



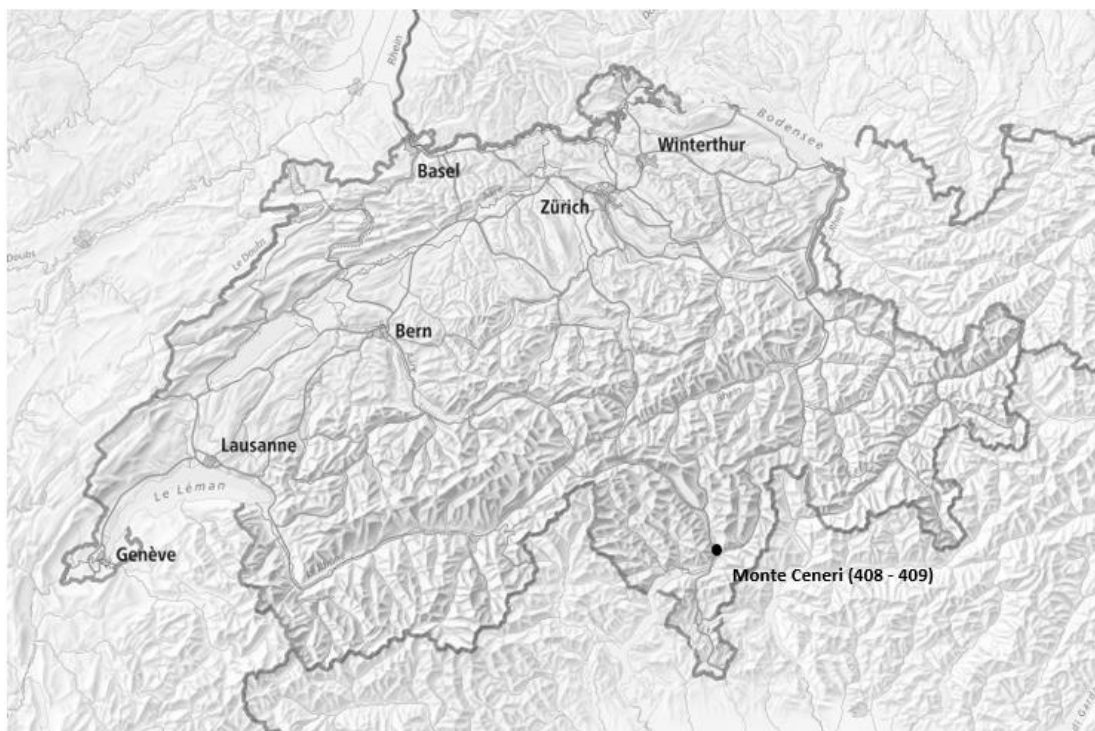
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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**

## Monte Ceneri - 2015

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



Ittigen, 30.11.2017

# 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\_2015\_408\_409

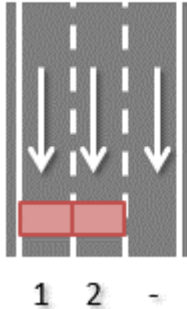
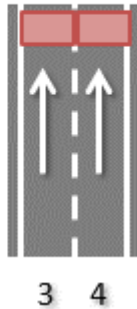
Version 1

Version am 30.11.2017 – 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>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>Statistikbearbeitung.....</b>                                | <b>7</b>  |
| 3.1      | Jährliche Stundenaufteilung .....                               | 7         |
| 3.2      | Jährliche Stundenaufteilung HV (> 10 Tonnen) .....              | 8         |
| 3.3      | Tägliche Stundenverteilung.....                                 | 9         |
| 3.4      | Fahrzeugerkennung .....                                         | 11        |
| 3.4.1    | Nach Monat .....                                                | 11        |
| 3.4.2    | Nach Anzahl Achsen .....                                        | 12        |
| 3.4.3    | Nach Klasse SWISS10 .....                                       | 12        |
| 3.4.4    | Nach Gewichtskategorie .....                                    | 13        |
| 3.4.5    | Dominierender Umriss .....                                      | 13        |
| <b>4</b> | <b>Vorlage nach Norm SN 640 320 .....</b>                       | <b>14</b> |
| 4.1      | Aufteilung zwischen den Fahrspuren .....                        | 14        |
| 4.1      | Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen .....                     | 14        |
| 4.2      | Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien.....                   | 14        |
| 4.3      | Mittlerer Äquivalenzfaktor.....                                 | 15        |
| 4.4      | Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324.....    | 15        |
| 4.5      | Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates .....     | 15        |
| <b>5</b> | <b>Charakteristik der Lastwagen .....</b>                       | <b>16</b> |
| 5.1      | Charakteristik der Lastwagen-Kategorien.....                    | 16        |
| 5.2      | Globale Charakteristik der Proben .....                         | 20        |
| <b>6</b> | <b>Vorlage nach Norm SIA 261 .....</b>                          | <b>22</b> |
| 6.1      | Vorlage der Last 1 nach SIA 261 .....                           | 22        |
| 6.1.1    | Konzentrierte Last Q .....                                      | 22        |
| 6.1.2    | Verteilte Last q .....                                          | 22        |
| <b>7</b> | <b>Tendenz.....</b>                                             | <b>23</b> |
| 7.1      | Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung .....              | 23        |
| 7.2      | Entwicklung der Erkennung nach Monat .....                      | 25        |
| 7.3      | Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320 .....               | 26        |
| 7.3.1    | Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse .....    | 26        |
| 7.3.2    | Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie ..... | 27        |
| 7.3.3    | Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors .....               | 27        |
| 7.3.4    | Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast.....        | 27        |
| 7.4      | Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261 .....                  | 28        |
| 7.4.1    | Entwicklung der Quantile der konzentrierten Last Q.....         | 28        |
| 7.4.2    | Entwicklung der Quantile der verteilten Last q.....             | 29        |
| <b>8</b> | <b>Vertrauensebene .....</b>                                    | <b>30</b> |
|          | <b>Bibliografie.....</b>                                        | <b>31</b> |

# 1 Datenblatt

| Station                                                                           | Kanton | RN | N° ASTRA                        | Filiale                                                                             | UT | Richtung | Spur  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|----|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|-------|
| Monte Ceneri                                                                      | TI     | A2 | 408 / 409                       | F3                                                                                  | IV | 2        | 2 + 3 |
| Situation                                                                         |        |    |                                 |                                                                                     |    |          |       |
| <b>409 : Richtung Chiasso<br/>(Lugano)</b>                                        |        |    |                                 | <b>408 : Richtung Gotthard<br/>(Bellinzona)</b>                                     |    |          |       |
|  |        |    |                                 |  |    |          |       |
| 1 2 -                                                                             |        |    |                                 | 3 4                                                                                 |    |          |       |
| 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 |                                                                                                                                                                                                                                    | 12.06.2015 – 14.06.2015 (408)<br>17.06.2015 – 09.07.2015 (408)<br>12.06.2015 – 14.06.2015 (409)<br>17.06.2015 – 09.07.2015 (409)                                     |
| Potentieller Datenverlust |                                                                                                                                                                                                                                    | 28.10.2015 – 02 : 27 bis 00 : 00 (408)<br>21.02.2015 – 02 : 08 bis 00 : 00 (409)<br>11.09.2015 – 00 : 43 bis 01 : 13 (409)<br>28.10.2015 – 02 : 51 bis 00 : 00 (409) |
| Besondere Ereignisse      |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                      |
| 1)                        | Datei der Station WIM 406 im Dokument 408                                                                                                                                                                                          | 40650615.v00                                                                                                                                                         |
| 2)                        | 18.08.2015 – 01 : 48 bis 01 : 49 (408)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| 3)                        | 09.09.2015 – 02 : 47 bis 02 : 48 (408)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Keine Unstimmigkeiten gespeichert.                                                                                                    |
| 4)                        | 25.09.2015 – 01 : 59 bis 02 : 00 (408)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| 5)                        | 18.08.2015 – 01 : 53 bis 01 : 55 (409)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| 6)                        | 09.09.2015 – 03 : 09 bis 03 : 40 (409)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| 7)                        | 25.09.2015 – 07 : 13 bis 07 : 14 (409)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| 8)                        | 13.10.2015 – 02 : 21 bis 02 : 22 (409)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Keine Unstimmigkeiten gespeichert.                                                                                                    |
| 9)                        | 24.11.2015 – 04 : 02 bis 04 : 03 (409)                                                                                                                                                                                             | Verdopplung der Datendatei.<br>Nichtübereinstimmung der Speicherungen.                                                                                               |
| Entscheide                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                      |
| 1)                        | Unterdrückung der Aufnahmen.                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |
| 2)                        | Datei 40850818.V00 von 00 : 00 bis 01 : 49 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40850818.V01 von 01 : 48 bis 01 : 49 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40850818.V01 von 01 : 49 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |                                                                                                                                                                      |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4)                       | Datei 40850925.V00 von 00 : 00 bis 02 : 00 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40850925.V01 von 01 : 59 bis 02 : 00 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40850925.V01 von 02 : 00 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |
| 5)                       | Datei 40950818.V00 von 00 : 00 bis 01 : 55 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950818.V01 von 01 : 53 bis 01 : 55 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950818.V01 von 01 : 55 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |
| 6)                       | Datei 40950909.V00 von 00 : 00 bis 03 : 09 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950909.V00 von 03 : 09 bis 03 : 40 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950909.V01 von 03 : 09 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |
| 7)                       | Datei 40950925.V00 von 00 : 00 bis 07 : 14 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950925.V01 von 07 : 13 bis 07 : 14 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40950925.V01 von 07 : 14 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |
| 9)                       | Datei 40951124.V00 von 00 : 00 bis 04 : 03 : aufbewahrte Informationen.<br>Datei 40951124.V01 von 04 : 02 bis 04 : 03 : nichtaufbewahrte Informationen.<br>Datei 40951124.V01 von 04 : 03 bis 00 : 00 : aufbewahrte Informationen. |
| <i>Verknüpfung</i>       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Name der Datei :         | 2015_408_concat.log ; 2015_409_concat.log ;                                                                                                                                                                                        |
| Anzahl Speicherungen :   | 1'042'029 (408) ; 812'700 (409)                                                                                                                                                                                                    |
| Anzahl effektiver Tage : | 338.1 (408) ; 337.1 (409)                                                                                                                                                                                                          |

## 2 Integrität der Daten

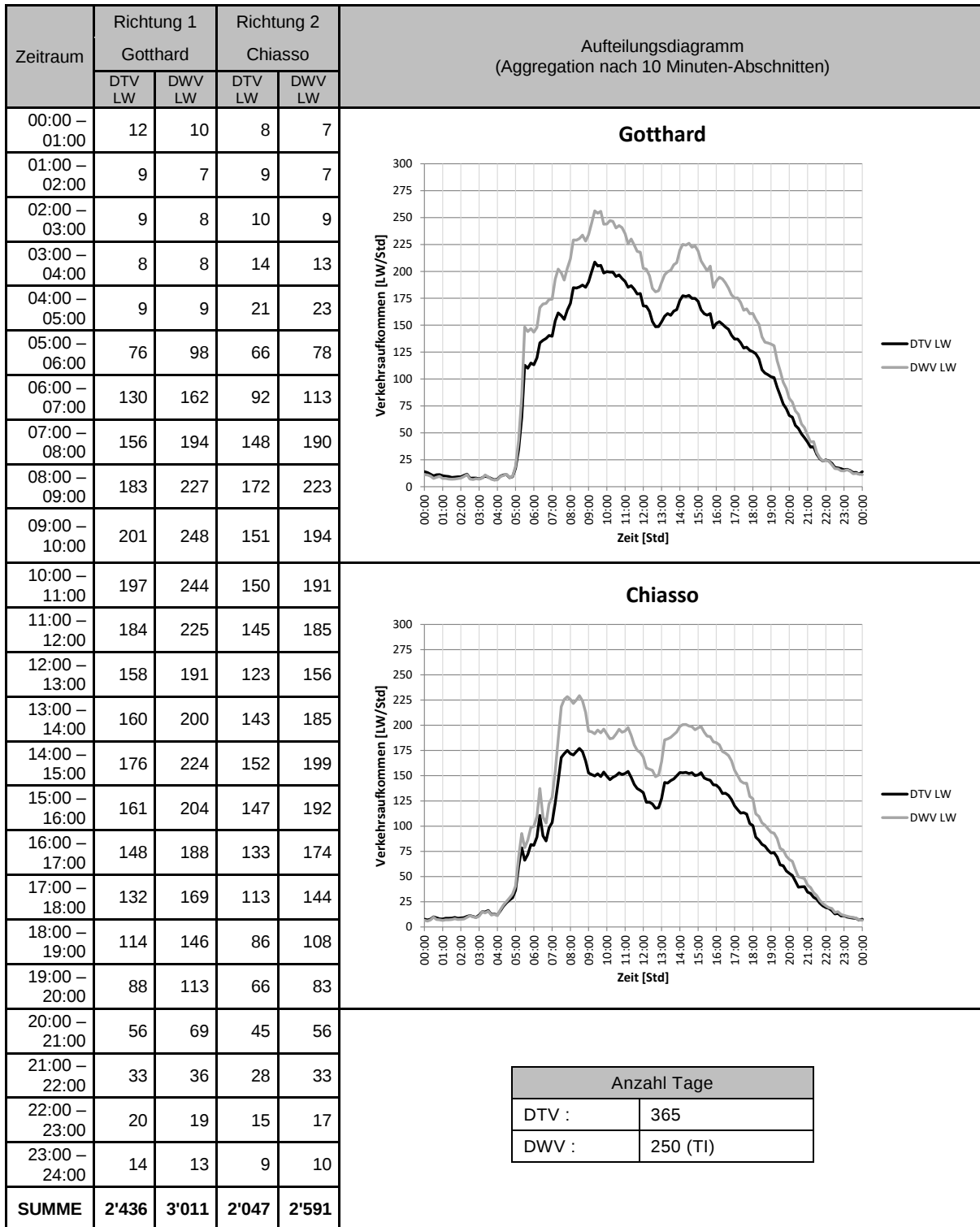
Referenzdokument : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

