2021_405_406_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_405_406.log
Anzahl Einträge :	758'872
Name der Ausschlussdatei :	2021_405_406_exclus.log
Anzahl Einträge :	40'398

Auf einer Gesamtmenge von 1'055'351 Einträgen, wurden 256'081 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 40'398 Einträge (5.05%) wurden aufgrund ihrer potentiellen Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

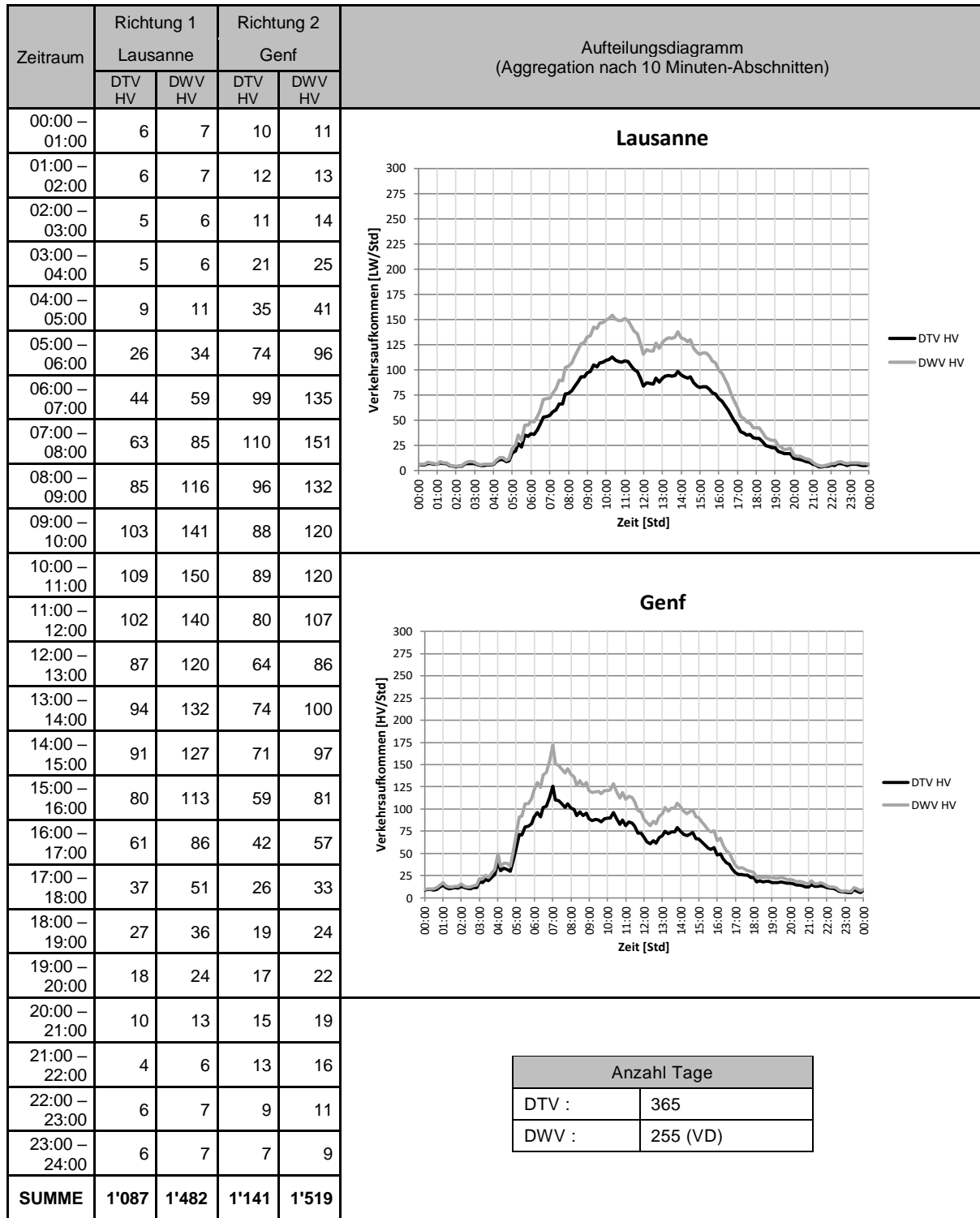
### 3 Statistikbearbeitung

#### 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)

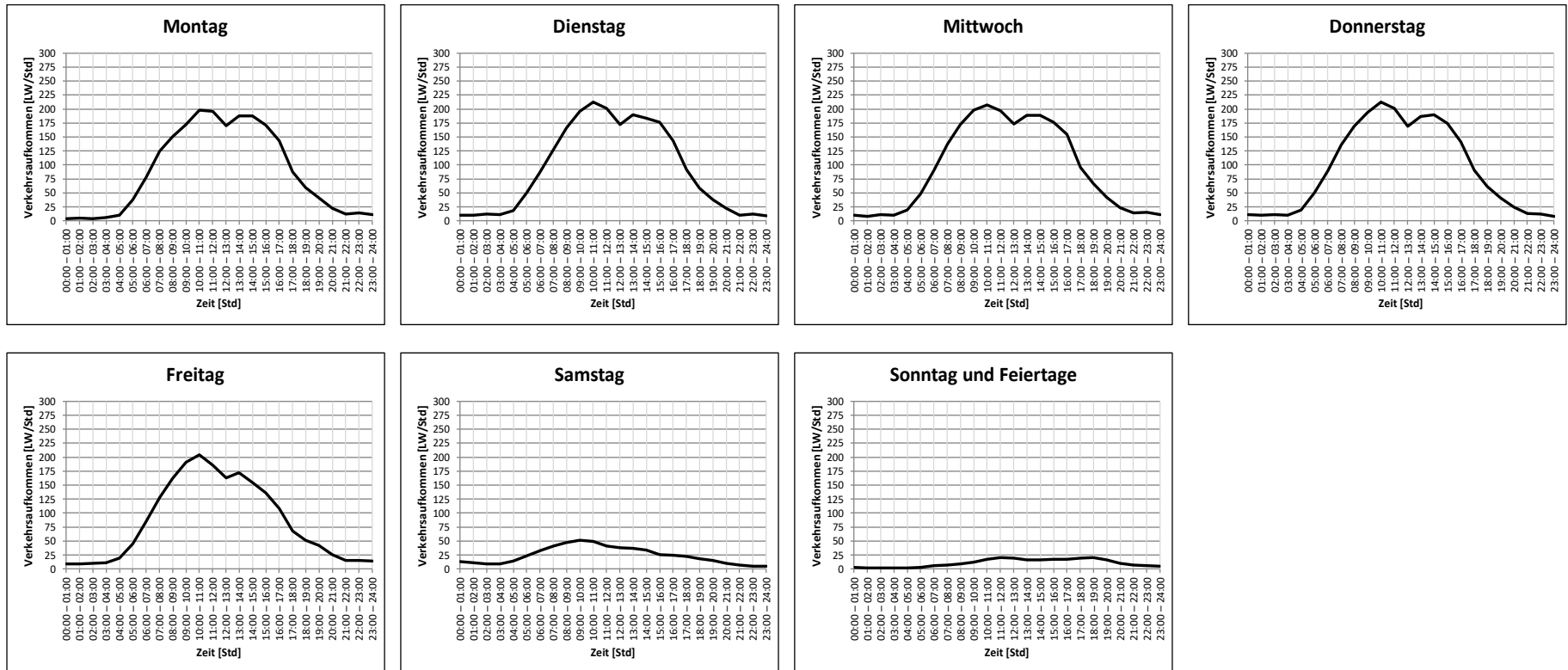


Bemerkung: Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).

