

## ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



### Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2007

September 2010



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ziele des Mandates	1
1.2	Inhalt des Berichtes	2
1.3	Vorhandene WIM-Messdaten	2
1.4	Genauigkeit der Messdaten	4
1.5	Referenzdokumente und Normen	5
1.6	Begriffe	5
1.7	Klassifizierung der Fahrzeuge	6
1.8	Aufbereitung und Auswertung der Messdaten	7
<b>2</b>	<b>Denges (A1)</b>	<b>11</b>
2.1	Vorhandene Messdaten	11
2.2	Übersicht Messresultate	11
2.3	Messdiagramme	13
2.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	21
2.5	Auswertung der Messdaten	23
<b>3</b>	<b>Mattstetten (A1)</b>	<b>27</b>
3.1	Vorhandene Messdaten	27
3.2	Übersicht Messresultate	27
3.3	Messdiagramme	29
3.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	37
3.5	Auswertung der Messdaten	39
<b>4</b>	<b>Oberbüren (A1)</b>	<b>43</b>
4.1	Vorhandene Messdaten	43
4.2	Übersicht Messresultate	43
4.3	Messdiagramme	45
4.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	53
4.5	Auswertung der Messdaten	55
<b>5</b>	<b>Schafisheim (A1)</b>	<b>59</b>
5.1	Vorhandene Messdaten	59
5.2	Übersicht Messresultate	59
5.3	Messdiagramme	61
5.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	69
5.5	Auswertung der Messdaten	71
<b>6</b>	<b>Monte Ceneri (A2)</b>	<b>75</b>
6.1	Vorhandene Messdaten	75
6.2	Übersicht Messresultate	75
6.3	Messdiagramme	77
6.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	85
6.5	Auswertung der Messdaten	87

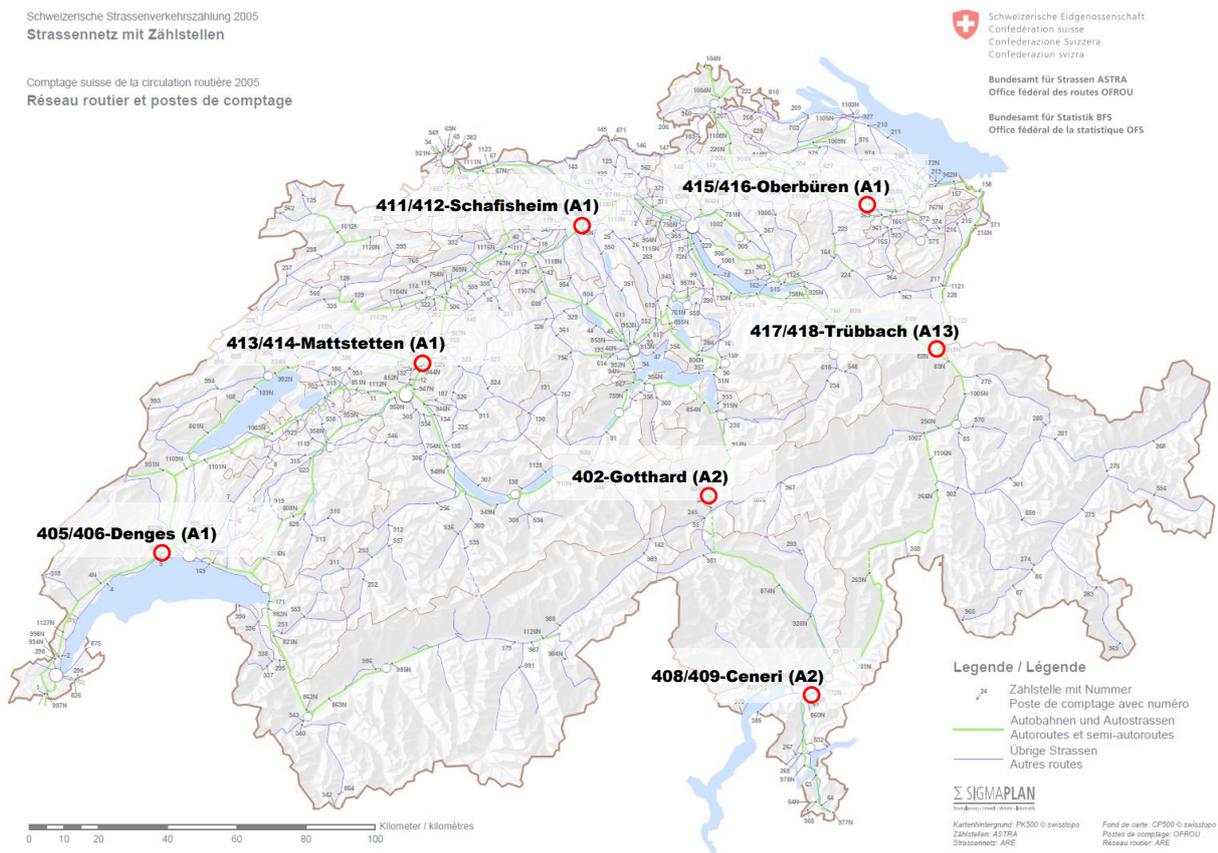
<b>7</b>	<b>Gotthardtunnel (A2)</b>	<b>91</b>
7.1	Vorhandene Messdaten	91
7.2	Übersicht Messresultate	91
7.3	Messdiagramme	93
7.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	101
7.5	Auswertung der Messdaten	103
<b>8</b>	<b>Trübbach (A13)</b>	<b>107</b>
8.1	Vorhandene Messdaten	107
8.2	Übersicht Messresultate	107
8.3	Messdiagramme	109
8.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	117
8.5	Auswertung der Messdaten	119
<b>9</b>	<b>Vergleich aller Zählerstandorte</b>	<b>123</b>
9.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	123
9.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	124
9.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	125
9.4	Vergleich mit Normlasten	126
9.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	126
<b>10</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>127</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>130</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>132</b>
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	132
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	134
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	138
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	142
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	146
A6	Achsäquivalenzfaktoren	148

Bericht Nr.	3944-05	Revidiert am	
Erstellt am	30.09.2010	Verfasser	
Verfasser	MT, pb	Geprüft	AK
		Freigegeben	30.09.2010
Ablage	2010-09-30-Gesamtbericht_2007.docx		

# 1 Einleitung

## 1.1 Ziele des Mandates

Das vorliegende Mandat wurde dem Ingenieurbüro Bächtold & Moor AG vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) erteilt. Das Ziel dieses Mandates ist die Aufbereitung und Auswertung der Messdaten des Schwerververkehrs von sieben WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2007 der sieben WIM-Anlagen
- Charakterisierung des Schwerverkehrs durch Auswertung nach Fahrzeugkategorie
- Vergleich der gemessenen Verkehrslasten mit den Modellen der Norm SIA 261
- Beurteilung der Auswirkungen auf den Strassenbelag und Fahrbahnübergänge
- Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs.

Eine direkte Anwendung der Auswertung ist die Erstellung von Verkehrsmodellen zur Simulation und Überprüfung bestehender Autobahnbrücken durch das Institut für Stahlbau (ICOM) der ETH Lausanne (s. Bericht VSS 594 [1]).

## 1.2 Inhalt des Berichtes

Dieser Bericht beinhaltet die Auswertung der Messdaten der sieben aufgeführten WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2007 und ist wie folgt strukturiert:

- Kapitel 1: Einleitung
- Kapitel 2: Denges (A1)
- Kapitel 3: Mattstetten (A1)
- Kapitel 4: Oberbüren (A1)
- Kapitel 5: Schafisheim (A1)
- Kapitel 6: Ceneri (A2)
- Kapitel 7: Gotthard (A2)
- Kapitel 8: Trübbach (A13)
- Kapitel 9: Vergleich aller Zählstellen
- Kapitel 10: Schlussfolgerungen
- Literaturverzeichnis
- Anhang

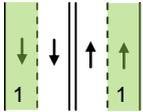
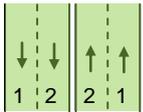
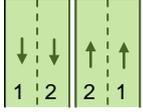
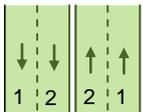
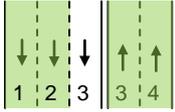
Die Kapitel 2 bis 8 sind gleich gegliedert, so enthält beispielsweise der Abschnitt X.3.2 jeweils die Auswertung des Gesamtschwerverkehrs der betreffenden Zählstelle.

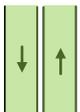
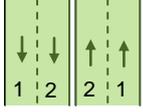
## 1.3 Vorhandene WIM-Messdaten

Die WIM-Messdaten enthalten detaillierte Informationen über Achslasten, Achsabstände Gesamtgewicht, Länge und Geschwindigkeit der Fahrzeuge unter Fahrbedingungen.

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 (Schwerverkehr, beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang A1 aufgeführt.

An einzelnen Standorten sind nicht alle Fahrstreifen mit WIM-Messgeräten ausgerüstet. Die ausgerüsteten Fahrstreifen sind in der Tabelle 1 grün markiert. Die Anzahl der Fahrstreifen (FS) bezieht sich direkt auf die Nummerierung der Rohdaten. Die verschiedenen Sensor-Layouts sind im Anhang A2 aufgeführt.

WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
405/406 Denges (A1) 	2x2 (2x WIM)	365		Mittelwert Messtage 405/406
405 Ri. Lausanne	FS 1	365	keine	
406 Ri. Morges	FS 1	365	keine	
413/414 Mattstetten (A1) 	2x2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 413/414
413 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
414 Ri. Bern	FS 1;2	365	keine	
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	364.5		Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	364	22.05.07	
416 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
411/412 Schafisheim (A1) 	2x2 (4x WIM)	363.5		Mittelwert Messtage 411/412
411 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
412 Ri. Bern	FS 1;2	362	14.07.07 18.07.07 19.07.07	
408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 411/412
408 Ri. Gotthard	FS 3;4	365	keine	
409 Ri. Chiasso	FS 1;2	365	keine	

WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
402 Gotthard (A2) 	2x1 (2x WIM)	365	13.06.07	Mittelwert Messtage 402  Datenlücke von 12:00-13:00 Uhr wegen Ersatz von defekten Sensoren und Umrüstung auf SWISS10
417/418 Trübbach (A13) 	2x2 (4x WIM)	349.5		Mittelwert Messtage 417/418  Generell sehr schlechte Datenqualität und viele Störungen.
417 Ri. Chur	FS 1;2	334	01.- 31.12.07	
418 Ri. St. Margrethen	FS 1;2	365		

**Table 1:** WIM – Anlagen, Messdaten 2007

#### 1.4 Genauigkeit der Messdaten

Die WIM-Anlagen messen dynamische Verkehrslasten unter Fahrtbedingungen. Die dynamischen Effekte der Fahrzeuge (u.a. Dämpfungseigenschaften, Unwuchten in Reifen und Rad, Schwingungen infolge Unebenheiten der Strassenoberfläche, Bremsen und Beschleunigen der Fahrzeuge) wirken sich mehr oder weniger stark auf die Genauigkeit der Messdaten aus. Gemäss Angaben des Herstellers beträgt die Differenz zwischen dem dynamisch gemessenen und dem statischen Fahrzeuggewicht zwischen 5-10%.

Zur Kontrolle und Verbesserung der Messgenauigkeit werden die WIM-Anlagen in regelmässigen Abständen kontrolliert und kalibriert. Anhand von Vergleichsmessungen wird die Abweichung zwischen dem dynamischen und statischen Fahrzeuggewicht bestimmt und mit Korrekturfaktoren angeglichen. Die an den einzelnen Zählerstandorten durchgeführten Vergleichsmessungen sind im Anhang A3 aufgeführt.

## 1.5 Referenzdokumente und Normen

### 1.5.1 Referenzdokumente

- ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten 2003-2006 [6] [7] [8] [9]
- VSS 594: Evaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé [1]
- ICOM 446-6: Dépouillement et Analyse des Mesures du Trafic Routier [2]

### 1.5.2 Verwendete Normen

- SIA 261: Einwirkungen auf Tragwerke [3]
- VSS SN 640 320a: Dimensionierung; Äquivalente Verkehrslast [4]
- VSS SN 640 324a: Dimensionierung; Strassenoberbau [5]

## 1.6 Begriffe

**Weigh-In-Motion (WIM):** Analysesystem zum Messen der Rad- und Achsbelastungen und zum Ermitteln des Fahrzeugbruttogewichtes unter Fahrbedingungen.

**Schwere Lastfahrzeuge und Schwerverkehr:** Als schwere Lastfahrzeuge werden Fahrzeuge bezeichnet, deren zulässiges Gesamtgewicht mehr als 3.5t beträgt. Analog versteht sich der Schwerverkehr als ein Verkehr, der aus schweren Lastfahrzeugen besteht.

**Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV):** Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV, 24 Stunden) entspricht dem Jahresmittel und wird berechnet, indem das Jahrestotal der Fahrzeuge an einem bestimmten Strassenquerschnitt durch Anzahl Messtage (Normalfall 365 Tage) dividiert wird.

**Achse / Achsentypen:** Es werden verschiedene Typen von Achsen unterschieden: Eine Einzelachse besteht aus einer einzigen Achse, eine Tandemachse (oder Doppelachse) besteht aus einer Gruppe von zwei Achsen und eine Tridemachse (oder Dreifachachse) aus einer Gruppe von drei Achsen.

**Referenzachse (ESAL):** Die Last einer Referenzachse (internationale Definition: ESAL = Equivalent Single Axle Load) beträgt 8.16 to.

**Äquivalente Verkehrslast:** Die äquivalente Verkehrslast ist die Verkehrslast, ausgedrückt in der gleichwertigen Anzahl von Durchgängen einer Referenzachse.

**Gesamte äquivalente Verkehrslast ( $W_n$ ):** Gesamte Anzahl von Referenzachsendurchgängen auf einem Fahrstreifen während einer Gebrauchsperiode von n Jahren.

**Fraktilwert / Fraktil-95% (f95) / Fraktil-99% (f99):** Quantilwert einer Verteilung (5%, respektive 1% der Messungen liegen über diesem Wert).

## 1.7 Klassifizierung der Fahrzeuge

### 1.7.1 Fahrzeugtypen

Die Rohdaten der WIM-Anlagen enthalten eine sehr feine Klassifizierung der verschiedenen Fahrzeugtypen. Die Einteilung der Fahrzeuge erfolgt anhand der Achskonfiguration, Achslast und Gesamtgewicht (s. Anhang A4). Diejenigen Fahrzeuge, welche keine eindeutige Achskonfiguration aufweisen (FZC = 901-910), werden als „unklassifizierte Fahrzeuge“ bezeichnet. Der Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen liegt normalerweise zwischen 1-10% und gibt wichtige Anhaltspunkte bezüglich der Qualität der Messresultate. So äussert sich beispielsweise eine Sensorstörung der Messgeräte häufig mit einem hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der sieben WIM-Anlagen im Verlaufe des Jahres 2007 ist im Anhang A5 aufgeführt.

### 1.7.2 Fahrzeugkategorien

Die Zuordnung der Fahrzeugtypen in Fahrzeugkategorien erfolgt anhand der Klassifikationsmethode „Swiss 10“. Diese Methode verschafft einen guten Überblick über die Zusammensetzung des Gesamtverkehrs und ermöglicht ausserdem den Vergleich der Messdaten mit herkömmlichen Strassenverkehrszählungen. Die Fahrzeuge werden den folgenden 10 Kategorien zugeteilt:

1. Reiseautos, Busse (CB)
  2. Motorräder (MR)
  3. Personenkraftwagen (PW)
  4. Personenkraftwagen mit Anhänger (PW+)
  5. Lieferwagen (LI)
  6. Lieferwagen mit Anhänger (LI+)
  7. Lieferwagen mit Auflieger (LA)
  8. Lastkraftwagen (LW)
  9. Lastkraftwagen mit Anhänger (Lastenzüge) (LZ)
  10. Lastkraftwagen mit Auflieger (Sattelzüge) (SZ)
- } „Lieferwagen erweitert (LIE)“

Im Rahmen der vorliegenden Auswertung interessieren wir uns ausschliesslich für die schweren Lastfahrzeuge. Alle Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht < 3.5t werden unter der Fahrzeugklasse „Leichtverkehr“ zusammengefasst. Als weitere Vereinfachung werden die Fahrzeuge ≥ 3.5t der Kategorien MR, PW, PW+, LI, LI+ und LA unter der Kategorie „Lieferwagen erweitert“ zusammengefasst.

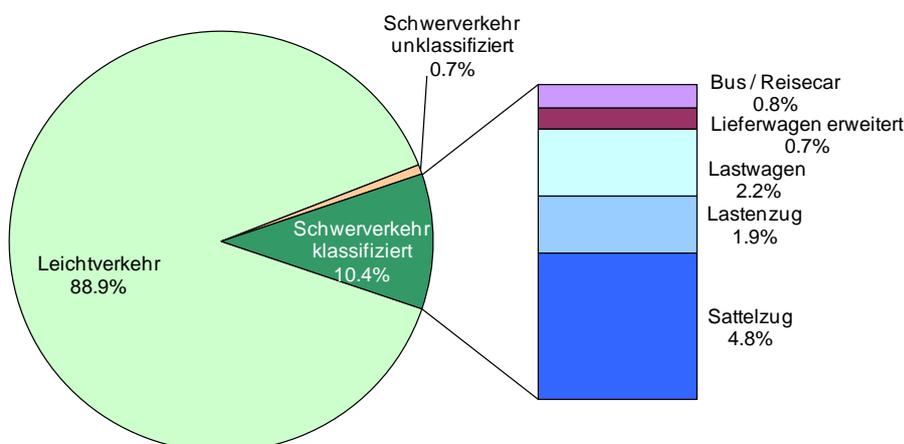
### 1.7.3 Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

Der Gesamtverkehr kann in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. Leichtverkehr
2. Schwerverkehr klassifiziert
3. Schwerverkehr unklassifiziert.

Eine typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs ist in Abbildung 2 dargestellt.

### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



**Abbildung 2:** Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

## 1.8 Aufbereitung und Auswertung der Messdaten

### 1.8.1 Verwendete Programme

Für die Aufbereitung und Auswertung der WIM-Messdaten wird das vom ICOM / ETH Lausanne entwickelte Program „TrafficAnalyst 1.01“ verwendet. Die Ausgabedaten der beiliegenden Daten-CD können mit dem „ResultViewer 1.03“ in MS-Excel dargestellt und weiterverarbeitet werden.

### 1.8.2 Relevante Messdaten

Für die Bemessung von Brücken, Infrastrukturen und Strassenbelägen ist die Einwirkung der schweren Lastfahrzeuge massgebend. Deshalb werden für die Auswertung nur die Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht  $\geq 3.5t$  berücksichtigt.

### 1.8.3 Auswertung nach Fahrzeugkategorie

Die Auswertung der Messdaten erfolgt nach Fahrzeugkategorie. Für jede Kategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen aufgezeigt.

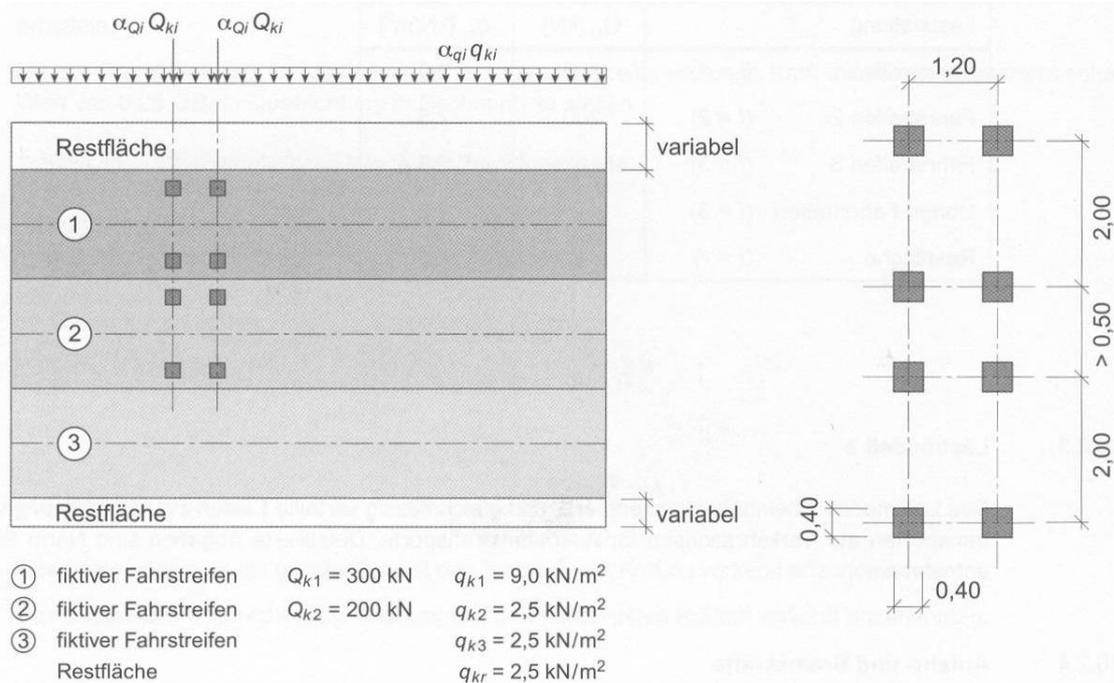
### 1.8.4 Gewicht pro Laufmeter

Die Fahrzeuglänge wird nicht von allen Geräten auf die gleiche Weise erfasst. Damit die Messungen direkt miteinander verglichen werden können, wird die Bestimmung der Fahrzeuglänge vereinheitlicht. Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55 m ermittelt:

$$q = \frac{GW_{TOT}}{\sum W_i + 2.55m} \quad \left[ \frac{N}{m} \right]$$

### 1.8.5 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Das Lastmodell 1 der Norm SIA 261 [3], Ziffer 10.2, beinhaltet konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten zur Modellierung von Personen- und Lastwagenverkehr. Die charakteristischen Werte der Lasten  $Q_{ki}$  und  $q_{ki}$  sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung von Tragwerken wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.



**Abbildung 3:** Lastmodell 1 der Norm SIA 261, Ziffer 10.2

Für den Vergleich der gemessenen Lasten mit den Verkehrsmodellen der Norm SIA 261 [3] werden die Fraktilwerte ( $f_{95}$  /  $f_{99}$ , Definition s. Abs. 1.6) der gemessenen Achslasten verwendet. Die Maximalwerte der gemessenen Achslasten sind statistische Ausreisser und werden für die Auswertung nicht berücksichtigt.

Um die Doppel- und Tridemachsen mit der Einzelachse der Norm zu vergleichen, werden die Achslasten unter Annahme einer gleichmässigen Lastverteilung halbiert, respektive gedrittelt.

### 1.8.6 Dynamischer Beiwert

Die konzentrierten Lasten der Norm SIA 261 beinhalten die dynamischen Effekte der Fahrzeuge. In der vorangehenden Normengeneration (SIA 160 ff.) wurden diese mit einem Beiwert von  $\Phi = 1.8$  berücksichtigt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden deshalb die charakteristischen Werte der Norm um den Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. X.5.1).

### 1.8.7 Lastverteilung der gemessenen Verkehrslasten

Die WIM-Anlagen messen die Gesamtlast einer einzelnen Fahrzeugachse. Somit kann eine asymmetrische Lastverteilung in Querrichtung infolge Seitenwinds, Zentrifugalkraft oder ungleichmässiger Belastung der Fahrzeuge nicht berücksichtigt werden.

### 1.8.8 Einwirkung auf den Strassenbelag

Als Grundlage für die Beurteilung der Einwirkung der gemessenen Verkehrslasten auf den Strassenbelag wird die Norm VSS 640 320a [4] verwendet.

Die gesamte äquivalente Verkehrslast ( $W$ ) wird mit folgender Formel berechnet:

$$W = \sum n_i \times k_i$$

mit:  $n_i$ : Anzahl Achsen mit Last  $i$  während der Gebrauchsdauer eines Jahres

$k_i$ : Äquivalenzfaktoren gemäss VSS 640 320a [4], Tabelle 2 (Oberbau mit bituminösem Mischgut) (s. Anhang A6)

Für eine Strasse mit mehreren Fahrstreifen wird die gesamte Verkehrslast gemäss Norm VSS 640 320a [4], Tabelle 1, wie folgt auf die einzelnen Fahrstreifen aufgeteilt:

Anzahl Fahrstreifen	Aufteilung
1	100%
2	50% 50%
3	50% 0% 50%
2x2	45% 5% 5% 45%
2x3	45% 5% 0% 0% 5% 45%

Für die Bestimmung der Verkehrslastklasse gemäss Norm VSS 640 324a [5], Tabelle 1, wird die tägliche äquivalente Verkehrslast (TF) auf einem Fahrstreifen ermittelt:

$$TF = W_1 / \text{Anzahl Messtage (im Normalfall 365 T)}$$

Verkehrslastklasse		Tägliche Äquivalente Verkehrslast (TF)
T1	Sehr leicht	≤ 30
T2	Leicht	30... 100
T3	Mittel	100... 300
T4	Schwer	300... 1000
T5	Sehr schwer	1000... 3000
T6	Extrem schwer	3000... 10000

### 1.8.9 Entwicklung des Schwerverkehrs

Für die Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Resultate mit den Werten aus den Vorjahren verglichen. Der Zählerstandort Schafisheim wurde 2006 neu eingeführt.



## 2 Denges (A1)

### 2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 2.2 Übersicht Messresultate

#### 2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

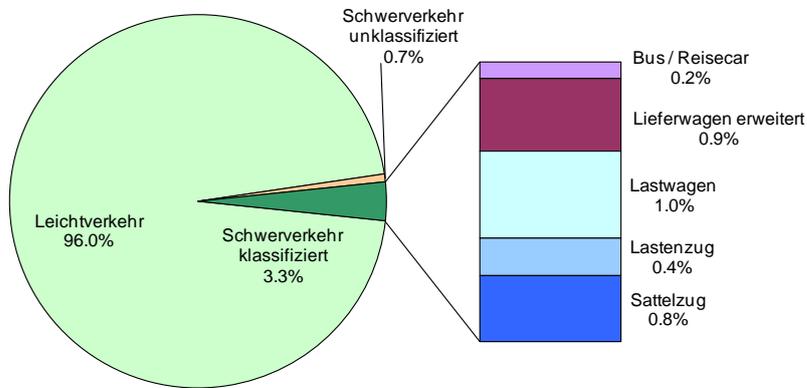
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	30'391'725	83'265	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	29'172'045	79'923	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'219'680	3'342	4.0	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	206'231	565	0.7	16.9
01 Bus / Reisecar	61'957	170	0.2	5.1
02 Motorrad	160	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	51'042	140	0.2	4.2
04 Personenwagen mit Anh.	32'215	88	0.1	2.6
05 Lieferwagen	112'608	309	0.4	9.2
06 Lieferwagen mit Anh.	41'805	115	0.1	3.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	22'416	61	0.1	1.8
08 Lastwagen	315'331	864	1.0	25.9
09 Lastenzug	135'858	372	0.4	11.1
10 Sattelzug	240'057	658	0.8	19.7
Total	1'219'680	3'342	4.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	346'724	950	1.1	28.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	479'404	1'313	1.6	39.3
Fahrzeuge 18 - 28t	235'507	645	0.8	19.3
Fahrzeuge 28 - 40t	117'037	321	0.4	9.6
Fahrzeuge > 40t	41'008	112	0.1	3.4
Total	1'219'680	3'342	4.0	100.0

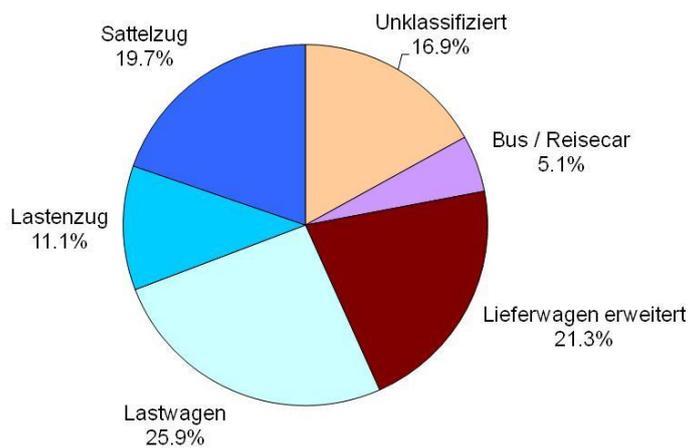
**Tabelle 2:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

## 2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

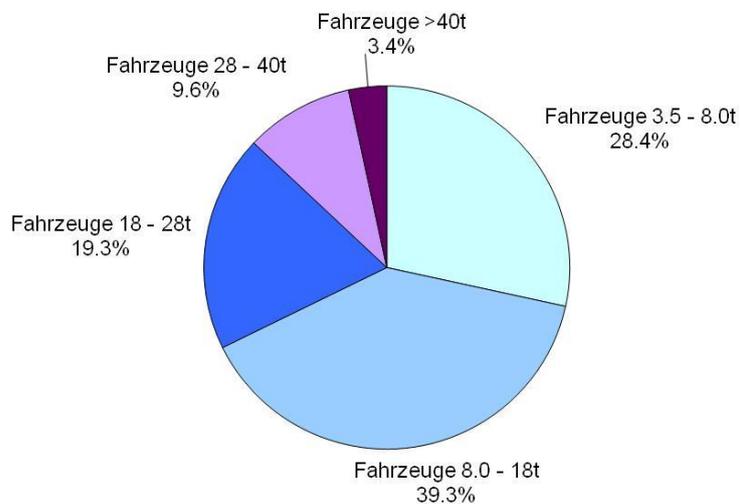
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 2.3 Messdiagramme

### 2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Denges (A1) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 2.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 2.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 2.3.5 Lastwagen (LW)
- 2.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 2.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 2.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 2.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

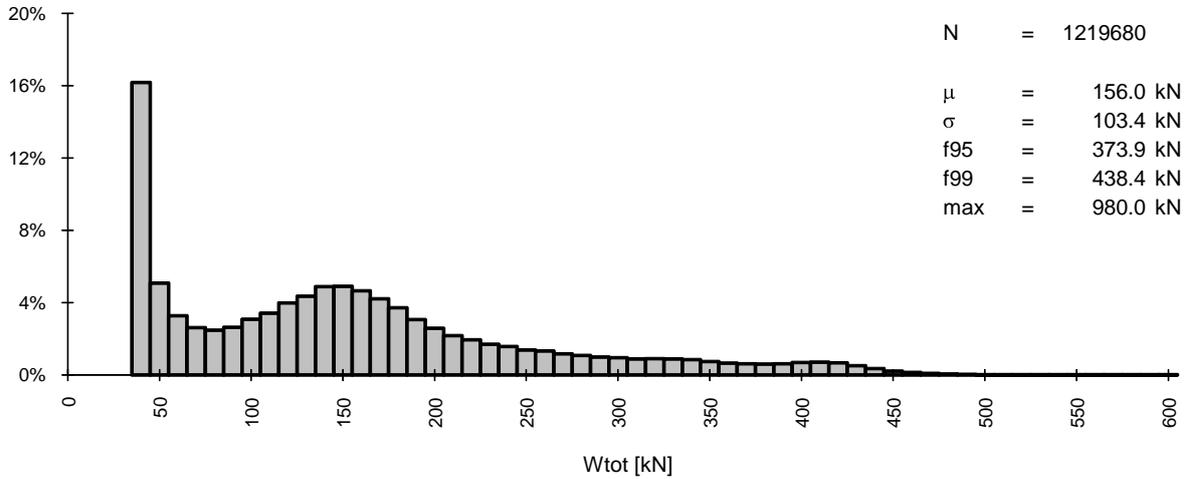
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 2.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