| Datenfilter (Vorgehensweise Schritt nach Schritt) |                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1)                                                | Fahrzeuge unter 3.5 Tonnen (326'344 Einträge).                                                                                                     |
| 2)                                                | 829'799 Einträge Richtung D1 (408).<br>1'999 Einträge Richtung D2 (408).<br>695'853 Einträge Richtung D1 (409).<br>734 Einträge Richtung D2 (409). |
| 3)                                                | Gesamtlänge nichtig (145 Einträge).                                                                                                                |
| 4)                                                | Gesamtlänge über 26.00m (6'887 Einträge).                                                                                                          |
| 5)                                                | Gewicht nichtig auf einer der Achsen (21 Einträge).                                                                                                |
| 6)                                                | Abstand unter à 60cm (4'109 Einträge).                                                                                                             |
| 7)                                                | Gesamtgewicht über 65 Tonnen (481 Einträge, ohne mobile Kräne).                                                                                    |
| 8)                                                | Gewicht auf einer Achse über 18 Tonnen (84 Einträge, ohne mobile Kräne).                                                                           |
| 9)                                                | Gesamtlänge unter 4.00m (791 Einträge)                                                                                                             |
| <i>Entscheide</i>                                 |                                                                                                                                                    |
| 1)                                                | Ausschluss (2015_408_409_u3500.log).                                                                                                               |
| 2)                                                | Ausschluss der Richtungsspeicherungen D2 (1 Richtung gespeichert)                                                                                  |
| 3)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 4)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 5)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 6)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 7)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 8)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| 9)                                                | Ausschluss.                                                                                                                                        |
| <i>Datei</i>                                      |                                                                                                                                                    |
| Name der Datei der Statistikbearbeitung :         | 2015_408_409.log                                                                                                                                   |
| Anzahl Einträge :                                 | 1'513'134                                                                                                                                          |
| Name der Ausschlussdatei :                        | 2015_408_409_exclus.log                                                                                                                            |
| Anzahl Einträge :                                 | 15'251                                                                                                                                             |

Auf einer Gesamtmenge von 1'854'729 Einträgen, wurden 326'344 aufgrund ihrer Zugehörigkeit den leichten Fahrzeugen (< 3.5 Tonnen) getrennt und 15'251 Einträge (1.00%) wurden aufgrund ihrer potentieller Unstimmigkeit mit den Daten ausgeschlossen.

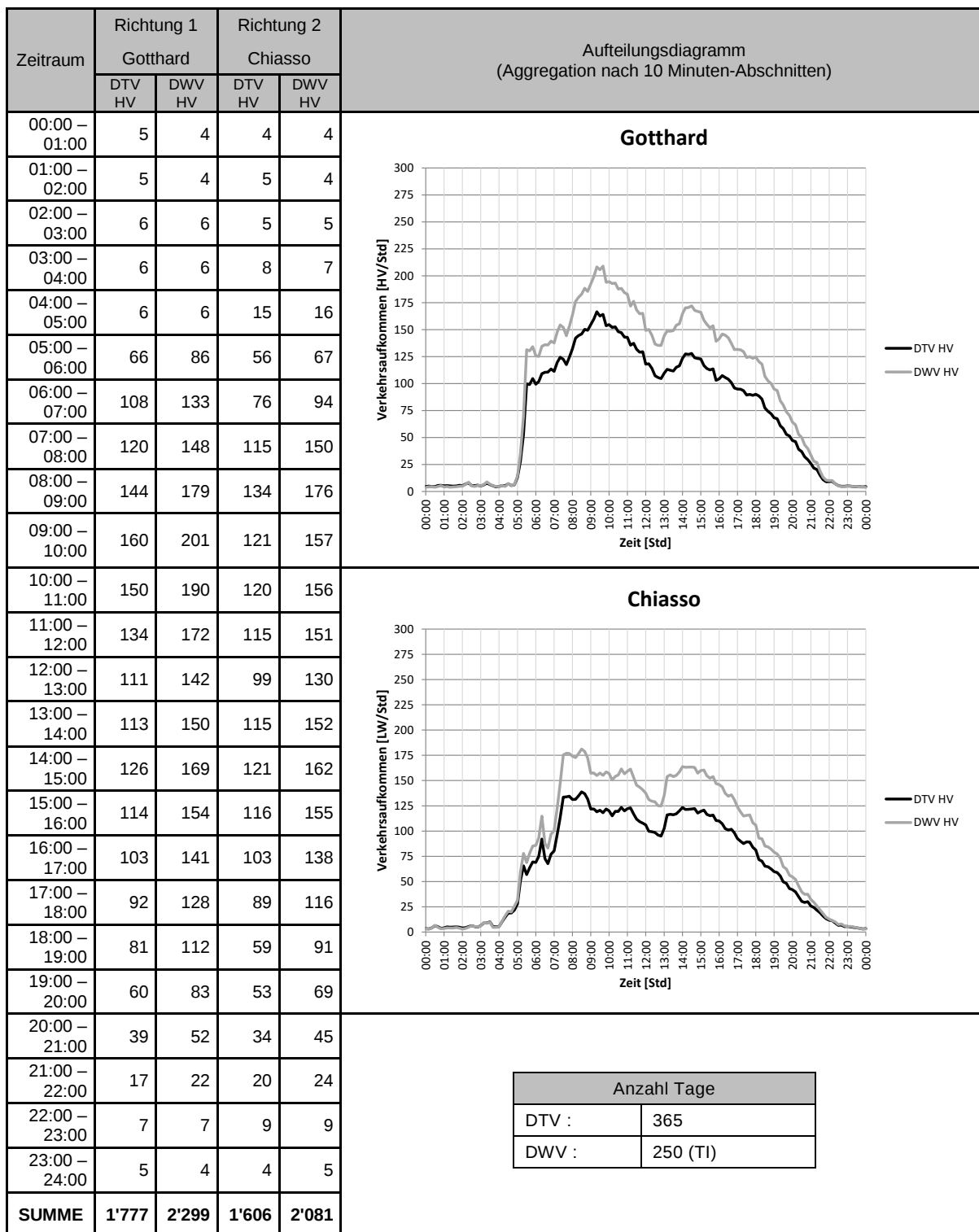
### 3 Statistikbearbeitung

#### 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)

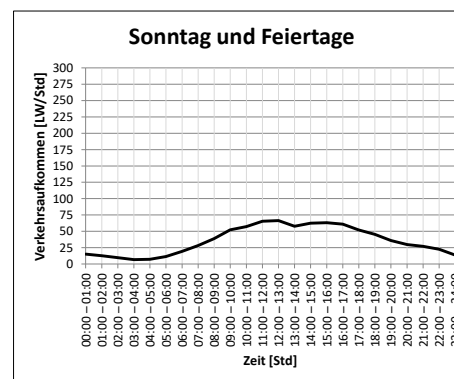
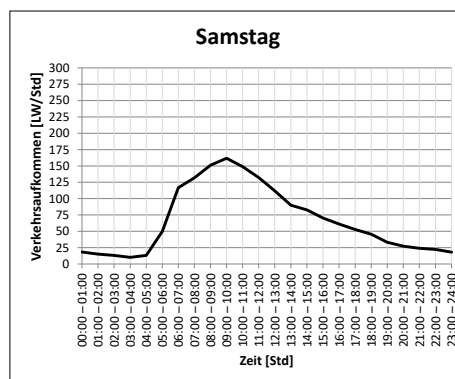
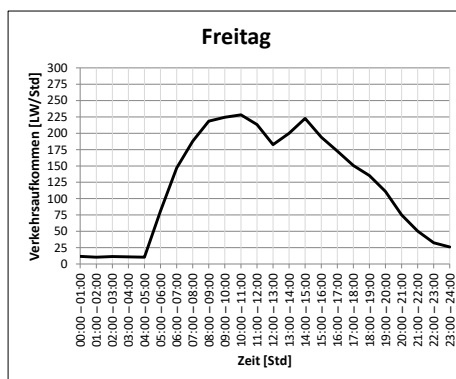
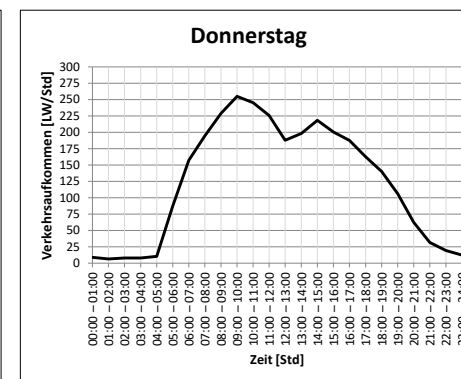
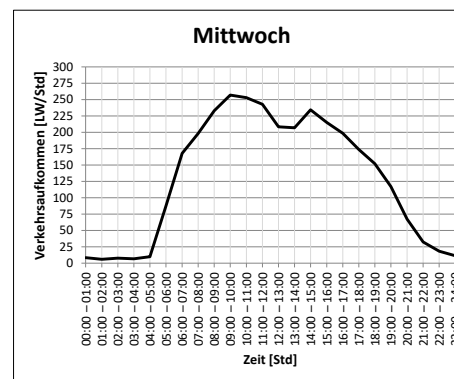
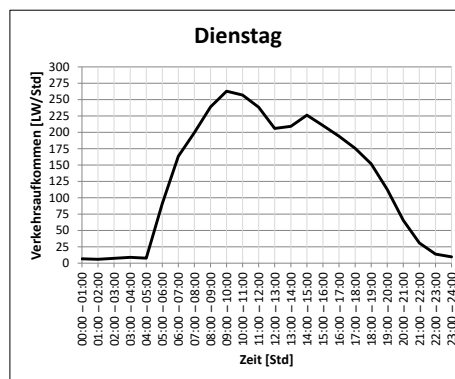
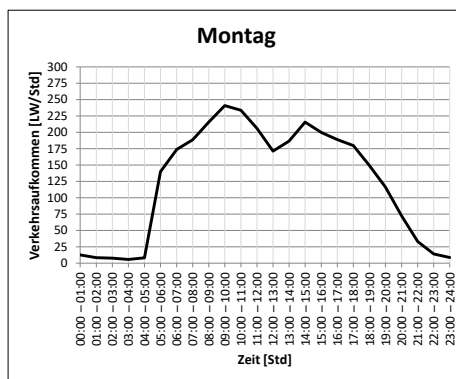


*Bemerkung : Die Berechnung der Stundenaufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (fehlende Tage und Datenverluste).*