### 3.3 Tägliche Stundenverteilung

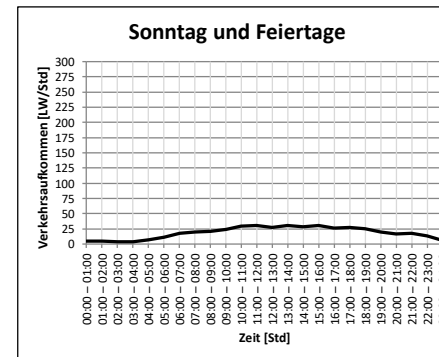
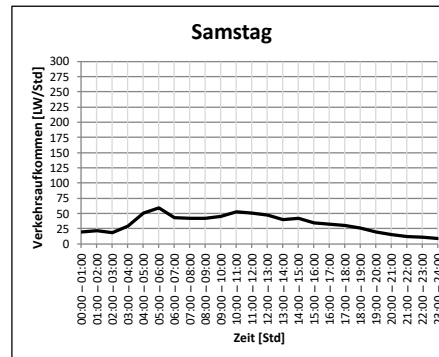
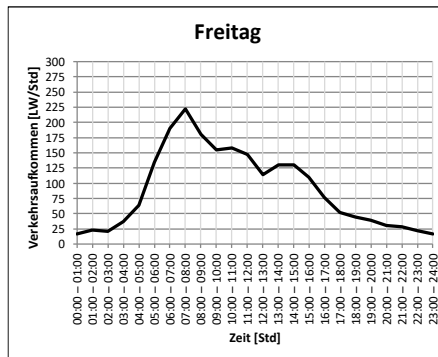
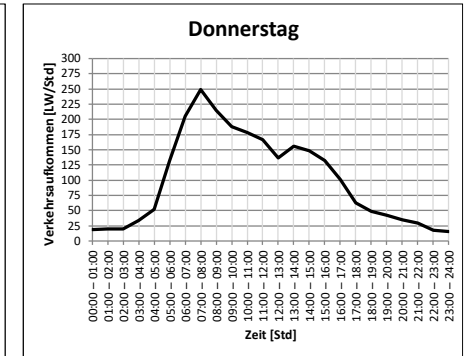
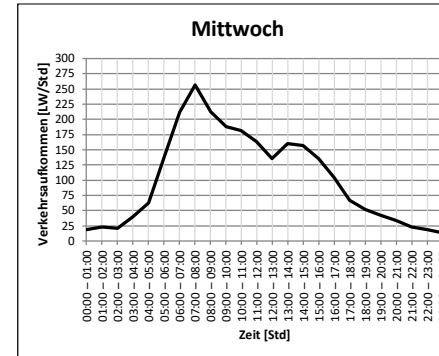
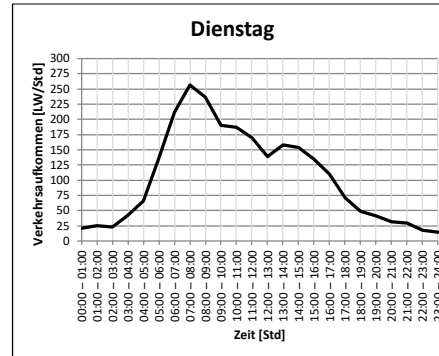
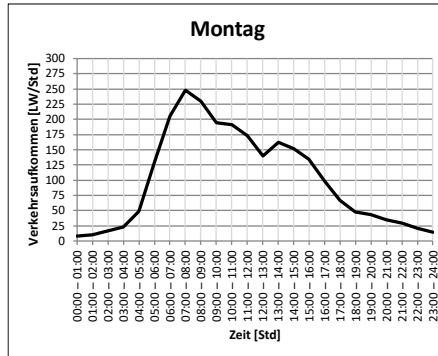
Tage	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag und Feiertage
Anzahl (VD)	49	52	52	51	51	50	60

Richtung 1 : Lausanne (Aggregation nach Stunde)





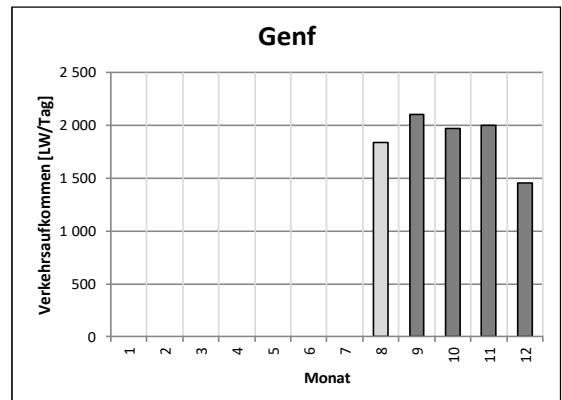
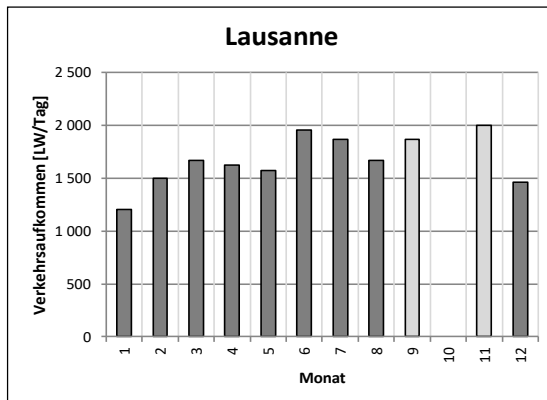
**Richtung 2 : Genf** (Aggregation nach Stunde)