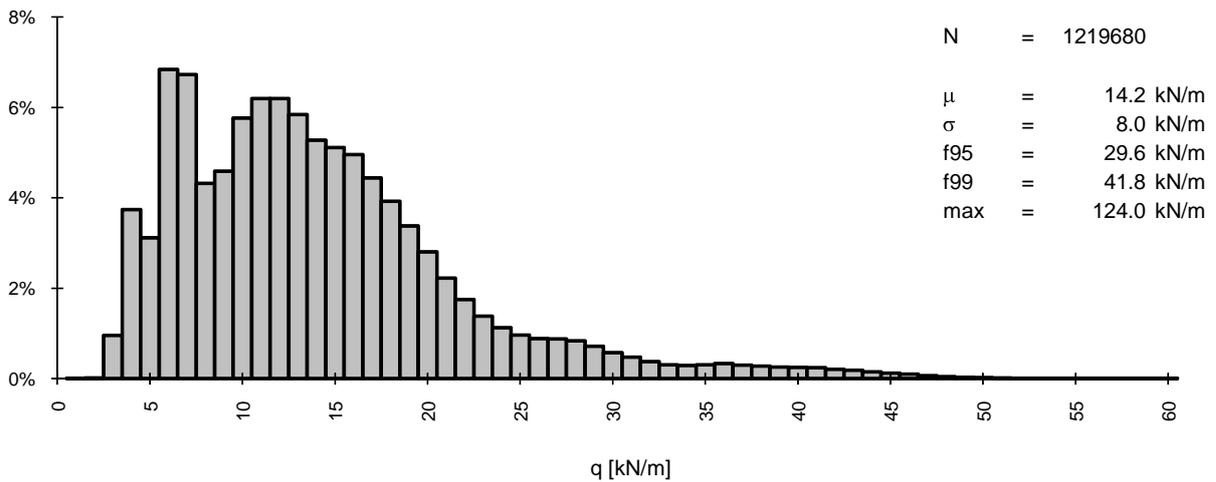
2007 Denges

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



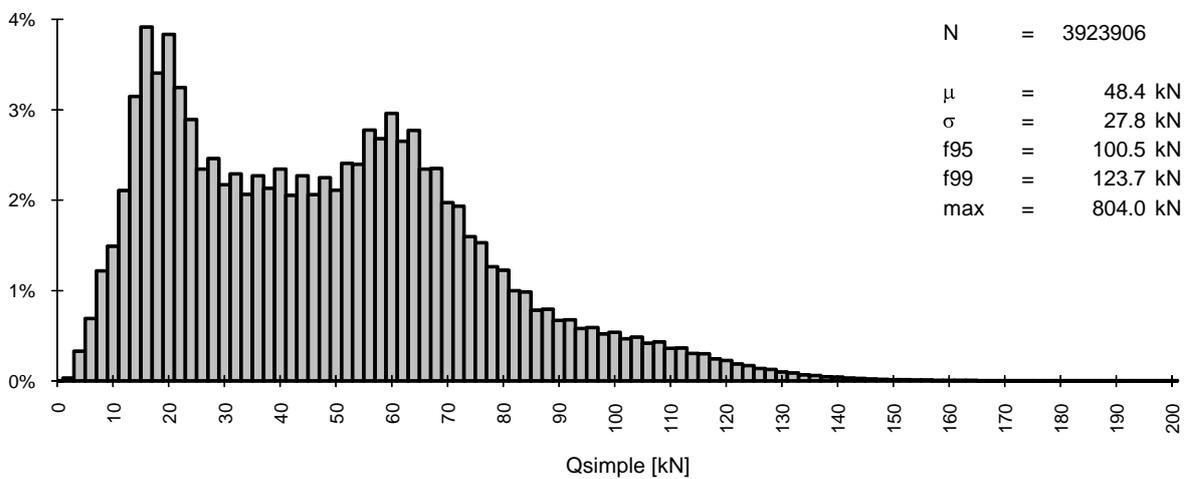
2007 Denges

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



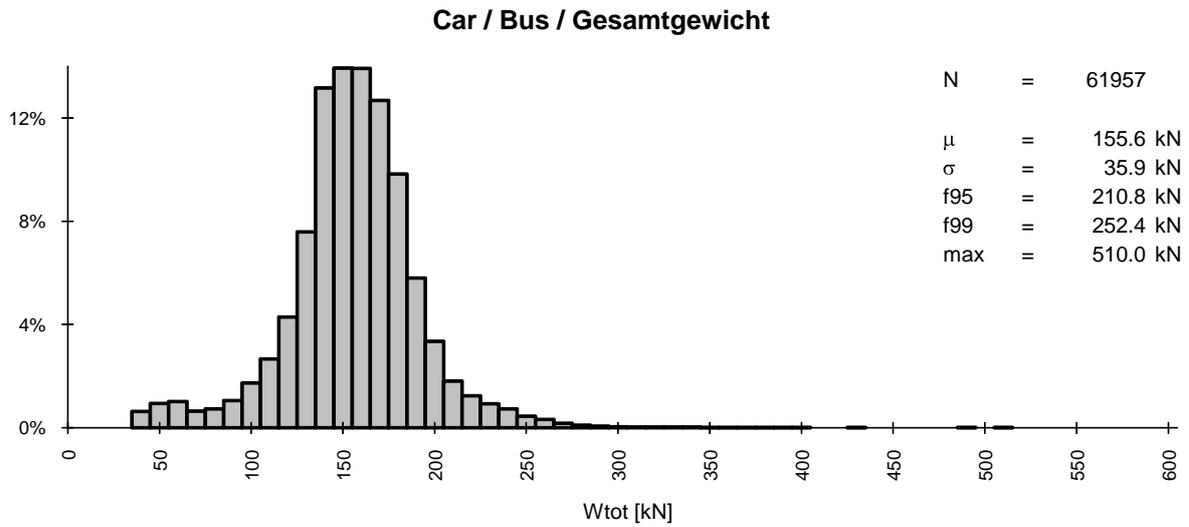
2007 Denges

**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**

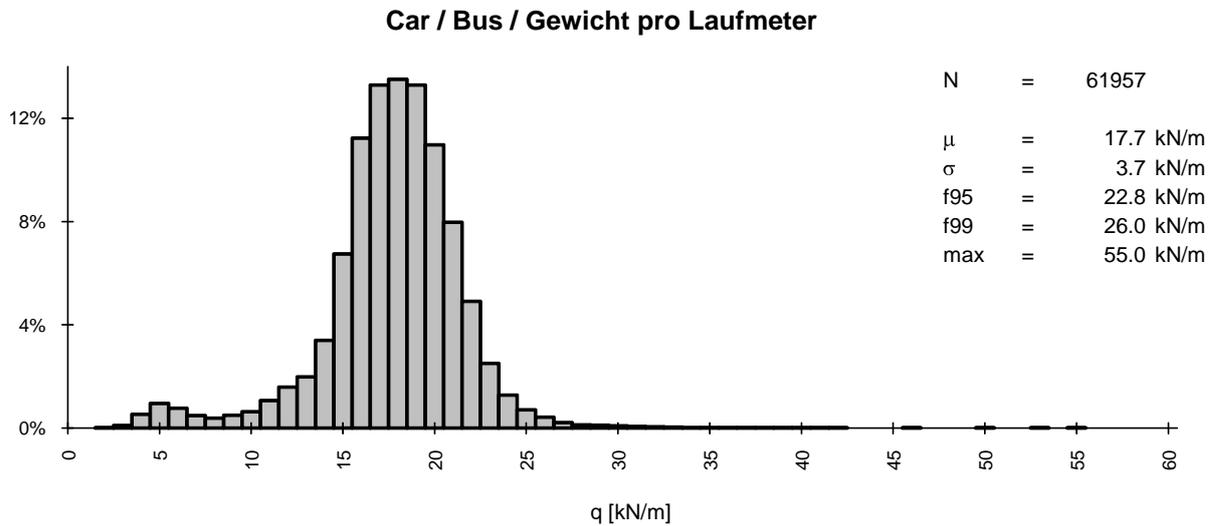


### 2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

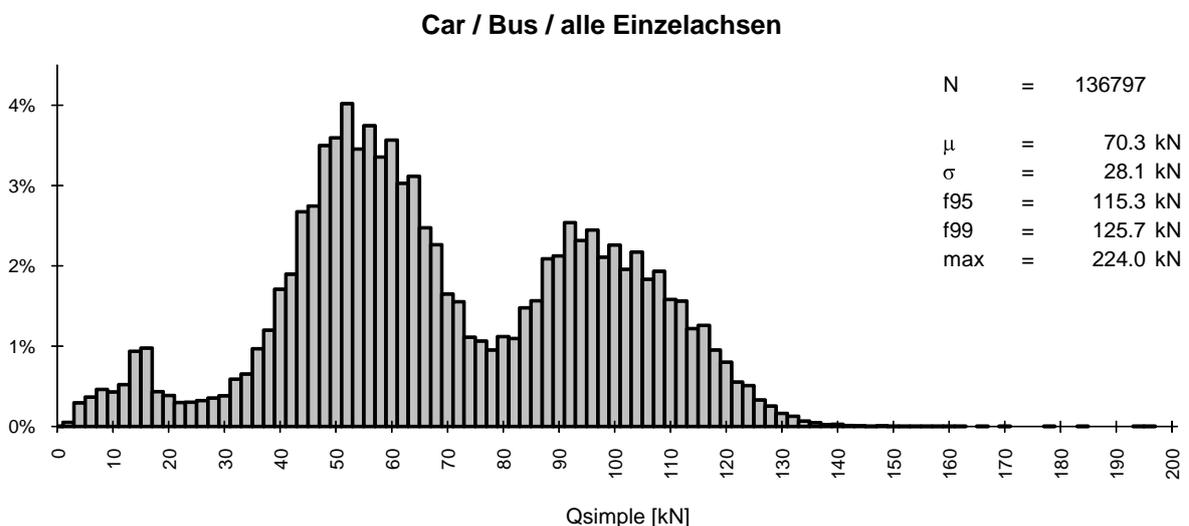
2007 Denges



2007 Denges



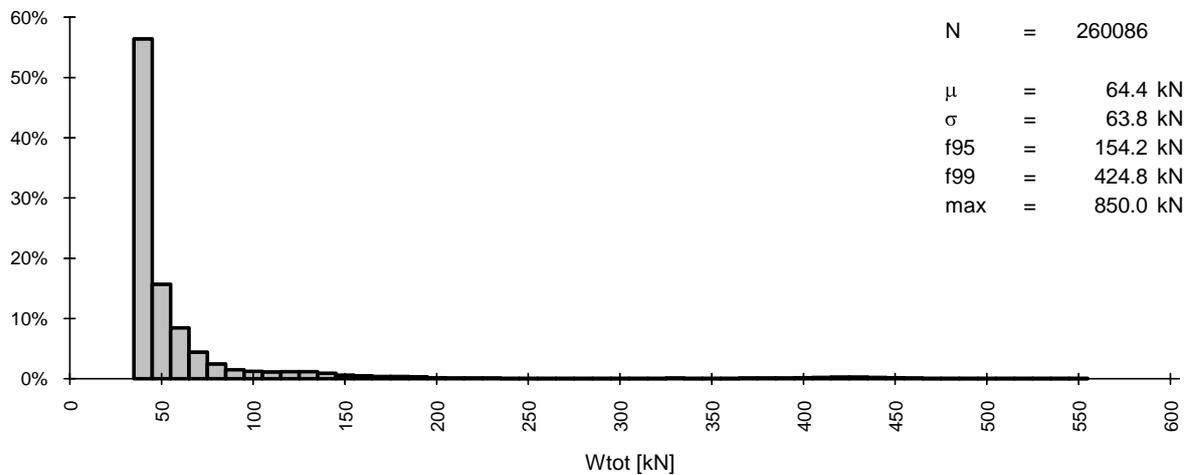
2007 Denges



### 2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

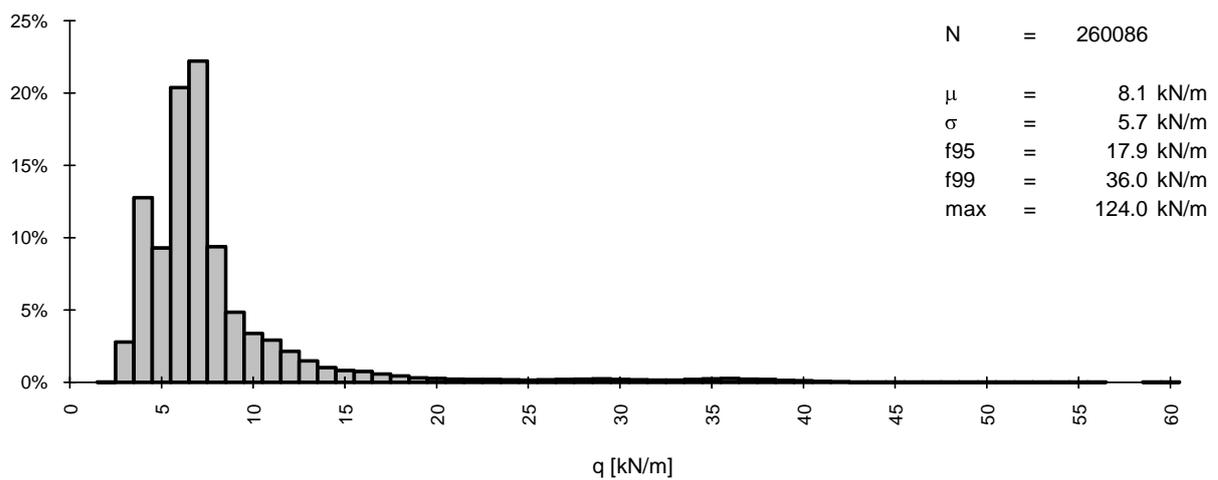
2007 Denges

#### Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



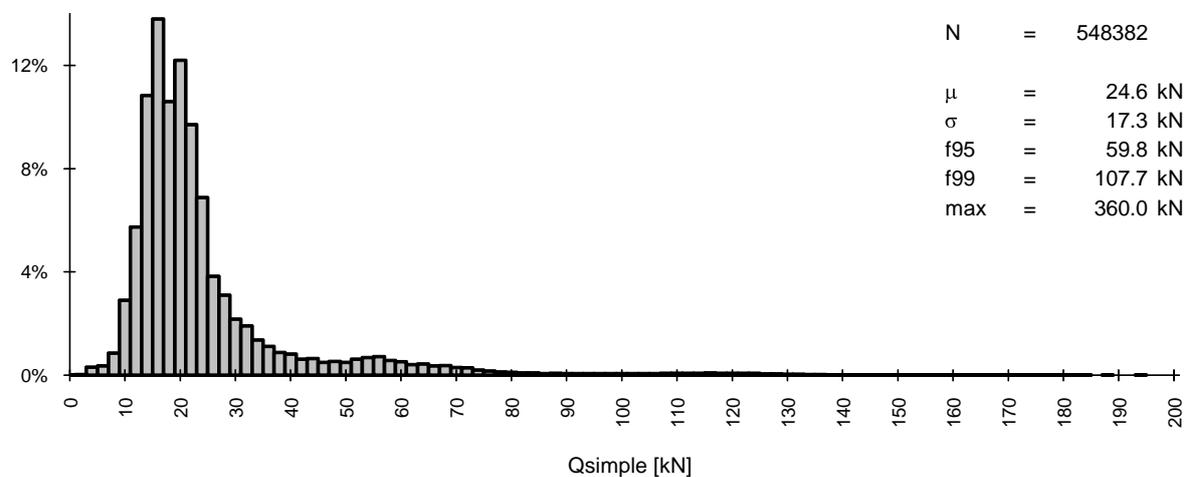
2007 Denges

#### Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2007 Denges

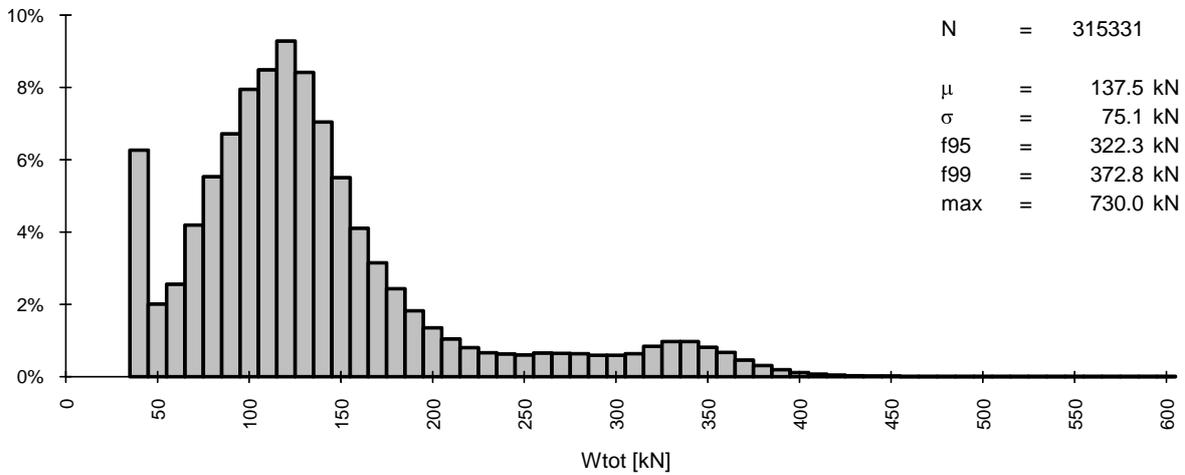
#### Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



### 2.3.5 Lastwagen (LW)

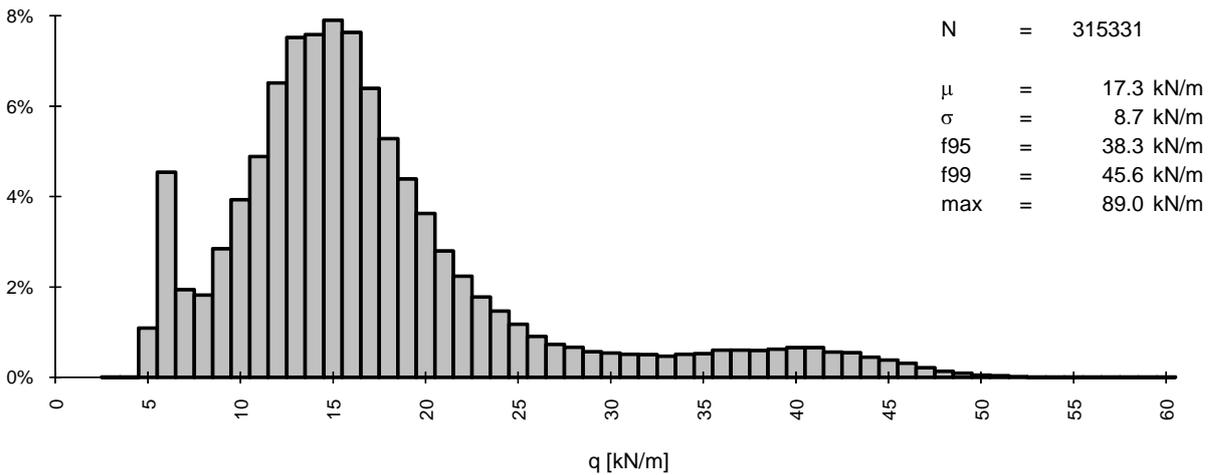
2007 Denges

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



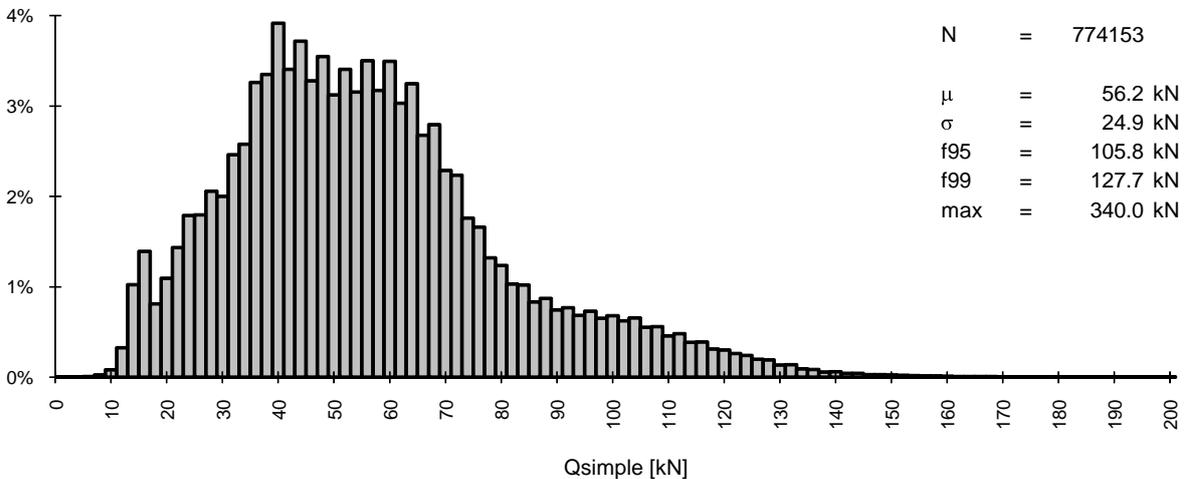
2007 Denges

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Denges

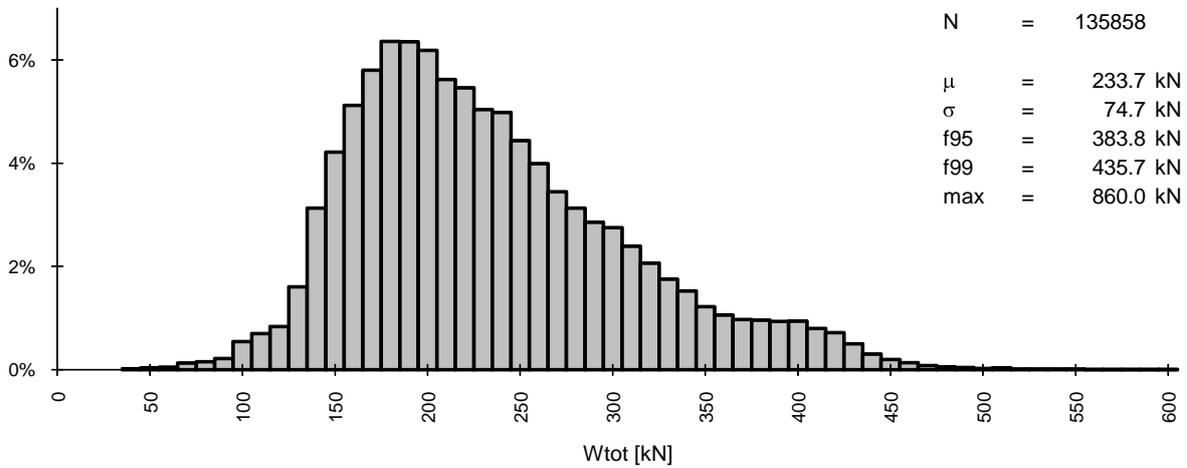
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 2.3.6 Lastenzüge (LZ)

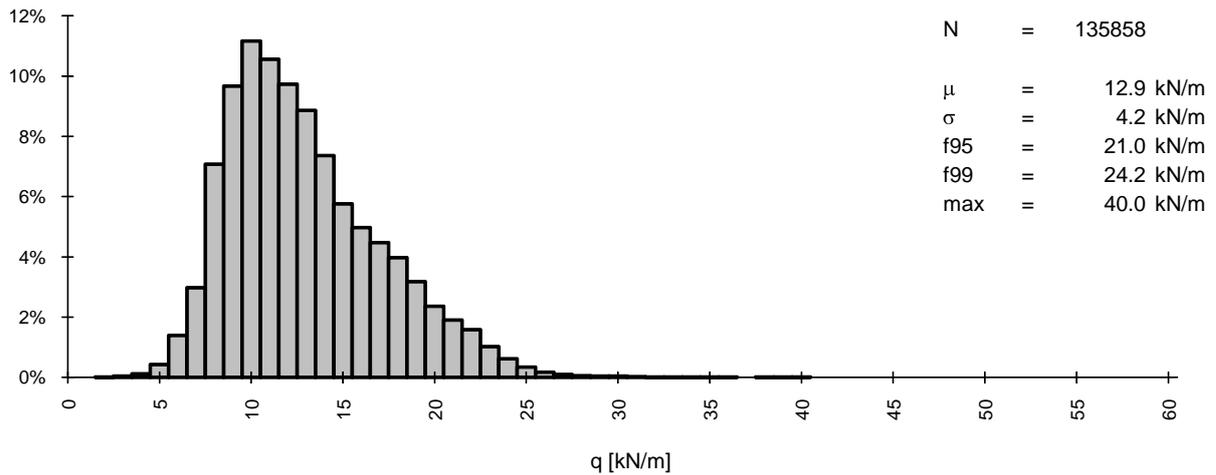
2007 Denges

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



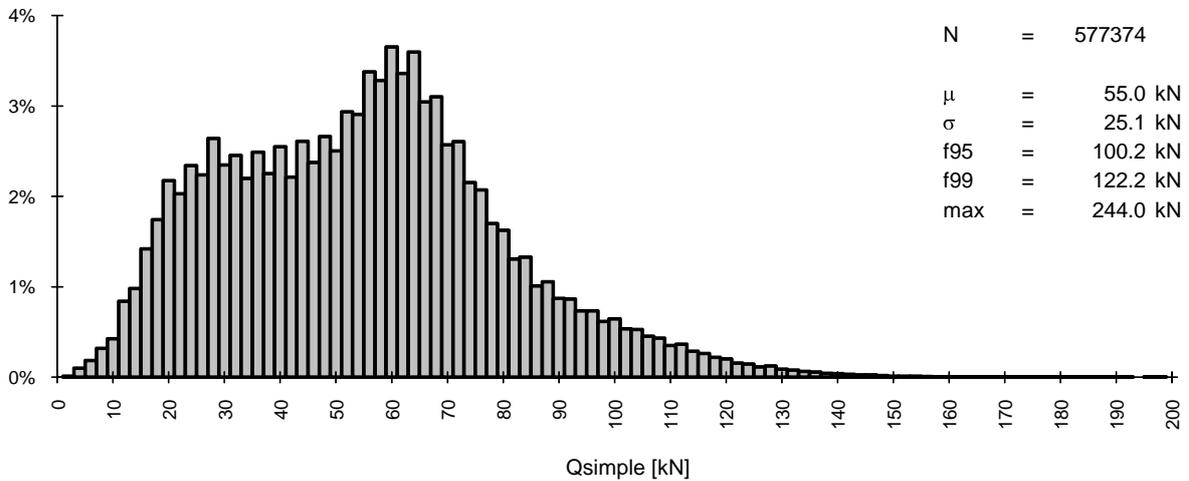
2007 Denges

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



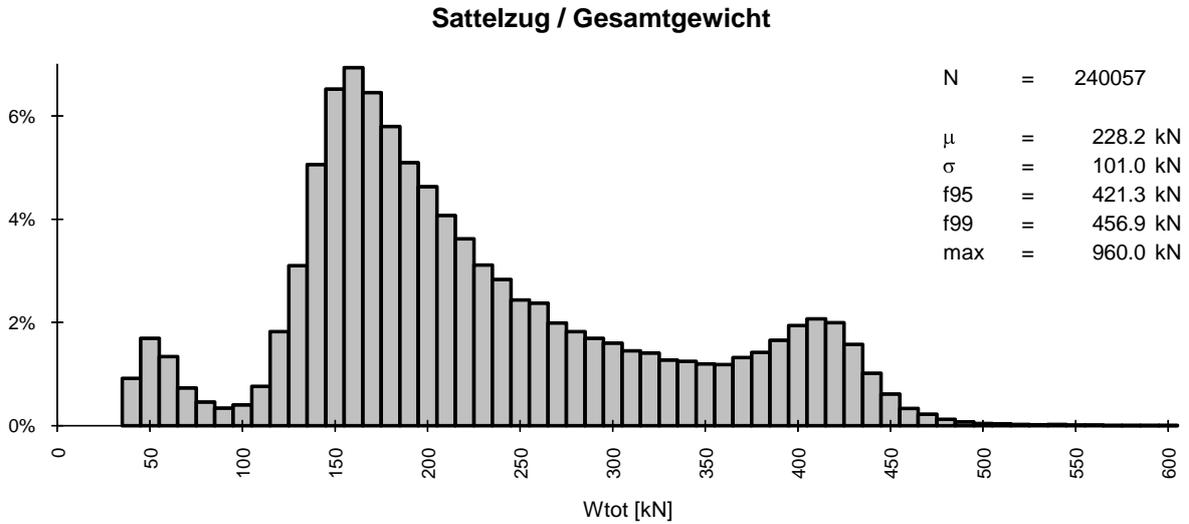
2007 Denges

**Lastenzug / alle Einzelachsen**

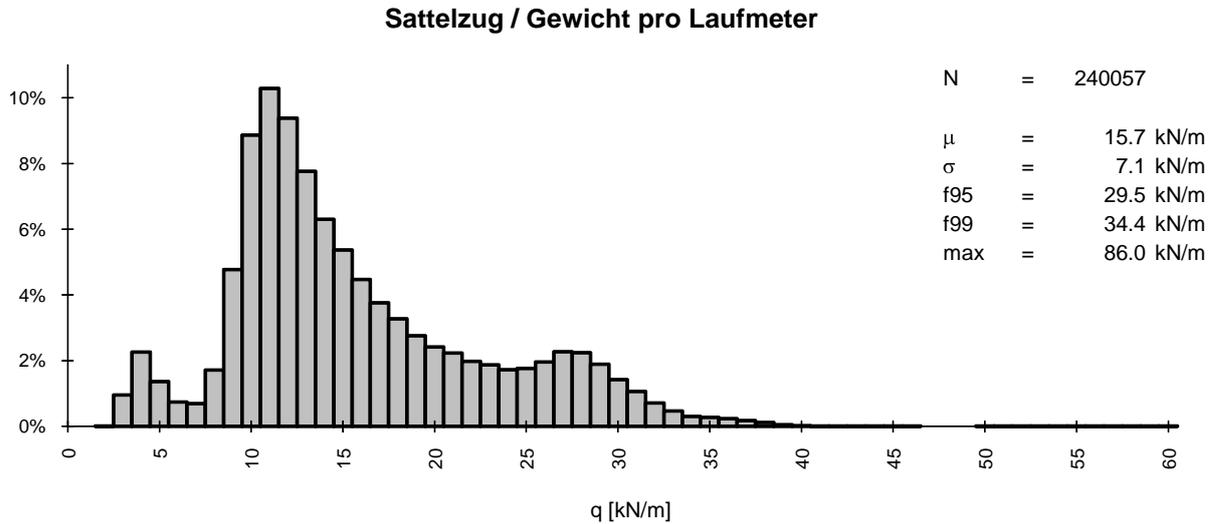


### 2.3.7 Sattelzüge (SZ)

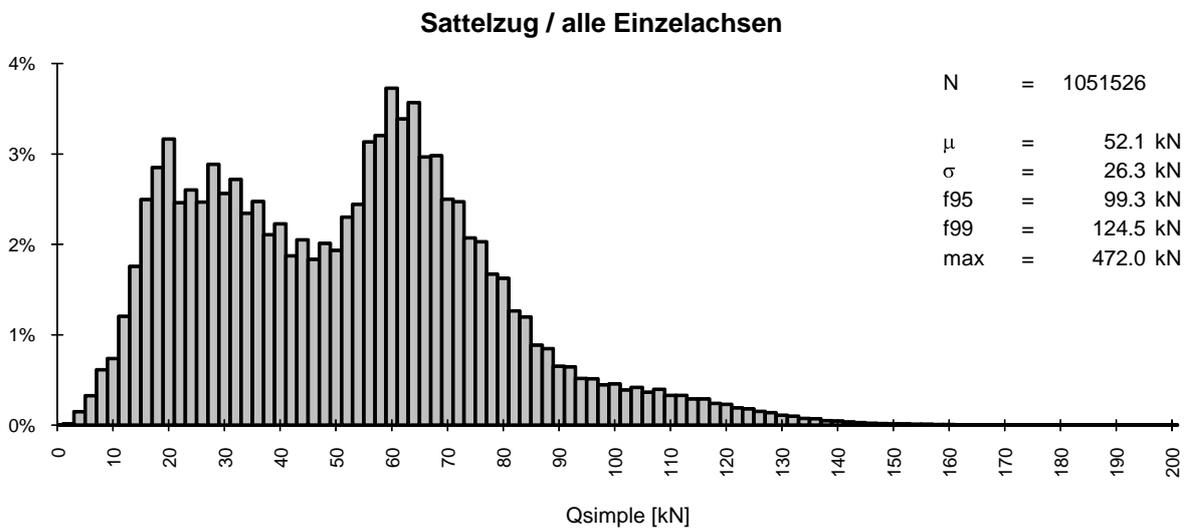
2007 Denges



2007 Denges



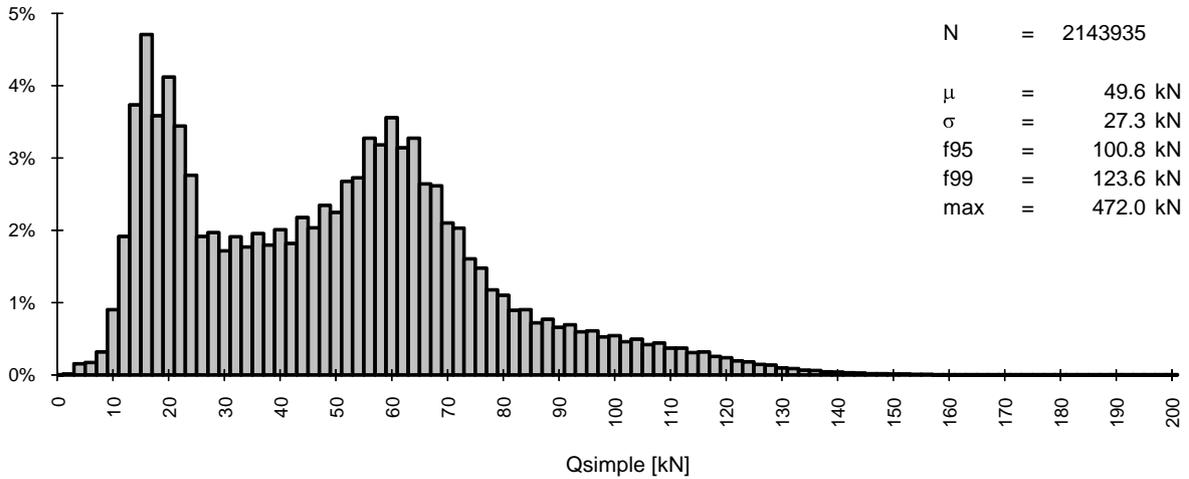
2007 Denges



### 2.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

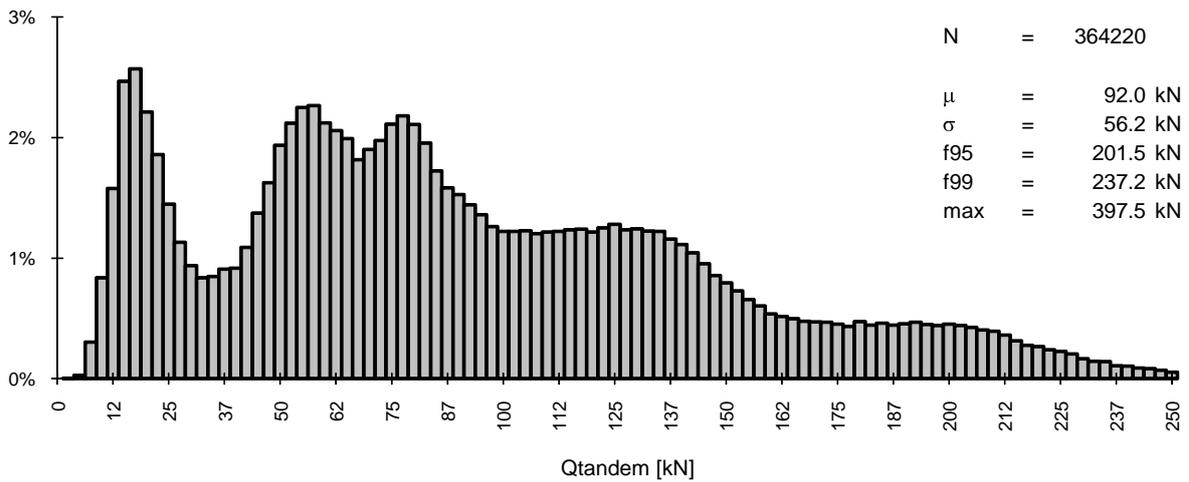
2007 Denges

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



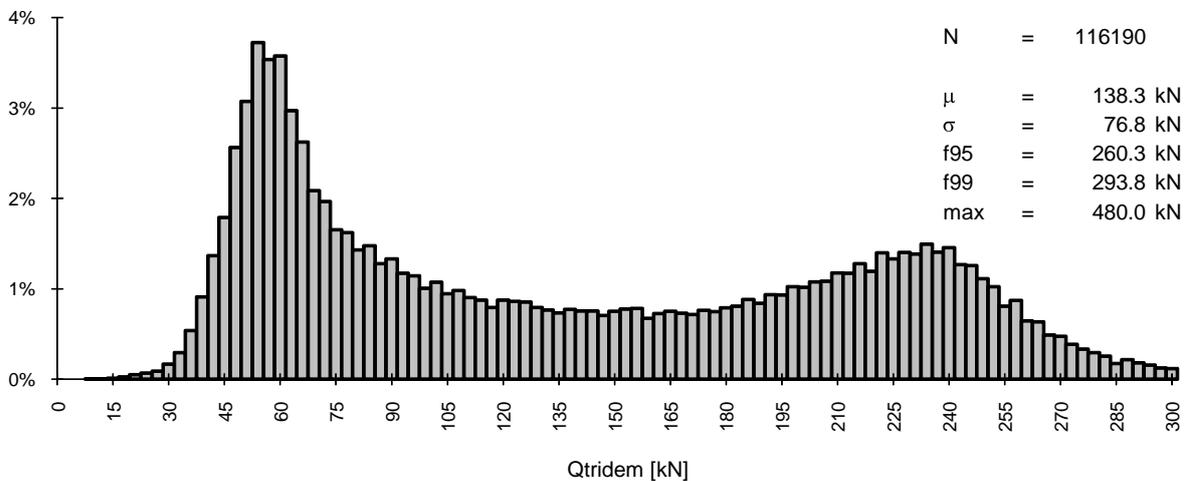
2007 Denges

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Denges

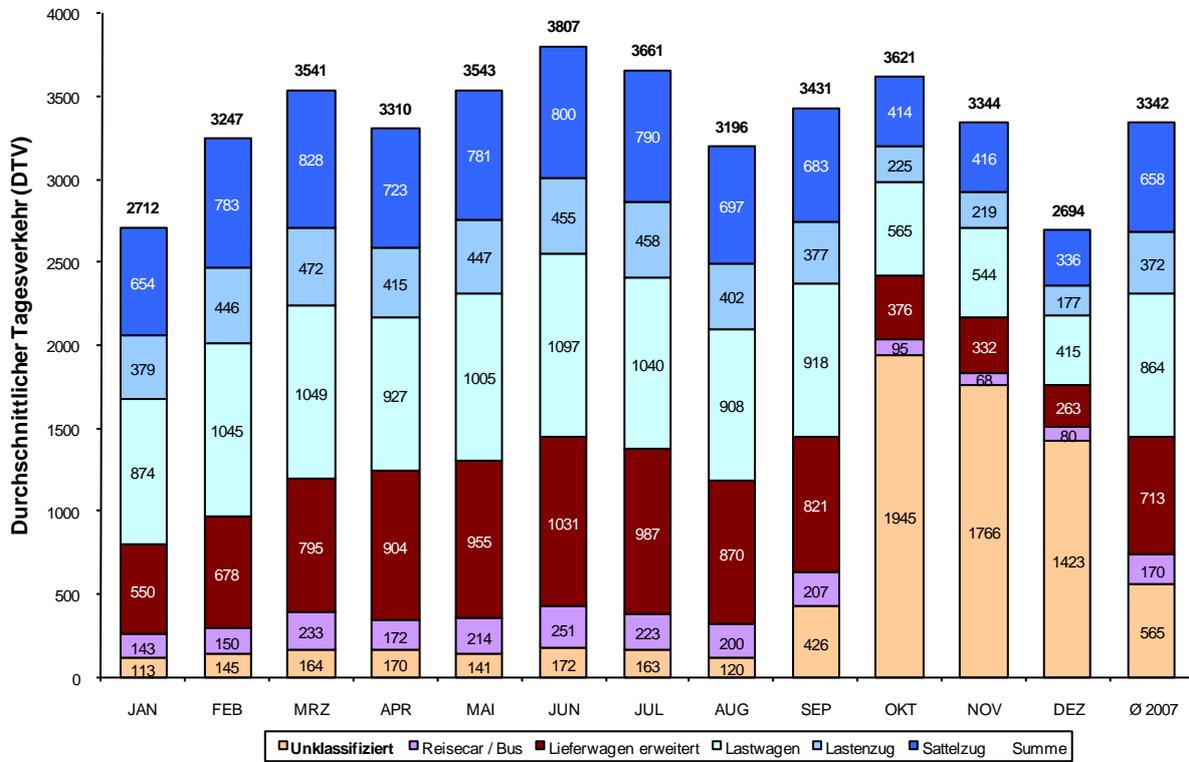
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