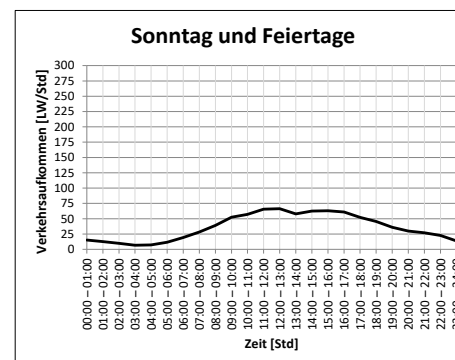
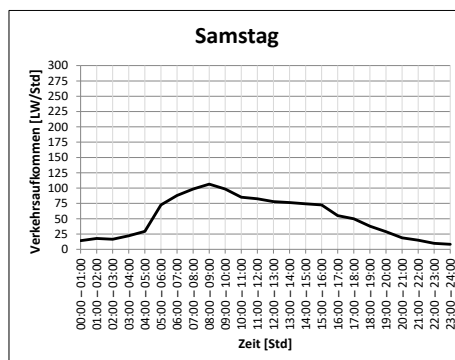
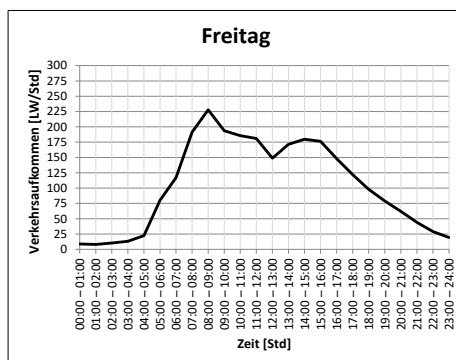
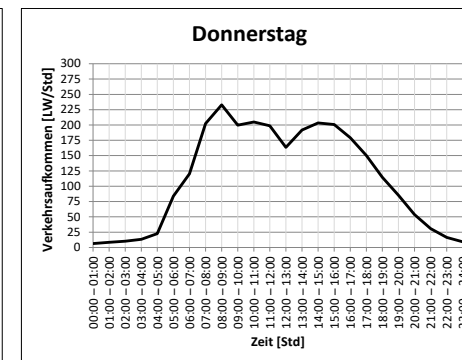
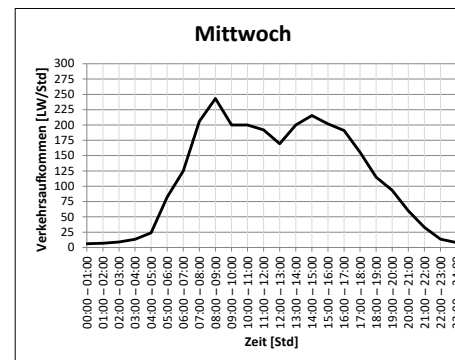
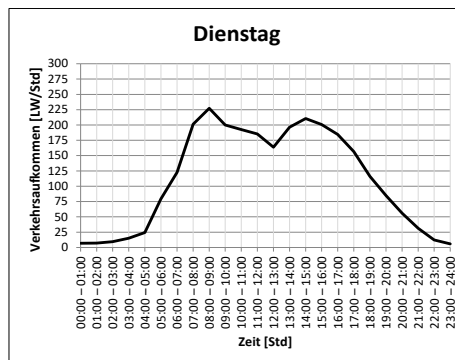
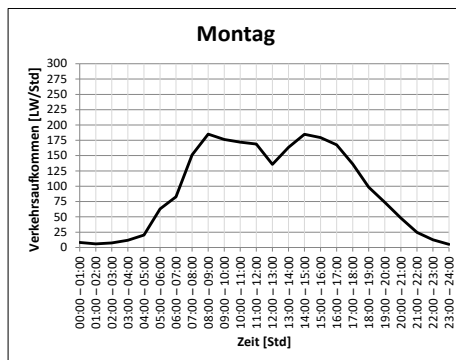
### 3.3 Tägliche Stundenverteilung

| Tage        | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag und Feiertage |
|-------------|--------|----------|----------|------------|---------|---------|-----------------------|
| Anzahl (TI) | 49     | 50       | 52       | 49         | 50      | 49      | 66                    |

**Richtung 1 : Gotthard** (Aggregation nach Stunde)



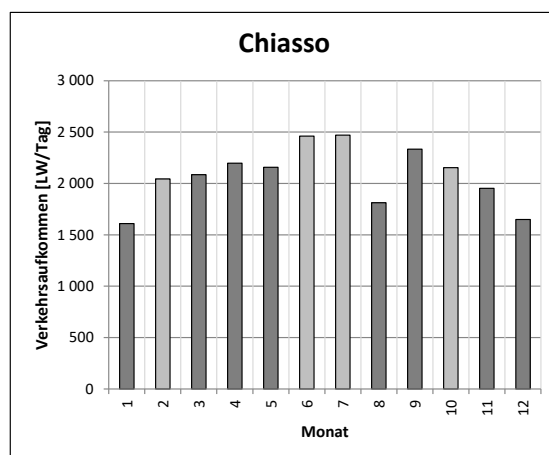
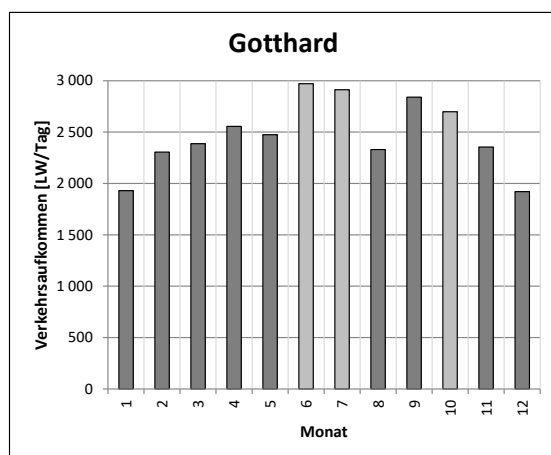
**Richtung 2 : Chiasso** (Aggregation nach Stunde)



## 3.4 Fahrzeugerkennung

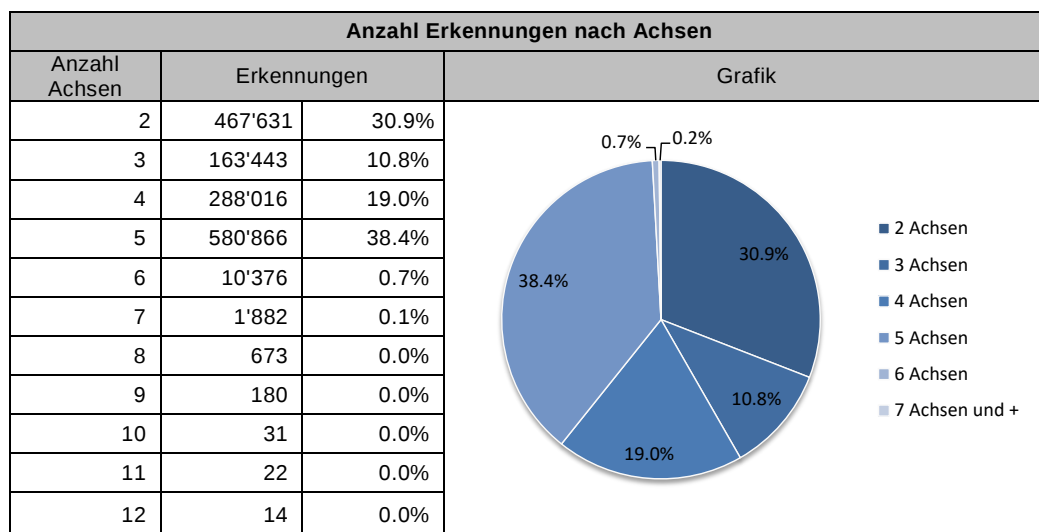
### 3.4.1 Nach Monat

| Anzahl Erkennungen nach Monat |                          |                         |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Monat                         | Richtung 1 :<br>Gotthard | Richtung 2 :<br>Chiasso |
| Januar                        | 59'808                   | 49'916                  |
| Februar                       | 64'547                   | 55'383                  |
| März                          | 74'003                   | 64'648                  |
| April                         | 76'686                   | 65'894                  |
| Mai                           | 76'720                   | 66'910                  |
| Juni                          | 38'631                   | 31'982                  |
| Juli                          | 64'067                   | 54'362                  |
| August                        | 72'232                   | 56'176                  |
| September                     | 85'201                   | 70'004                  |
| Oktober                       | 81'224                   | 64'819                  |
| November                      | 70'668                   | 58'575                  |
| Dezember                      | 59'533                   | 51'145                  |



*Bemerkung: Die Berechnung der monatlichen Aufteilungen zieht die Integrität der Daten in Betracht (Fehlende Tage und Datenverluste). Februar (408), Juni, Juli und Oktober: Erkennung nicht geschätzt, tägliche Werte geschätzt.*

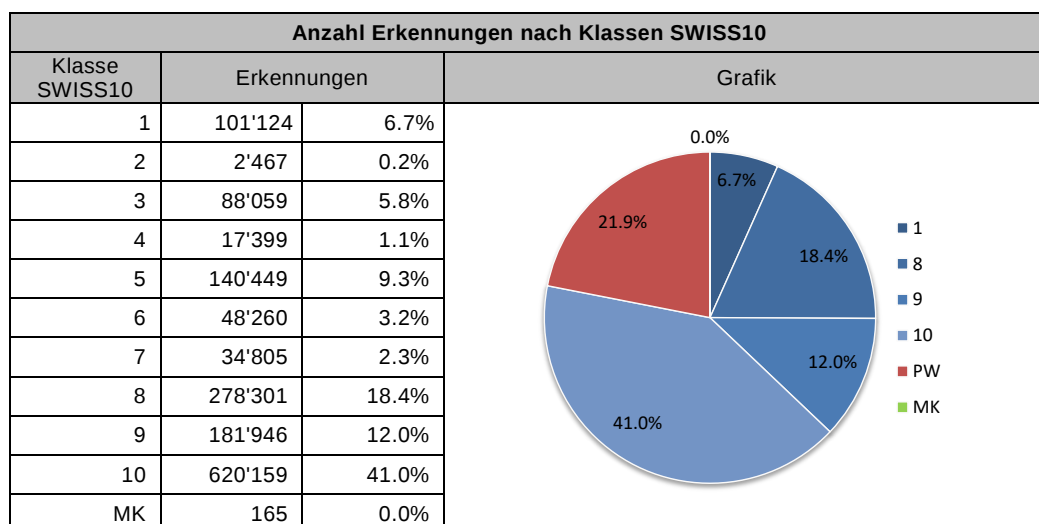
### 3.4.2 Nach Anzahl Achsen



### 3.4.3 Nach Klasse SWISS10

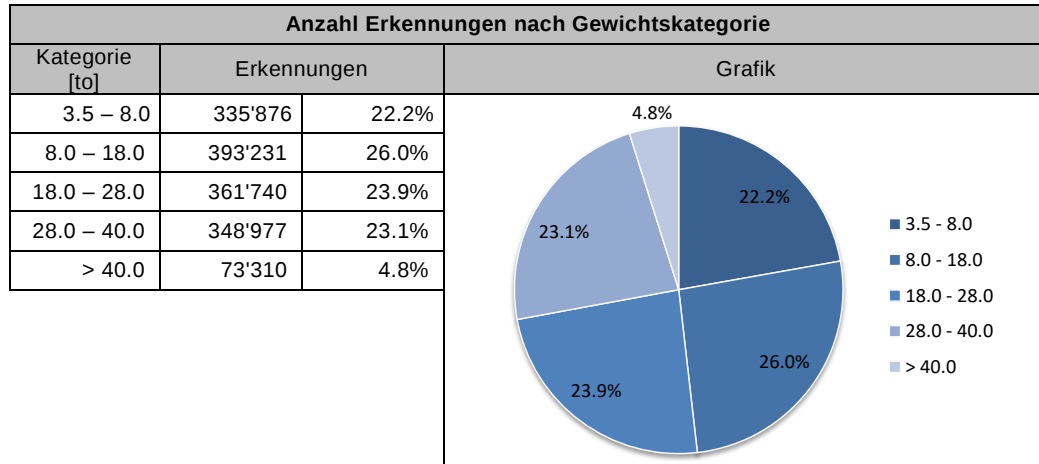
*Fahrzeugklassen Swiss 10 [4]*

| 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 331'439 Einträge (Klasse 2 bis 7, 21.9%) 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               | Erkennung |       |
| S/S/Tr                         | 0 - - - - 0 + - - - - 000    |        | 10                    | 450'881   | 29.8% |
| S/S                            | Unschlüssig                  |        |                       | 226'543   | 15.0% |
| S/S                            | 0 - - - - 0                  |        | 8                     | 164'320   | 10.9% |
| S/S/Ta                         | 0 - - - - 0 + - - - - 00     |        | 10                    | 107'373   | 7.1%  |
| S/S                            | 0 - - - - 0                  |        | 1                     | 74'782    | 4.9%  |
| S/S/S                          | Unschlüssig                  |        |                       | 47'436    | 3.1%  |
| S/S/Ta                         | 0 - - - - 0 + - - - - 00 - - |        | 9                     | 43'348    | 2.9%  |
| Ta/Ta                          | 00 - - - 00                  |        | 8                     | 42'730    | 2.8%  |
| S/S/Ta                         | Unschlüssig                  |        |                       | 40'401    | 2.7%  |
| S/Ta                           | 0 - - - - 00                 |        | 8                     | 36'456    | 2.4%  |
| S/S/Tr                         | 0 - - - - 0 + - - 000 - -    |        | 9                     | 33'534    | 2.2%  |
| S/Ta/Ta                        | 0 - - - - 00 + - - - 00 - -  |        | 9                     | 32'510    | 2.1%  |
| S/Ta                           | Unschlüssig                  |        |                       | 32'000    | 2.1%  |
| S/S/S/S                        | 0 - - - - 0 + 0 - - - - 0    |        | 9                     | 30'369    | 2.0%  |
| S/Ta/S/S                       | 0 - - - - 00 + 0 - - - - 0   |        | 9                     | 23'516    | 1.6%  |
| S/Ta                           | 0 - - - - 00                 |        | 1                     | 22'625    | 1.5%  |
| S/S/Tr                         | Unschlüssig                  |        |                       | 17'604    | 1.2%  |
| S/S/S/S                        | 0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0  |        | 10                    | 15'181    | 1.0%  |
| Andere Umrisse nach SN 640 320 |                              |        |                       |           |       |
| S/S/S                          | 0 - - - - 0 + - - 0 - -      |        | 10                    | 12'533    | 0.8%  |
| Ta/Tr                          | 00 - - 000                   |        | Nicht eingeordnet (8) | 4'420     | 0.3%  |
| S/S/S/Ta                       | 0 - - - - 0 + 0 - - - - 00   |        | 9                     | 2'167     | 0.1%  |