### 3.4 Fahrzeugerkennung

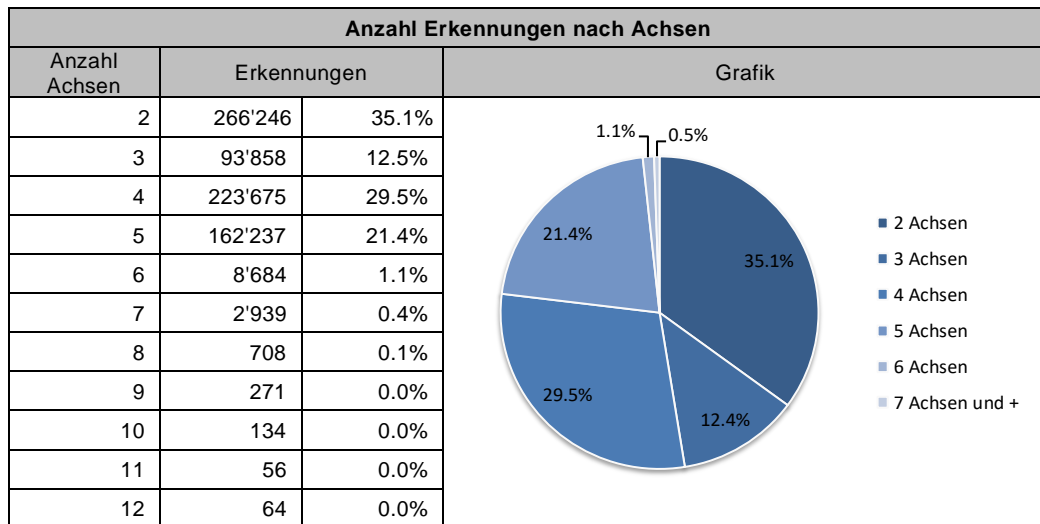
#### 3.4.1 Nach Monat

Anzahl Erkennungen nach Monat		
Monat	Richtung 1 : Lausanne	Richtung 2 : Genf
Januar	37'228	-
Februar	41'988	-
März	51'786	-
April	48'789	-
Mai	48'712	-
Juni	58'796	-
Juli	57'999	-
August	51'669	47'074
September	26'182	63'213
Oktober	-	61'151
November	13'988	60'047
Dezember	45'234	45'016



*Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). August (406), September (405) und November (405) : Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.*

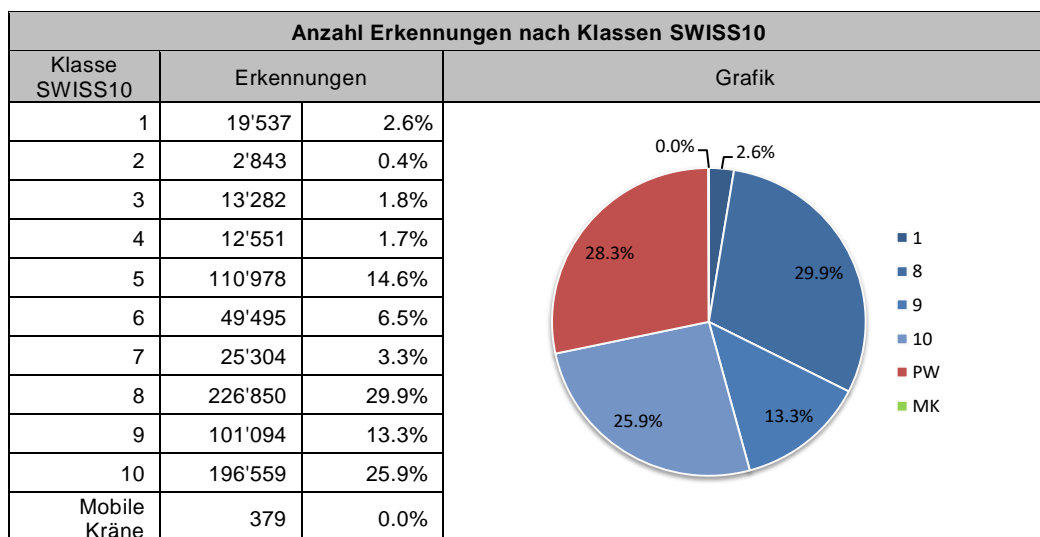
### 3.4.2 Nach Anzahl Achsen



### 3.4.3 Nach Klasse SWISS10

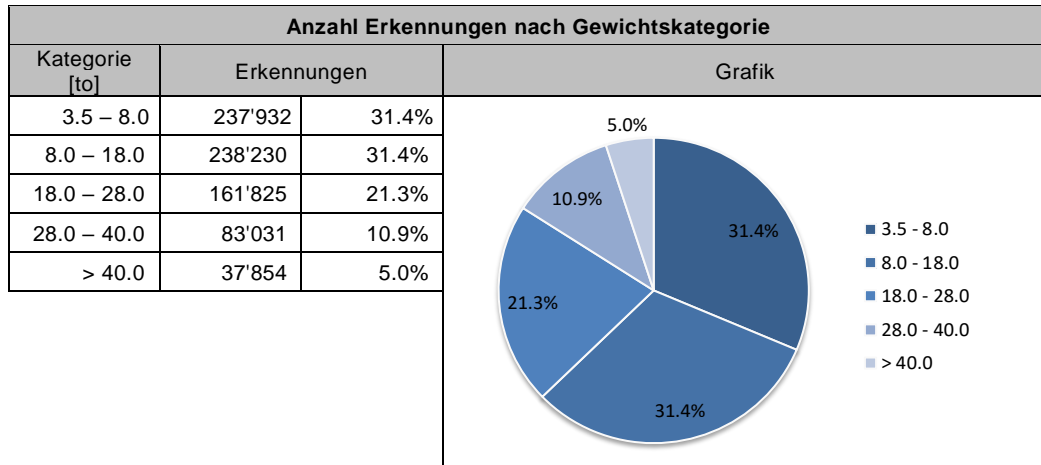
#### Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]