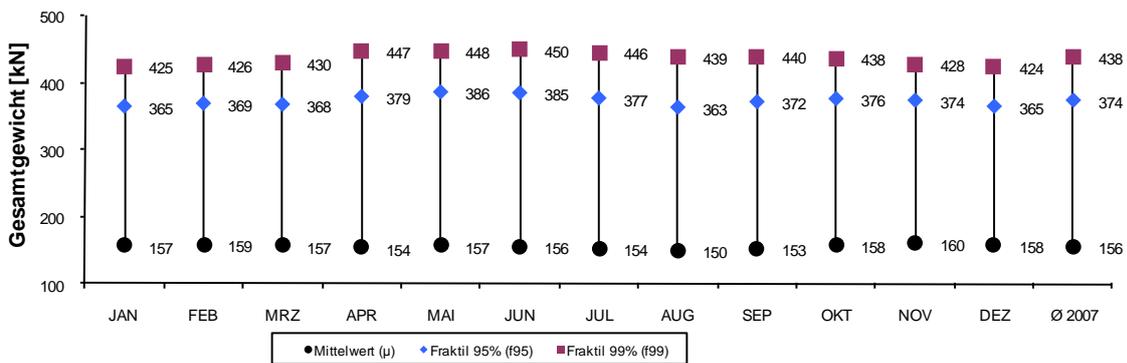
## 2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

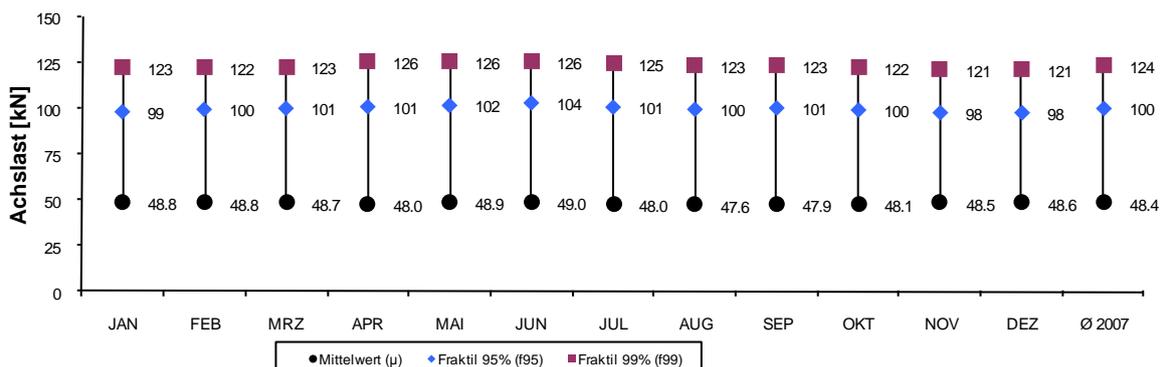
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

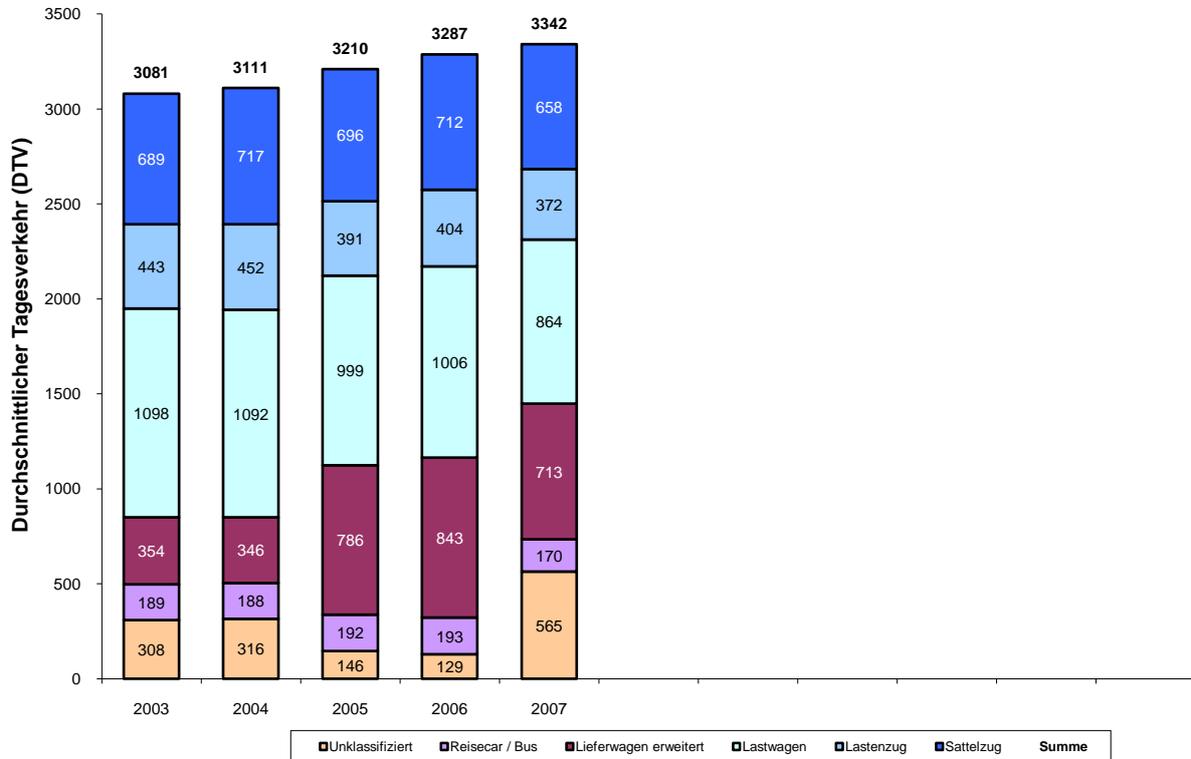


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

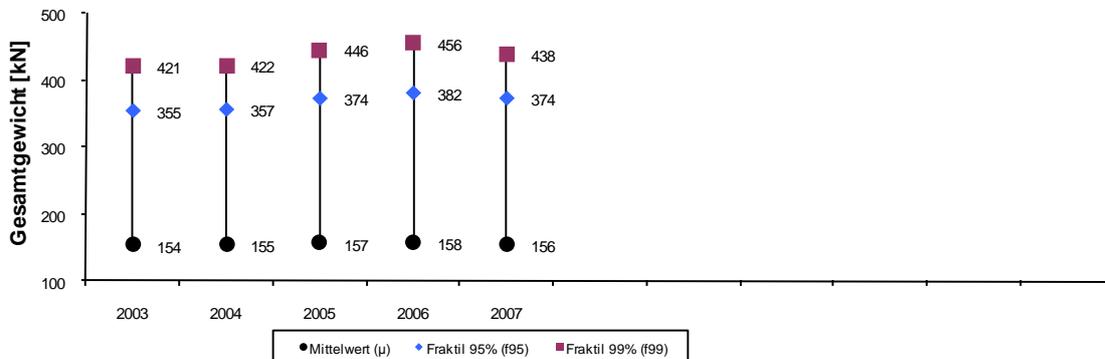


### 2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

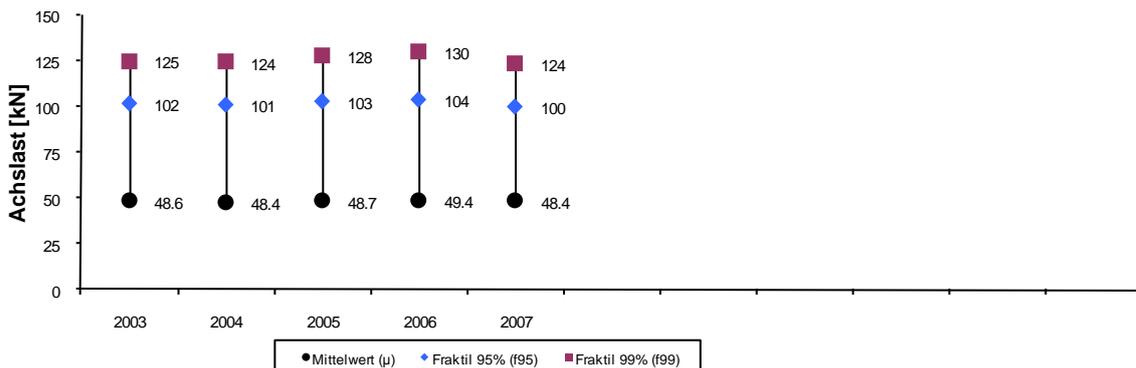
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



## 2.5 Auswertung der Messdaten

### 2.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 2.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.6	49.6	100.8	123.6
Tandemachse	92.0	46.0	100.8	118.6
Tridemachse	138.3	46.1	86.8	97.9
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 49.6 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 46.0 kN, respektive 46.1 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachslasten massgebend. Der Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN wird von etwas mehr als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen jedoch unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (Abschnitt 2.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	14.2 kN/m	29.6 kN/m	41.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.06 kN/m <sup>2</sup>	8.46 kN/m <sup>2</sup>	11.94 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Die Werte der Norm werden von mehr als 5% der Fahrzeuge überschritten. Bei einem minimalen Abstand von 2-3 m zwischen den Fahrzeugen (stockender Kolonnenverkehr) und einer Fahrzeuglänge von ca. 15 m reduziert sich die resultierende Last jedoch um mindestens 10-15%. Mit dieser Reduktion liegen mehr als 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

## 2.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsarten sind in den Diagrammen des Abschnitts 2.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	33'571	17	0.000	4'266	0	0.000	3	0
2	0.006	387'426	2'325	0.001	32'247	23	0.000	50	0
3	0.020	253'221	5'064	0.003	19'639	59	0.001	435	0
4	0.070	202'588	14'181	0.008	12'818	103	0.002	2'031	4
5	0.150	227'839	34'176	0.020	21'991	440	0.005	6'644	33
6	0.290	330'554	95'861	0.030	31'988	960	0.010	16'164	162
7	0.530	295'569	156'652	0.060	28'370	1'702	0.020	8'925	179
8	1.000	158'604	158'604	0.100	30'583	3'058	0.030	6'090	183
9	1.520	84'780	128'866	0.140	24'801	3'472	0.040	6'413	257
10	2.400	63'854	153'250	0.200	19'310	3'862	0.060	3'863	232
11	3.660	47'036	172'152	0.280	17'780	4'978	0.080	3'483	279
12	5.400	32'193	173'842	0.400	17'938	7'175	0.110	4'003	440
13	7.760	16'284	126'364	0.540	18'290	9'877	0.140	2'916	408
14	10.870	6'494	70'590	0.730	17'232	12'579	0.190	2'642	502
15	14.910	2'379	35'471	0.960	13'313	12'781	0.240	3'449	828
16	20.060	957	19'197	1.260	9'213	11'609	0.300	2'593	778
17	26.540	338	8'971	1.630	7'161	11'672	0.380	2'567	975
18	34.590	219	7'575	2.080	6'667	13'868	0.480	3'505	1'682
19	-	-	-	2.640	6'584	17'382	0.590	2'939	1'734
20	-	-	-	3.300	6'611	21'817	0.720	3'360	2'419
21	-	-	-	4.090	6'082	24'874	0.880	5'058	4'451
22	-	-	-	5.030	10'390	52'264	1.060	4'232	4'486
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'801	6'097
24	-	-	-	-	-	-	1.520	6'670	10'138
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'229	7'654
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'143	6'726
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'606	6'541
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'177	3'460
29	-	-	-	-	-	-	3.430	750	2'573
30	-	-	-	-	-	-	3.980	673	2'679
Summe		2'143'906	1'363'156		363'274	214'554		115'414	65'900

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'363'156 + 214'554 + 65'900 = 1'643'610 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 1'643'610 = 821'805 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 821'805 / 365 = 2'252 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

### 2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2007 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 2.4.1). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 3'807 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge nimmt ab September massiv zu und liegt bis Ende Jahr weit über dem Jahresmittel. Diese Entwicklung ist wahrscheinlich auf technische Probleme an der Messeinrichtung zurückzuführen.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 25.9%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil von 21.3% der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 2.4.1b und 2.4.1c) variieren v.a. in Bezug auf die Fraktilwerte f95 und f99, währenddem die Mittelwerte relativ konstant bleiben. In den Monaten April, Mai und Juni werden die höchsten Fraktilwerte erreicht.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2007 passierten pro Tag durchschnittlich 3'342 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'287 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 2.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 1.7%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert. Die Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge nimmt allerdings ab September massiv zu, übers gesamte Jahr ergibt das eine Zunahme von 22.8% gegenüber dem Vorjahr.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant (von 158 auf 156 KN), währenddem die Fraktilwerte f95 und f99 sanken um 2.1% respektive 3.9%.

Eine ähnlicher Entwicklung ist bezüglich der Achslast feststellbar (s. Diagramm 2.4.2c). Hier senkt sich der Mittelwert von 49.4 kN auf 48.4 kN (-2.0%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sanken um 3.8%, respektive um 4.6%.

Die Abnahme der mittleren Achslast wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 2.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 2'859 auf 2'252 ESAL (-21.2%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

## **Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs**

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen fünf Jahren von 3'081 auf 3'342 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 8.5%. Die Anzahl „Lieferwagen erweitert“ ist bis 2006 um 138% gestiegen; die Zunahme zwischen 2004 und 2005 fällt auffallend stark aus. Die Zahl der „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ hat zwischen 2003 und 2006 um 8.5% abgenommen.

Die vielen unklassifizierten Fahrzeuge Ende 2007 sind wahrscheinlich auf einen technischen Defekt zurückzuführen. Sie verfälschen die absoluten Verkehrszahlen für das Jahr 2007. Das Verhältnis „Lastwagen“ zu „Lieferwagen erweitert“ zeigt jedoch, dass der im vorangehenden Abschnitt beschriebene Trend auch 2007 anhält.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2006 kontinuierlich um insgesamt 2.6%, das „Fraktil 95%“ gar um 7.6% zugenommen. 2007 ist das Gesamtgewicht wieder leicht zurückgegangen. Über die vergangenen fünf Jahre betrachtet, zeigt sich eine ausgeglichene Entwicklung des durchschnittlichen Gesamtgewichts und eine deutlich ansteigende Entwicklung der Fraktilwerte: Das Gewicht der schwersten Fahrzeuge hat somit zugenommen.

Die Achslasten verändern sich zwischen 2003 und 2007 nur wenig. Hervorzuheben ist die leichte Zunahme in den Jahren 2005 und 2006 – auch hier ist die Zunahme der Fraktilwerte besonders deutlich ausgeprägt.

### 3 Mattstetten (A1)

#### 3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

#### 3.2 Übersicht Messresultate

##### 3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

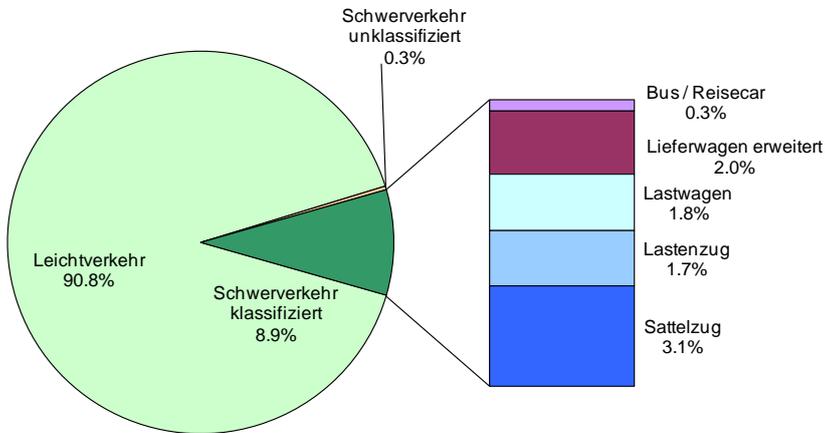
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	27'432'305	75'157	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	24'906'045	68'236	90.8	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'526'260	6'921	9.2	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	85'932	235	0.3	3.4
01 Bus / Reiseкар	94'393	259	0.3	3.7
02 Motorrad	791	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	117'581	322	0.4	4.7
04 Personenwagen mit Anh.	88'415	242	0.3	3.5
05 Lieferwagen	171'936	471	0.6	6.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	112'443	308	0.4	4.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	52'675	144	0.2	2.1
08 Lastwagen	480'577	1'317	1.8	19.0
09 Lastenzug	463'204	1'269	1.7	18.3
10 Sattelzug	858'313	2'352	3.1	34.0
Total	2'526'260	6'921	9.2	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	615'507	1'686	2.2	24.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	885'492	2'426	3.2	35.1
Fahrzeuge 18 - 28t	631'822	1'731	2.3	25.0
Fahrzeuge 28 - 40t	345'065	945	1.3	13.7
Fahrzeuge >40t	48'374	133	0.2	1.9
Total	2'526'260	6'921	9.2	100.0

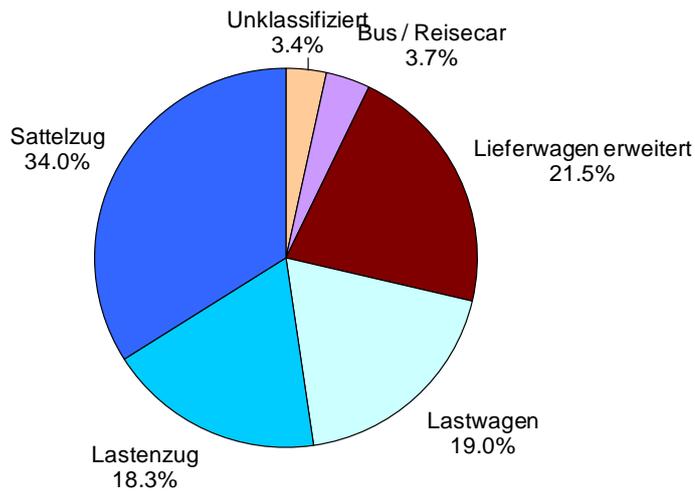
**Tabelle 3:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

### 3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehr

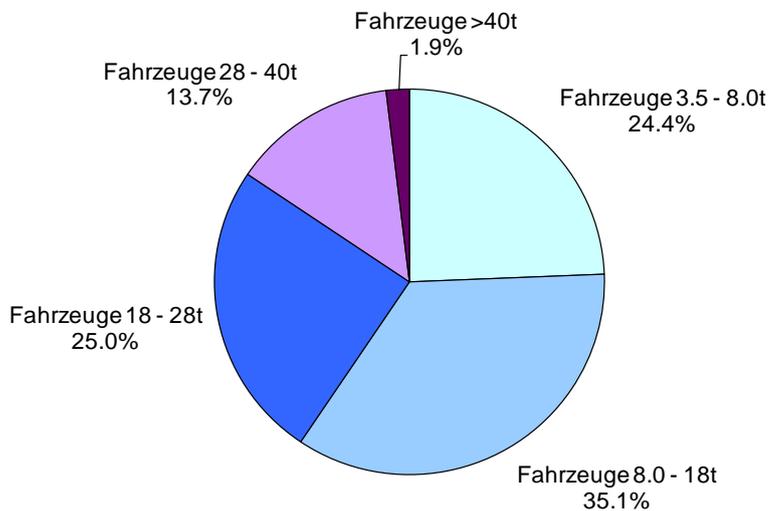
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



### 3.3 Messdiagramme

#### 3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Mattstetten (A1) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 3.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 3.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 3.3.5 Lastwagen (LW)
- 3.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 3.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 3.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ ).

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 3.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsarten bestimmt (Definition s. Abschnitt 1.6).

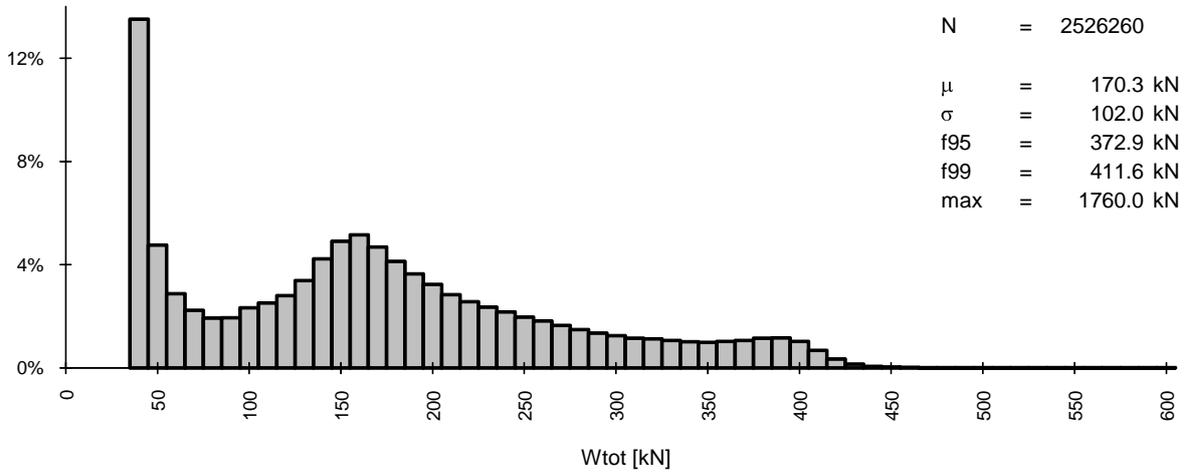
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 3.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