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

## 4 Vorlage nach Norm SN 640 320

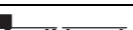
Referenzdokument : [1] [2] [6] [12]

### 4.1 Aufteilung zwischen den Fahrspuren

| Aufteilung zwischen den Fahrspuren |                       |       |                      |      |    |                                  |
|------------------------------------|-----------------------|-------|----------------------|------|----|----------------------------------|
| Konfiguration                      | Richtung 1 : Gotthard |       | Richtung 2 : Chiasso |      |    | Auf Basis von :                  |
|                                    | 3                     | 4     | 1                    | 2    | -  |                                  |
| 1x2 Spur<br>1x3 Spur               | 7.9%                  | 46.4% | 39.4%                | 6.2% | NB | Anzahl Erkennungen               |
|                                    | 2.3%                  | 53.9% | 39.6%                | 4.1% | NB | Gesamtgewicht                    |
|                                    | 1.5%                  | 57.6% | 37.0%                | 3.8% | NB | Äquivalente Verkehrslast total W |

Legende : NB : nicht-bemesst

### 4.1 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugklassen

| Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Schwerverkehrsklassen                             |                                   |                         |              |                                  |                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|
| Umriss                                                                              | Flexibler und halbstarrer Oberbau |                         |              | Starrer und kombinierter Oberbau |                         |              |
|                                                                                     | Richtung 1 :<br>Gotthard          | Richtung 2 :<br>Chiasso | Norm<br>2011 | Richtung 1 :<br>Gotthard         | Richtung 2 :<br>Chiasso | Norm<br>2011 |
|   | 0.85                              | 0.67                    | 0.7          | 0.83                             | 0.64                    | 0.6          |
|  | 1.70                              | 1.15                    | 1.4          | 2.46                             | 1.56                    | 2.1          |
|  | 3.06                              | 1.07                    | 1.5          | 5.66                             | 1.86                    | 2.7          |
|  | 2.67                              | 1.95                    | 1.9          | 6.42                             | 4.57                    | 3.0          |
|  | 0.92                              | 0.82                    | 0.5          | 0.87                             | 0.77                    | 0.5          |
|  | 0.86                              | 1.41                    | 1.7          | 0.75                             | 1.33                    | 1.8          |
|  | 1.48                              | 0.94                    | 1.8          | 1.57                             | 0.94                    | 2.2          |
|  | 3.00                              | 2.29                    | 2.0          | 3.80                             | 2.88                    | 2.2          |
|  | 2.08                              | 1.46                    | 2.0          | 2.07                             | 1.40                    | 1.9          |
|  | 2.84                              | 2.97                    | 1.7          | 3.14                             | 3.38                    | 1.6          |
|  | 3.23                              | 2.34                    | 1.3          | 3.52                             | 2.56                    | 1.0          |
|  | 2.60                              | 1.73                    | 2.5          | 3.21                             | 2.09                    | 2.6          |
|  | 1.67                              | 1.27                    | 1.2          | 2.33                             | 1.73                    | 0.9          |
|  | 3.61                              | 2.52                    | 0.7          | 3.92                             | 2.69                    | 0.6          |
|  | 1.47                              | 1.11                    | 1.4          | 2.11                             | 1.57                    | 2.1          |

### 4.2 Äquivalenzfaktor nach Fahrzeugkategorien

| Mittlerer Äquivalenzfaktor k nach Fahrzeugkategorien |                                   |                         |              |                                  |                         |              |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|
| Kategorie<br>SWISS10                                 | Flexibler und halbstarrer Oberbau |                         |              | Starrer und kombinierter Oberbau |                         |              |
|                                                      | Richtung 1 :<br>Gotthard          | Richtung 2 :<br>Chiasso | Norm<br>2011 | Richtung 1 :<br>Gotthard         | Richtung 2 :<br>Chiasso | Norm<br>2011 |
| 1 : Bus,<br>Reisebus                                 | 3.09                              | 2.18                    | 2.3          | 3.47                             | 2.41                    | 2.3          |
| 8 :<br>Lastkraftwagen                                | 1.39                              | 0.81                    | 0.9          | 1.96                             | 0.98                    | 1.0          |
| 9 : Lastenzug                                        | 2.42                              | 1.97                    | 1.9          | 2.86                             | 2.29                    | 2.0          |
| 10 : Sattelzug                                       | 2.68                              | 1.95                    | 1.7          | 3.34                             | 2.38                    | 2.0          |

### 4.3 Mittlerer Äquivalenzfaktor

| Mittlerer Äquivalenzfaktor k für den Strassentyp / Anteil auf Datenprobe |                                   |                      |           |                                  |                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------------|----------------------|-----------|
| Daten                                                                    | Flexibler und halbstarrer Oberbau |                      |           | Starrer und kombinierter Oberbau |                      |           |
|                                                                          | Richtung 1 : Gotthard             | Richtung 2 : Chiasso | Norm 2011 | Richtung 1 : Gotthard            | Richtung 2 : Chiasso | Norm 2011 |
| Umriss (2-6 Achsen)                                                      | 1.92                              | 1.46                 | 1.6       | 2.42                             | 1.76                 | 1.7       |
|                                                                          | 99.5%                             | 99.3%                |           | 99.5%                            | 99.3%                |           |
| Kategorie                                                                | 2.41                              | 1.79                 |           | 2.99                             | 2.04                 |           |
|                                                                          | 70.2%                             | 78.0%                |           | 70.2%                            | 78.0%                |           |
| Klasse                                                                   | 2.42                              | 1.71                 |           | 3.01                             | 2.05                 |           |
|                                                                          | 69.0%                             | 76.6%                |           | 69.0%                            | 76.6%                |           |

### 4.4 Aktuelle äquivalente Verkehrslastklasse nach SN 640 324

#### *Starrer und kombinierter Oberbau*

##### **Richtung 1 : Gotthard**

$$TF_0 = \frac{823'320 \text{ LW}}{338.1 \text{ Tage}} \cdot 1.92 \cdot \frac{57.6\%}{59.1\%} = 4'549 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

##### **Richtung 2 : Chiasso**

$$TF_0 = \frac{689'814 \text{ LW}}{337.1 \text{ Tage}} \cdot 1.46 \cdot \frac{37.0\%}{40.9\%} = 2'708 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T5 : Sehr schwer}$$

#### *Starrer und kombinierter Oberbau*

##### **Richtung 1 : Gotthard**

$$TF_0 = \frac{823'320 \text{ LW}}{338.1 \text{ Tage}} \cdot 3.01 \cdot \frac{57.6\%}{59.1\%} = 5'748 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

##### **Richtung 2 : Chiasso**

$$TF_0 = \frac{689'814 \text{ LW}}{337.1 \text{ Tage}} \cdot 1.76 \cdot \frac{37.0\%}{40.9\%} = 3'272 \text{ ESAL/Tag} \rightarrow \text{Klasse T6 : Extrem schwer}$$

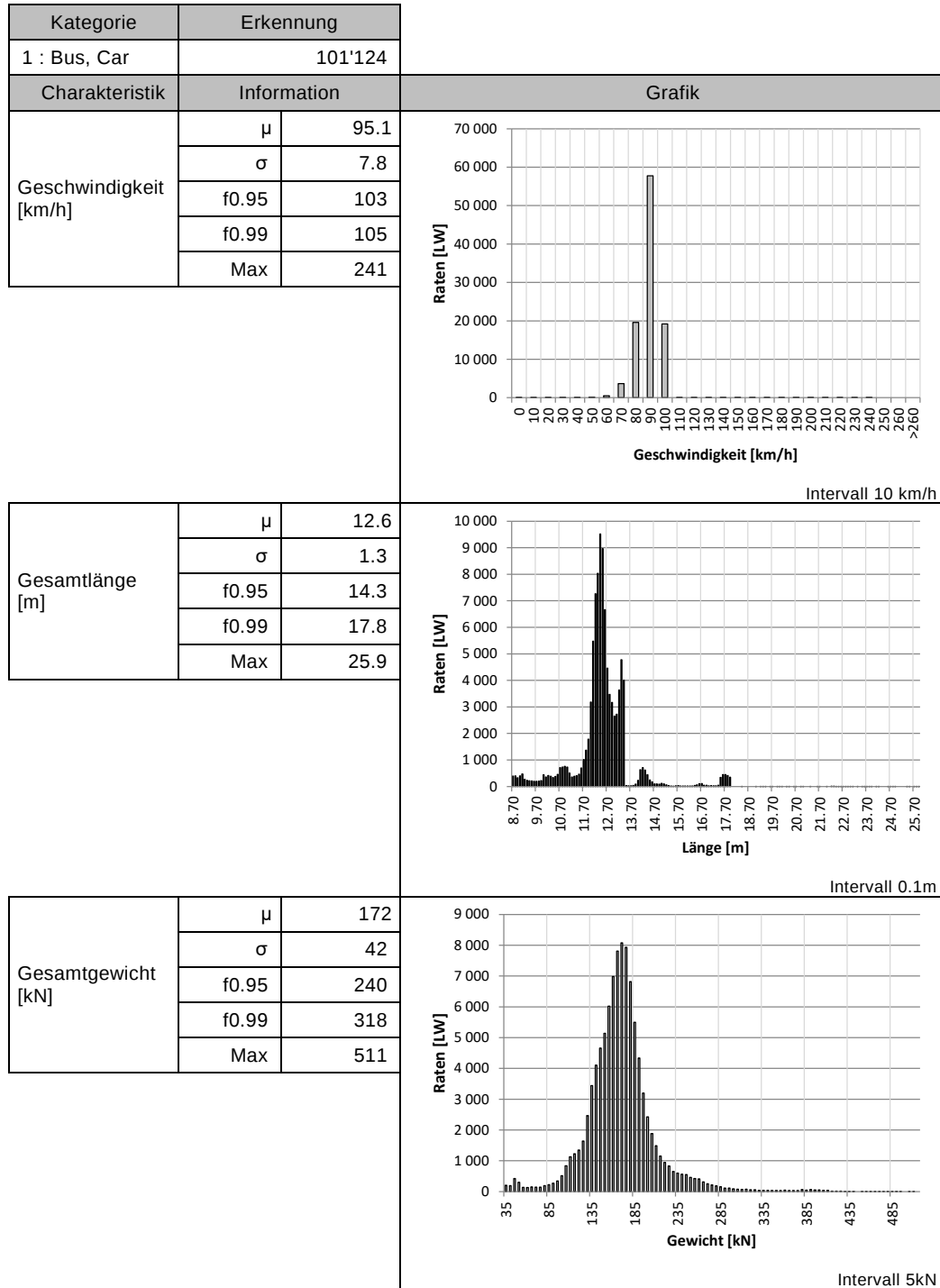
### 4.5 Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates