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 214'453 Einträge (Klasse 2 bis 7, 28.3%) 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	0 - - - - - 0		8	132'455	17.5%
S/S	<i>Unschlüssig</i>			121'782	16.0%
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - - - 000		10	86'475	11.4%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00		10	74'071	9.8%
S/S/Ta	<i>Unschlüssig</i>			51'319	6.8%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	34'774	4.6%
S/Ta	0 - - - - - 00		8	31'401	4.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	30'787	4.1%
S/S/S	<i>Unschlüssig</i>			23'607	3.1%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	22'713	3.0%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - 00 - -		9	17'849	2.4%
S/S/S	0 - - - - - 0 + - - 0 - -		10	16'837	2.2%
S/S	0 - - - - - 0		1	11'163	1.5%
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - 000 - -		9	10'798	1.4%
Ta/Tr	00 - - 000		Nicht eingeordnet (8)	9'812	1.3%
S/Ta	<i>Unschlüssig</i>			9'183	1.2%
S/S/Tr	<i>Unschlüssig</i>			8'596	1.1%
Andere Umrisse nach SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	5'534	0.7%
S/Ta	0 - - - - - 00		1	4'709	0.6%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	3'715	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	983	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 : Lausanne			Richtung 2 : Genf			Auf Basis von :
	1	2	3	3	2	1	
2x3 Spuren	19.0%	27.7%	NB	NB	34.6%	18.7%	Anzahl Erkennungen
	21.5%	26.1%	NB	NB	31.7%	20.6%	Gesamtgewicht
	21.3%	24.2%	NB	NB	32.1%	22.3%	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 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019	Richtung 1 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019
	0.63	0.77	0.7	0.59	0.74	0.6
	1.28	1.52	1.4	1.80	2.16	2.1
	1.18	1.27	1.5	2.05	2.22	2.7
	2.62	2.71	1.9	6.23	6.40	3.0
	0.90	1.64	0.5	0.78	1.60	0.5
	1.10	2.12	1.7	1.02	2.12	1.8
	1.01	1.46	1.7	1.05	1.62	1.8
	2.63	2.50	1.8	3.34	3.18	2.2
	1.45	2.30	2.0	1.40	2.31	2.2
	1.55	2.22	2.0	1.63	2.42	1.9
	3.47	1.82	1.7	3.87	1.94	1.6
	1.48	2.11	1.7	1.81	2.61	1.6
	1.42	1.85	1.3	1.97	2.69	1.0
	1.91	2.55	2.5	1.99	2.72	2.6
	0.90	1.27	1.2	1.17	1.77	0.9

### 4.3 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien						
Kategorie SWISS10	Flexibler und halbstarrer Oberbau			Starrer und kombinierter Oberbau		
	Richtung 1 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019	Richtung 1 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019
1 : Bus, Car	1.65	2.12	2.3	1.86	2.41	2.3
8 : Lastkraftwagen	0.83	0.99	0.9	1.13	1.24	1.0
9 : Lastenzug	1.63	2.16	1.9	1.85	2.47	2.0
10 : Sattelzug	1.82	1.98	1.7	2.20	2.40	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 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019	Richtung 1 : Lausanne	Richtung 2 : Genf	Norm 2019
Umriss (2-6 Achsen)	1.15	1.20	1.6	1.51	1.50	1.7
	98.0%	98.4%		96.4%	98.4%	
Kategorie	1.40	1.60		1.71	1.92	
	69.2%	62.6%		69.3%	62.6%	
Klasse	1.41	1.60		1.79	1.96	
	67.7%	60.7%		67.7%	60.7%	

## 4.5 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

### *Flexibler und halbstarrer Oberbau*

#### Richtung 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{482'371 \text{ LW}}{295.0 \text{ Tage}} \cdot 1.15 \cdot \frac{24.2\%}{45.6\%} = 1'005 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

#### Richtung 2 : Genf

$$TF_0 = \frac{276'501 \text{ LW}}{147.6 \text{ Tage}} \cdot 1.20 \cdot \frac{32.1\%}{54.4\%} = 1'332 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

### *Starrer und kombinierter Oberbau*

#### Richtung 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{482'371 \text{ LW}}{295.0 \text{ Tage}} \cdot 1.44 \cdot \frac{24.2\%}{45.6\%} = 1'255 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