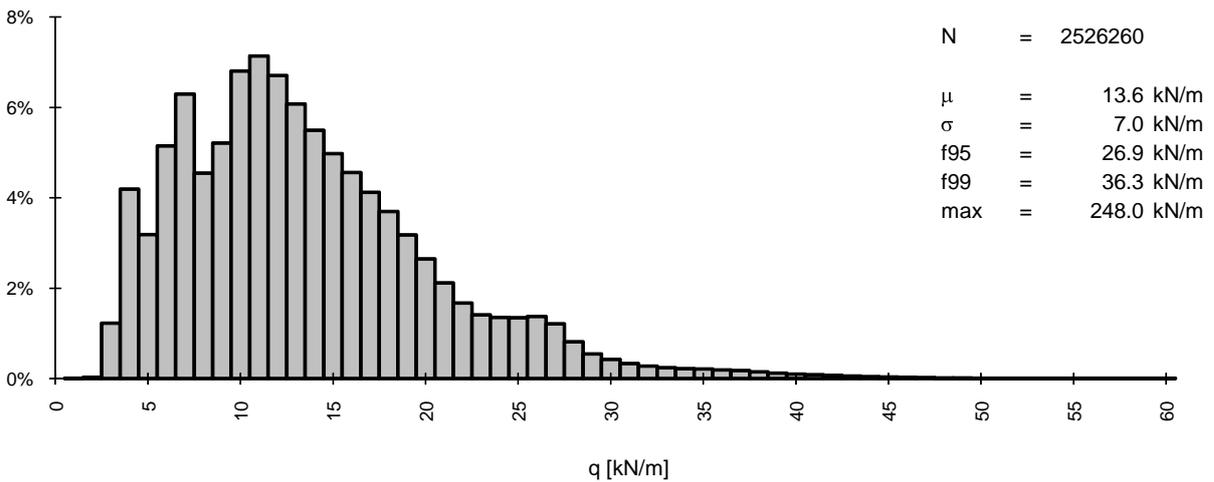
2007 Mattstetten

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



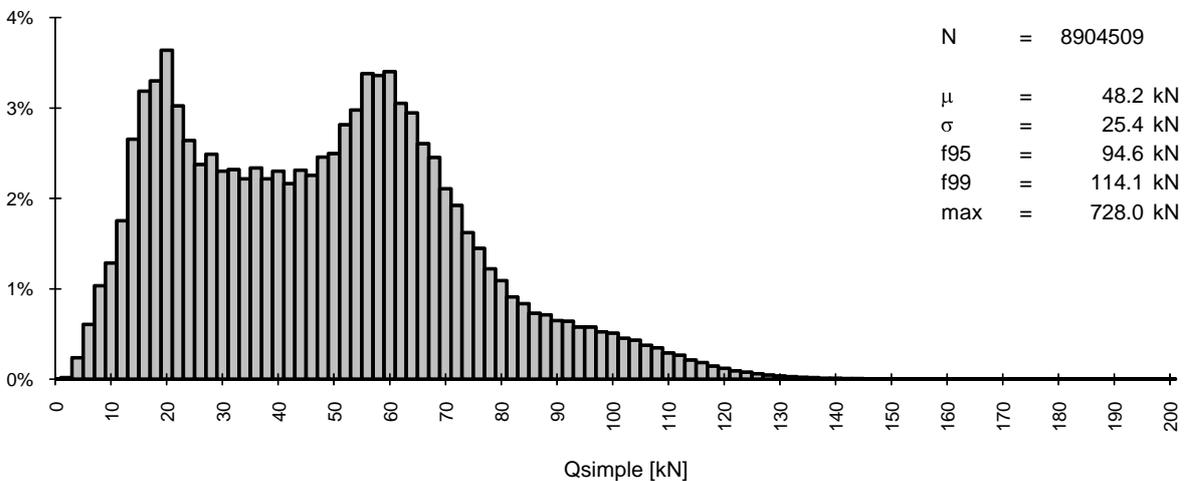
2007 Mattstetten

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



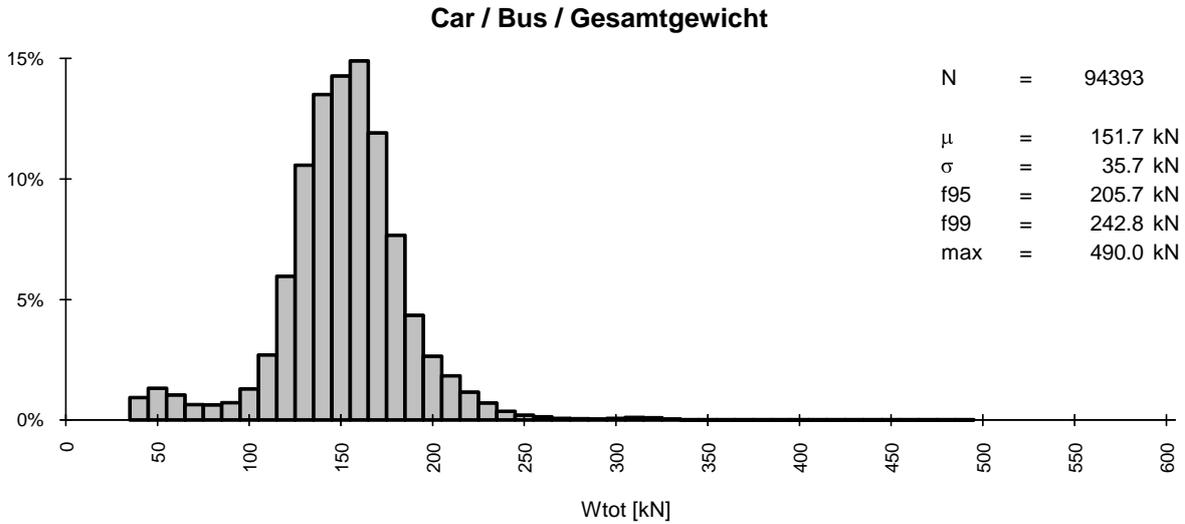
2007 Mattstetten

**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**

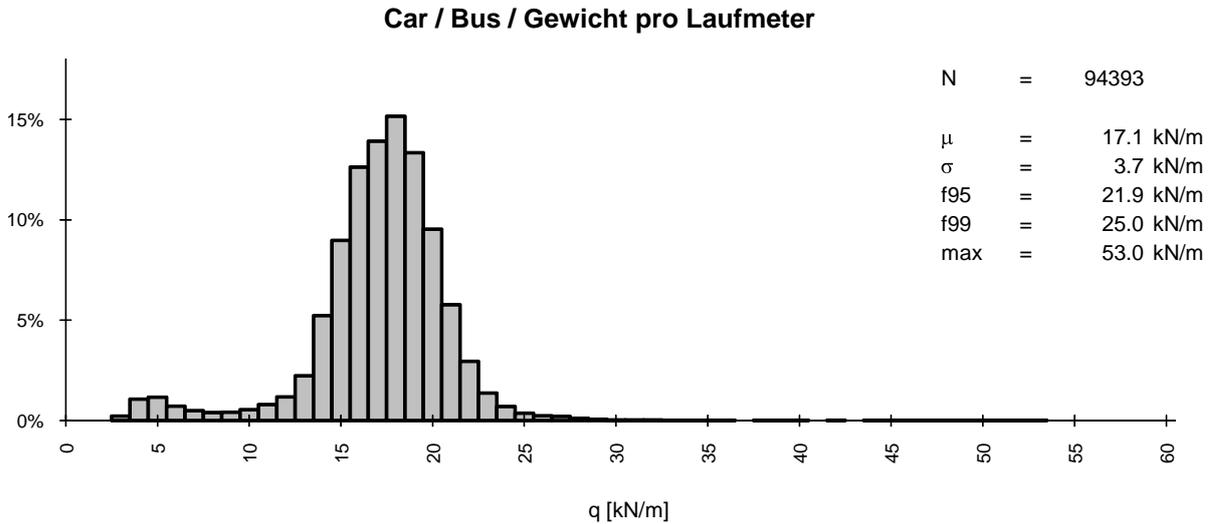


### 3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

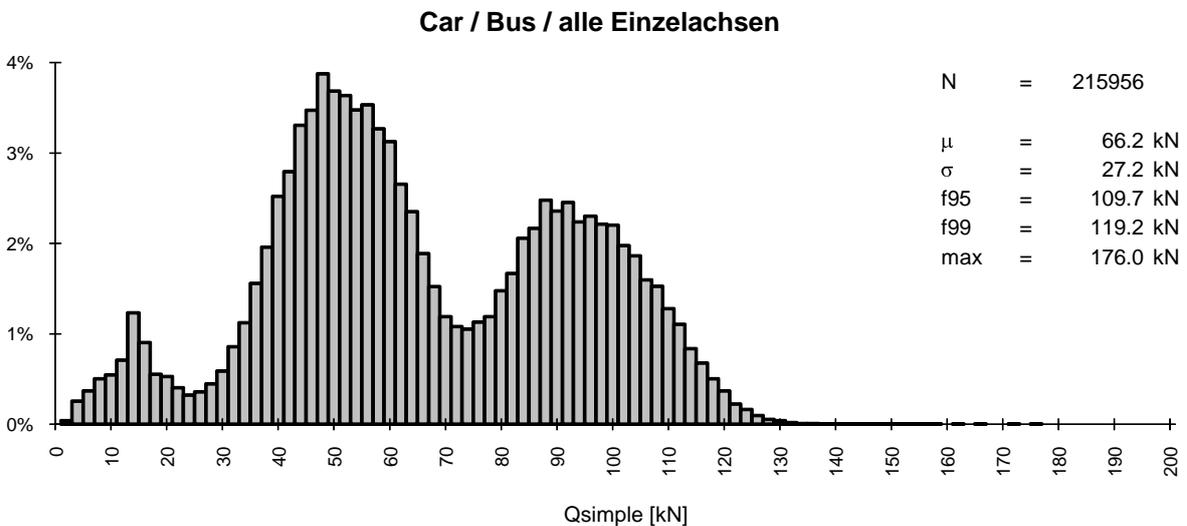
2007 Mattstetten



2007 Mattstetten



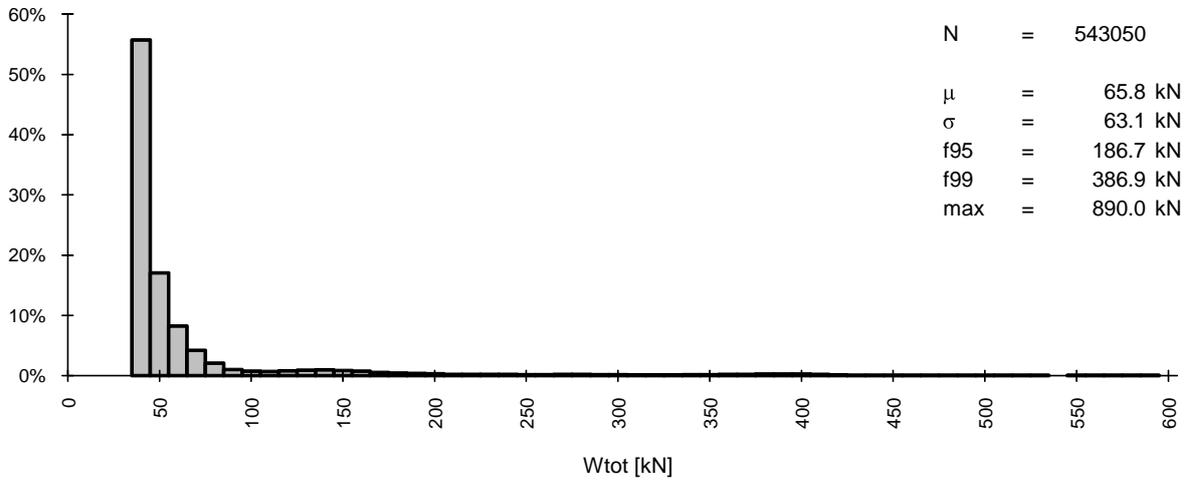
2007 Mattstetten



### 3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

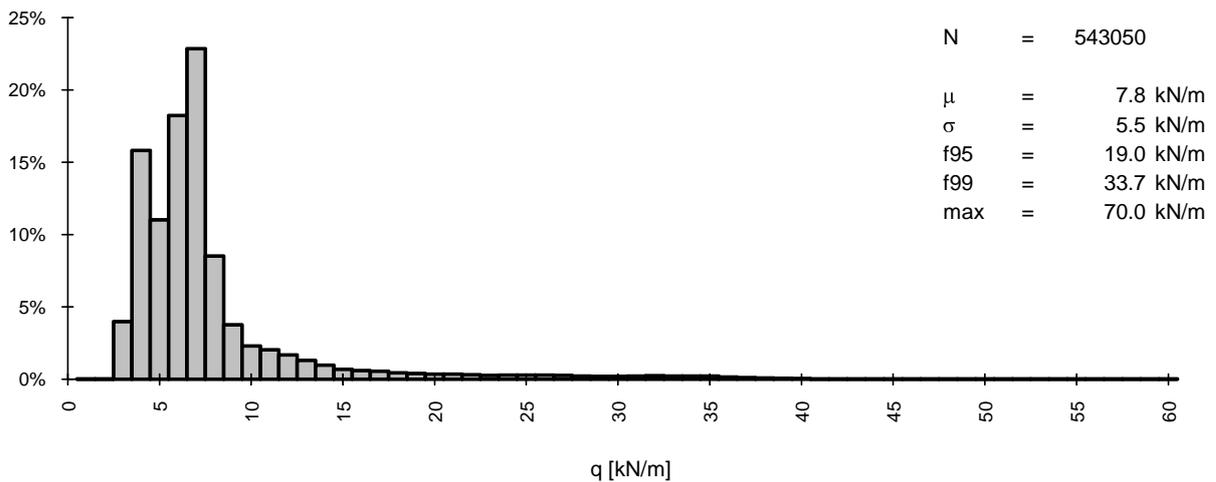
2007 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



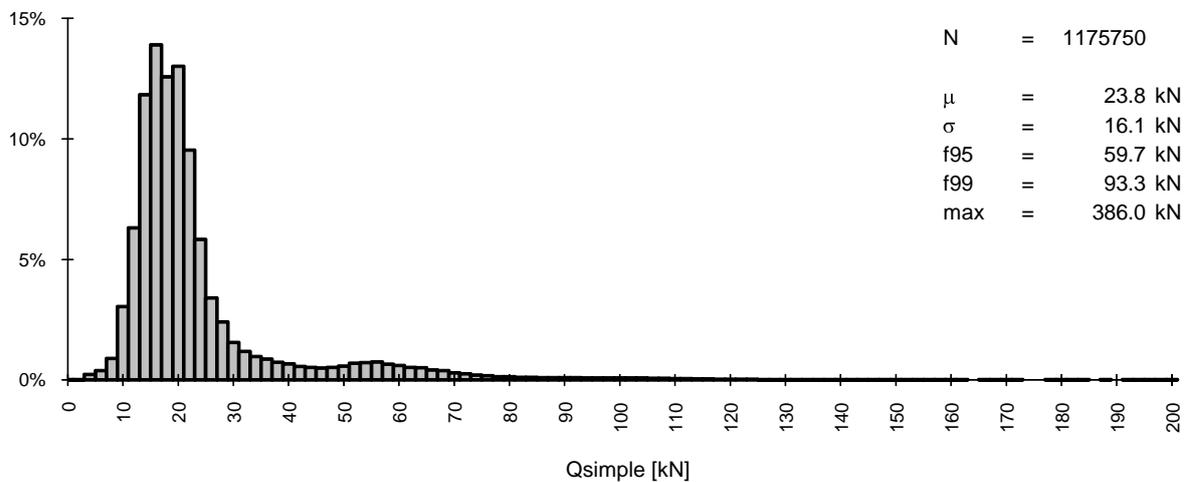
2007 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2007 Mattstetten

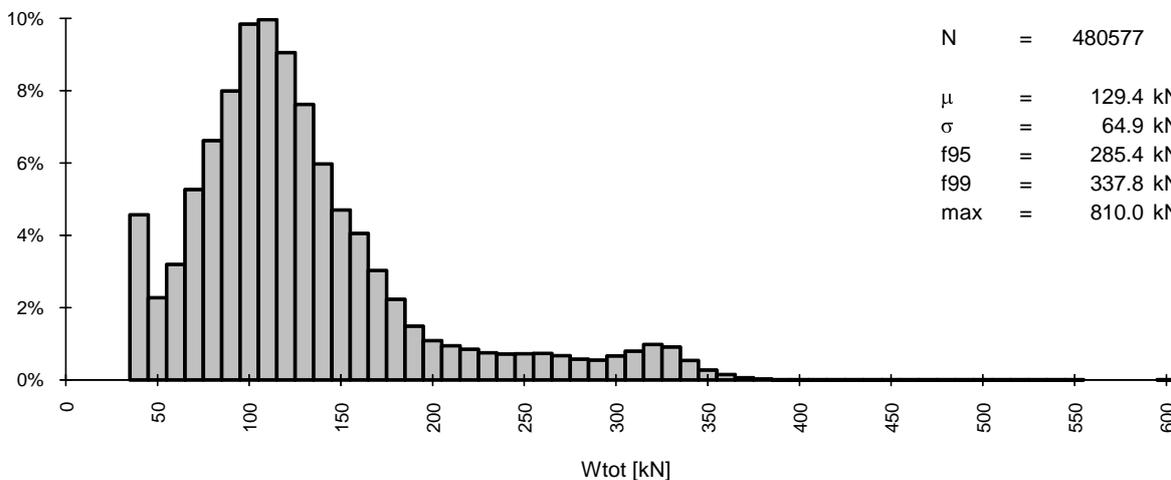
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



### 3.3.5 Lastwagen (LW)

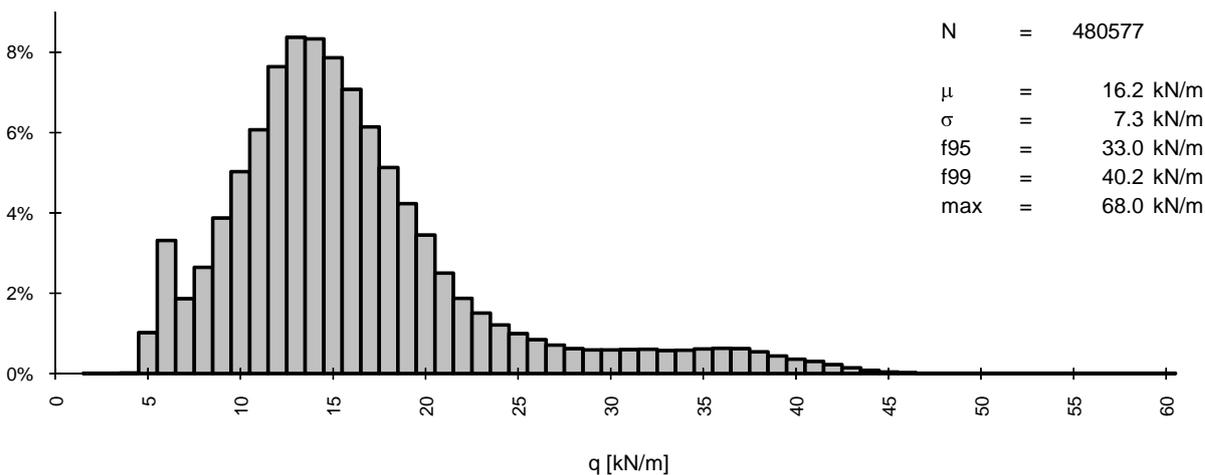
2007 Mattstetten

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



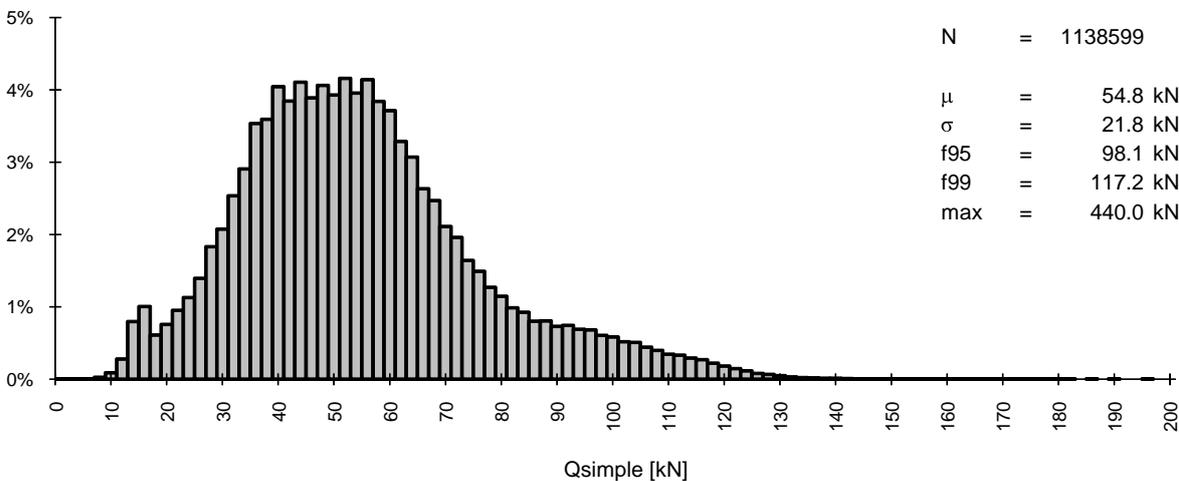
2007 Mattstetten

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Mattstetten

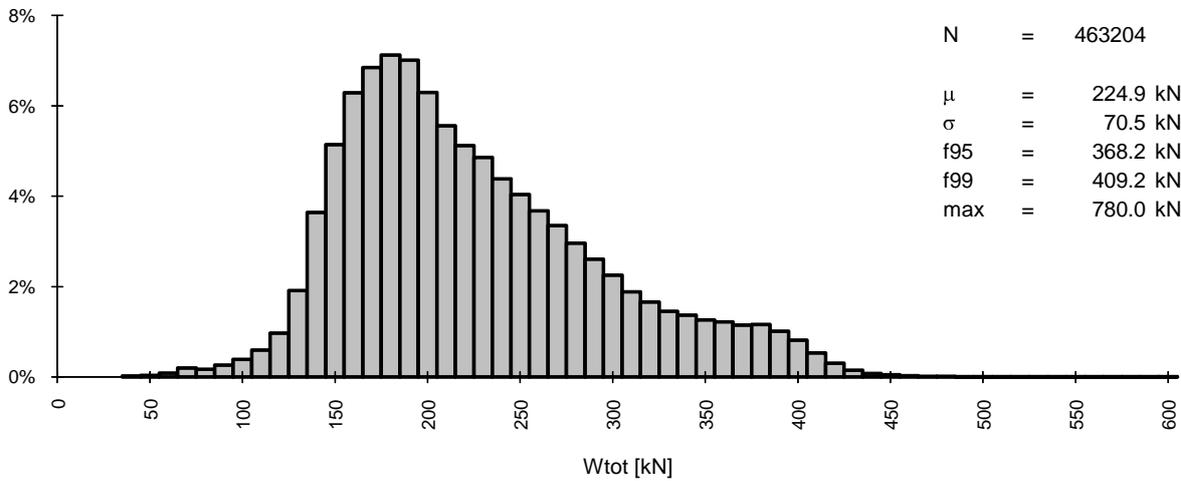
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 3.3.6 Lastenzüge (LZ)

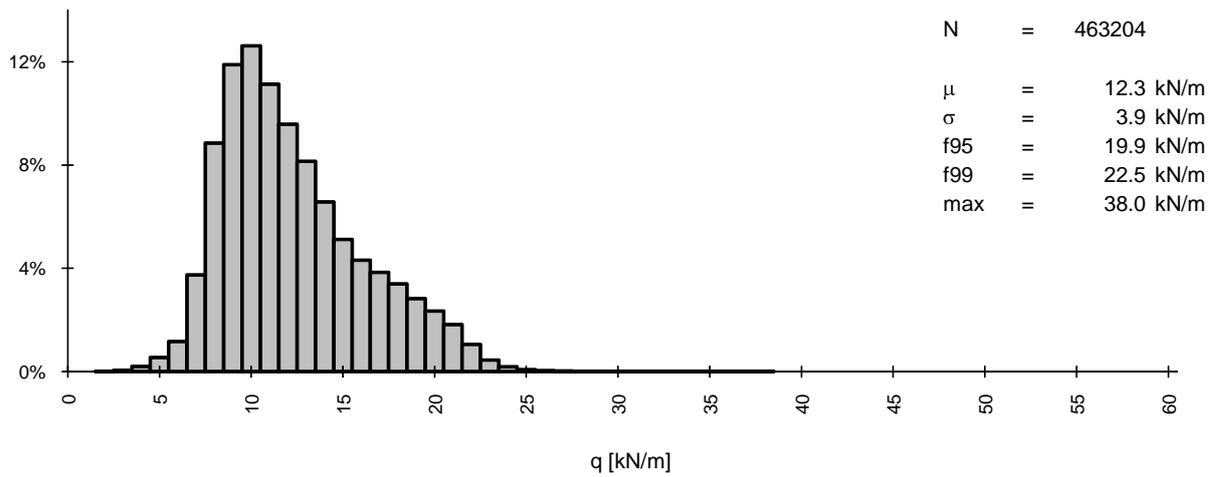
2007 Mattstetten

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



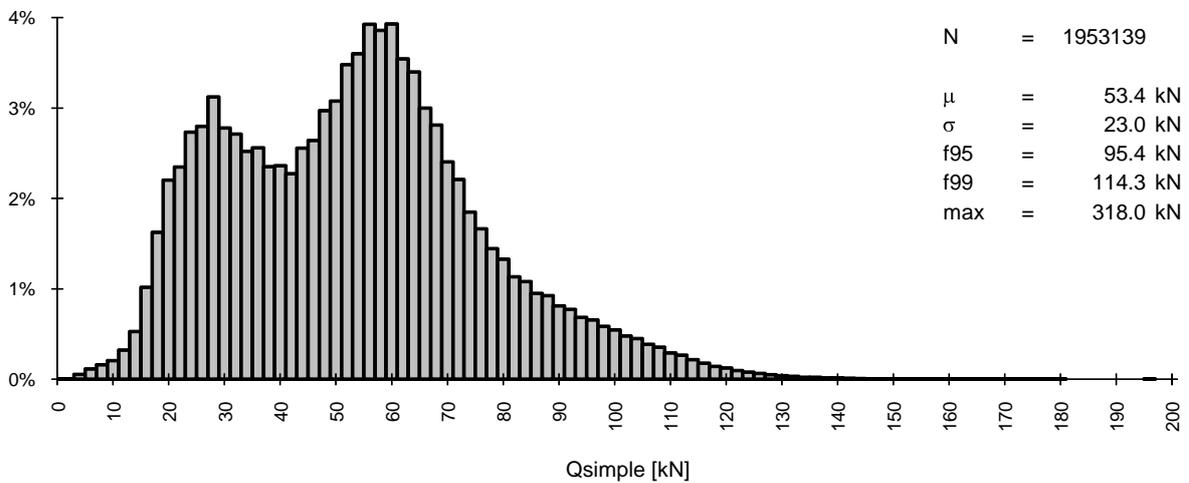
2007 Mattstetten

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



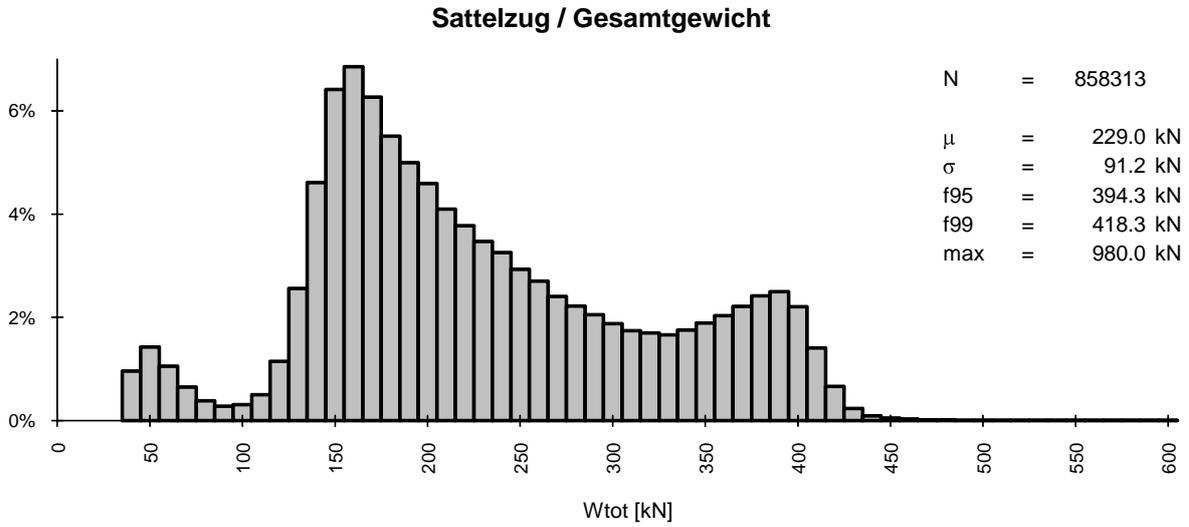
2007 Mattstetten

**Lastenzug / alle Einzelachsen**

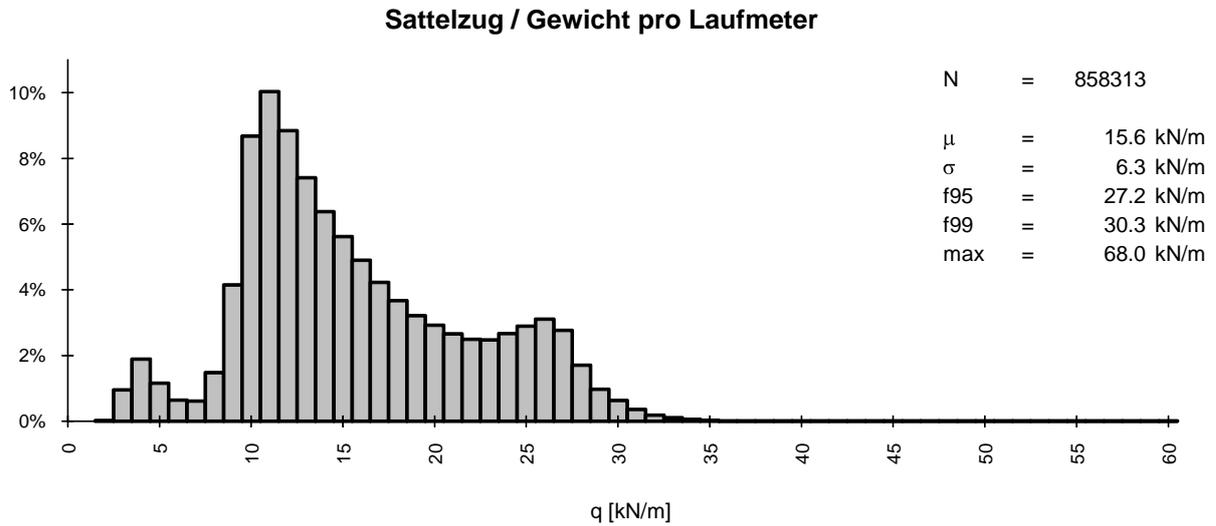


### 3.3.7 Sattelzüge (SZ)

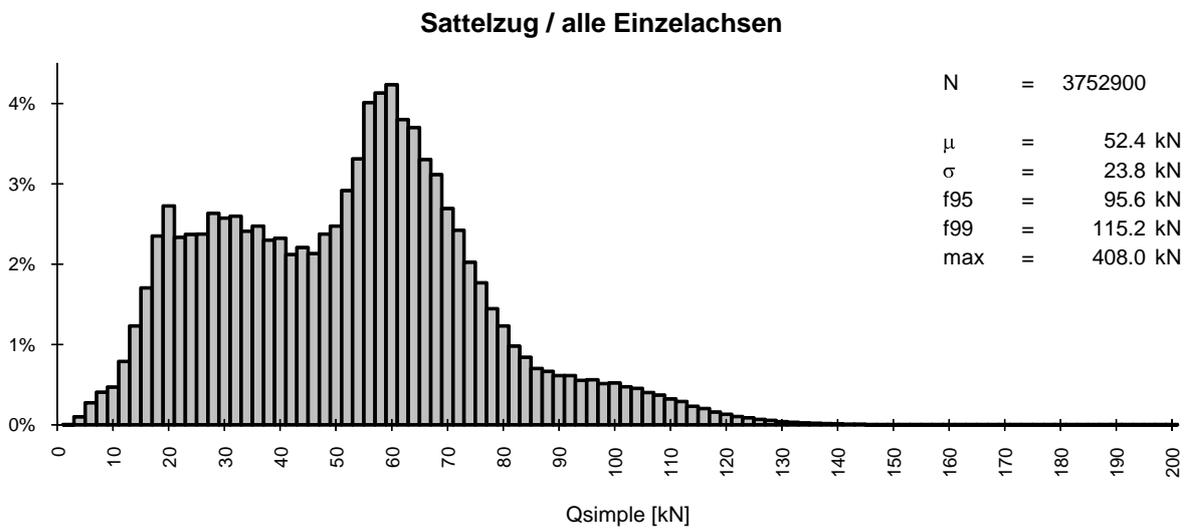
2007 Mattstetten



2007 Mattstetten



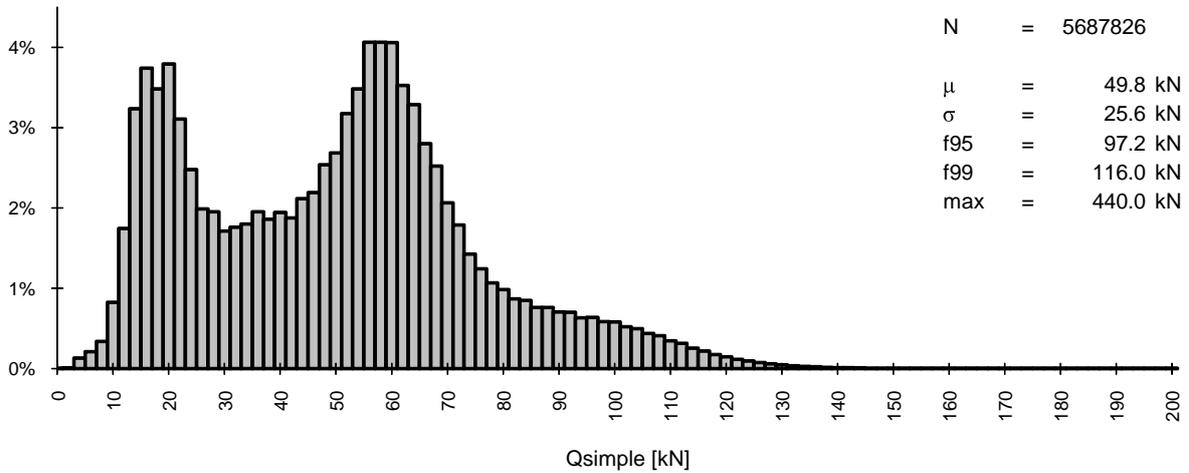
2007 Mattstetten



### 3.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

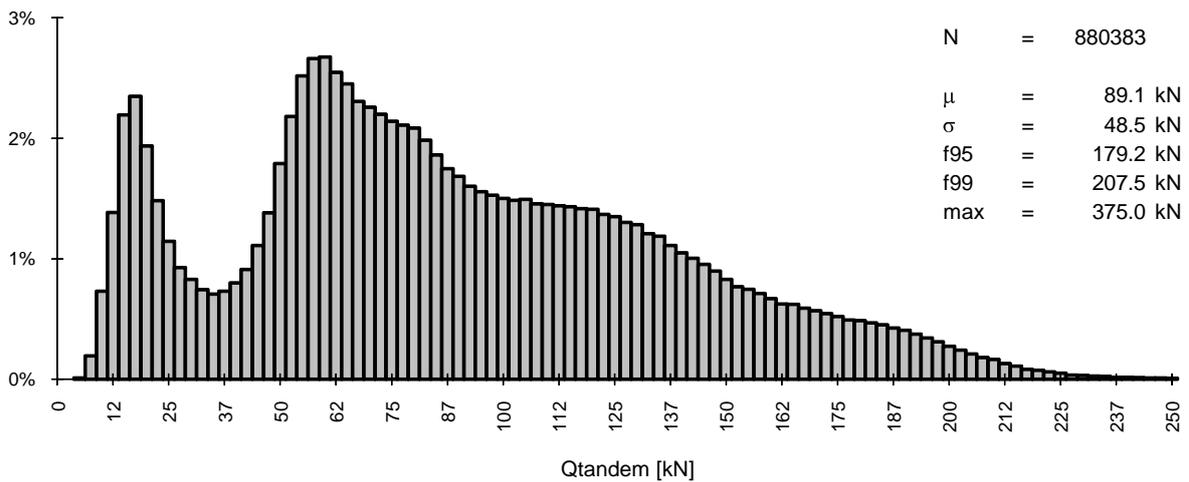
2007 Mattstetten

#### Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



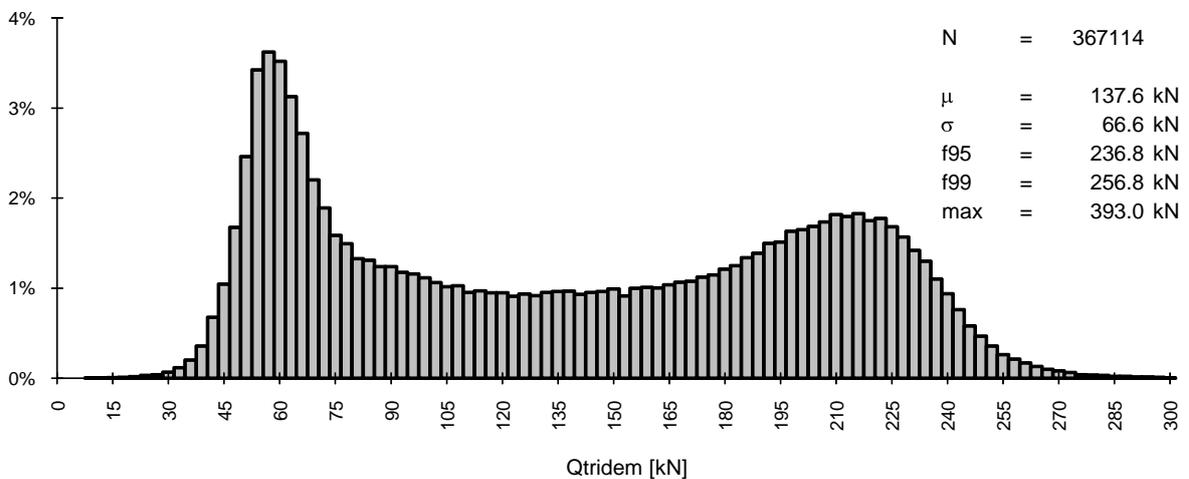
2007 Mattstetten

#### Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2007 Mattstetten

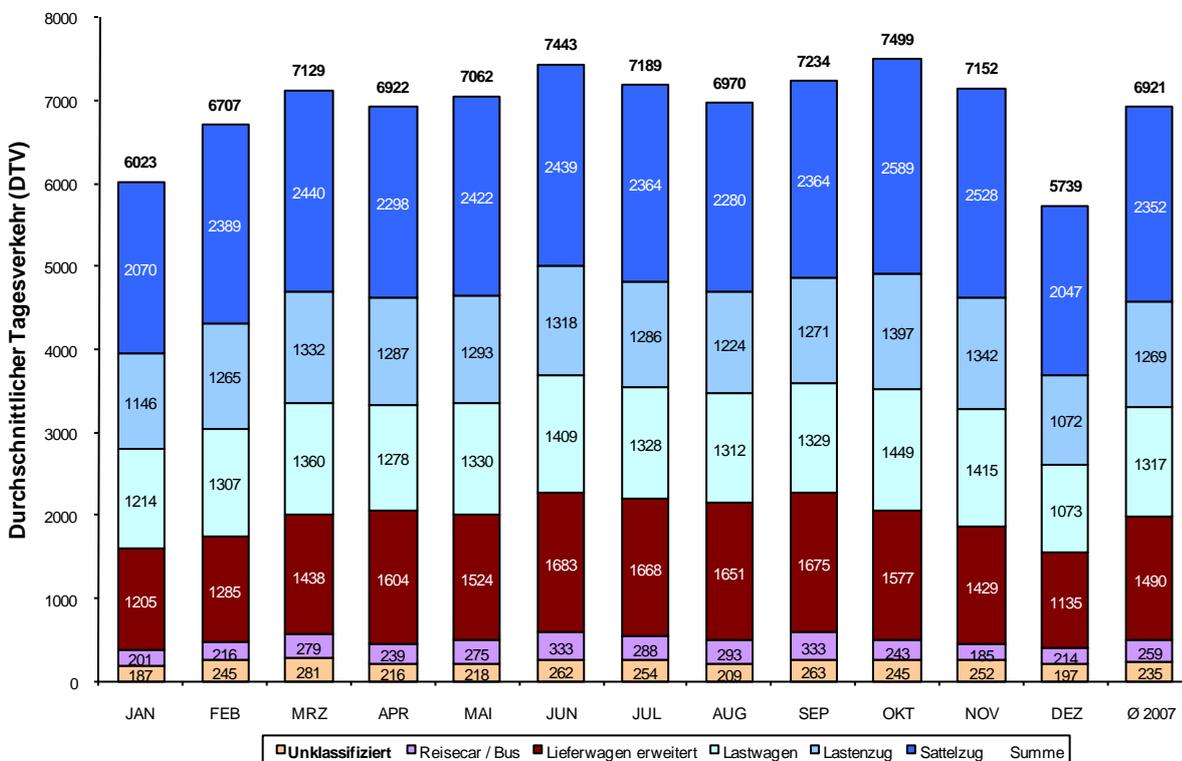
#### Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



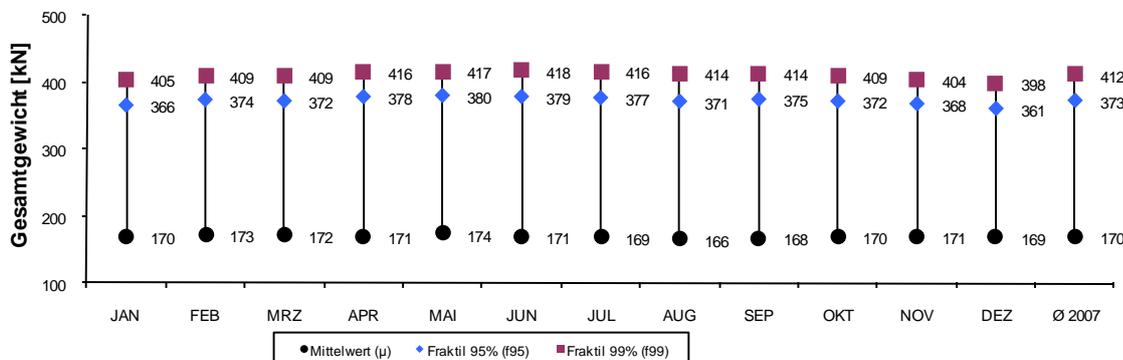
### 3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