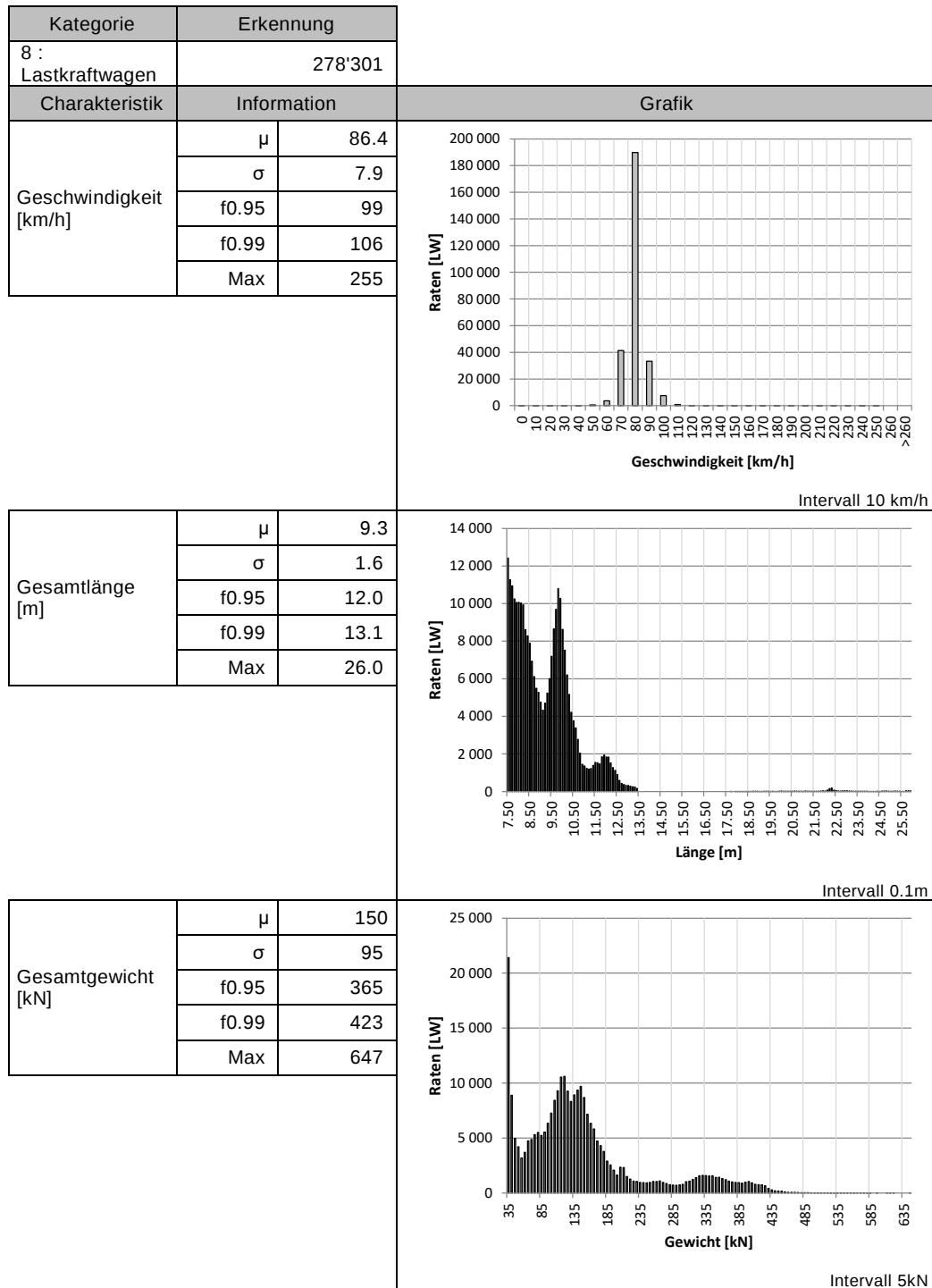
| Tendenz für die Schätzung der jährlichen Zuwachsrates |                      |                                    |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Richtung 1 : Gotthard                                 | Richtung 2 : Chiasso | Auf Basis von :                    |
| +1.5%                                                 | +1.0%                | Anzahl Erkennungen                 |
| +0.5%                                                 | +0.7%                | Gesamtgewicht                      |
| +3.4%                                                 | +1.7%                | Gesamte äquivalente Verkehrslast W |

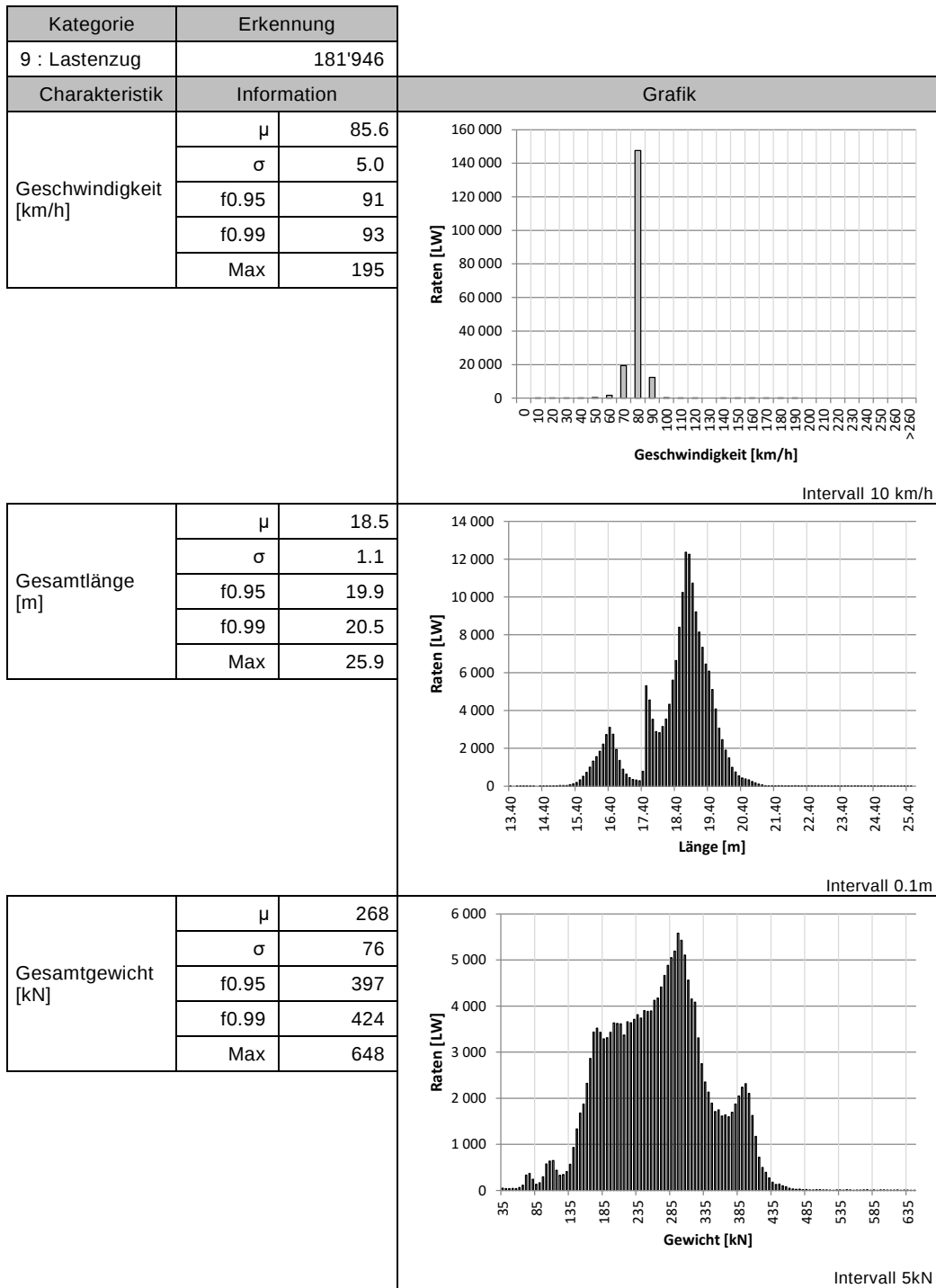
Dieser Abschnitt wird auf Basis der jährlichen Berichte von 2013, 2014 und 2015 bestimmt.