#### Richtung 2 : Genf

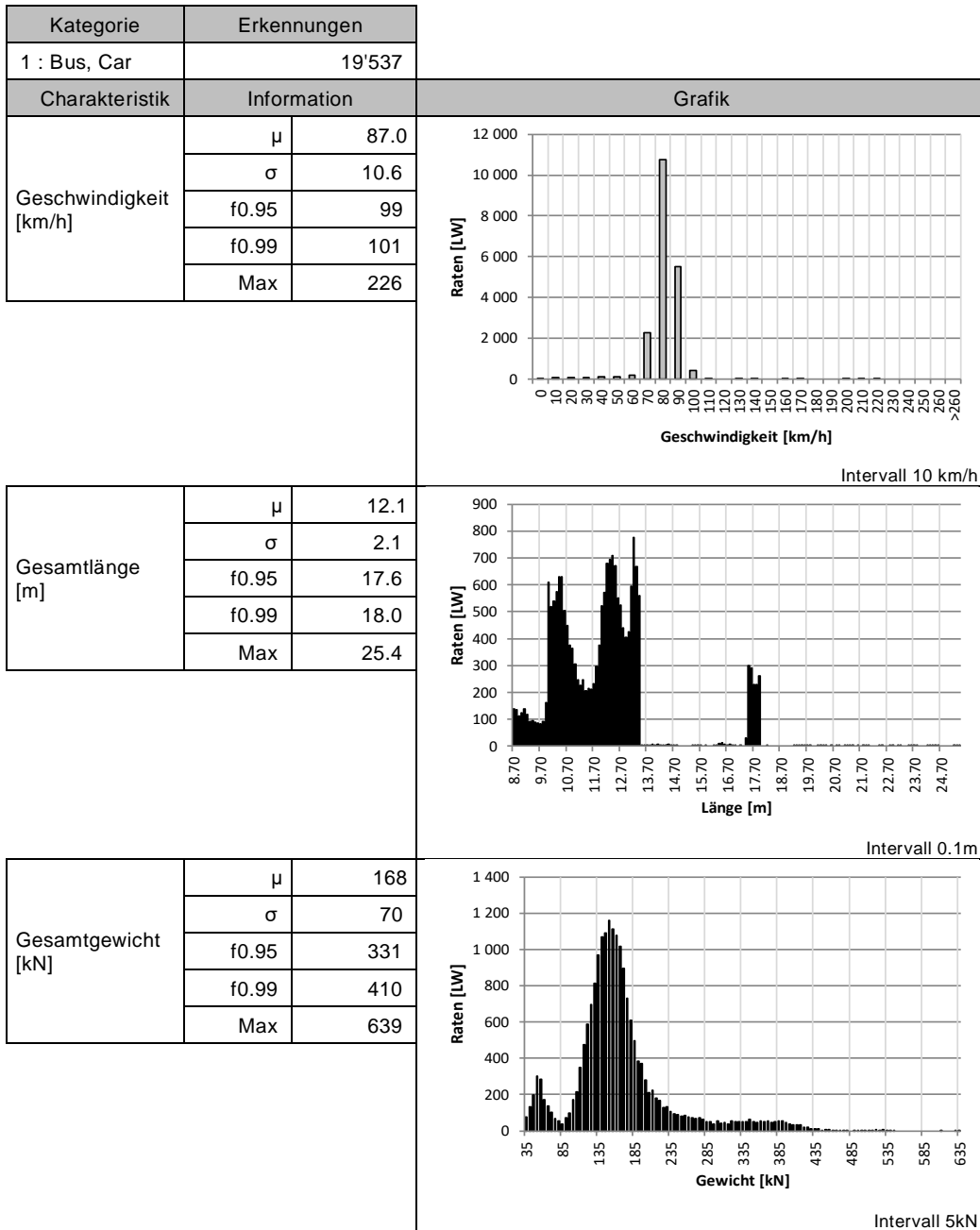
$$TF_0 = \frac{276'501 \text{ LW}}{147.6 \text{ Tage}} \cdot 1.50 \cdot \frac{32.1\%}{54.4\%} = 1'657 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

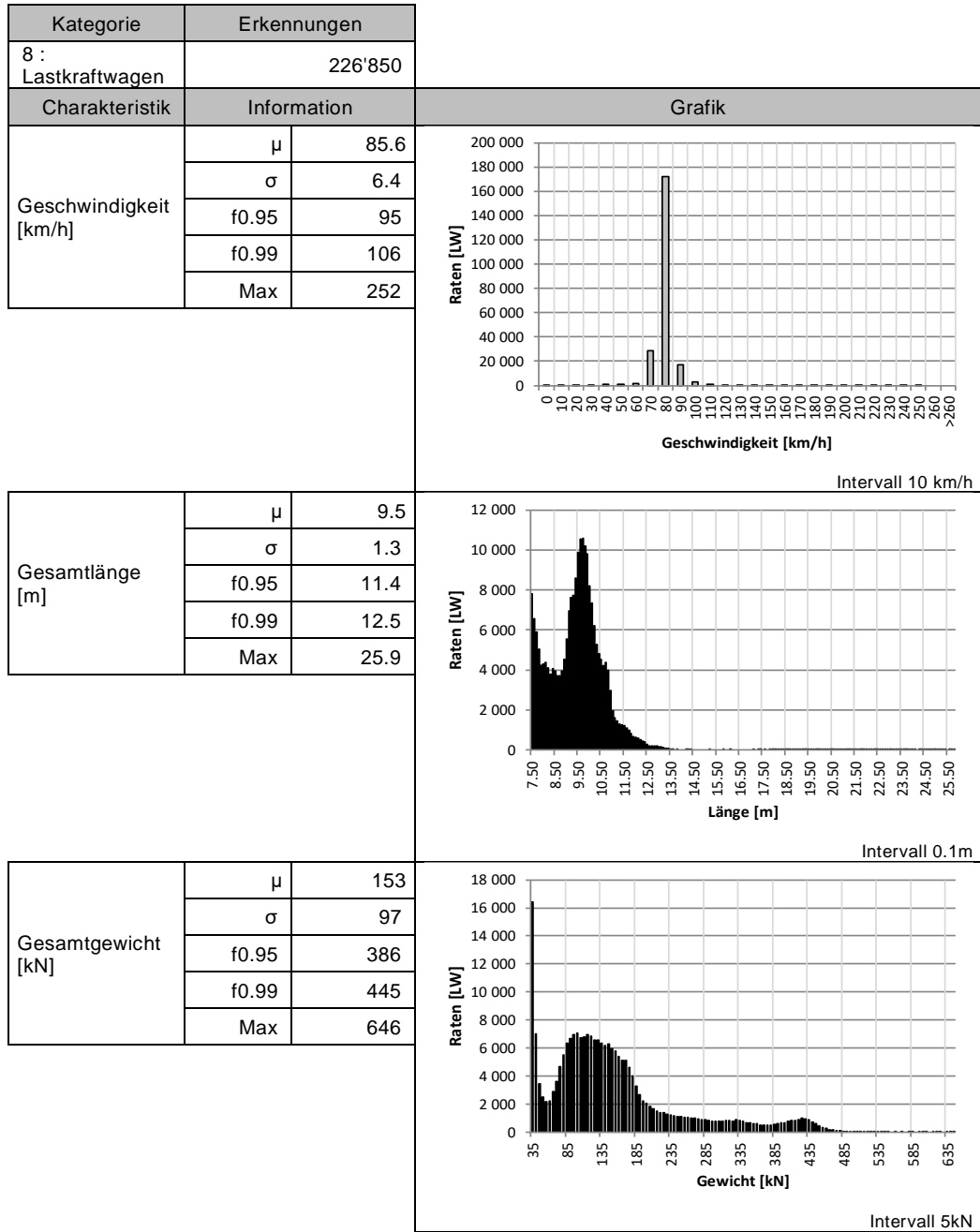
## 4.6 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