#### 3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

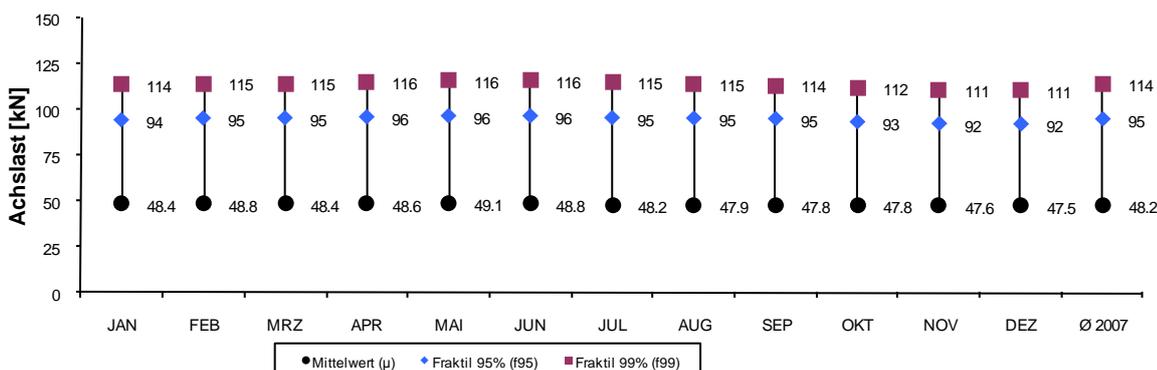
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

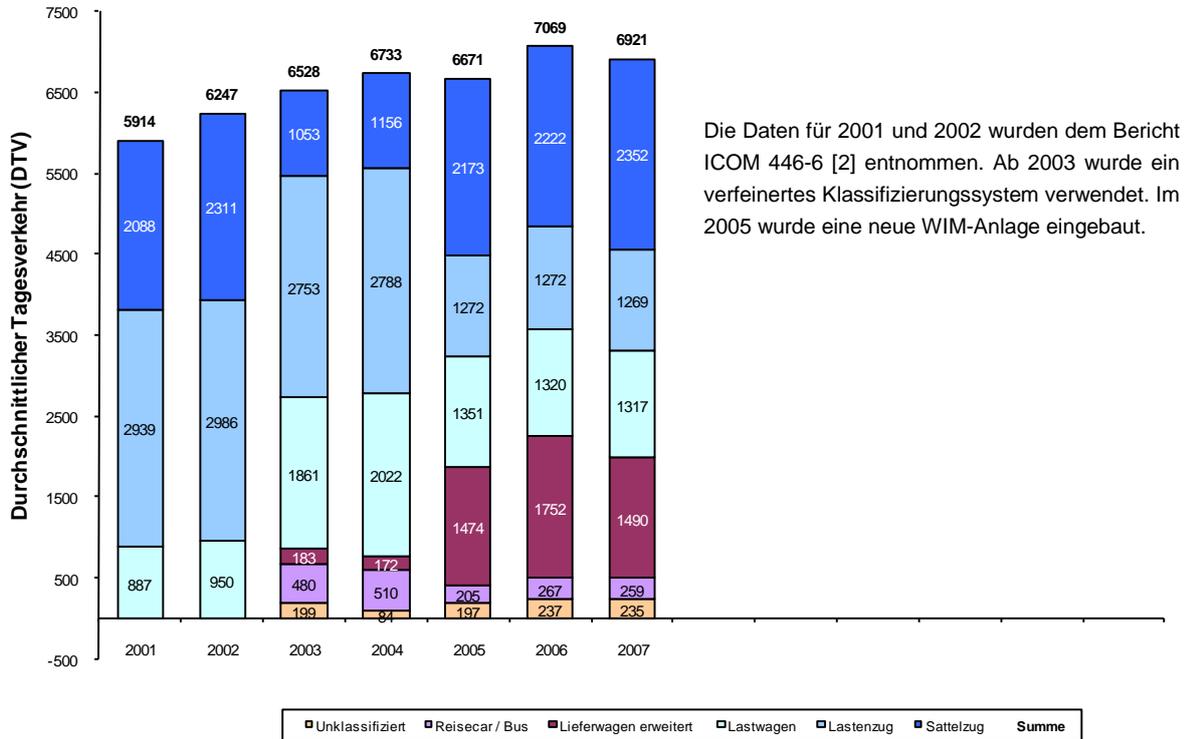


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

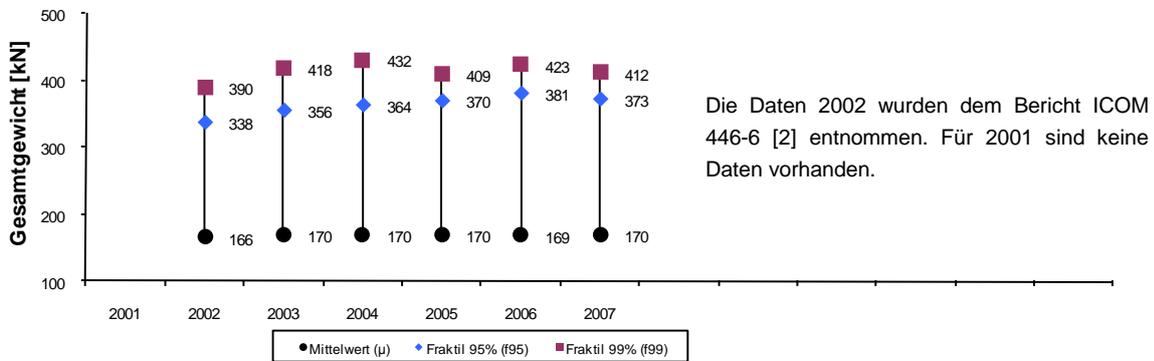


### 3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

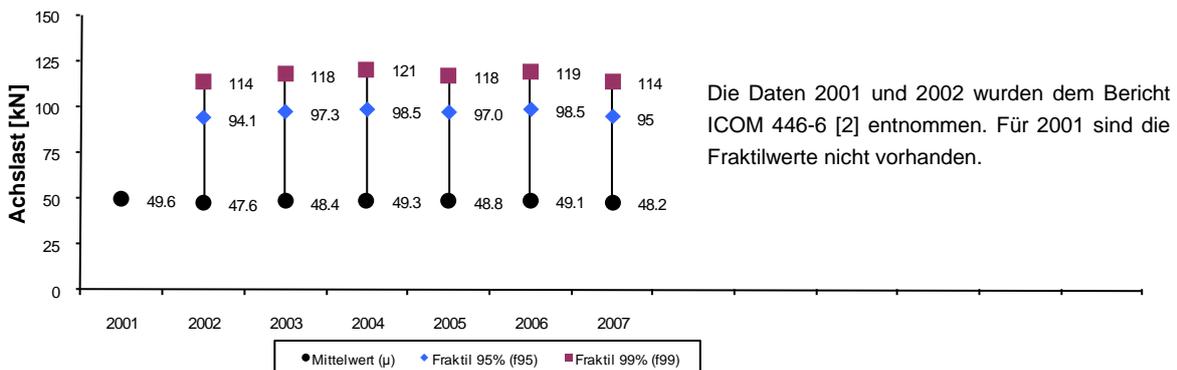
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



### 3.5 Auswertung der Messdaten

#### 3.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

##### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 3.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.8	49.8	97.2	116.0
Tandemachse	89.1	44.6	89.6	103.8
Tridemachse	137.6	45.9	78.9	85.6
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 49.8 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.6 kN, respektive 45.9 kN auf.

Die Fraktilewerte der Einzelachslasten sind massgebend für den Vergleich mit den Normlasten. Der Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN wird von weniger als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Ebenfalls liegen über 99% der Messwerte unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

##### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (Abschnitt 3.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.6 kN/m	26.9 kN/m	36.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.89 kN/m <sup>2</sup>	7.69 kN/m <sup>2</sup>	10.7 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

### 3.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 3.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	86'339	43	0.000	8'234	1	0.000	3	0
2	0.006	909'464	5'457	0.001	69'223	48	0.000	91	0
3	0.020	639'313	12'786	0.003	38'589	116	0.001	586	1
4	0.070	529'900	37'093	0.008	26'241	210	0.002	2'483	5
5	0.150	648'815	97'322	0.020	45'704	914	0.005	12'469	62
6	0.290	1'071'485	310'731	0.030	88'311	2'649	0.010	47'829	478
7	0.530	807'572	428'013	0.060	84'185	5'051	0.020	29'557	591
8	1.000	370'180	370'180	0.100	75'103	7'510	0.030	18'253	548
9	1.520	224'660	341'483	0.140	64'076	8'971	0.040	18'793	752
10	2.400	178'576	428'582	0.200	54'448	10'890	0.060	12'664	760
11	3.660	125'861	460'651	0.280	51'802	14'505	0.080	11'413	913
12	5.400	63'416	342'446	0.400	50'152	20'061	0.110	14'039	1'544
13	7.760	22'436	174'103	0.540	46'674	25'204	0.140	10'142	1'420
14	10.870	6'865	74'623	0.730	40'110	29'280	0.190	10'574	2'009
15	14.910	1'981	29'537	0.960	32'440	31'142	0.240	14'101	3'384
16	20.060	574	11'514	1.260	25'484	32'110	0.300	10'730	3'219
17	26.540	167	4'432	1.630	21'170	34'507	0.380	11'410	4'336
18	34.590	109	3'770	2.080	17'991	37'421	0.480	16'736	8'033
19	-	-	-	2.640	15'423	40'717	0.590	14'609	8'619
20	-	-	-	3.300	11'463	37'828	0.720	17'048	12'275
21	-	-	-	4.090	7'027	28'740	0.880	25'286	22'252
22	-	-	-	5.030	6'146	30'914	1.060	19'727	20'911
23	-	-	-	-	-	-	1.270	18'455	23'438
24	-	-	-	-	-	-	1.520	17'473	26'559
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'658	12'051
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'068	6'566
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'781	4'470
28	-	-	-	-	-	-	2.940	517	1'520
29	-	-	-	-	-	-	3.430	289	991
30	-	-	-	-	-	-	3.980	176	700
Summe		5'687'713	3'132'768		879'996	398'790		366'960	168'407

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'132'768 + 398'790 + 168'407 = 3'699'965 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'699'965 = 1'664'984 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'664'498.25 / 365 = 4'562 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).**

### 3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2007 der Zählstelle Mattstetten (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 3.4.1a). Im Oktober ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 7'499 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 34.0%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil von 21.5% der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.9% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2), dieser Wert sank im Vergleich zum Vorjahr um 1.2%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 3.4.1b und 3.4.1c) bleiben relativ konstant.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2007 passierten pro Tag durchschnittlich 6'921 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 7'069 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 2.1%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 3.4.2. b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant (von 169 auf 170 kN). Die Fraktilwerte f95 und f99 sanken jedoch um 2.1%, respektive 2.6%.

Bezüglich Achslast ist eine ähnliche Entwicklung feststellbar (s. Diagramm 3.4.2. c). Der Mittelwert sinkt von 49.1 auf 48 kN (-1.8%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sanken um 1.5%, respektive um 4.2%.

Der durchschnittliche Tagesverkehr und die mittleren Achslast nehmen im Vergleich zu 2006 leicht ab. Dies wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 3.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 5'279 auf 4'562 ESAL(-13.6%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen fünf Jahren von 6'528 auf 6'921 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 6%. Der maximale DTV trat 2006 auf. 2005 wurde eine neue WIM-Anlage eingebaut. Dies hatte Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Fahrzeugtypen: Die Anzahl „Lieferwagen

erweitert“ ist um 714%, die Anzahl „Sattelzüge“ um 90% gestiegen, gleichzeitig hat die Anzahl „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ um 45% abgenommen.

Ab 2005 sind folgende Entwicklungen zu beobachten: 1. Der DTV von „Lastwagen“ und „Lastenzug“ ist sehr stabil, 2. der DTV von „Sattelzug“ nimmt kontinuierlich zu (+8%) und 3. der DTV von „Lieferwagen erweitert“ schwankt stark.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs ist zwischen 2003 und 2007 konstant. Das „Fraktil 95%“ nimmt hingegen leicht zu (+4.8%). Dies deutet auf eine Gewichtszunahme der schwersten Fahrzeuge hin.

Die Achslasten verändern sich zwischen 2003 und 2007 nur wenig.

## 4 Oberbüren (A1)

### 4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 4.2 Übersicht Messresultate

#### 4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

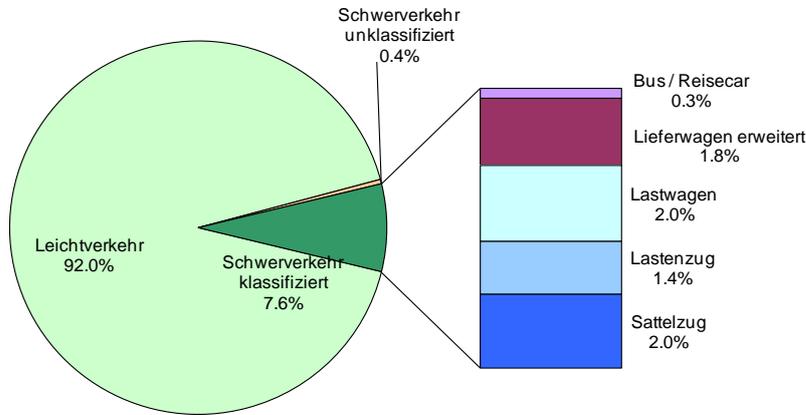
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in der Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 364.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	18'187'092	49'896	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	16'741'186	45'929	92.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'445'906	3'967	8.0	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	69'220	190	0.4	4.8
01 Bus / Reisecar	50'562	139	0.3	3.5
02 Motorrad	765	2	0.0	0.1
03 Personenwagen	76'226	209	0.4	5.3
04 Personenwagen mit Anh.	15'538	43	0.1	1.1
05 Lieferwagen	126'959	348	0.7	8.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	64'353	177	0.4	4.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	46'342	127	0.3	3.2
08 Lastwagen	370'511	1'016	2.0	25.6
09 Lastenzug	263'068	722	1.4	18.2
10 Sattelzug	362'362	994	2.0	25.1
Total	1'445'906	3'967	8.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	388'614	1'066	2.1	26.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	559'078	1'534	3.1	38.7
Fahrzeuge 18 - 28t	319'743	877	1.8	22.1
Fahrzeuge 28 - 40t	147'575	405	0.8	10.2
Fahrzeuge >40t	30'896	85	0.2	2.1
Total	1'445'906	3'967	8.0	100.0

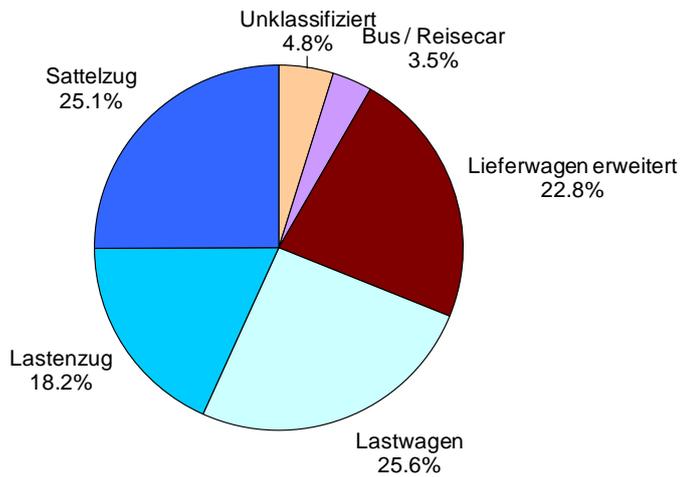
**Tabelle 4:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

### 4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

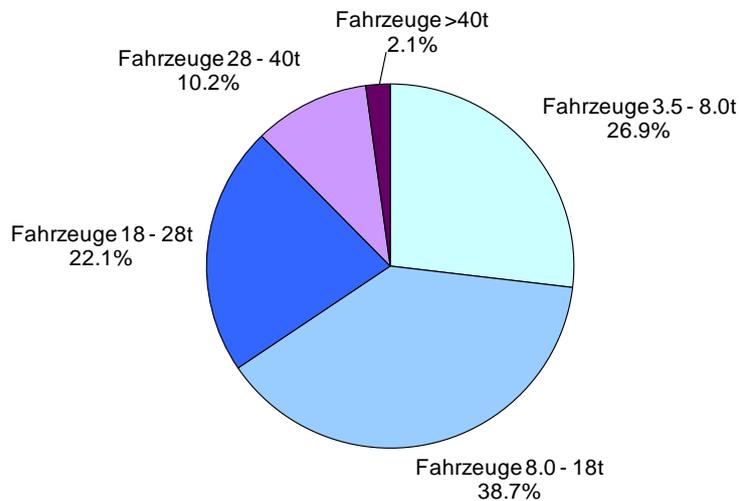
**Zusammensetzung des Gesamtverkehrs**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse**



## 4.3 Messdiagramme

### 4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 4.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 4.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 4.3.5 Lastwagen (LW)
- 4.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 4.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 4.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes (GWTOT) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 4.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

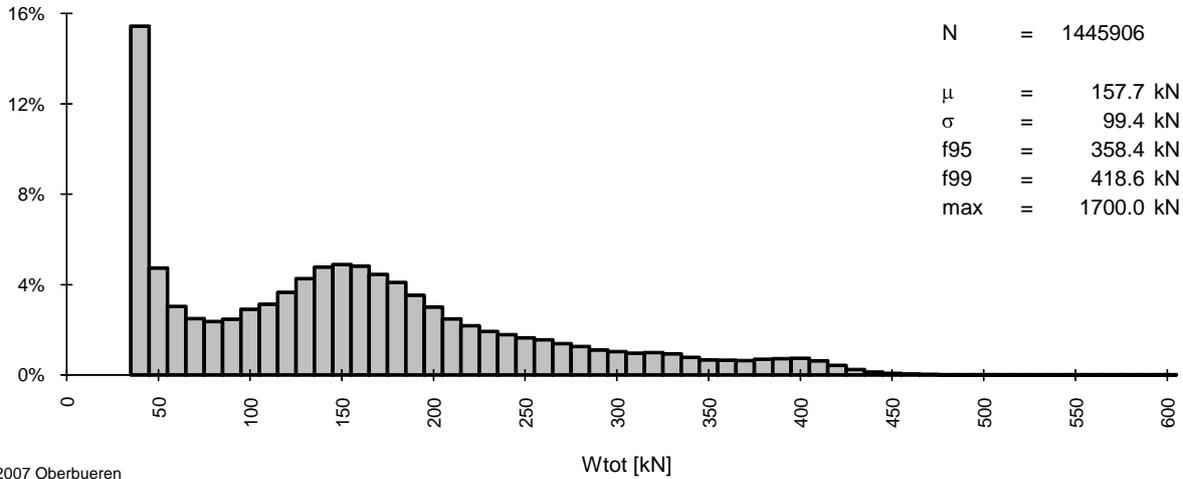
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 4.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

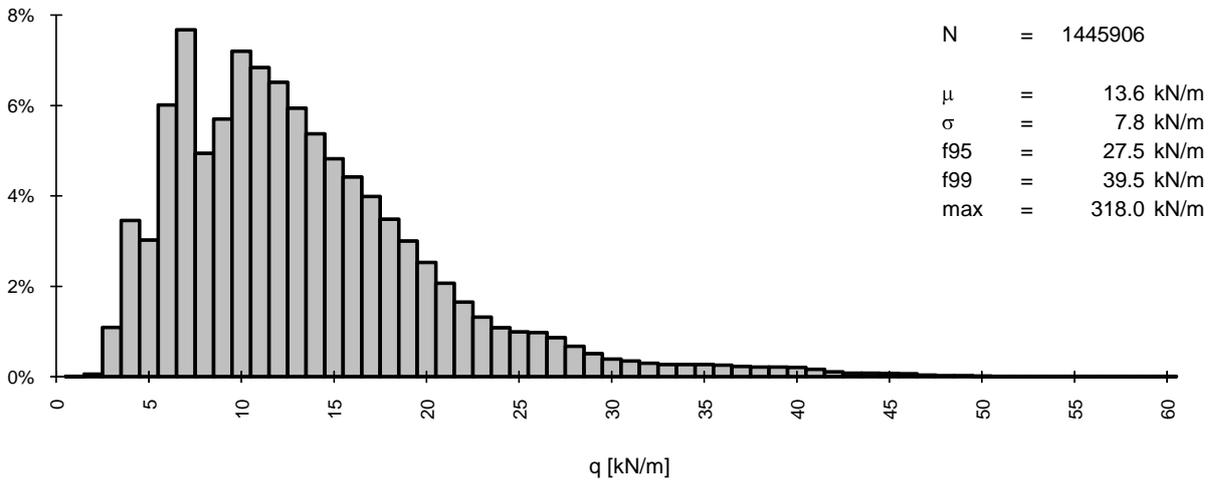
2007 Oberbueren

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



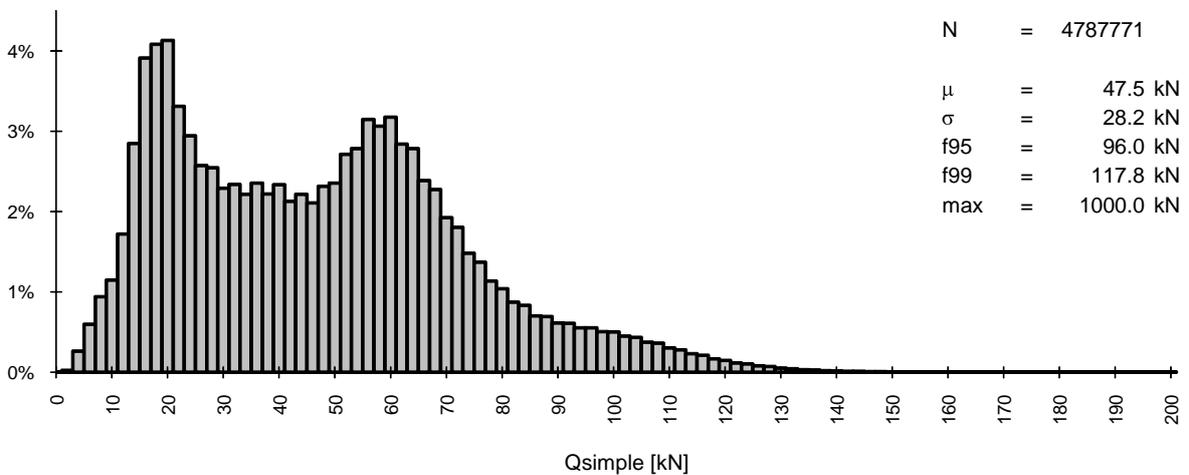
2007 Oberbueren

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Oberbueren

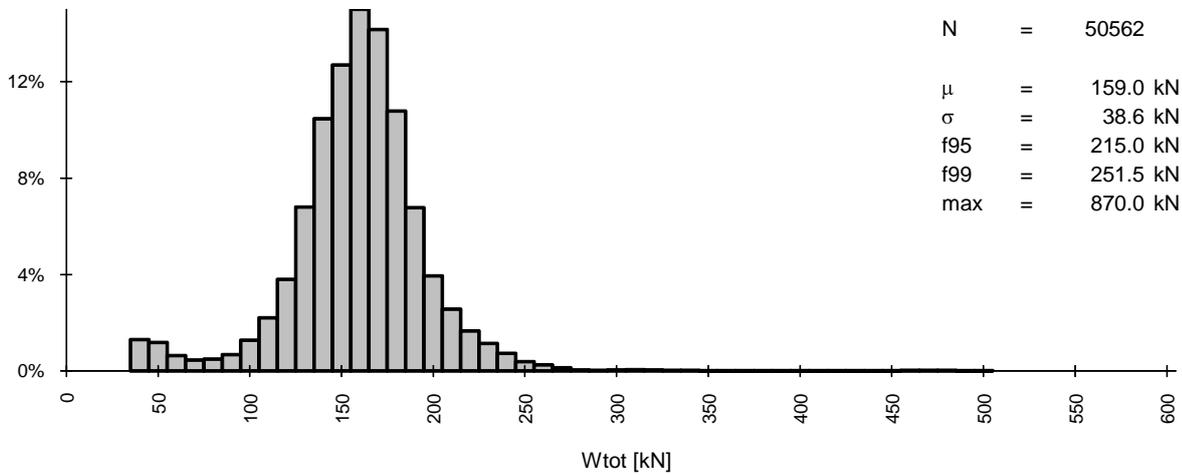
**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**



### 4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

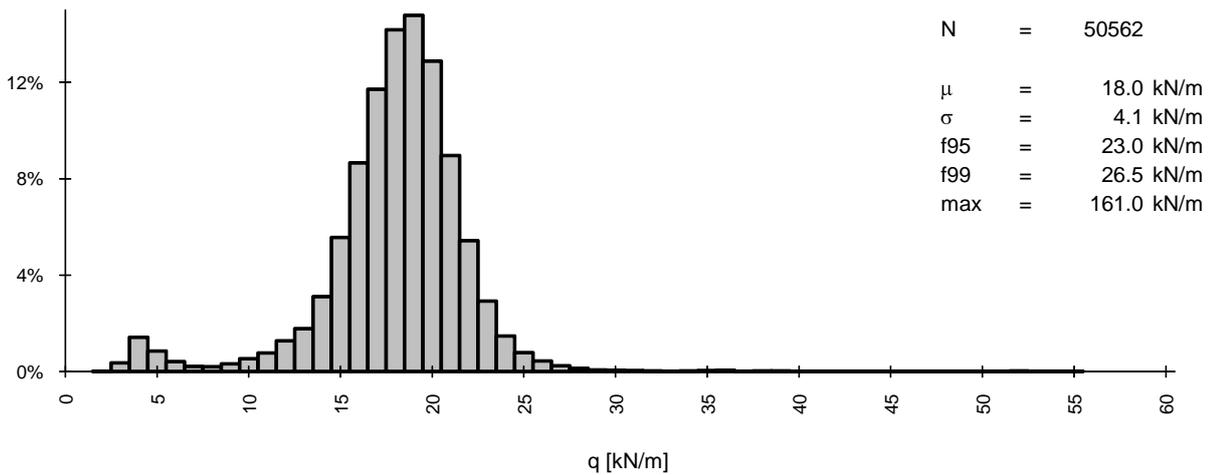
2007 Oberbueren

**Car / Bus / Gesamtgewicht**



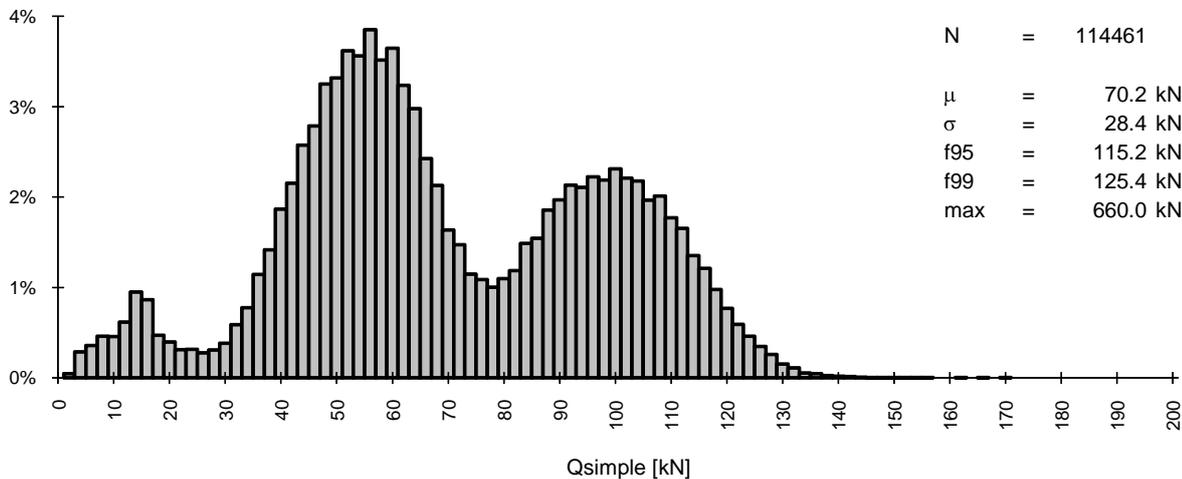
2007 Oberbueren

**Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Oberbueren

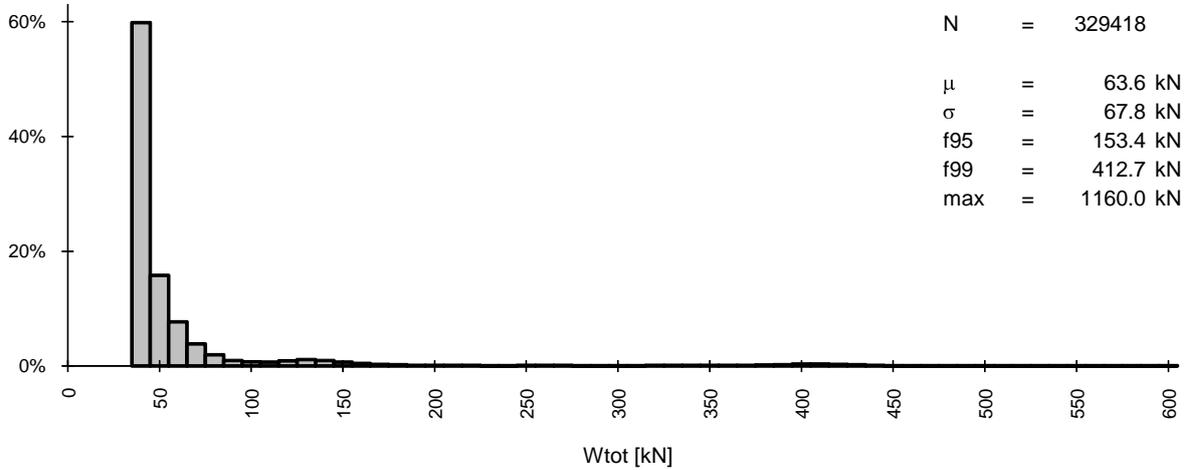
**Car / Bus / alle Einzelachsen**



### 4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

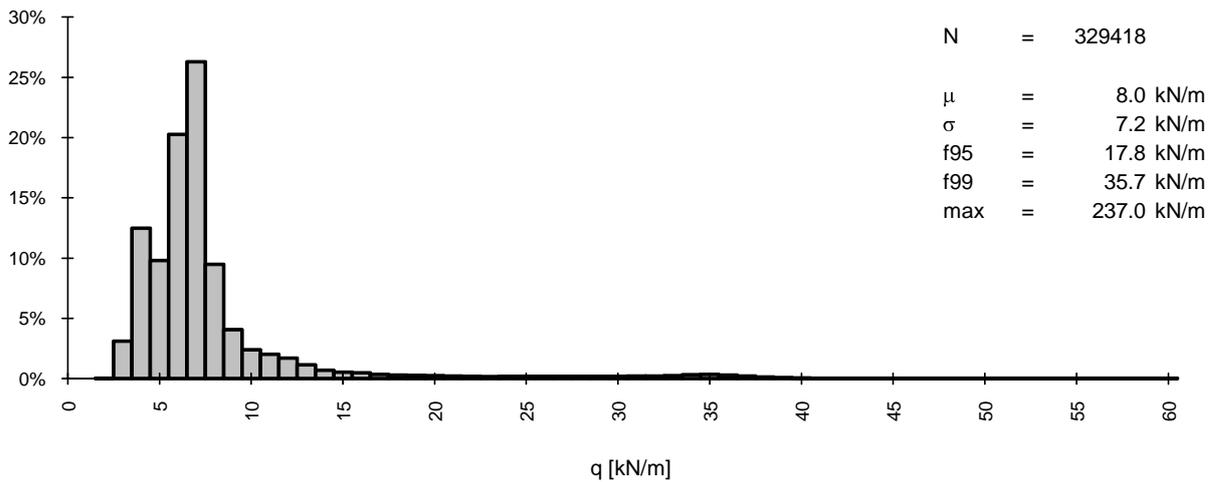
2007 Oberbueren

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



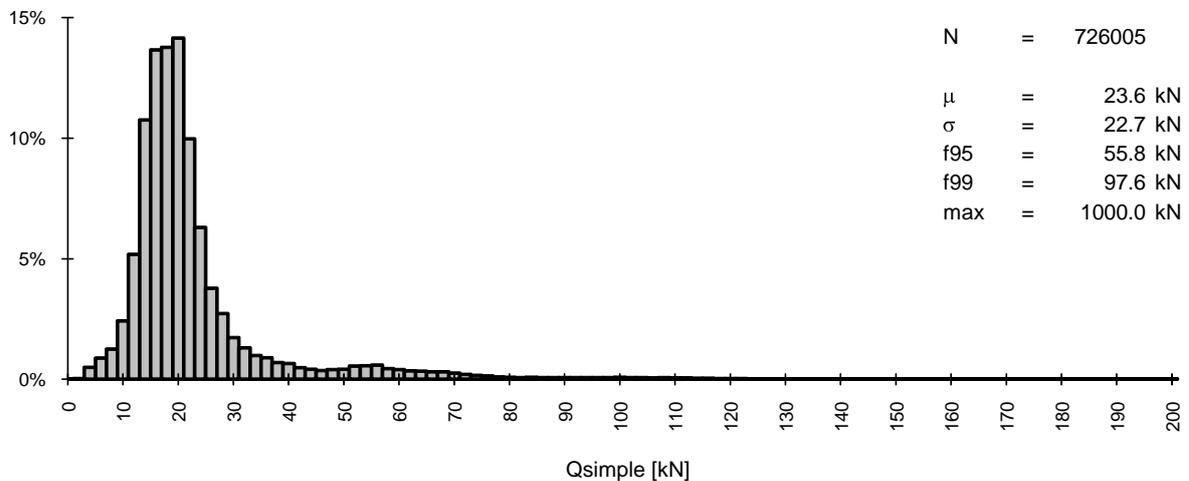
2007 Oberbueren

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Oberbueren

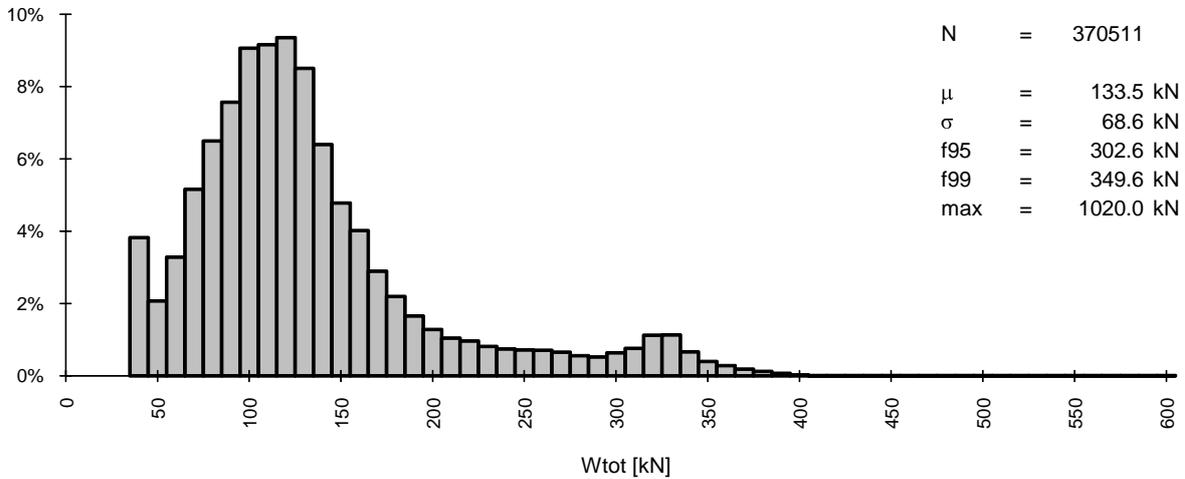
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 4.3.5 Lastwagen (LW)