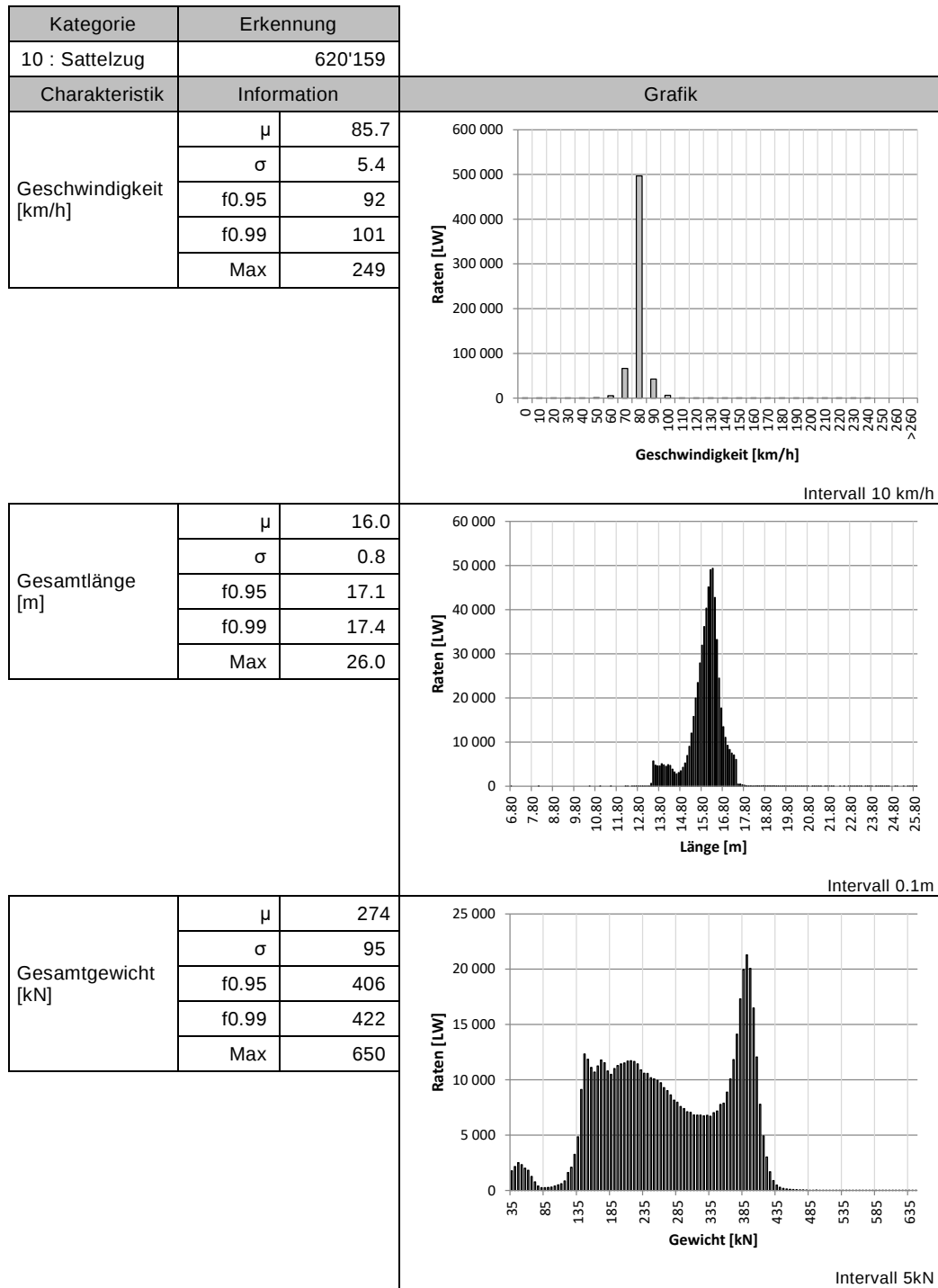
## 5 Charakteristik der Lastwagen

### 5.1 Charakteristik der Lastwagen-Kategorien



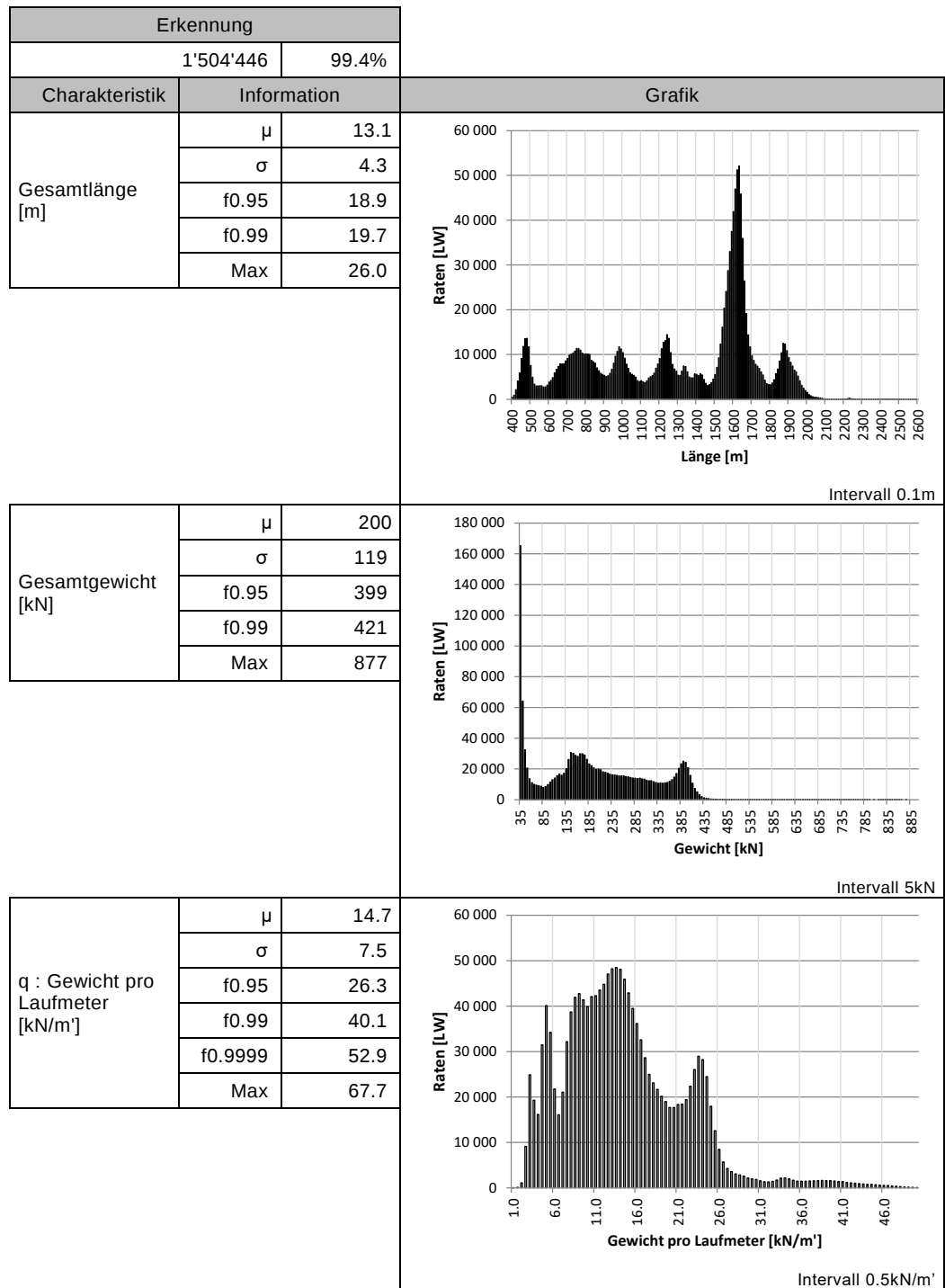


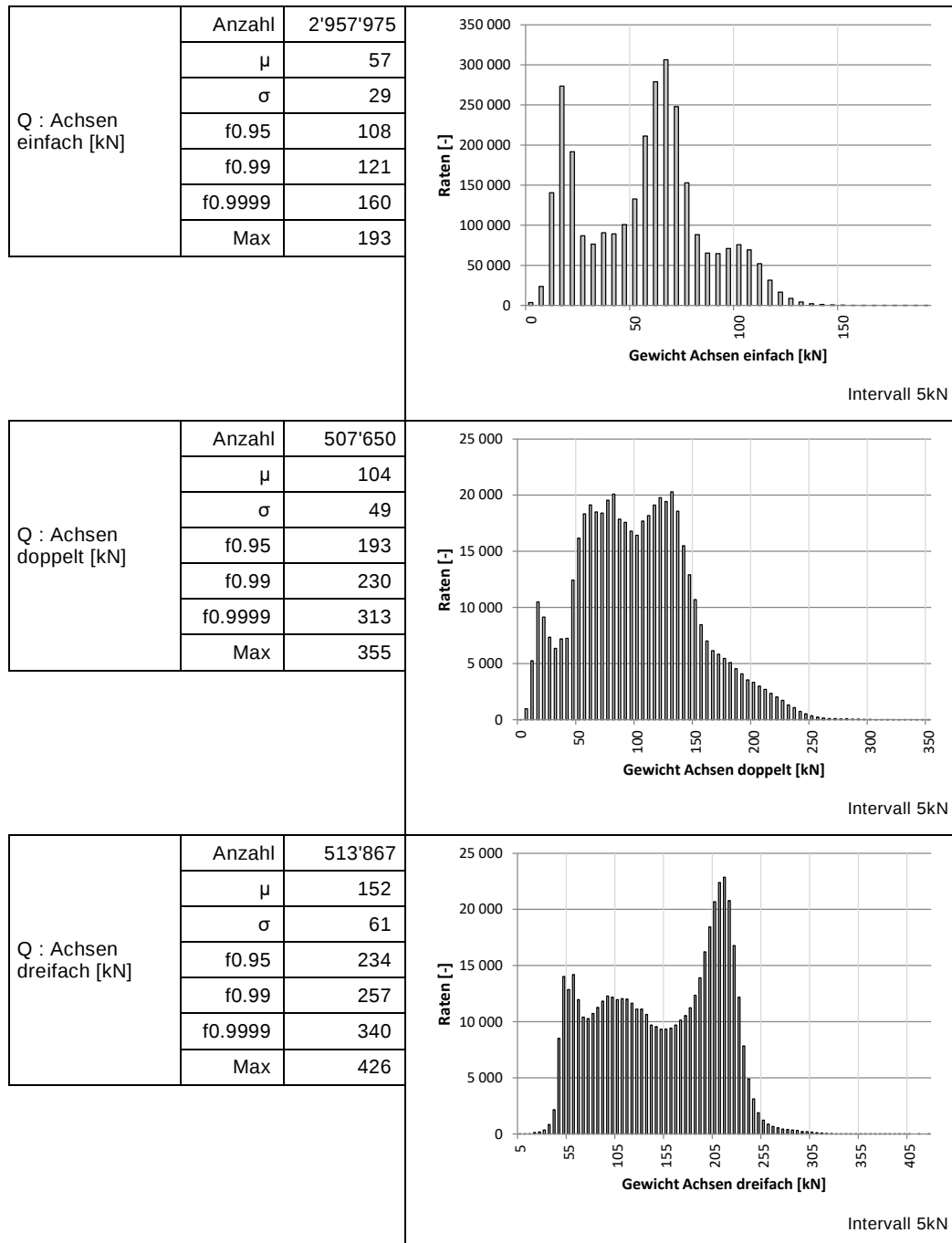




## 5.2 Globale Charakteristik der Proben

Auf Basis der Erkennungen der Umrissse 2 bis 6 Achsen.



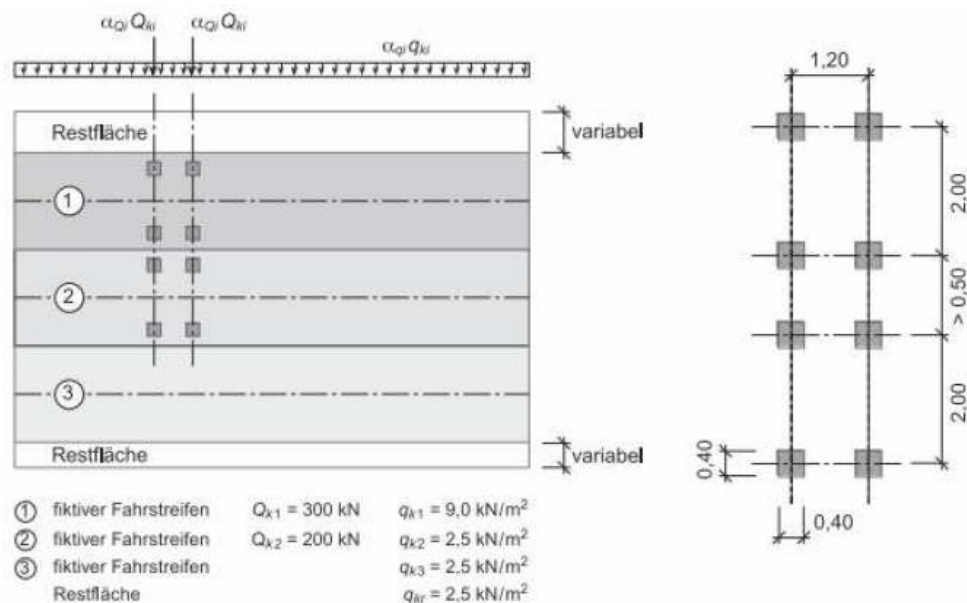


## 6 Vorlage nach Norm SIA 261

Referenzdokument : [3]

Die in Betracht gezogenen Daten sind jene der erkannten Umrisse von 2 bis 6 Achsen, sprich 99.4% 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              | 57                     | 57                               | 108                    | 121                    | 160                      |
| Doppelt              | 104                    | 52                               | 193 (96)               | 230 (115)              | 313 (156)                |
| Dreifach             | 150                    | 51                               | 234 (78)               | 257 (86)               | 340 (113)                |

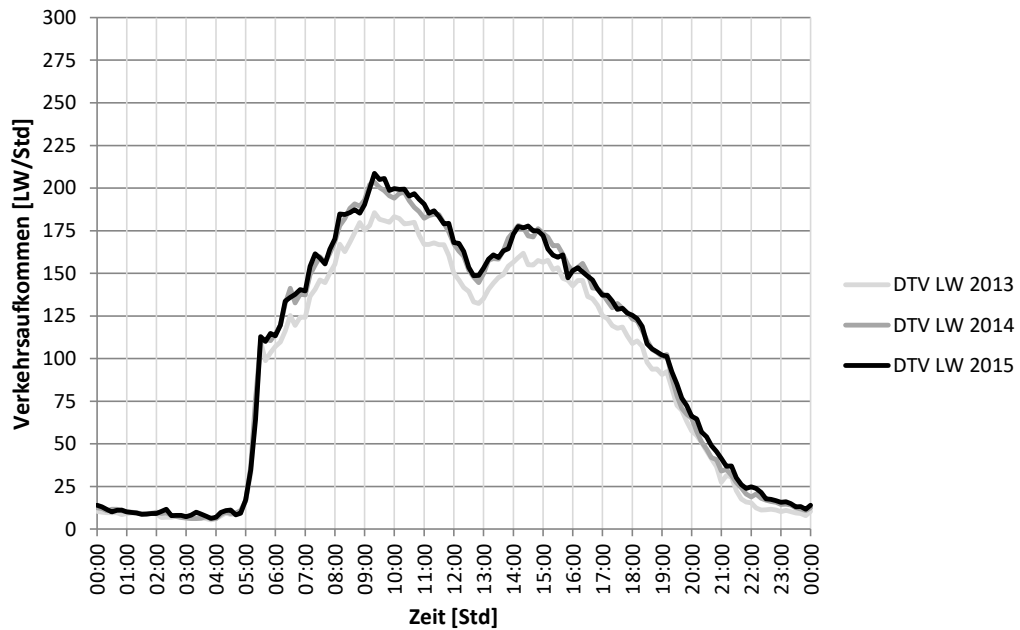
#### 6.1.2 Verteilte Last q

| Verteilte Last q                        |                   |       |       |         |
|-----------------------------------------|-------------------|-------|-------|---------|
| Charakteristik                          | Durchschnittslast | f0.95 | f0.99 | f0.9999 |
| Gewicht pro Laufmeter [kN/m']           | 14.7              | 26.3  | 40.1  | 52.9    |
| Gewicht pro Fläche (Breite 3 m) [kN/m²] | 4.9               | 8.8   | 13.4  | 17.6    |