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

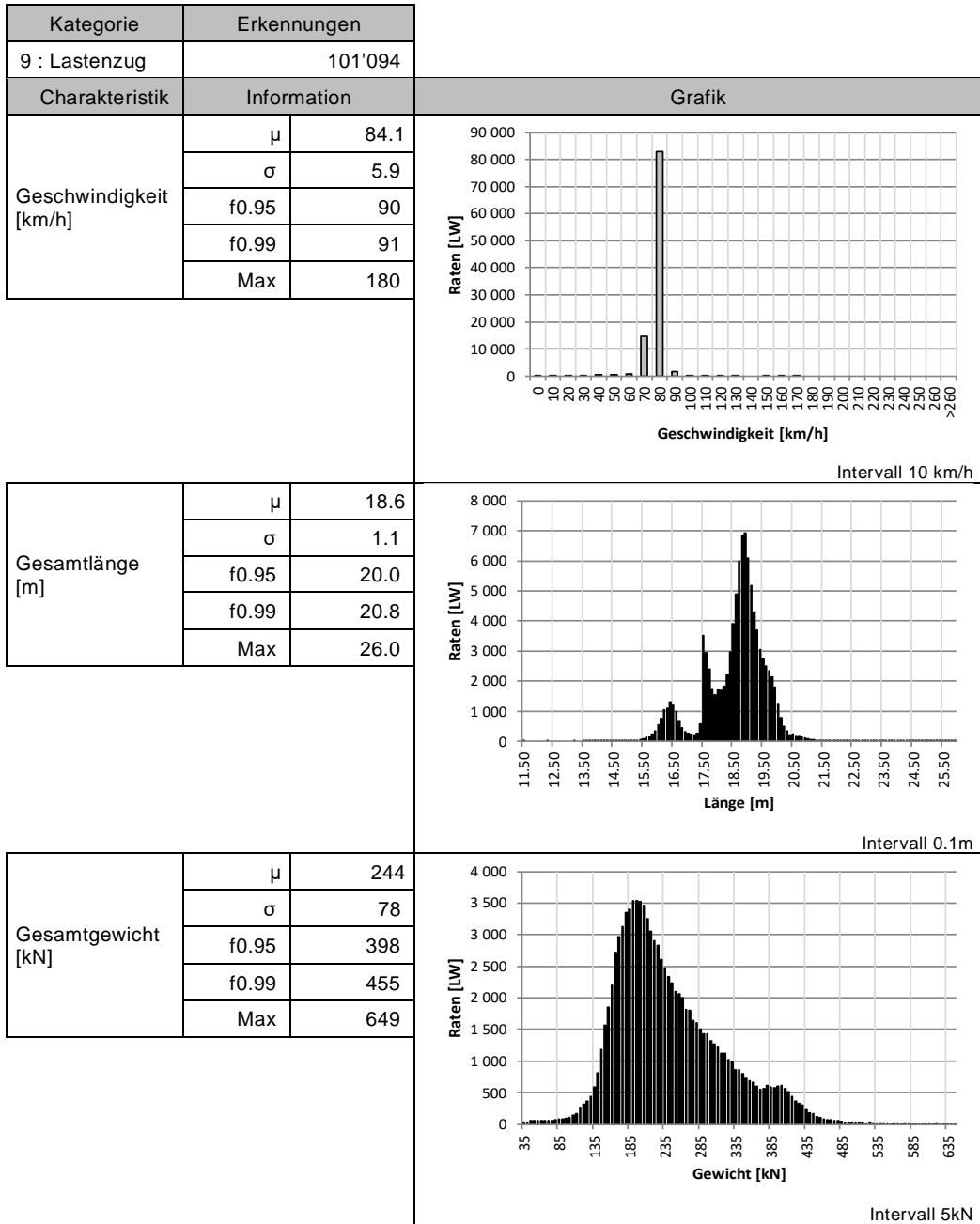
# 5 Charakteristik der Lastwagen

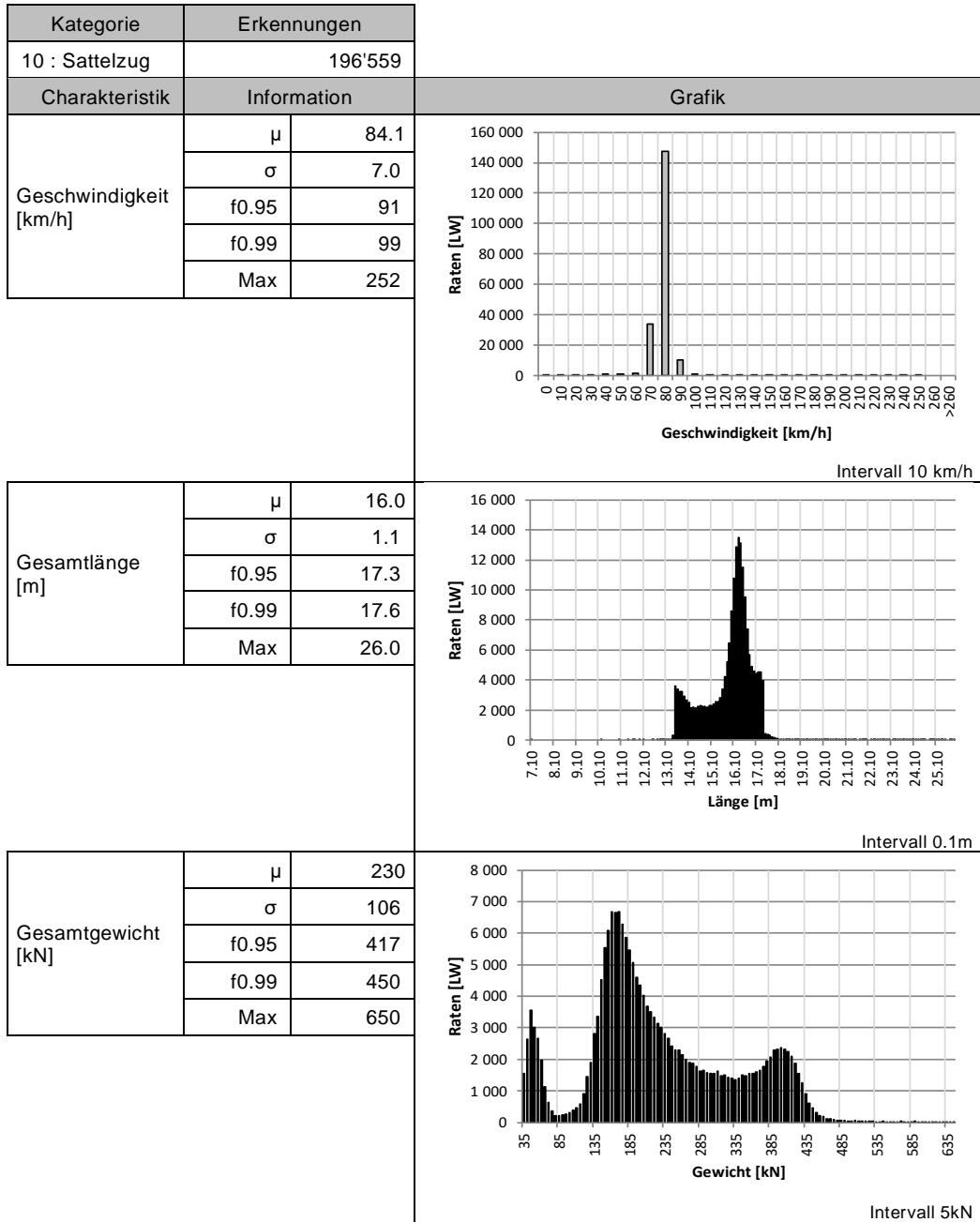
## 5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien