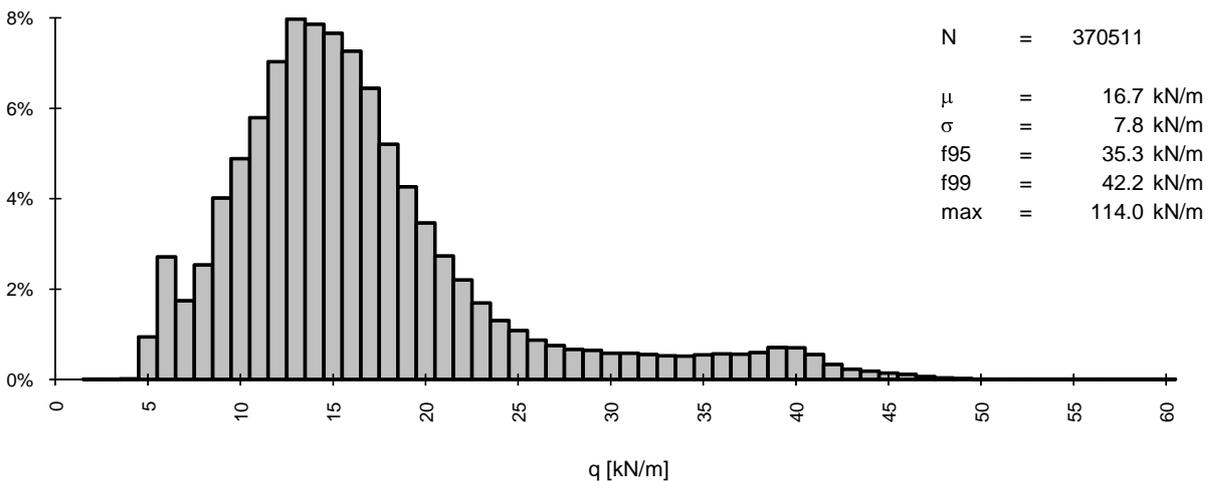
2007 Oberbueren

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



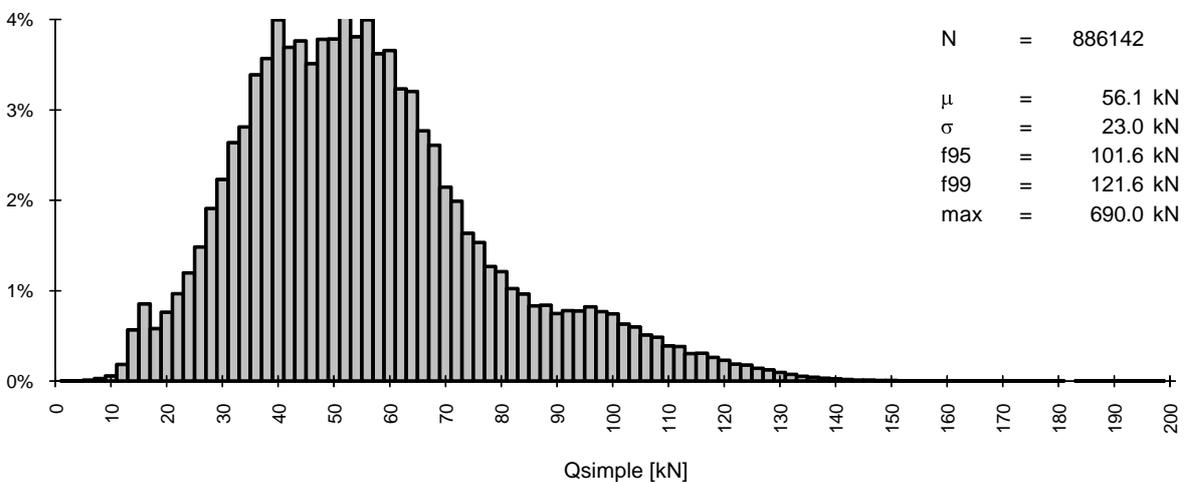
2007 Oberbueren

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Oberbueren

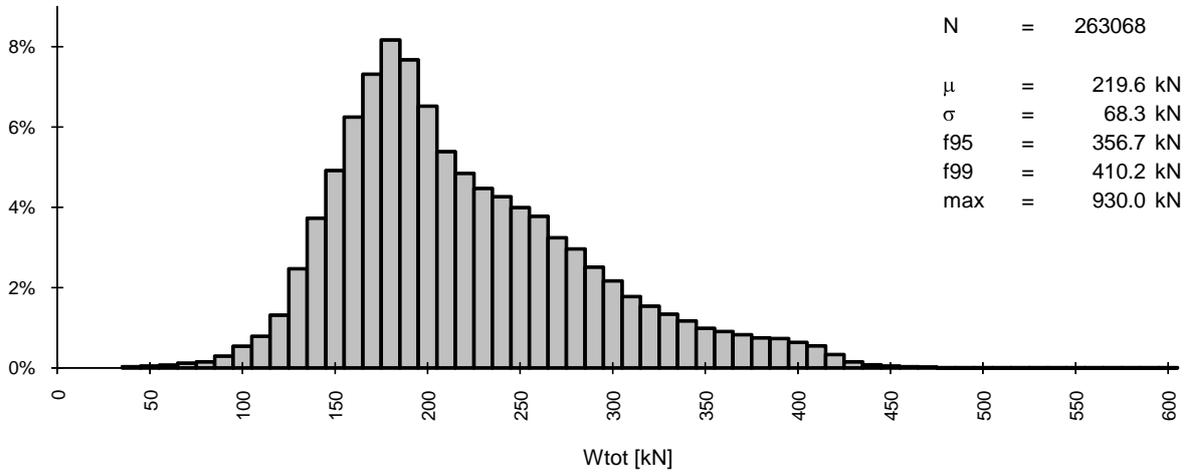
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 4.3.6 Lastenzüge (LZ)

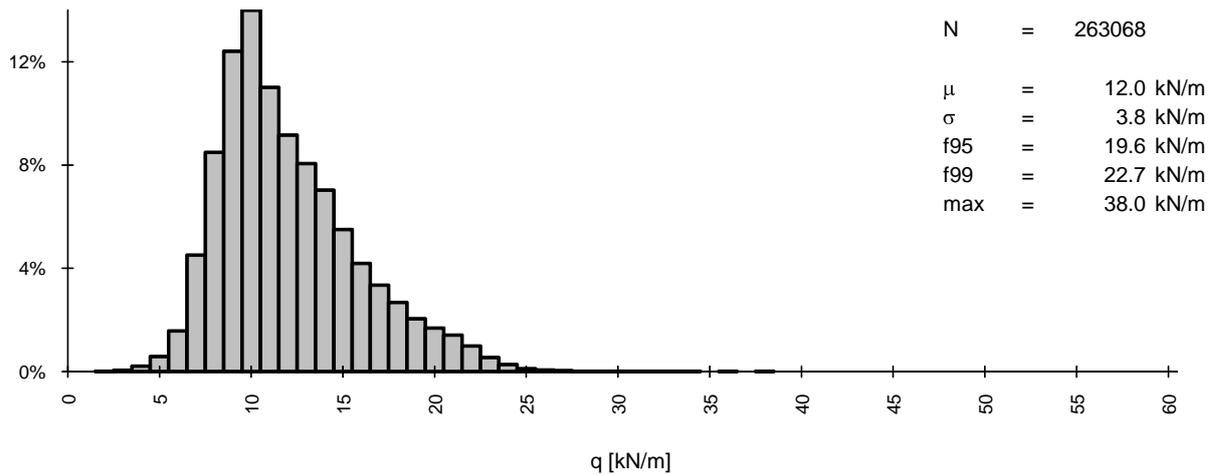
2007 Oberbueren

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



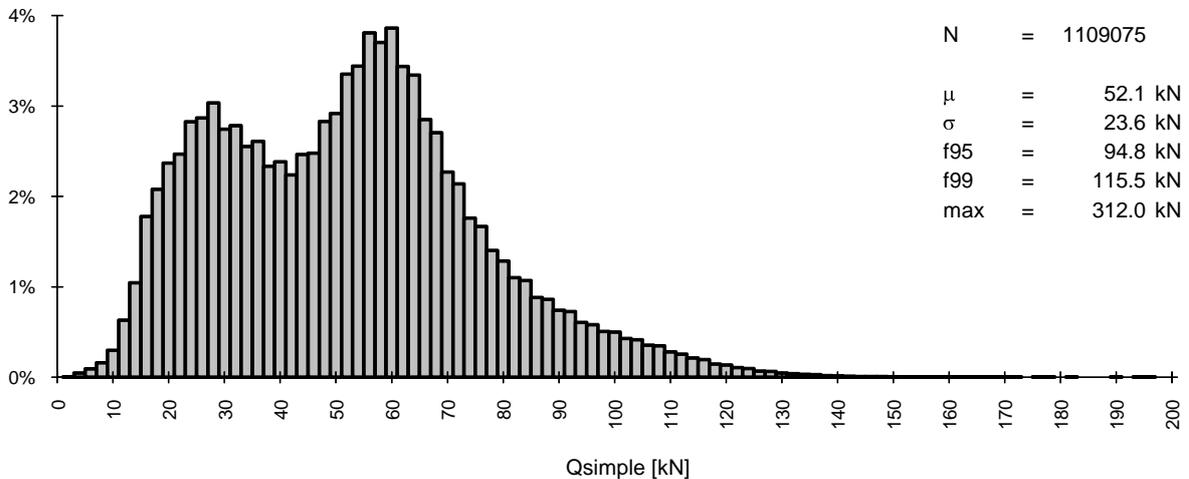
2007 Oberbueren

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



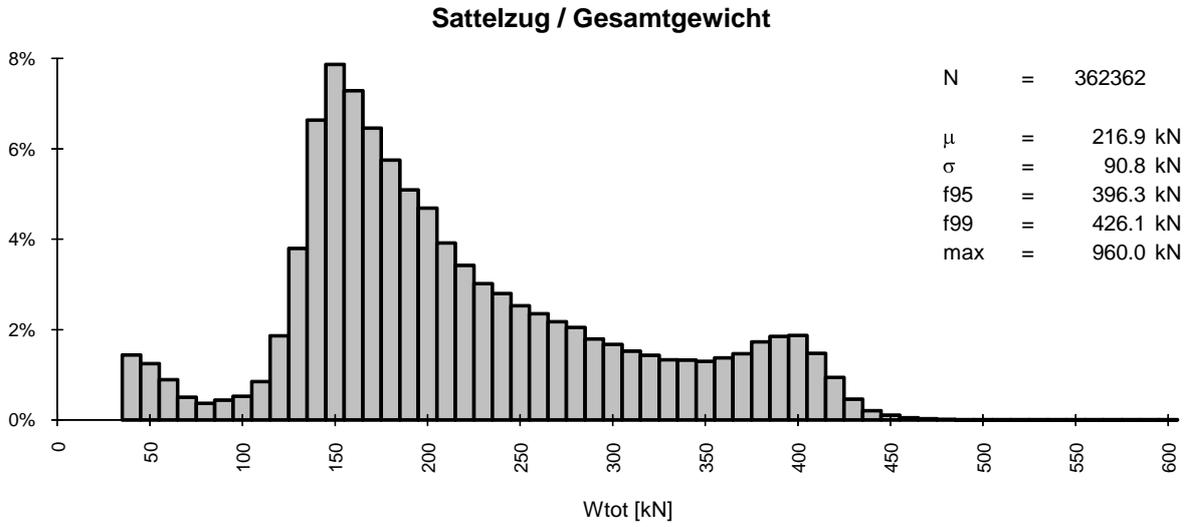
2007 Oberbueren

**Lastenzug / alle Einzelachsen**

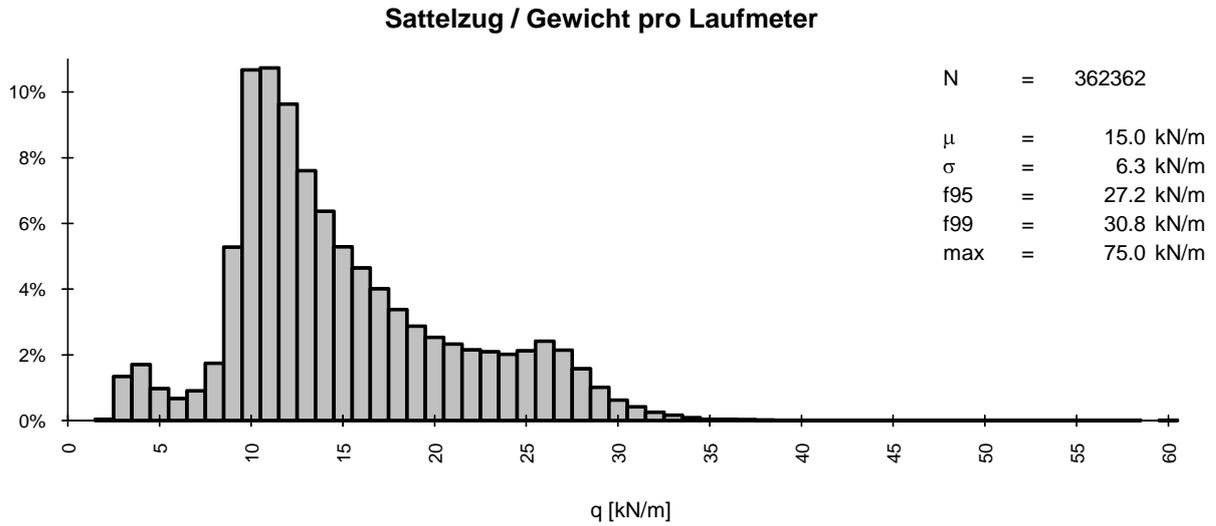


### 4.3.7 Sattelzüge (SZ)

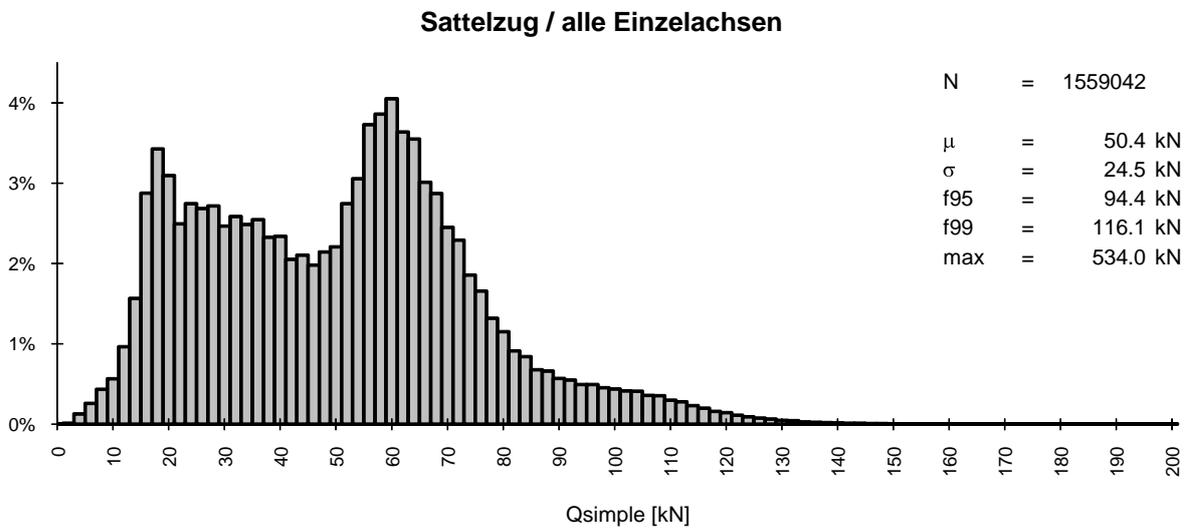
2007 Oberbueren



2007 Oberbueren



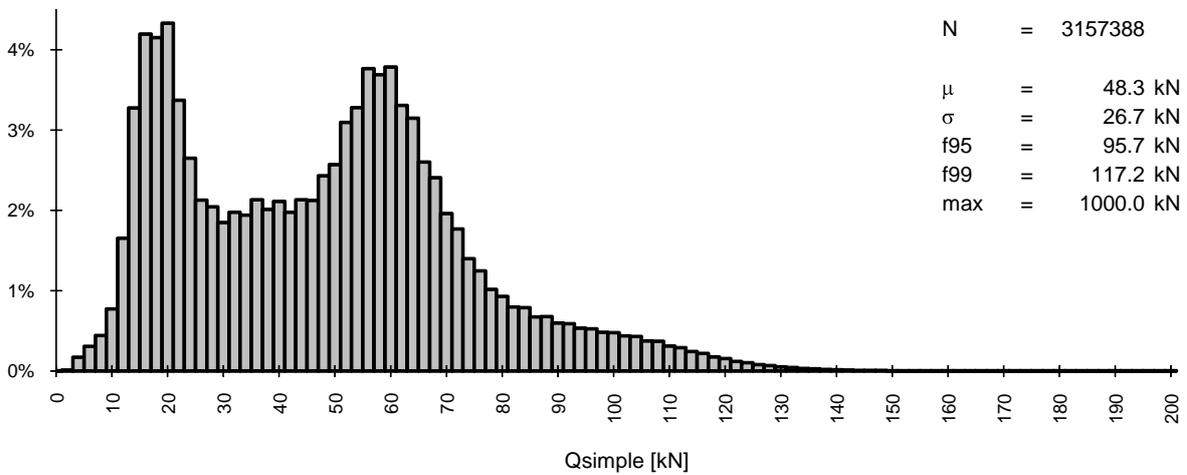
2007 Oberbueren



### 4.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

2007 Oberbueren

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



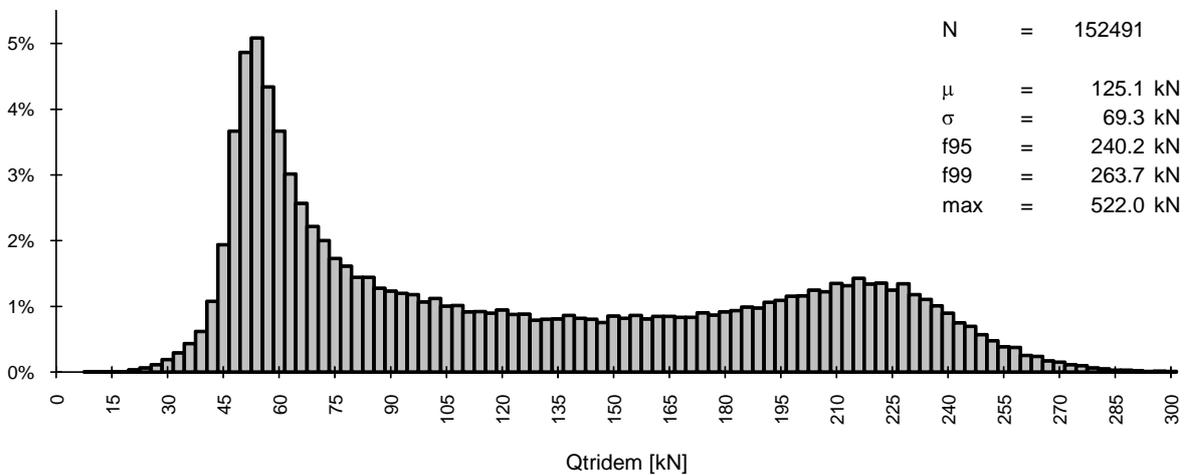
2007 Oberbueren

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Oberbueren

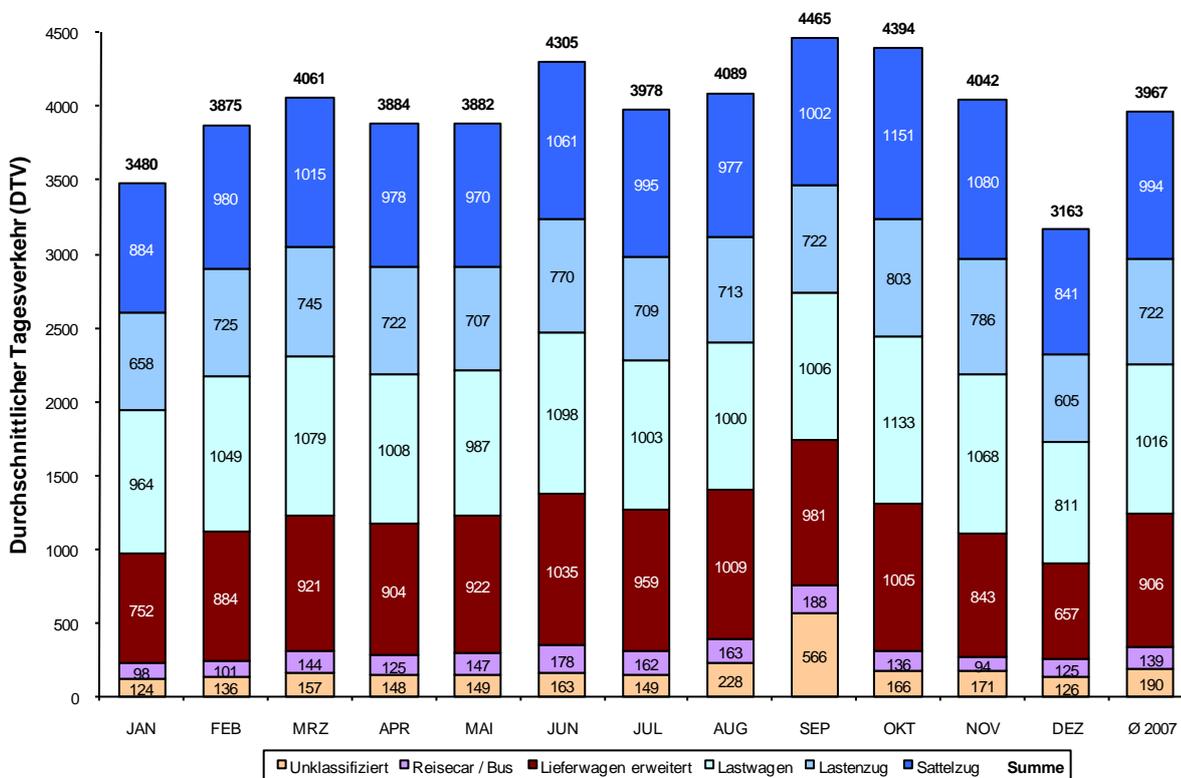
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



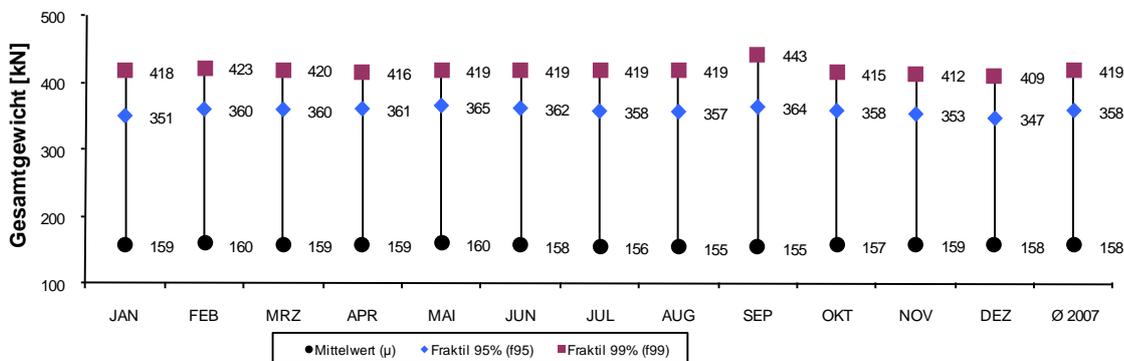
### 4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

#### 4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

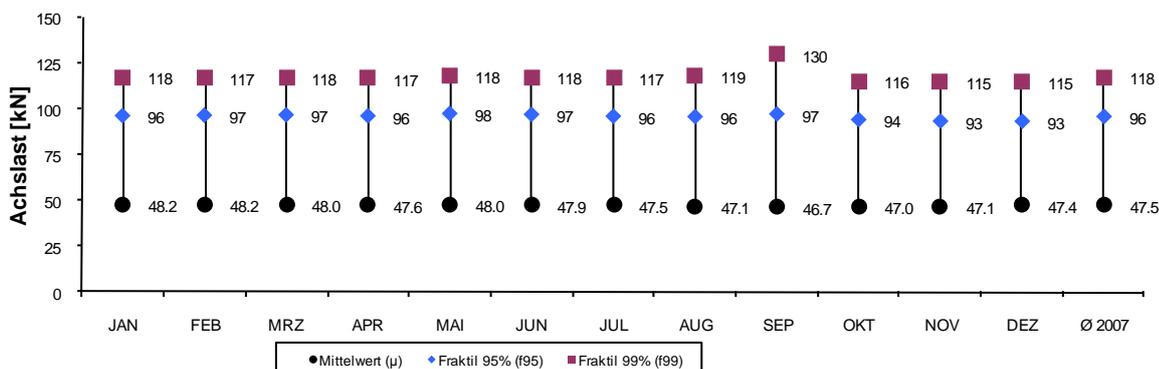
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

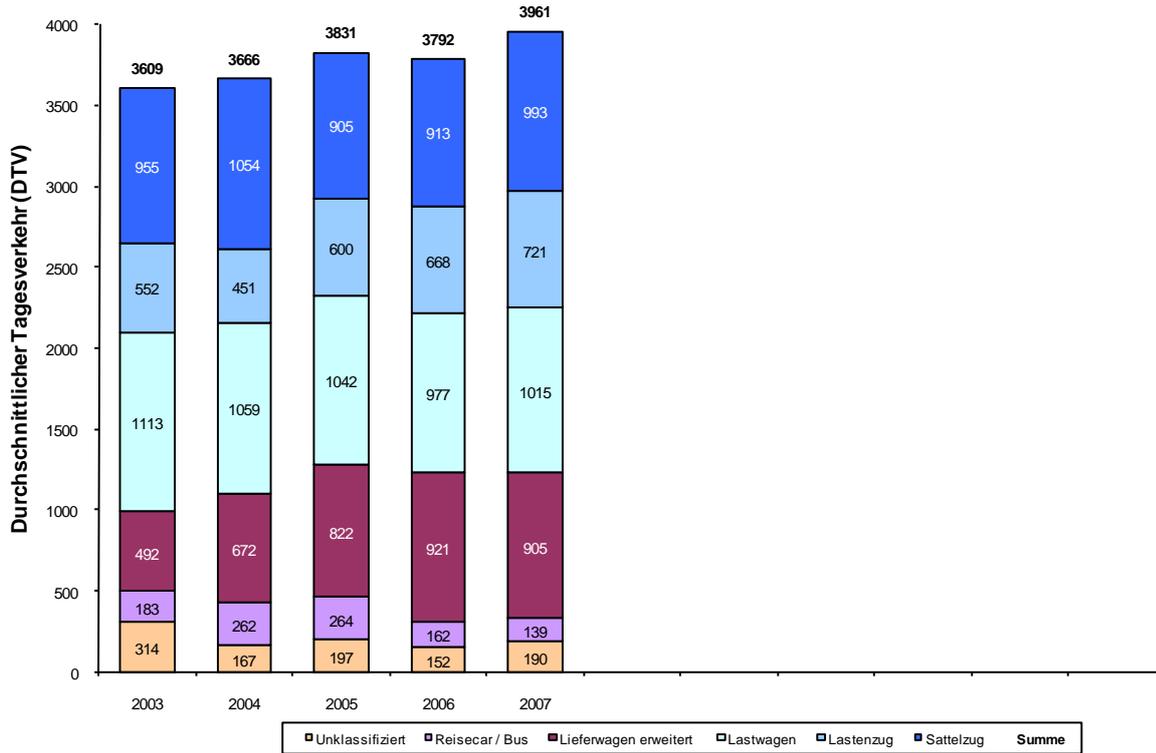


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

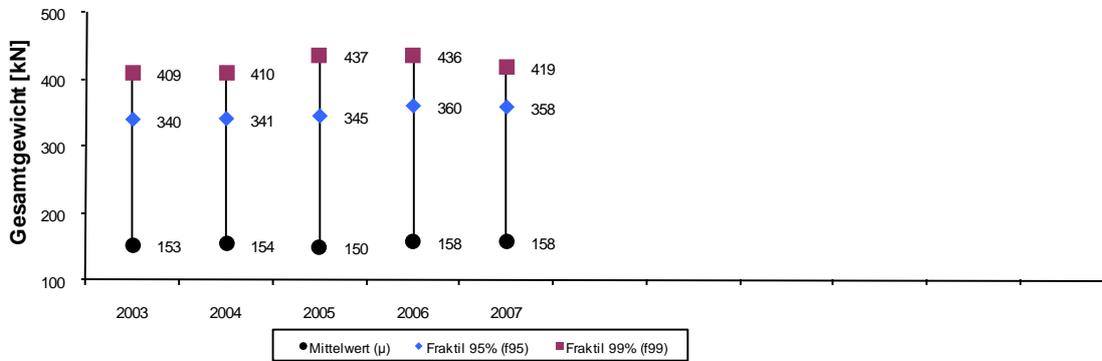


### 4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

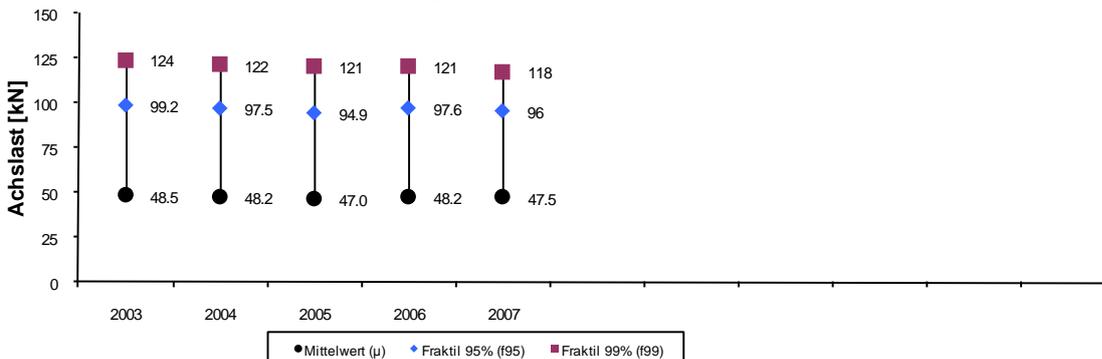
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



## 4.5 Auswertung der Messdaten

### 4.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 4.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.3	48.3	95.7	117.2
Tandemachse	95.5	47.8	96.2	110.4
Tridemachse	125.1	41.7	80.1	87.9
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 48.3 kN, respektive 47.8 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 41.7 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Tandemachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN und mehr als 99% unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (s. Abs. 4.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.6 kN/m	27.5 kN/m	39.5 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.9 kN/m <sup>2</sup>	7.9 kN/m <sup>2</sup>	11.3 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

#### 4.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 4.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	53'832	<b>27</b>	0.000	3'064	<b>0</b>	0.000	2	<b>0</b>
2	0.006	555'835	<b>3'335</b>	0.001	21'695	<b>15</b>	0.000	28	<b>0</b>
3	0.020	380'251	<b>7'605</b>	0.003	16'564	<b>50</b>	0.001	610	<b>1</b>
4	0.070	321'328	<b>22'493</b>	0.008	17'111	<b>137</b>	0.002	2'054	<b>4</b>
5	0.150	354'603	<b>53'190</b>	0.020	32'176	<b>644</b>	0.005	10'188	<b>51</b>
6	0.290	556'016	<b>161'245</b>	0.030	43'781	<b>1'313</b>	0.010	27'377	<b>274</b>
7	0.530	423'863	<b>224'647</b>	0.060	37'706	<b>2'262</b>	0.020	11'887	<b>238</b>
8	1.000	200'965	<b>200'965</b>	0.100	36'435	<b>3'644</b>	0.030	8'150	<b>245</b>
9	1.520	111'638	<b>169'690</b>	0.140	31'061	<b>4'349</b>	0.040	8'223	<b>329</b>
10	2.400	82'538	<b>198'091</b>	0.200	25'151	<b>5'030</b>	0.060	5'247	<b>315</b>
11	3.660	60'906	<b>222'916</b>	0.280	24'046	<b>6'733</b>	0.080	4'784	<b>383</b>
12	5.400	34'181	<b>184'577</b>	0.400	24'833	<b>9'933</b>	0.110	5'608	<b>617</b>
13	7.760	13'478	<b>104'589</b>	0.540	25'558	<b>13'801</b>	0.140	3'886	<b>544</b>
14	10.870	4'470	<b>48'589</b>	0.730	22'802	<b>16'645</b>	0.190	3'774	<b>717</b>
15	14.910	1'323	<b>19'726</b>	0.960	17'513	<b>16'812</b>	0.240	4'930	<b>1'183</b>
16	20.060	458	<b>9'187</b>	1.260	13'727	<b>17'296</b>	0.300	3'798	<b>1'139</b>
17	26.540	159	<b>4'220</b>	1.630	11'672	<b>19'025</b>	0.380	3'857	<b>1'466</b>
18	34.590	184	<b>6'365</b>	2.080	10'717	<b>22'291</b>	0.480	5'364	<b>2'575</b>
19	-	-	-	2.640	10'212	<b>26'960</b>	0.590	4'420	<b>2'608</b>
20	-	-	-	3.300	9'178	<b>30'287</b>	0.720	5'044	<b>3'632</b>
21	-	-	-	4.090	6'353	<b>25'984</b>	0.880	7'590	<b>6'679</b>
22	-	-	-	5.030	7'309	<b>36'764</b>	1.060	6'229	<b>6'603</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	6'014	<b>7'638</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	6'391	<b>9'714</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'080	<b>5'575</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'892	<b>4'049</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'240	<b>3'112</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	423	<b>1'244</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	170	<b>583</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	89	<b>354</b>
Summe		3'156'028	<b>1'641'458</b>		448'664	<b>259'977</b>		152'349	<b>61'870</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'641'458 + 259'977 + 61'870 = 1'963'305 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'963'305 = 883'487.25 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 883'487.25 / 364.5 = 2'424 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).**

### **4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs**

#### **Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Die Messungen 2007 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer schwachen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 4.4.1a). Im September ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4'465 Fahrzeugen. In den Monaten Dezember und Januar ist ein Rückgang des Schwerverkehrs messbar, wobei im Dezember ein deutliches Minimum zu verzeichnen ist.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 25.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.1% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 4.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 4.4.1b und 4.4.1c) bleibt übers Jahr mehr oder weniger konstant. Die überdurchschnittlich hohen Fraktilwerte f95 und f99 im September sind möglicherweise auf Gerätestörungen zurückzuführen.