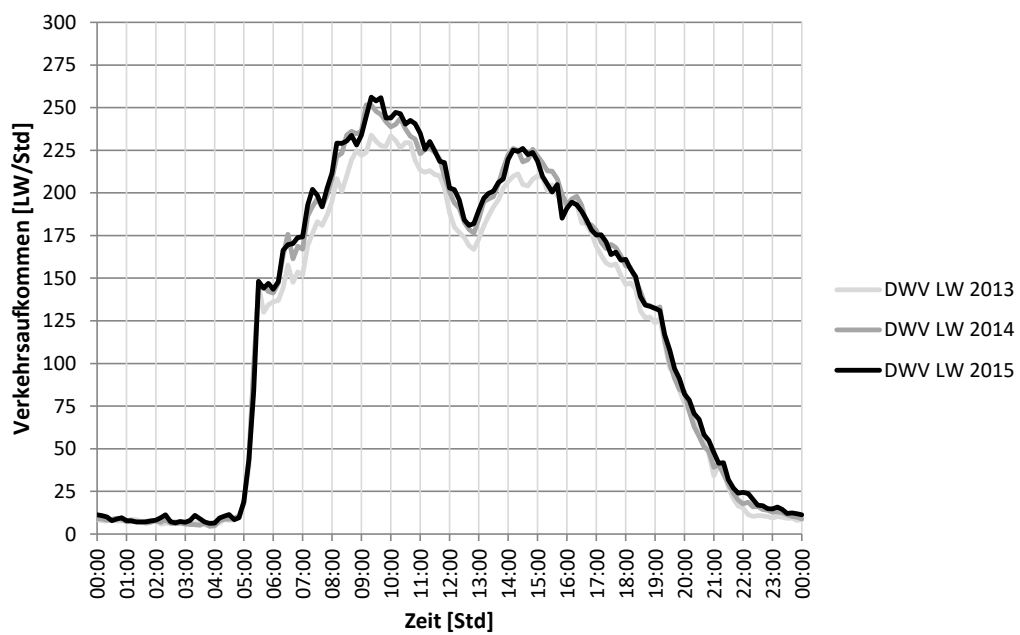
## 7 Tendenz

### 7.1 Entwicklung der jährlichen Stundenaufteilung

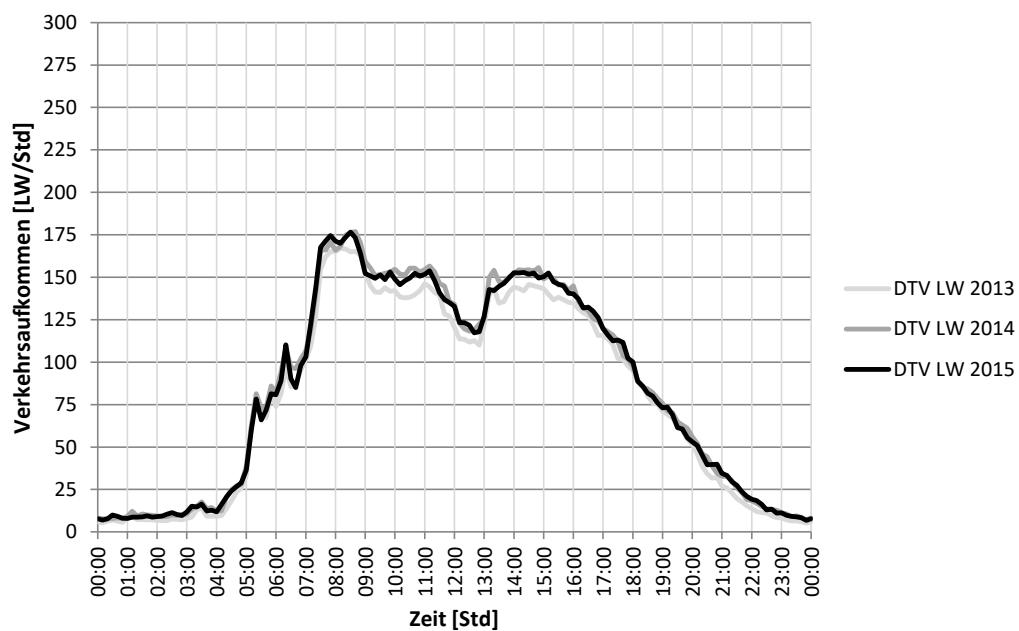
#### Gotthard



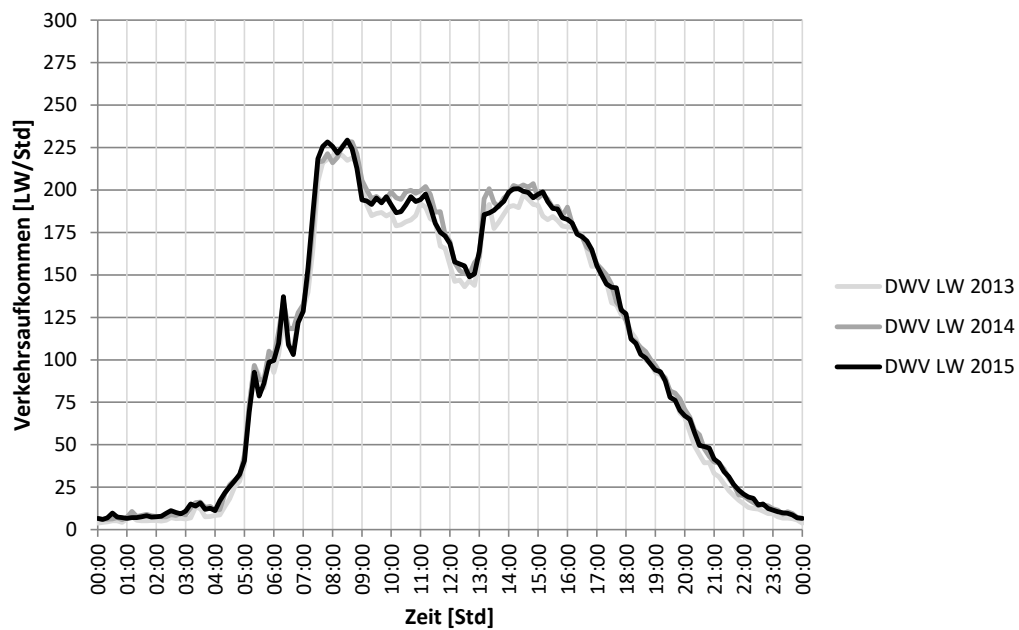
#### Gotthard



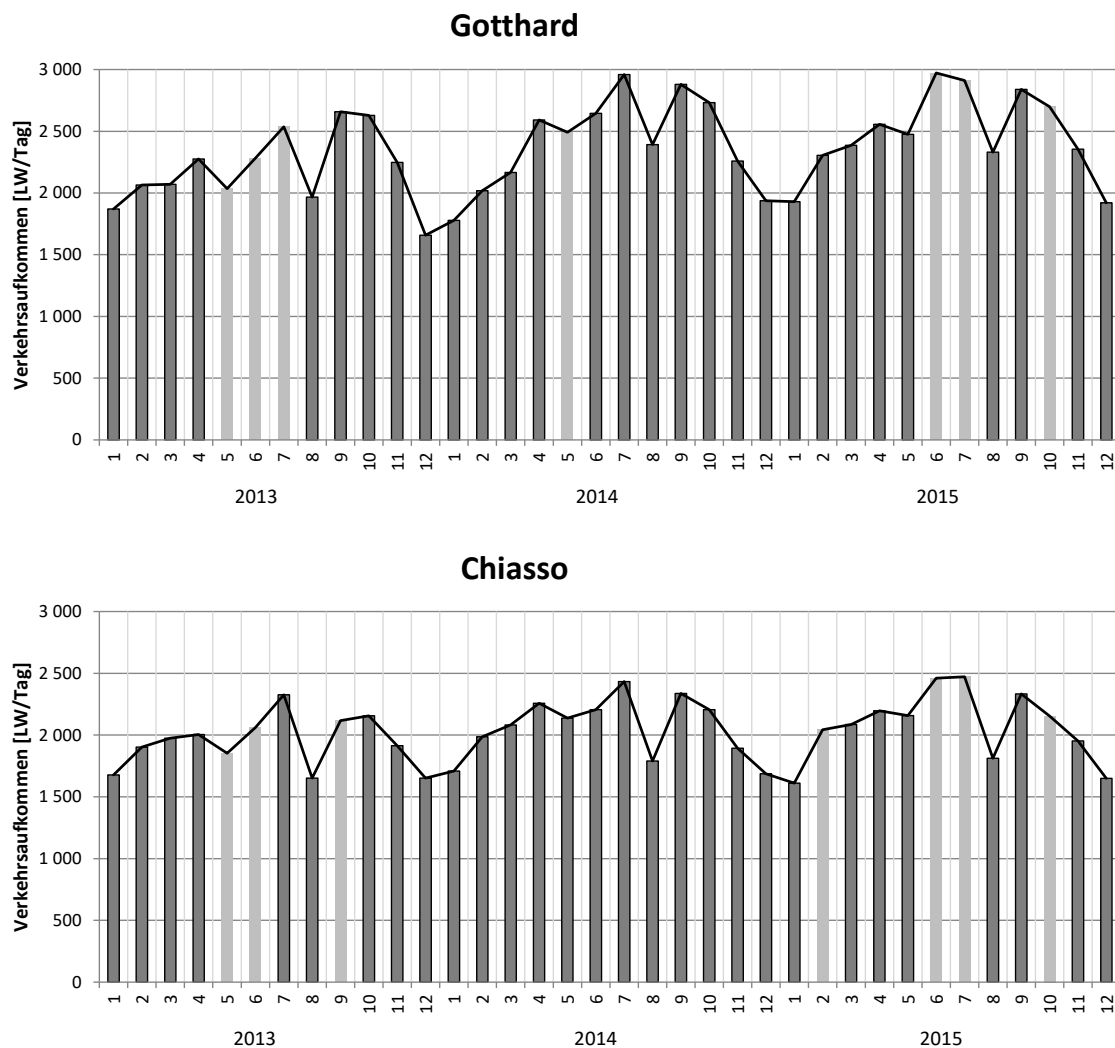
## Chiasso



## Chiasso



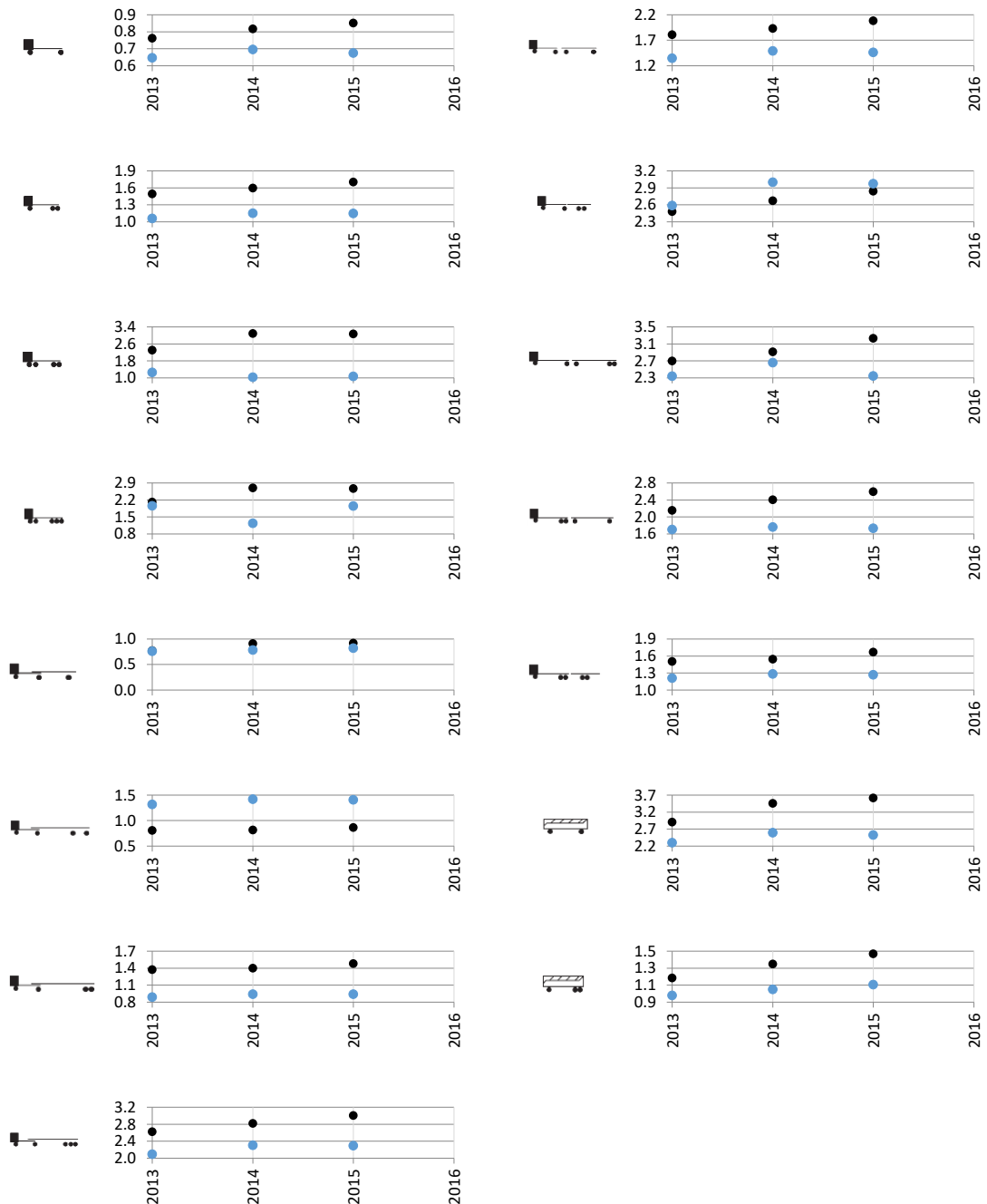
## 7.2 Entwicklung der Erkennung nach Monat



## 7.3 Entwicklung der Vorlage der Norm SN 640 320

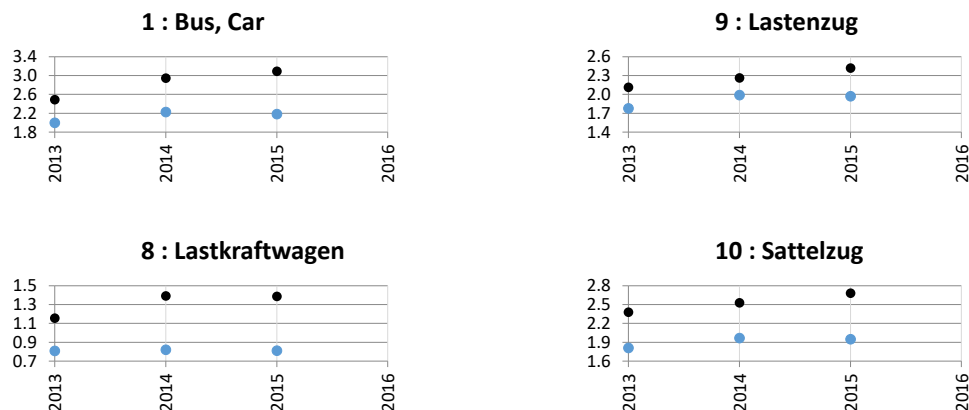
In diesem Kapitel werden einzig die flexiblen und halb-steifen Fahrbahnen in Betracht gezogen.