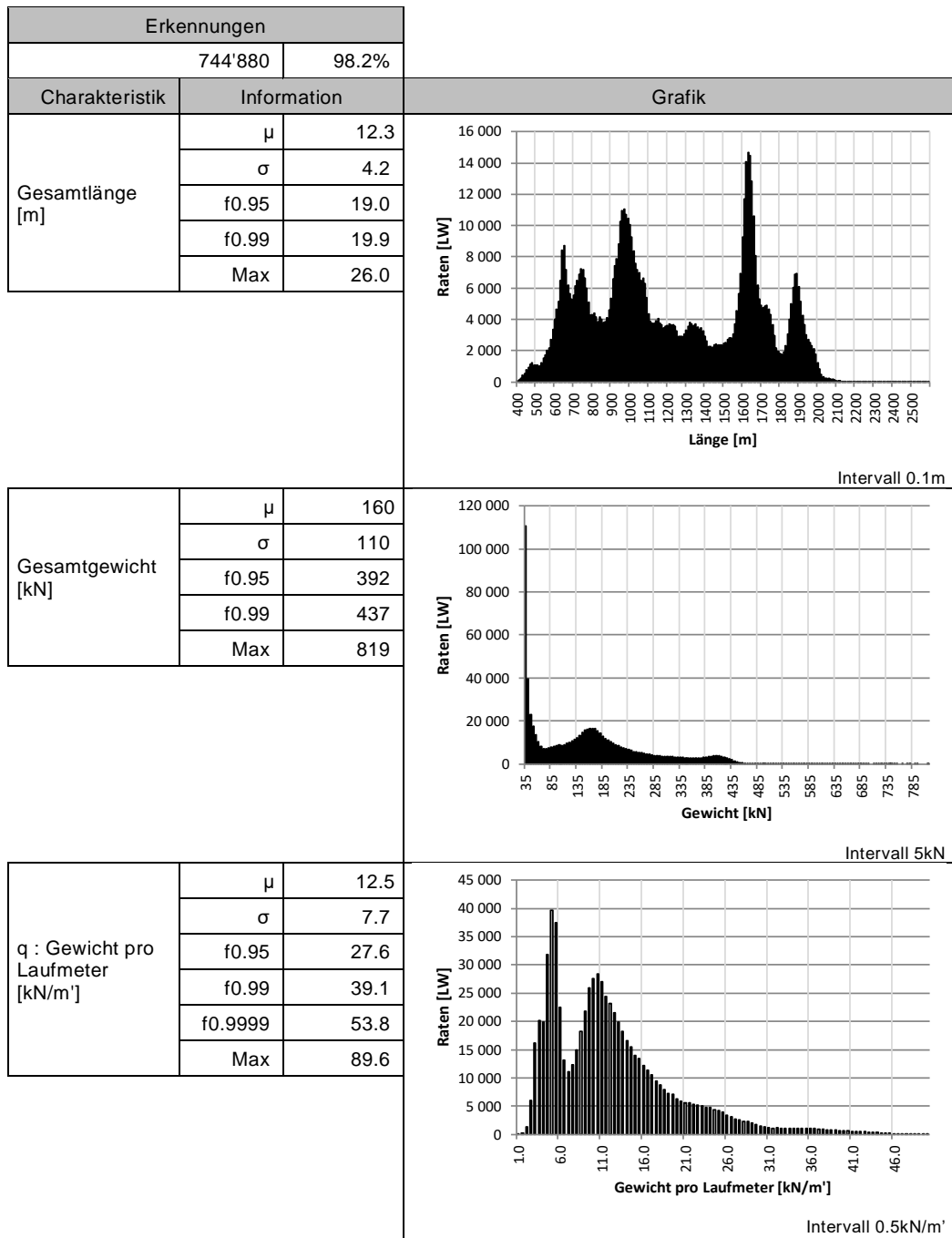


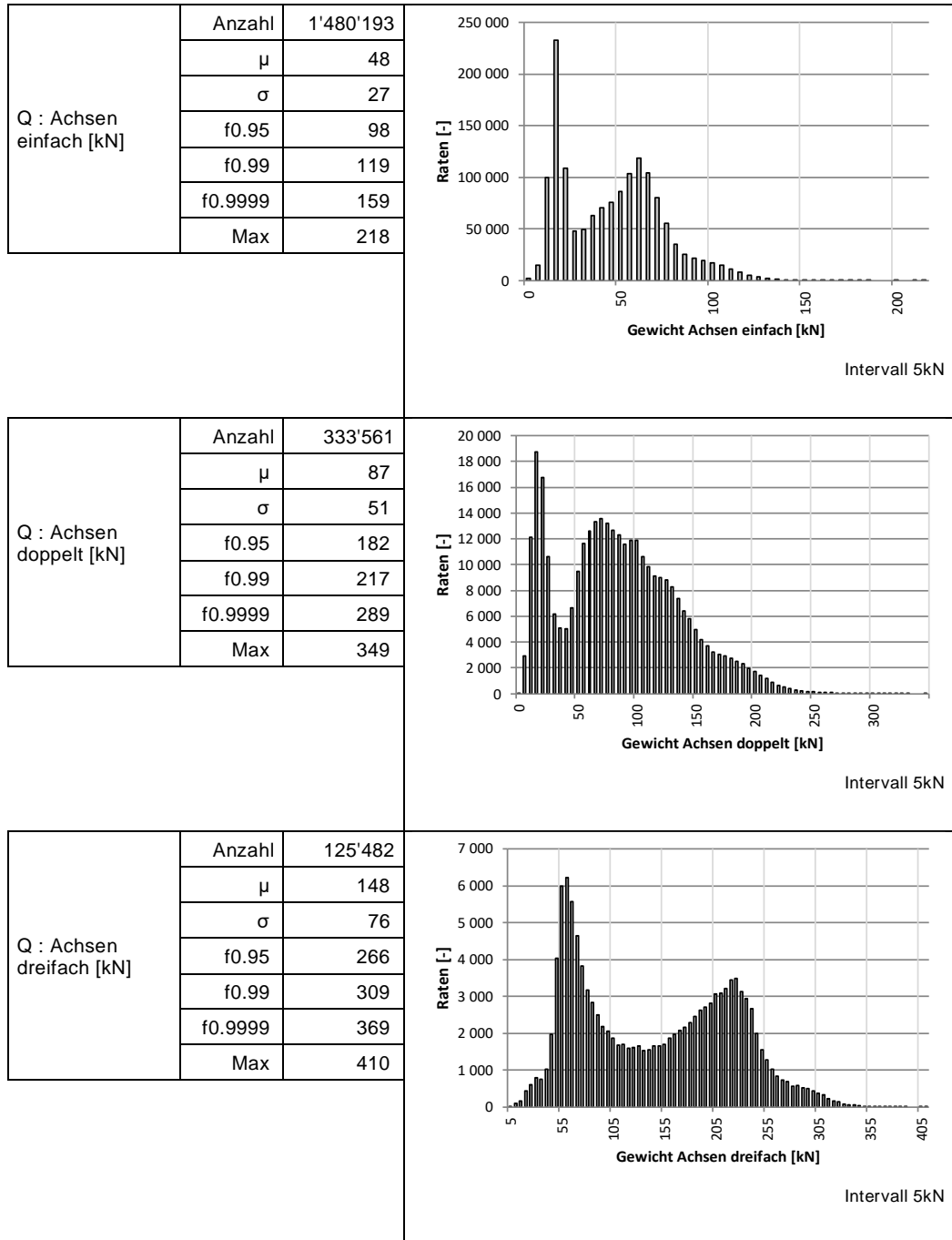




## 5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umriss 2 bis 6 Achsen.



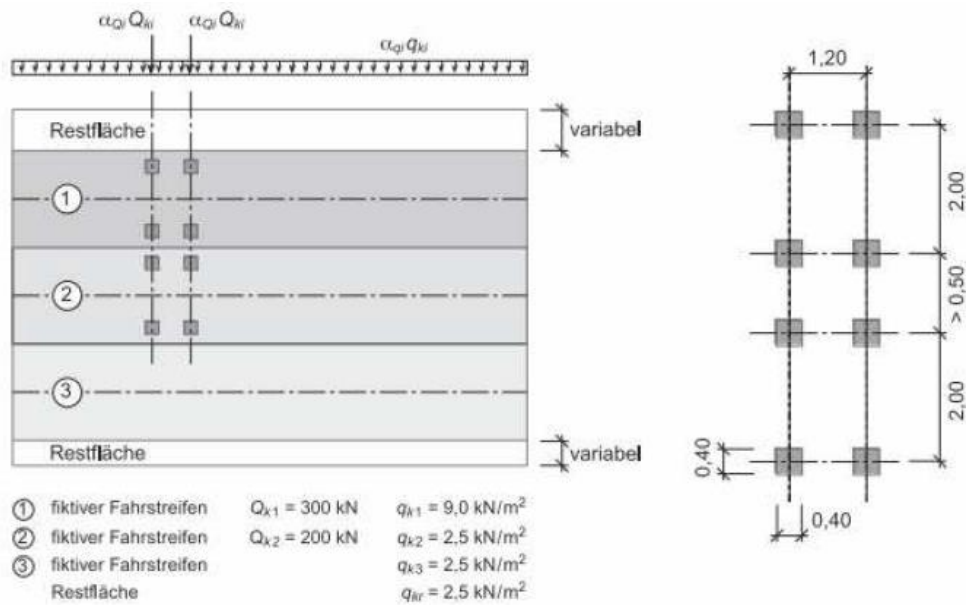


## 6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrissse von 2 bis 6 Achsen, sprich 98.2% 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	48	48	98	119	159
Doppelt	87	44	182 (91)	217 (109)	289 (145)
Dreifach	148	49	266 (89)	309 (103)	369 (123)

#### 6.1.2 Verteilte Last q

Verteilte Last q				
Typ	Durchschnittslast	f0.95	f0.99	f0.9999
Gewicht pro Laufmeter [kN/m']	12.5	27.6	39.1	53.8
Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²]	4.2	9.2	13.0	17.9

## 7 Tendenz

Aufgrund der Instabilität von Station 405 und fehlender Daten von Station 406 werden die Tendenzen der Stationen nicht beschrieben.

## 8 Vertrauensebene

Referenzdokument : [4] [6]

<i>Vertrauensebene nach [6], Absolutwerte</i>		
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 :	01-02.12.2021 – Richtung Lausanne 01-02.12.2021 – Richtung Genf	
Angewendeter Korrekturfaktor :	Richtung Lausanne : -8.00% / -9.15% Richtung Genf : -7.53% / -9.42%	
Anwendung des Korrekturfaktors :	Richtung Lausanne : Ja / Ja Richtung Genf : Ja / Ja	
Vertrauensebene der Kalibrierung :	Richtung Lausanne : Sehr gut / Gut Richtung Genf : Sehr gut / Gut	
Daten die als Referenz verwendet werden können :	Richtung Lausanne : - Richtung Genf : -	
Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten		
Datenverlust :	70/218 Tage	
Ausgeschlossen :	5.05%	
Globaler Zusammenhang der Daten :	Messbare Unterschiede	
Zusammenhang der Tendenzen der Station :	Messbare Unterschiede	
Einordnung SWISS10, PW $\geq$ 3.5 to :	28.3%	
Inkohärente Umrisse :	32.6% davon 29.7% potentiell wegen der Einteilung SWISS10 2.9% Andere Inkohärenzen	
Vorschläge		
Das Vertrauen in den Daten der Station ist befriedigend bis schlecht. Eine Verbesserung der bemessungen ist erforderlich. 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.
-