#### **Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Im Jahr 2007 passierten durchschnittlich pro Tag 3'961 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 3'792 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 4.5%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 4.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 4.4.2b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr konstant bei 158 kN. Der Fraktilwert f95 sinkt um 0.6%, der Fraktilwert f99 um ganze 3.9%.

Bezüglich Achslast aller Fahrzeuge ist ebenfalls eine leichte Abnahme messbar (s. Diagramm 4.4.2c). Der Mittelwert nimmt von 48.2. kN auf 47.5 kN (-1.5%) ab, die Fraktilwerte f95 und f99 verändern sich um -1.6% respektive -2.5%.

Der durchschnittliche Tagesverkehr und die mittleren Achslast nehmen im Vergleich zu 2006 leicht ab. Dies wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 4.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 2'486 auf 2'424 ESAL(-2.5%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

#### **Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs**

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2007 von 3'609 auf 3'961 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 9.8%. Der DTV der

Fahrzeugtypen „Lieferwagen erweitert“ (+84%) und „Lastenzüge“ (+31%) ist seit 2003 massiv angestiegen – „Lastwagen“ sind hingegen rund 9% seltener unterwegs.

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge ist 2003 deutlich höher als zwischen 2004 und 2007: Die Datenqualität hat sich somit verbessert.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2007 um 3.3%, das „Fraktile 95%“ um 5.3% zugenommen: Dies deutet auf eine Gewichtszunahme der schwersten Fahrzeuge hin.

Die Achslasten nehmen zwischen 2003 und 2007 um 1% leicht ab.

## 5 Schafisheim (A1)

### 5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 5.2 Übersicht Messresultate

#### 5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

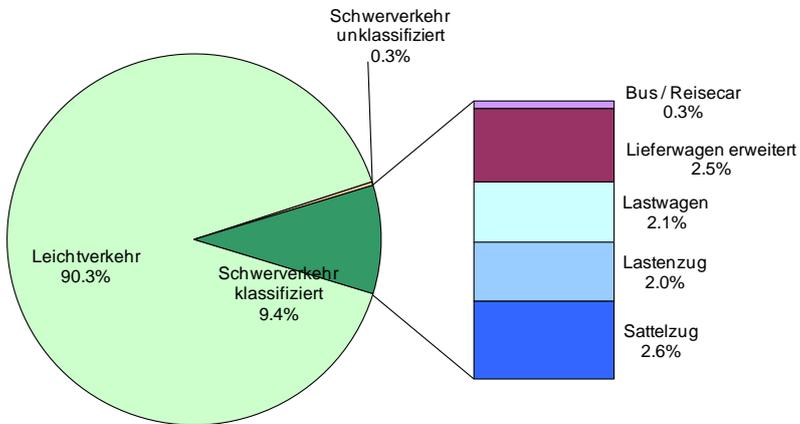
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Schafisheim (A1) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Schafisheim (A1) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 363.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	25'198'911	69'323	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	22'743'886	62'569	90.3	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'455'025	6'754	9.7	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	76'469	210	0.3	3.1
01 Bus / Reisecar	67'263	185	0.3	2.7
02 Motorrad	955	3	0.0	0.0
03 Personenwagen	164'015	451	0.7	6.7
04 Personenwagen mit Anh.	65'628	181	0.3	2.7
05 Lieferwagen	196'725	541	0.8	8.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	124'019	341	0.5	5.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	70'789	195	0.3	2.9
08 Lastwagen	519'458	1'429	2.1	21.2
09 Lastenzug	503'179	1'384	2.0	20.5
10 Sattelzug	666'525	1'834	2.6	27.1
Total	2'455'025	6'754	9.7	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	680'156	1'871	2.7	27.7
Fahrzeuge 8.0 - 18t	835'119	2'297	3.3	34.0
Fahrzeuge 18 - 28t	583'102	1'604	2.3	23.8
Fahrzeuge 28 - 40t	267'056	735	1.1	10.9
Fahrzeuge > 40t	89'592	246	0.4	3.6
Total	2'455'025	6'754	9.7	100.0

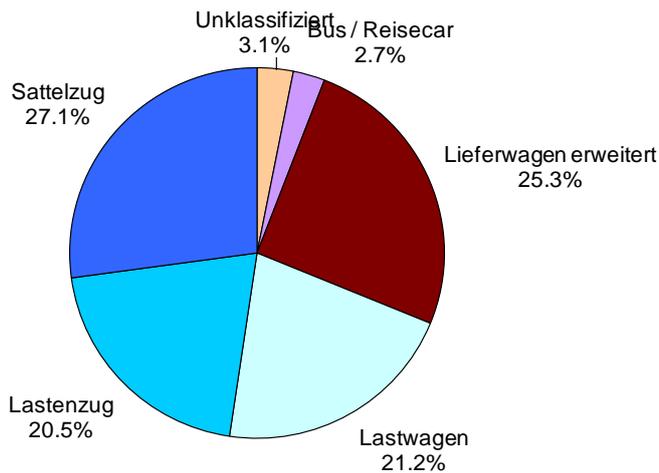
**Tabelle 5:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Schafisheim

## 5.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

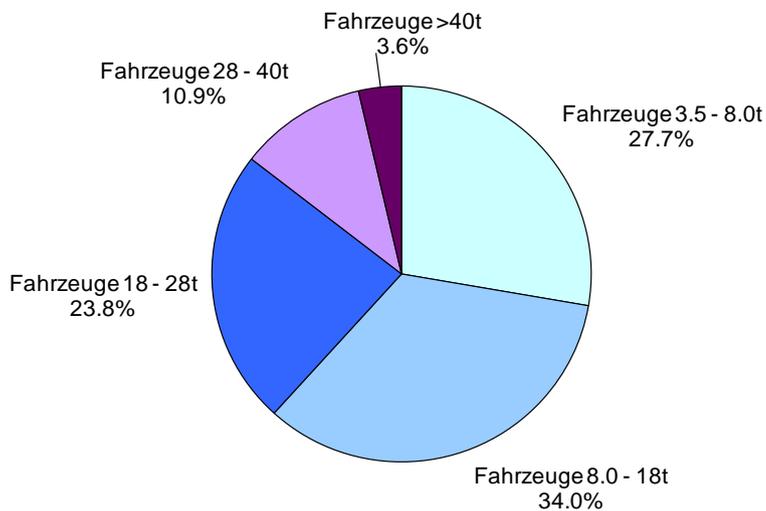
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 5.3 Messdiagramme

### 5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Schafisheim (A1) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 5.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 5.3.5 Lastwagen (LW)
- 5.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 5.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 5.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 5.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

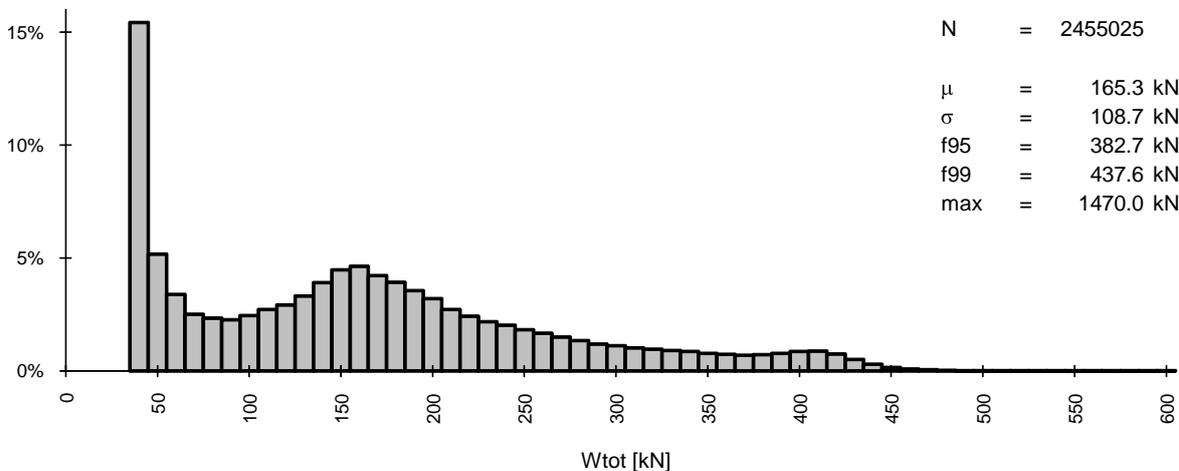
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

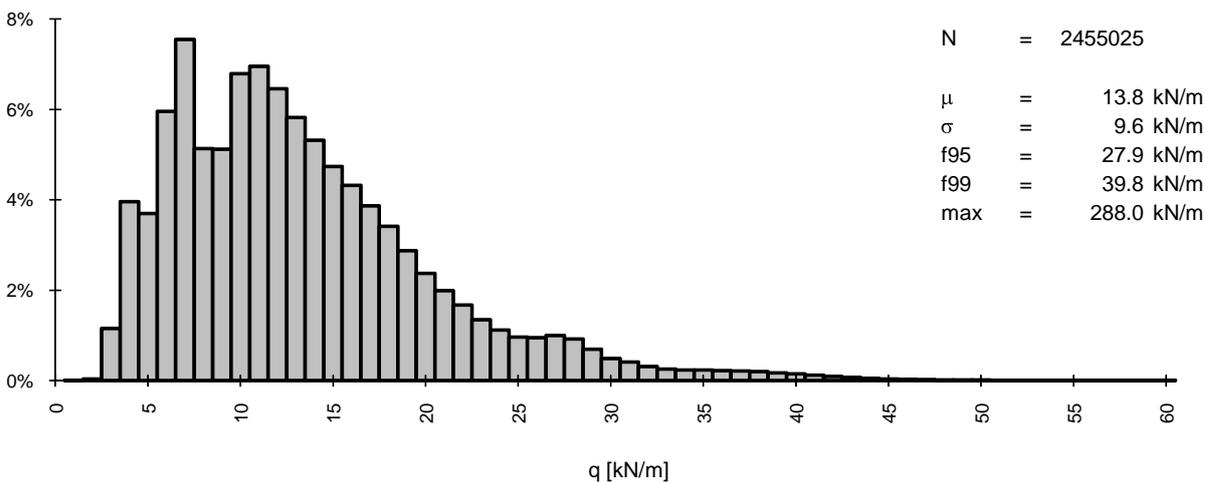
2007 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



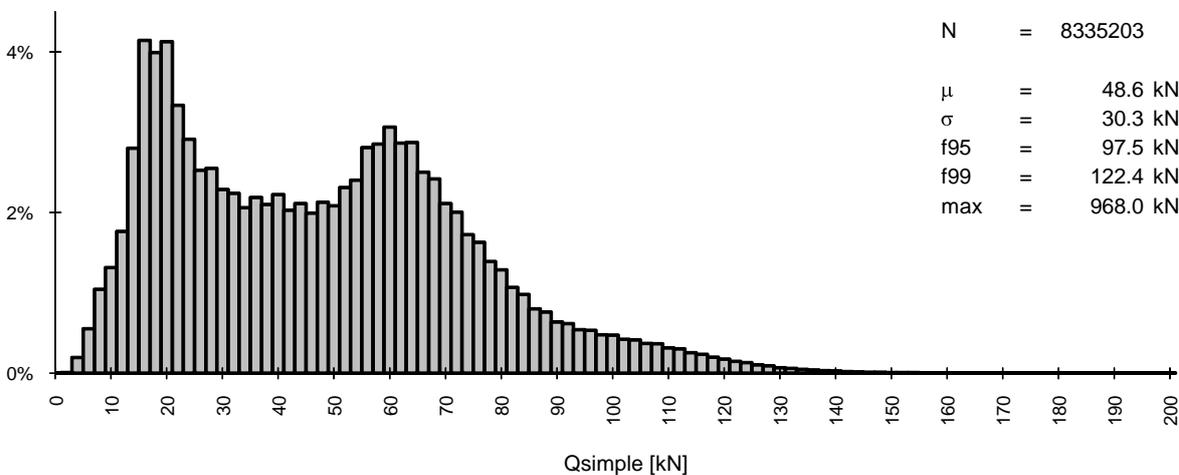
2007 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



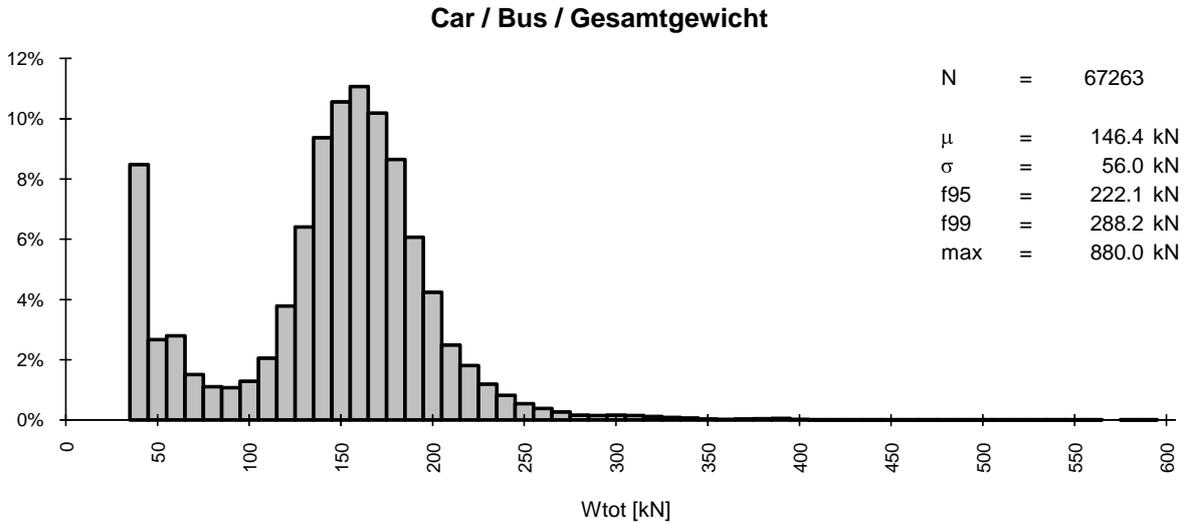
2007 Schafisheim

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

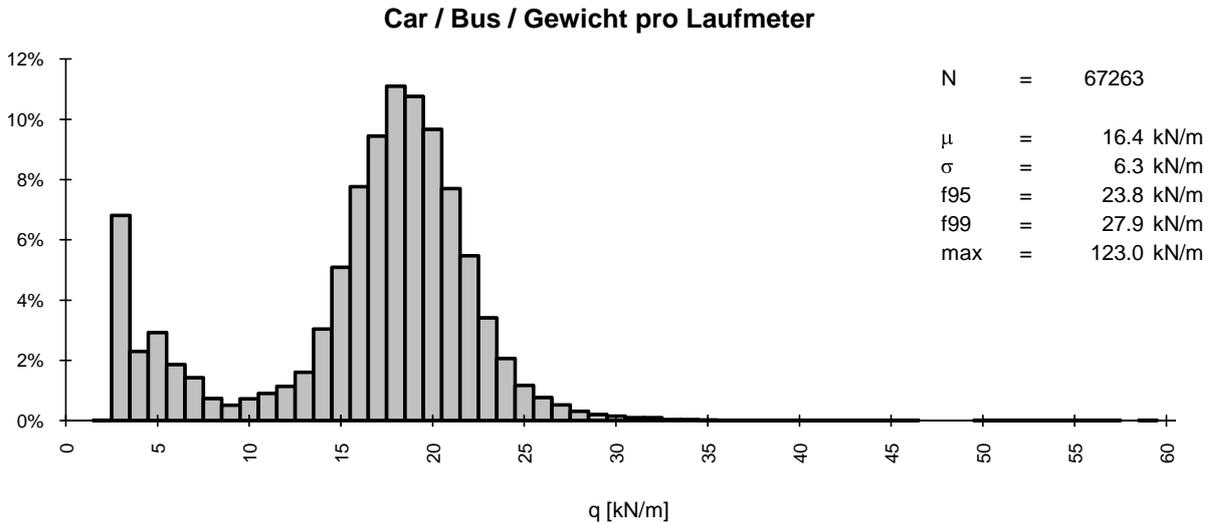


### 5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

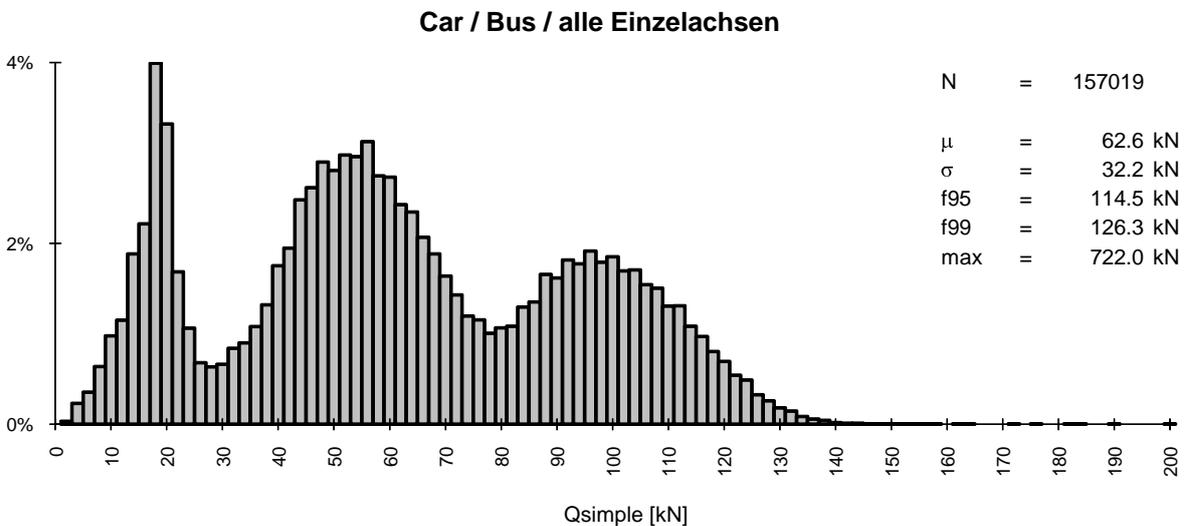
2007 Schafisheim



2007 Schafisheim



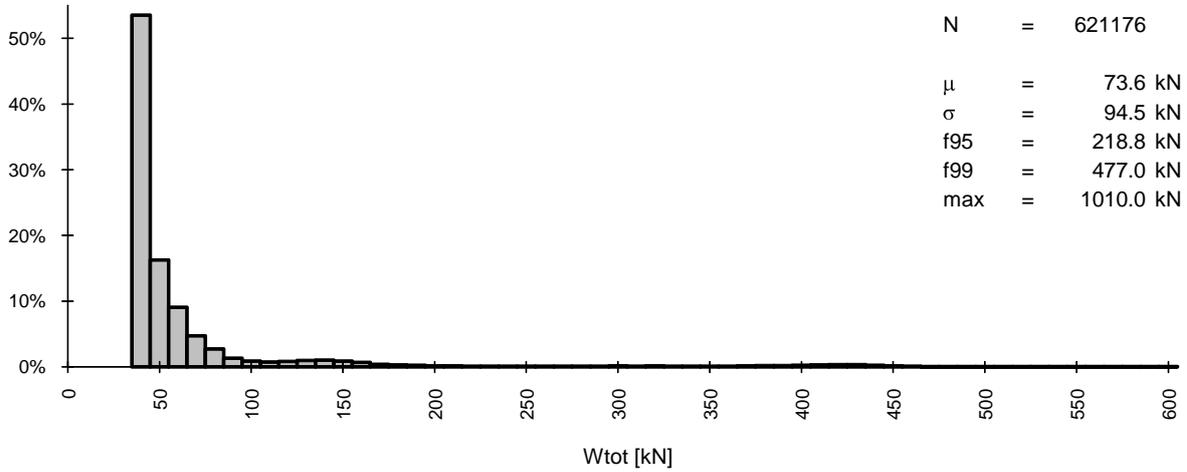
2007 Schafisheim



### 5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

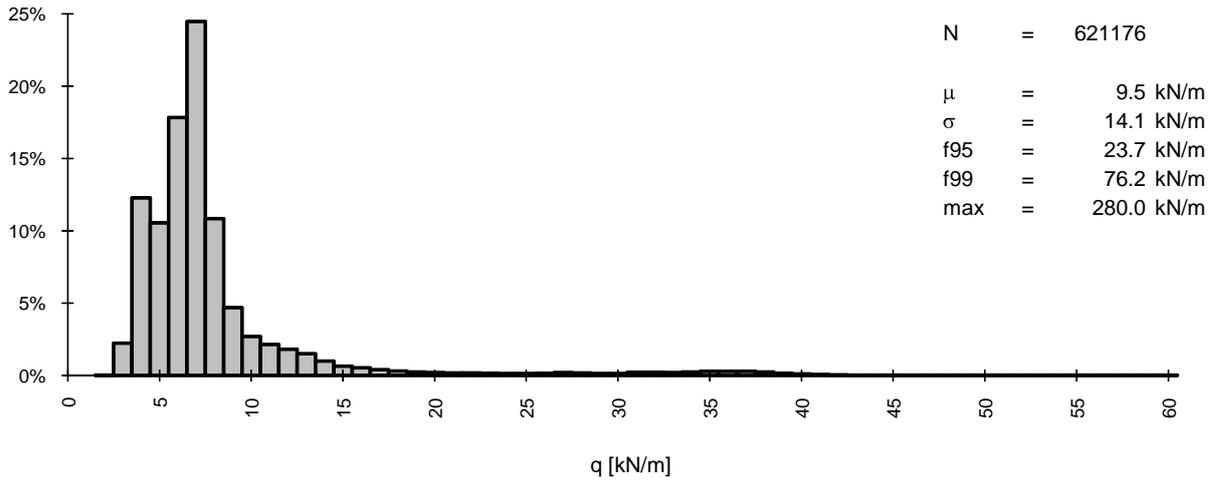
2007 Schafisheim

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



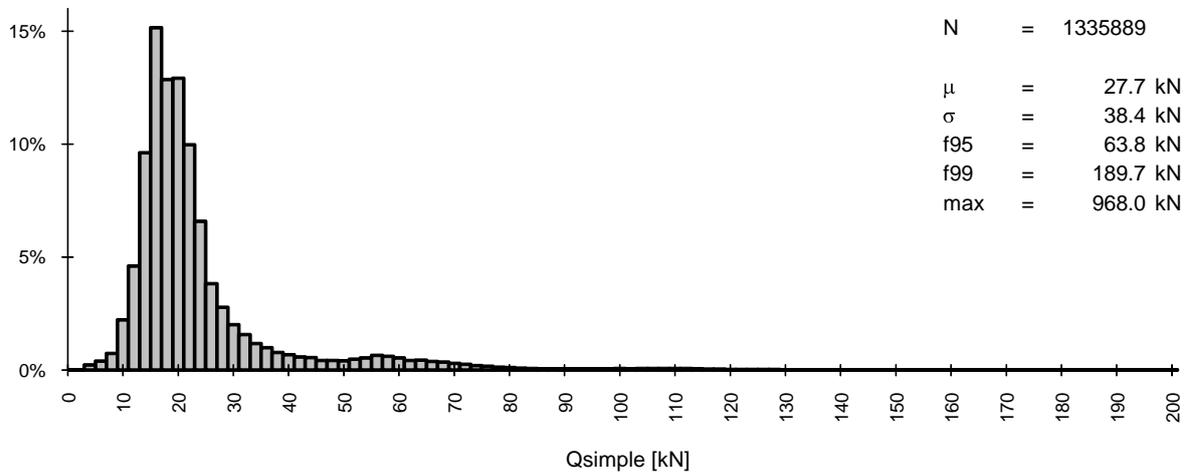
2007 Schafisheim

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Schafisheim

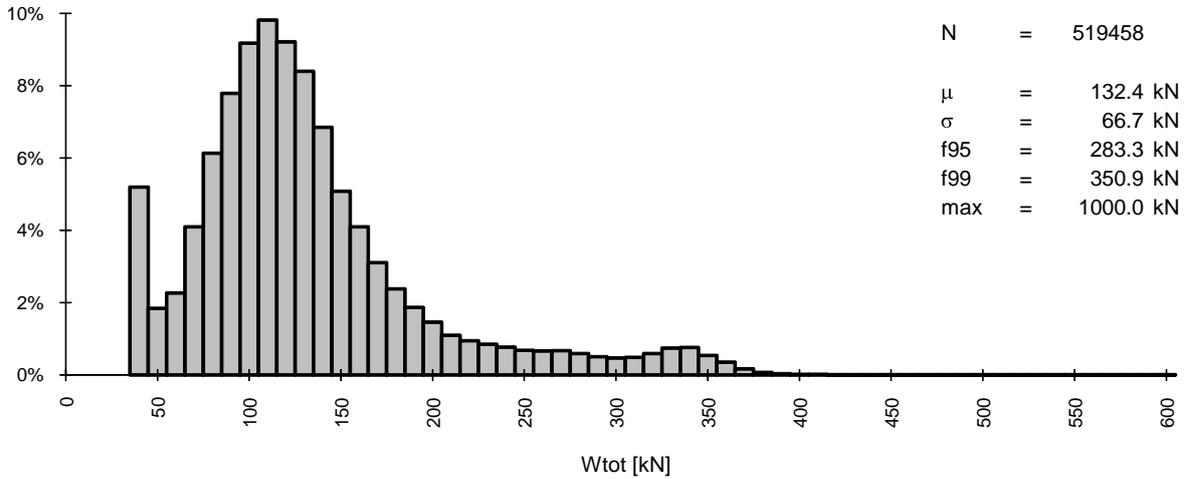
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 5.3.5 Lastwagen (LW)