### 7.3.1 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugklasse



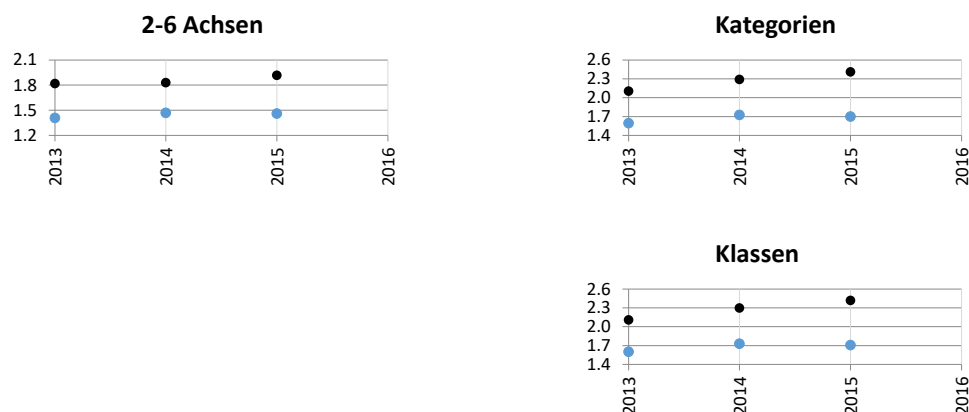
Schwarz : Richtung Gotthard ; Blau : Richtung Chiasso.

### 7.3.2 Entwicklung der Äquivalenzfaktoren nach Fahrzeugkategorie



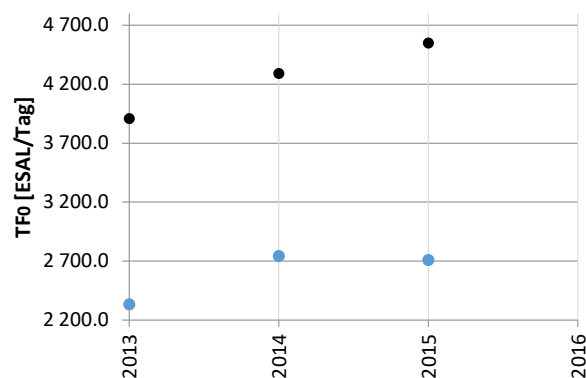
Schwarz : Richtung Gotthard ; Bleu : Direction Chiasso.

### 7.3.3 Entwicklung des mittleren Äquivalenzfaktors



Schwarz : Richtung Gotthard ; Blau : Richtung Chiasso.

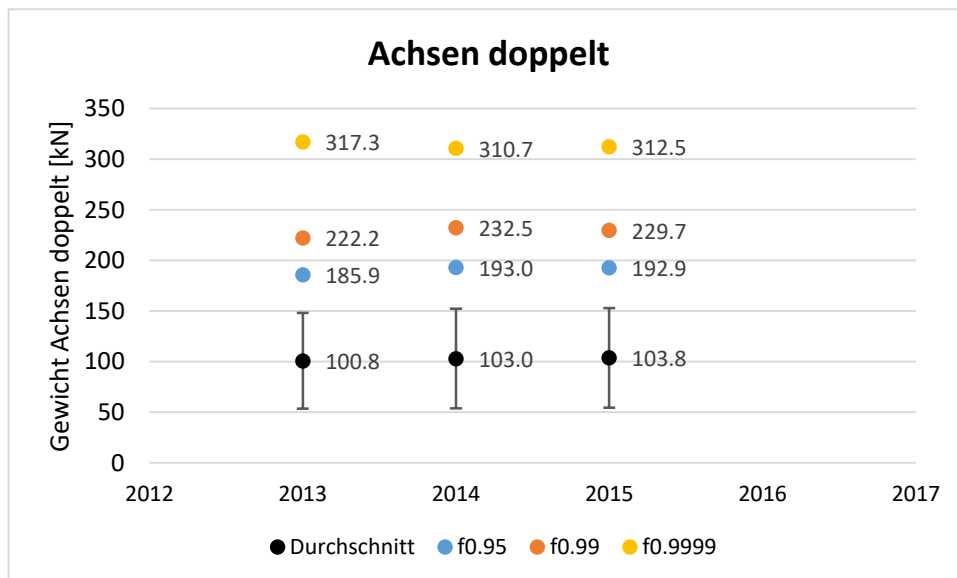
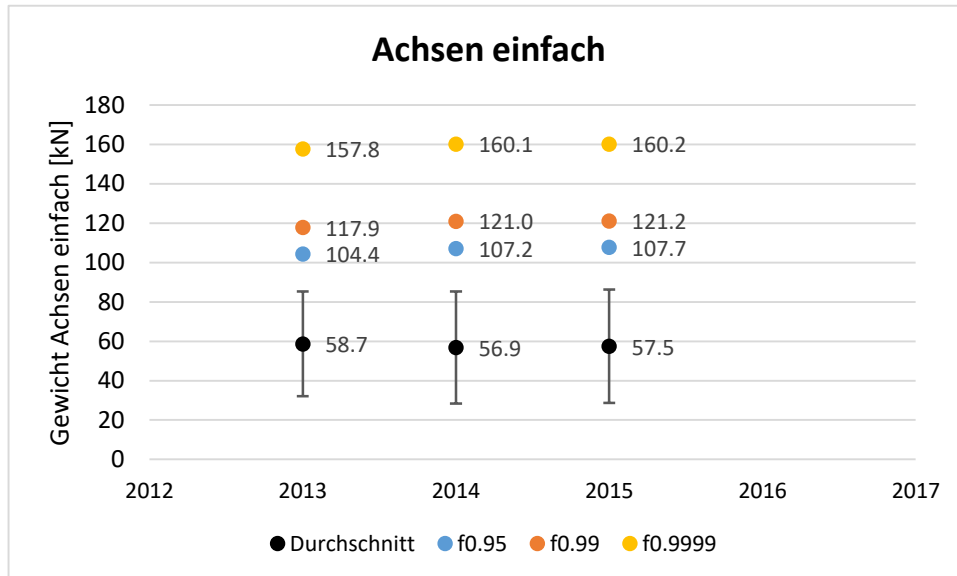
### 7.3.4 Entwicklung der täglichen äquivalenten Verkehrslast

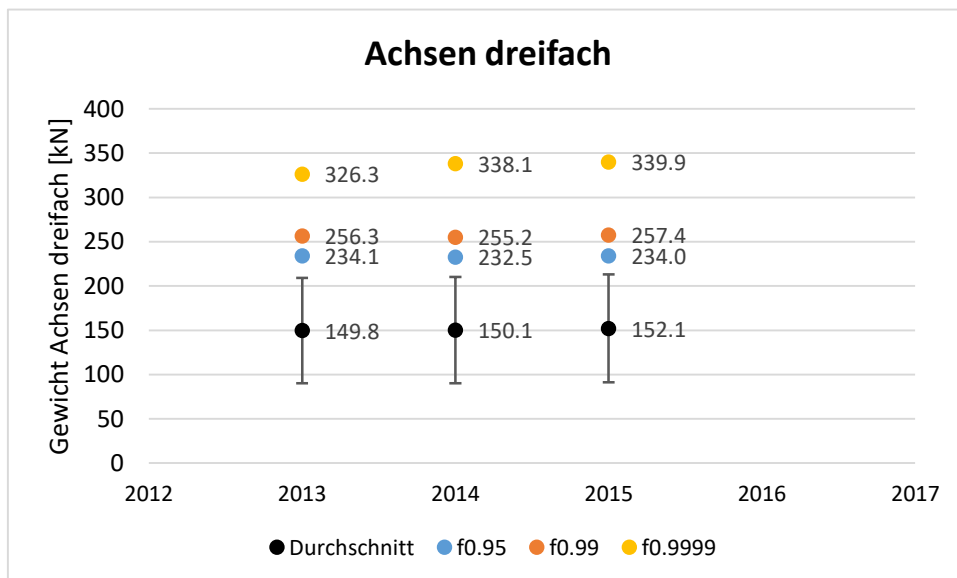


Schwarz : Richtung Gotthard ; Blau : Richtung Chiasso.

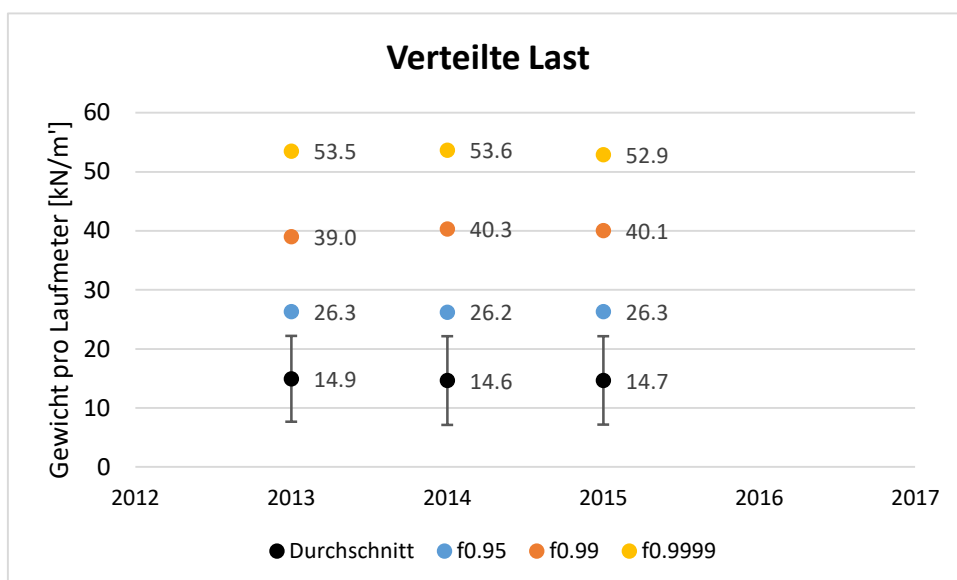
## 7.4 Entwicklung der Vorlage der Norm SIA 261

### 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                                                                                                                                                                                                  | Eigenschaften                                                                          | Farbcode |
| Datum der letzten Kalibrierung :                                                                                                                                                                               | 23.09.2010 – Richtung Gotthard<br>22.09.2015 – Richtung Chiasso                        |          |
| Angewendeter Korrekturfaktor :                                                                                                                                                                                 | Richtung Gotthard : -1.55%<br>Richtung Chiasso : -0.40% / -2.22%                       |          |
| Anwendung des Korrekturfaktors :                                                                                                                                                                               | Richtung Gotthard : Ja<br>Richtung Chiasso : Nein / Ja                                 |          |
| Vertrauensebene der Kalibrierung :                                                                                                                                                                             | Richtung Gotthard : Schlecht<br>Richtung Chiasso : Sehr gut                            |          |
| Daten die als Referenz verwendet werden können :                                                                                                                                                               | Richtung Gotthard : 2010<br>Richtung Chiasso : 2015                                    |          |
| Feststellung auf Basis der Bearbeitung der WIM-Daten                                                                                                                                                           |                                                                                        |          |
| Datenverlust :                                                                                                                                                                                                 | ~ 27 Tage / 28 Tage                                                                    |          |
| Ausgeschlossen :                                                                                                                                                                                               | 1.00%                                                                                  |          |
| Globaler Zusammenhang der Daten :                                                                                                                                                                              | In Ordnung                                                                             |          |
| Zusammenhang der Tendenzen der Station :                                                                                                                                                                       | In Ordnung                                                                             |          |
| Einordnung SWISS10, VT $\geq 3.5$ to :                                                                                                                                                                         | 21.9%                                                                                  |          |
| Inkohärente Umriss :                                                                                                                                                                                           | 25.8%<br>davon 25.0% potentiell wegen der Einteilung SWISS10<br>0.6% Andere inkohärent |          |
| Vorschläge                                                                                                                                                                                                     |                                                                                        |          |
| Das Vertrauen in die Daten der Station ist gut.<br>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. Fénart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (en cours) « **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*.
- [6] M.-A. Fénart, M. Ould-Henia, M. Delaby (en cours) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411*.
- [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.