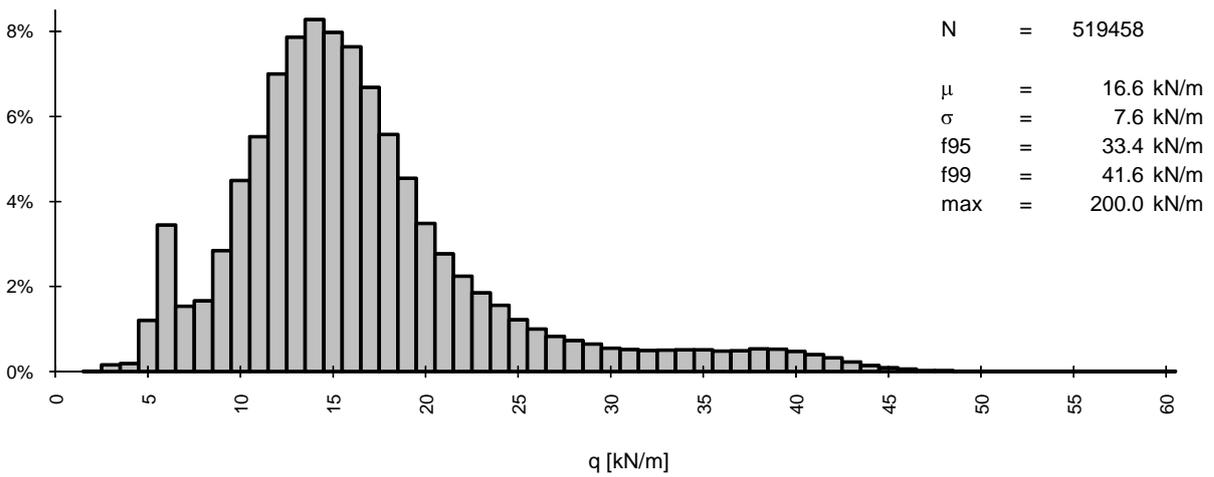
2007 Schafisheim

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



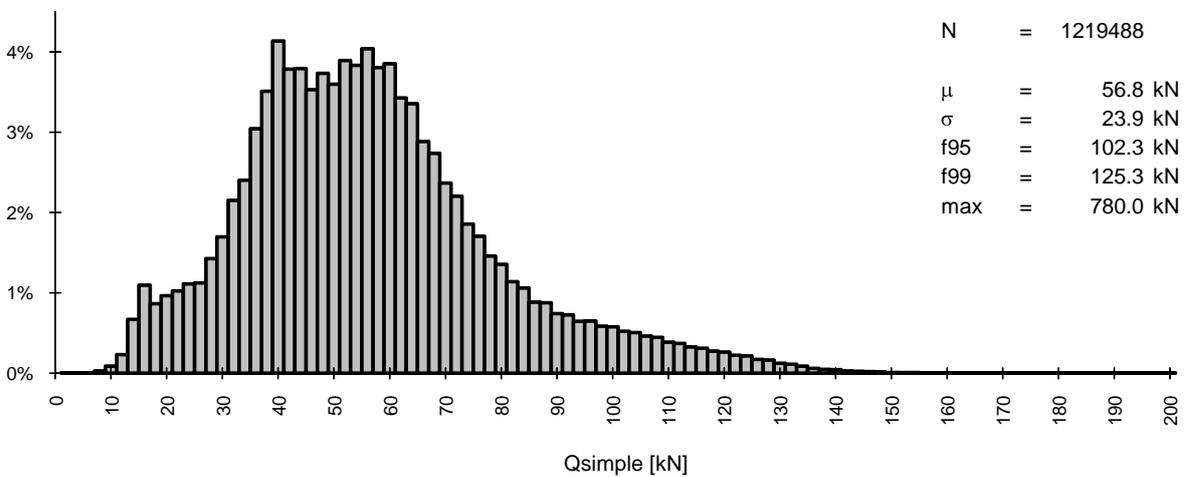
2007 Schafisheim

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



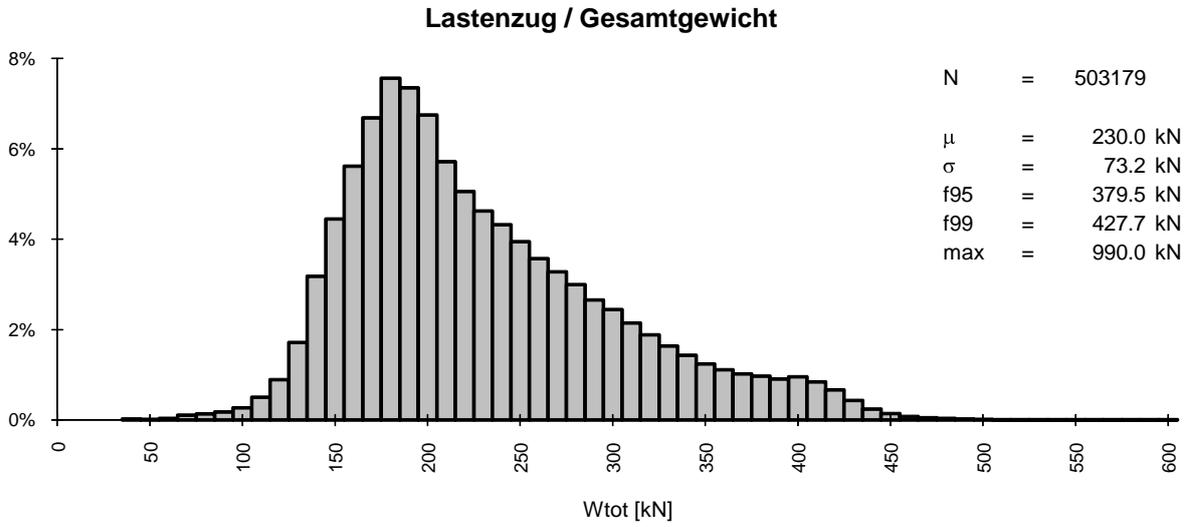
2007 Schafisheim

**Lastwagen / alle Einzelachsen**

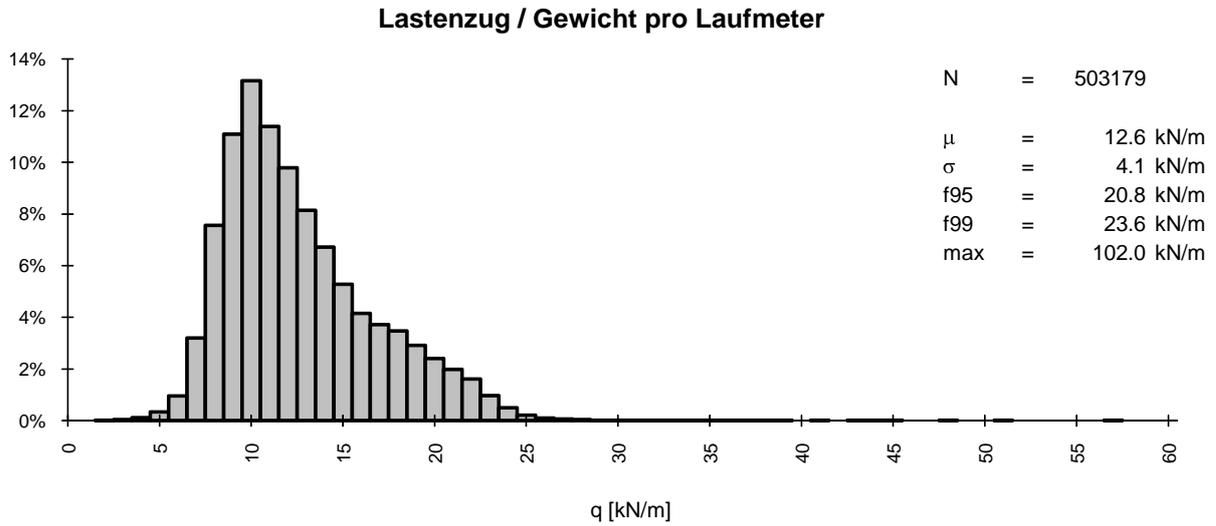


### 5.3.6 Lastenzüge (LZ)

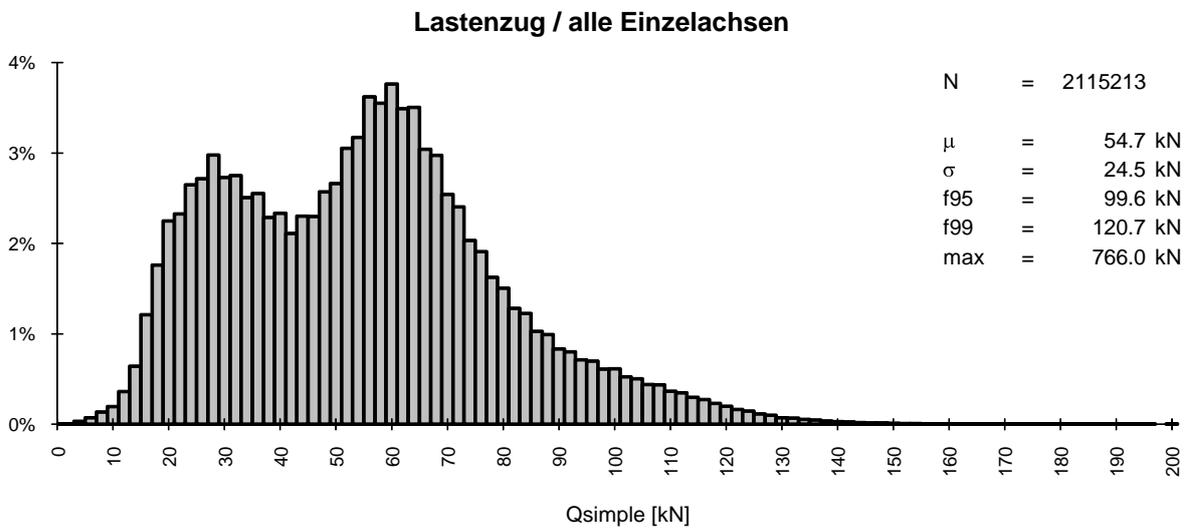
2007 Schafisheim



2007 Schafisheim

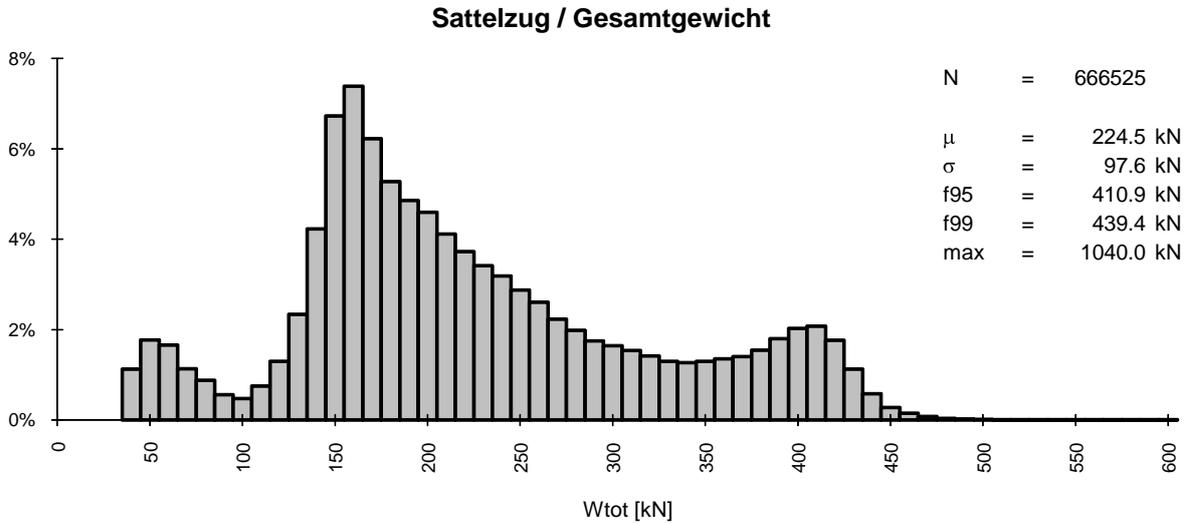


2007 Schafisheim

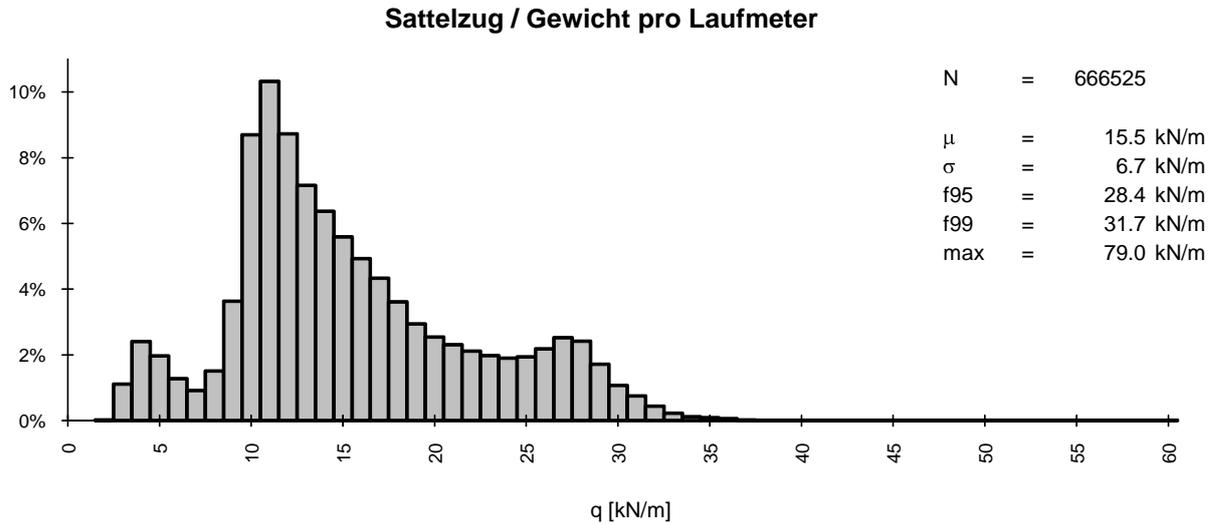


### 5.3.7 Sattelzüge (SZ)

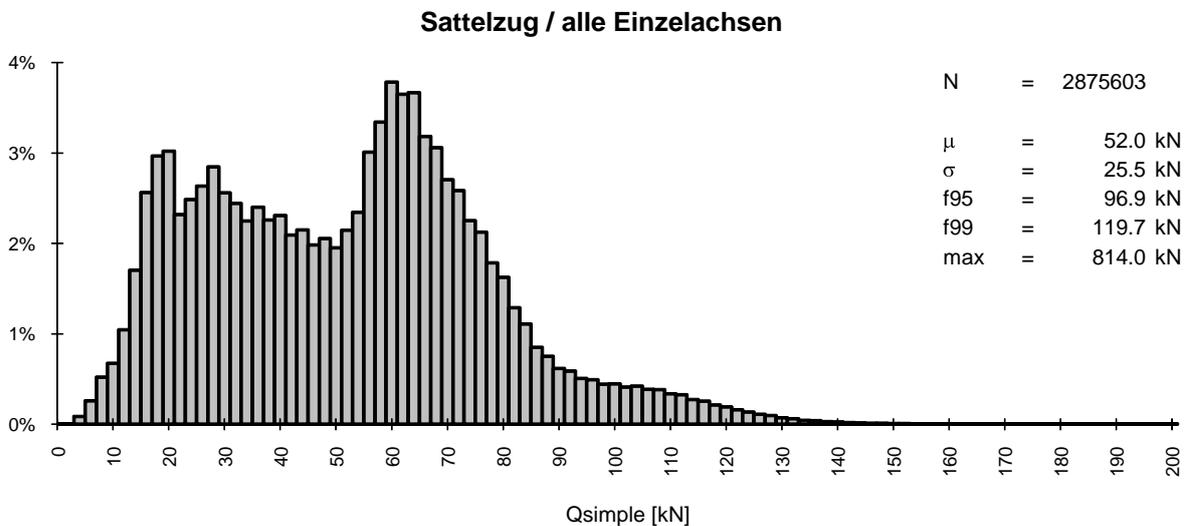
2007 Schafisheim



2007 Schafisheim



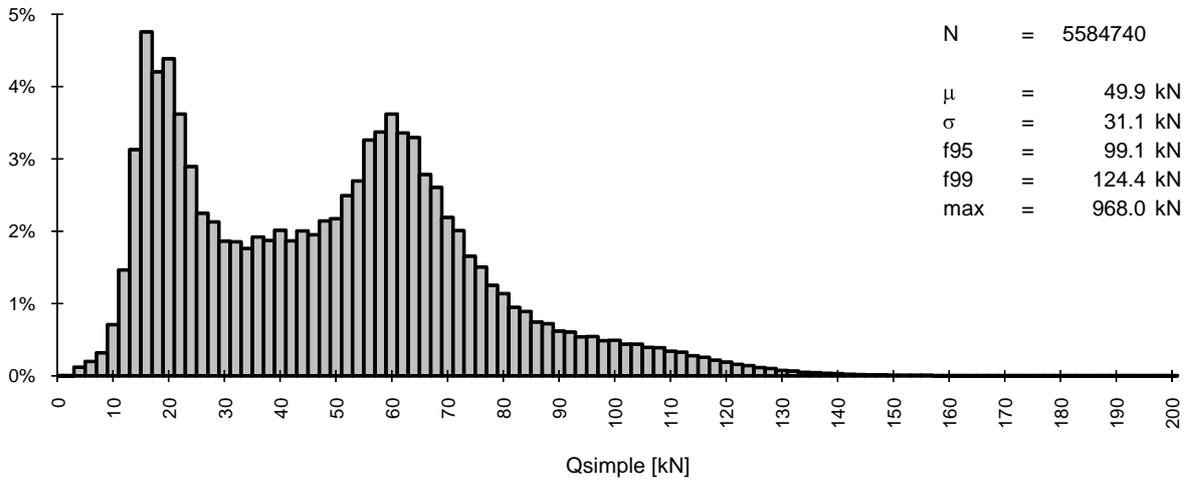
2007 Schafisheim



### 5.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

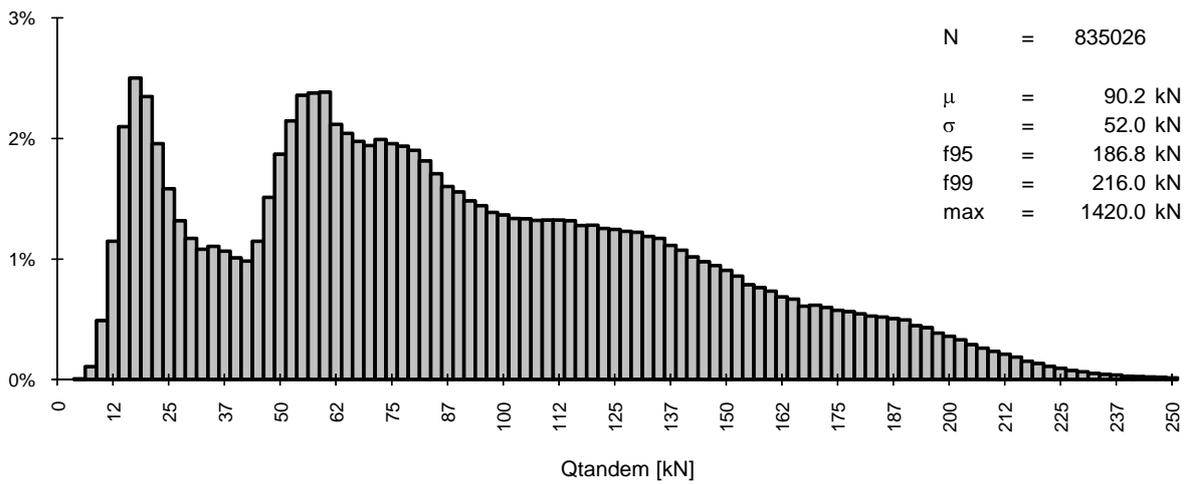
2007 Schafisheim

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



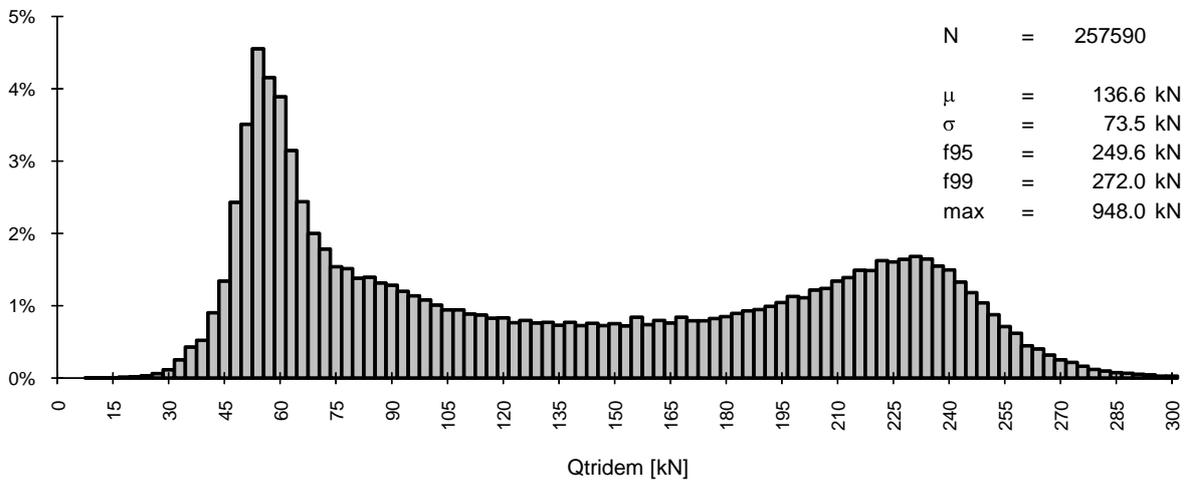
2007 Schafisheim

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Schafisheim

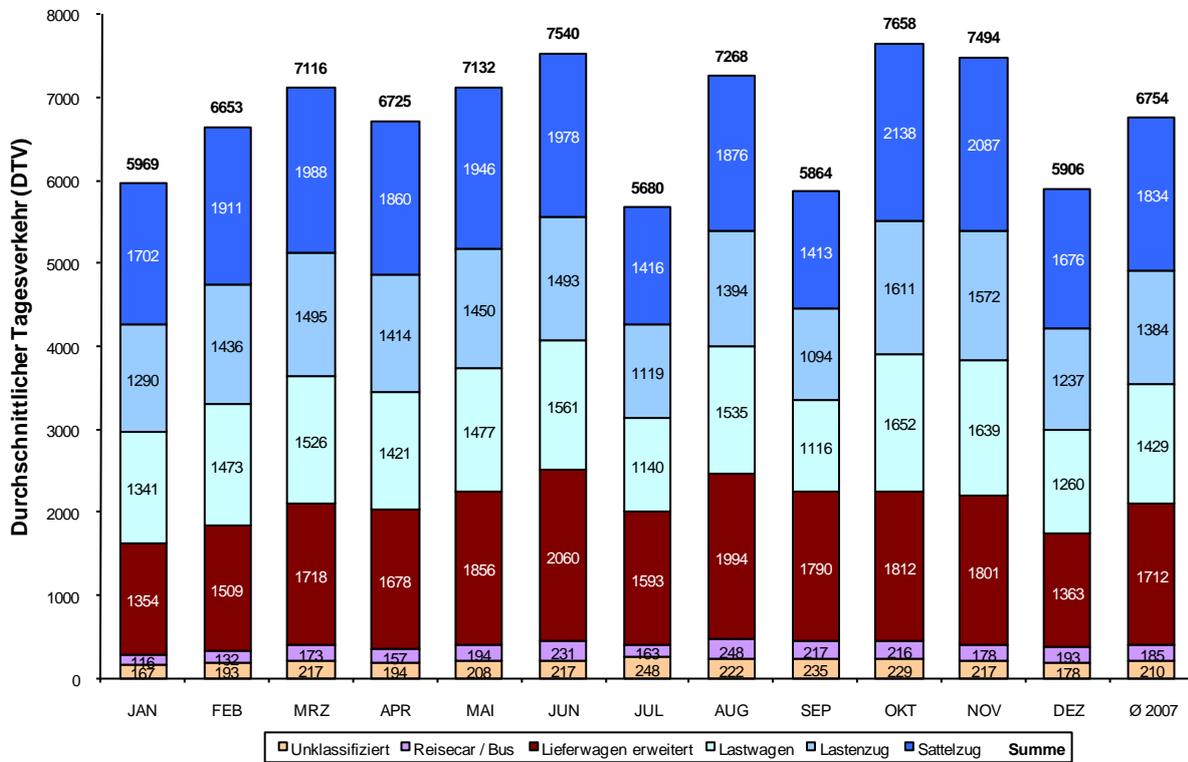
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



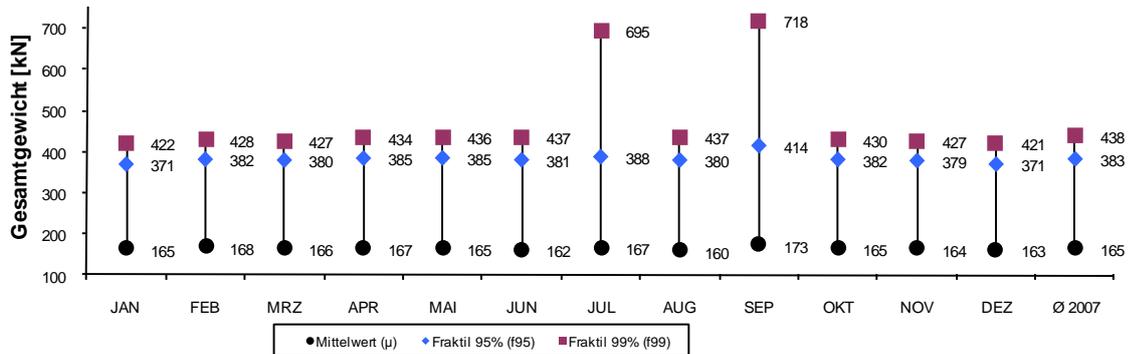
## 5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

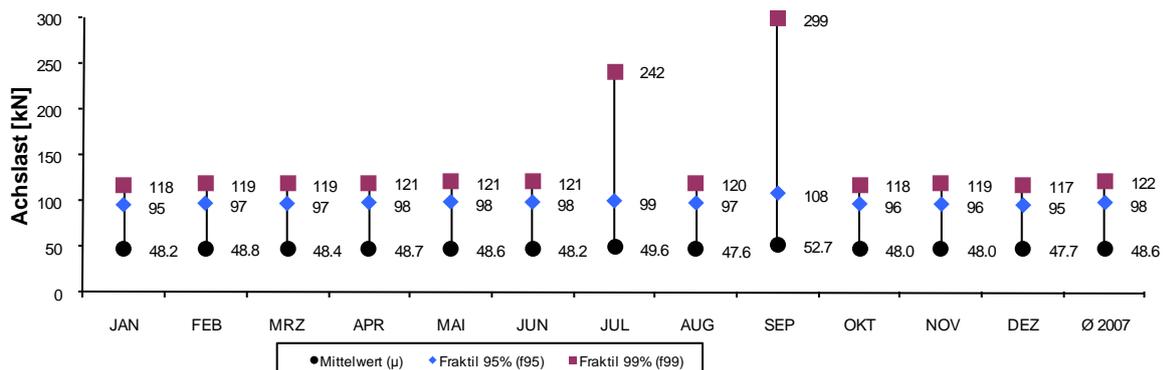
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

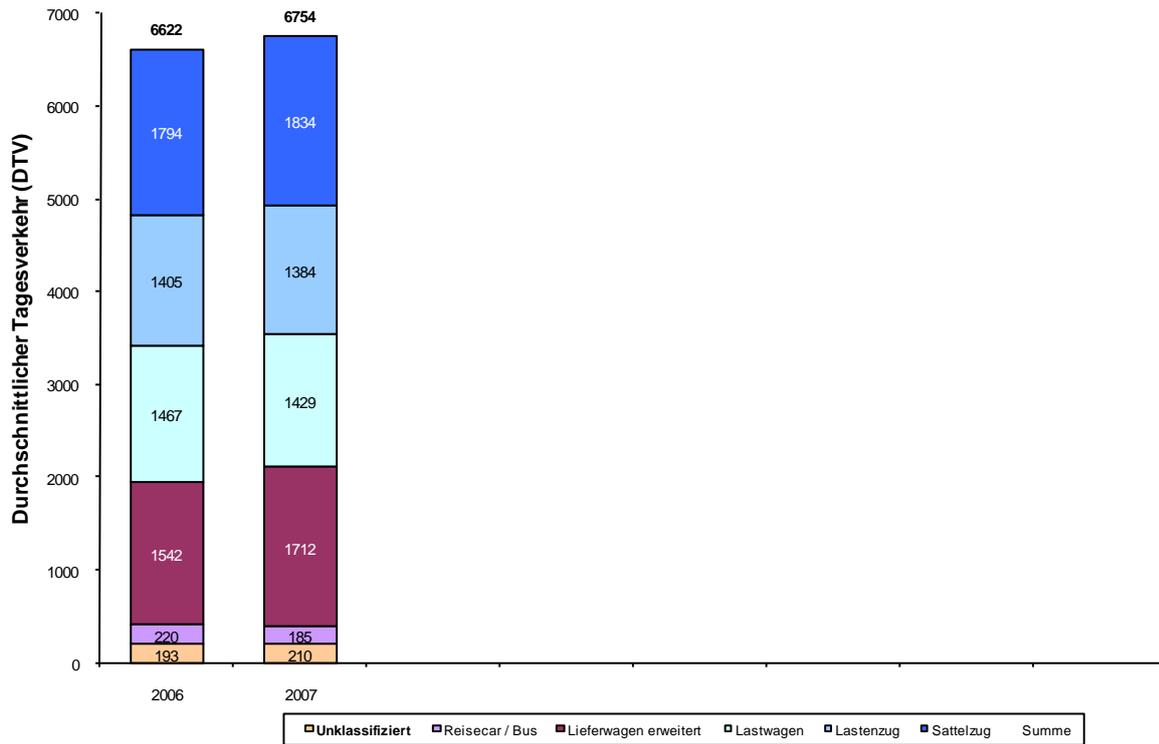


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

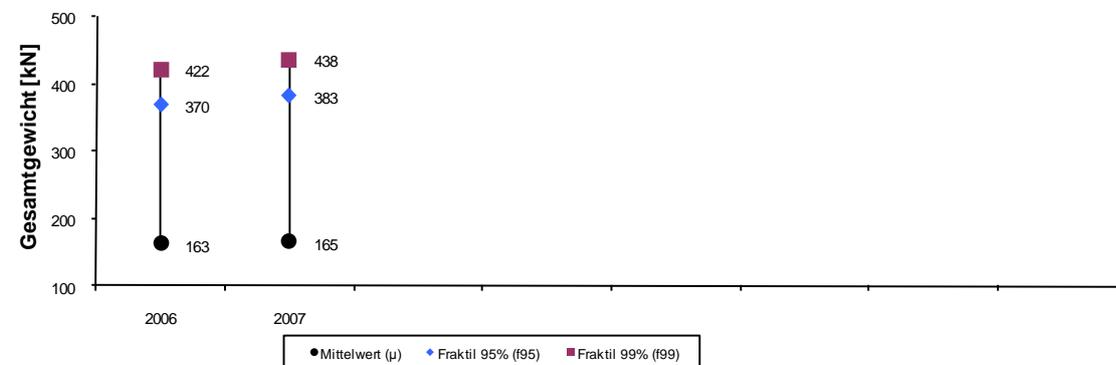


### 5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

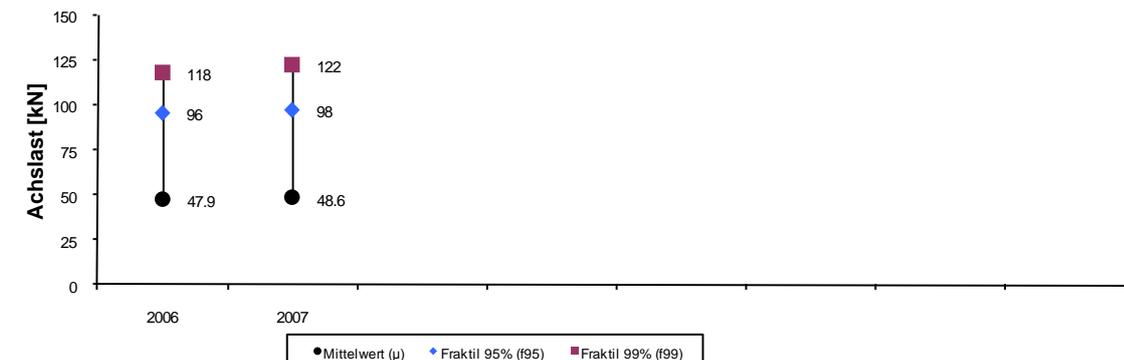
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



## 5.5 Auswertung der Messdaten

### 5.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 5.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.9	49.9	99.1	124.4
Tandemachse	90.2	45.1	93.4	108.0
Tridemachse	136.6	45.5	83.2	90.1
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen, mit einer mittleren Achslast von 49.9 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 45.1 kN, respektive 45.5 kN, auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN und mehr als 99% unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (s. Abschnitt 5.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.8 kN/m	27.9 kN/m	39.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.9 kN/m <sup>2</sup>	7.9 kN/m <sup>2</sup>	11.4 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.10 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen mehr als 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

## 5.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 5.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	75'498	<b>38</b>	0.000	5'012	<b>1</b>	0.000	2	<b>0</b>
2	0.006	1'002'027	<b>6'012</b>	0.001	67'604	<b>47</b>	0.000	60	<b>0</b>
3	0.020	712'577	<b>14'252</b>	0.003	50'349	<b>151</b>	0.001	592	<b>1</b>
4	0.070	526'495	<b>36'855</b>	0.008	35'577	<b>285</b>	0.002	3'108	<b>6</b>
5	0.150	566'426	<b>84'964</b>	0.020	46'030	<b>921</b>	0.005	12'048	<b>60</b>
6	0.290	862'343	<b>250'079</b>	0.030	77'384	<b>2'322</b>	0.010	41'514	<b>415</b>
7	0.530	795'221	<b>421'467</b>	0.060	67'443	<b>4'047</b>	0.020	19'553	<b>391</b>
8	1.000	422'330	<b>422'330</b>	0.100	65'042	<b>6'504</b>	0.030	12'475	<b>374</b>
9	1.520	219'071	<b>332'988</b>	0.140	55'780	<b>7'809</b>	0.040	13'848	<b>554</b>
10	2.400	149'257	<b>358'217</b>	0.200	47'397	<b>9'479</b>	0.060	8'799	<b>528</b>
11	3.660	112'086	<b>410'235</b>	0.280	44'364	<b>12'422</b>	0.080	7'454	<b>596</b>
12	5.400	71'017	<b>383'492</b>	0.400	43'416	<b>17'366</b>	0.110	8'816	<b>970</b>
13	7.760	33'302	<b>258'424</b>	0.540	41'342	<b>22'325</b>	0.140	5'991	<b>839</b>
14	10.870	12'829	<b>139'451</b>	0.730	37'950	<b>27'704</b>	0.190	5'853	<b>1'112</b>
15	14.910	4'669	<b>69'615</b>	0.960	32'141	<b>30'855</b>	0.240	7'624	<b>1'830</b>
16	20.060	2'286	<b>45'857</b>	1.260	26'239	<b>33'061</b>	0.300	5'943	<b>1'783</b>
17	26.540	1'423	<b>37'766</b>	1.630	21'522	<b>35'081</b>	0.380	6'183	<b>2'350</b>
18	34.590	2'137	<b>73'919</b>	2.080	19'035	<b>39'593</b>	0.480	8'394	<b>4'029</b>
19	-	-	-	2.640	17'065	<b>45'052</b>	0.590	7'138	<b>4'211</b>
20	-	-	-	3.300	13'553	<b>44'725</b>	0.720	8'149	<b>5'867</b>
21	-	-	-	4.090	9'337	<b>38'188</b>	0.880	12'650	<b>11'132</b>
22	-	-	-	5.030	10'543	<b>53'031</b>	1.060	11'254	<b>11'929</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	12'556	<b>15'946</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	16'423	<b>24'963</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	9'145	<b>16'552</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	5'704	<b>12'207</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	3'652	<b>9'167</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'295	<b>3'807</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	613	<b>2'103</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	391	<b>1'556</b>
Summe		5'570'994	<b>3'345'960</b>		834'125	<b>430'968</b>		257'227	<b>135'278</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'345'960 + 430'968 + 135'278 = 3'912'206 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'912'206 = 1'760'492.7 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'760'492.7 / 364.5 = 4829.88 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).**

### **5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs**

#### **Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Der Schwerverkehr am Standort Schafisheim (A1) unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im Oktober ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 7'658 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember, Januar sowie den Ferienmonaten Juli und September ist ein mässiger Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.1%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.6% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2), dies entspricht einer Zunahme von 1% im Vergleich zum Vorjahr.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c) bleiben relativ konstant. Die hohen Fraktilwerte für die Monate Juli und September sind möglicherweise auf Messfehler zurückzuführen.

#### **Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Im Jahr 2007 passierten durchschnittlich pro Tag 6'754 schwere Lastfahrzeuge die zählstelle, im Vorjahr waren es 6'622. Daraus ergibt sich eine Zunahme des täglichen Schwerverkehrs von 2%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (vgl. Diagramm 5.3.2. a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge steigt von 163 kN auf 165 kN (+1.2%) an. Der Fraktilwert f95 steigt um 3.5% von 370 kN auf 383 kN und der Fraktilwert f99 um 3.8% von 422 auf 438 (vgl. Diagramm 5.3.2. b).

Bei der Achslast aller Fahrzeuge (vgl. Diagramm 5.3.2. c) ist eine ansteigende Entwicklung feststellbar: der Mittelwert nimmt von 47.9 kN auf 48.6 kN (+1.5%) zu. Der Fraktilwert f95 bleibt konstant bei 96 kN und der Fraktilwert f99 steigt von 118 kN auf 122 kN (+3.4%).

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslasten wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 5.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt um 7.6% von 4'501 auf 4'843 ESAL zu, ist deshalb weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### **Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs**

Daten sind erst ab 2006 vorhanden.



## 6 Monte Ceneri (A2)

### 6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 6.2 Übersicht Messresultate

#### 6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

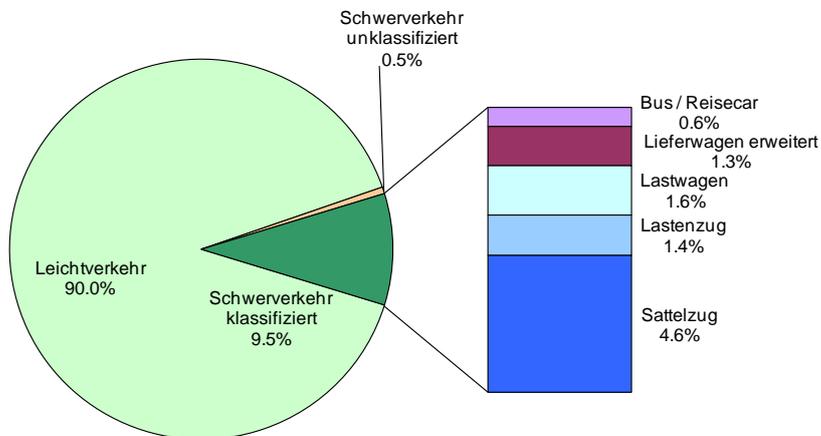
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	15'715'075	43'055	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	14'137'268	38'732	90.0	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'577'807	4'323	10.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	89'031	244	0.6	6.5
01 Bus / Reiseкар	100'262	275	0.6	7.0
02 Motorrad	1'201	3	0.0	0.0
03 Personenwagen	41'546	114	0.3	0.3
04 Personenwagen mit Anh.	8'600	24	0.1	0.0
05 Lieferwagen	100'191	274	0.6	6.0
06 Lieferwagen mit Anh.	33'530	92	0.2	0.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	18'890	52	0.1	0.1
08 Lastwagen	256'815	704	1.6	19.8
09 Lastenzug	212'503	582	1.4	16.1
10 Sattelzug	715'238	1'960	4.6	43.6
Total	1'577'807	4'323	10.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	235'800	646	1.5	14.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	416'569	1'141	2.7	26.4
Fahrzeuge 18 - 28t	447'559	1'226	2.8	28.4
Fahrzeuge 28 - 40t	443'054	1'214	2.8	28.1
Fahrzeuge >40t	34'825	95	0.2	2.2
Total	1'577'807	4'323	10	100.0

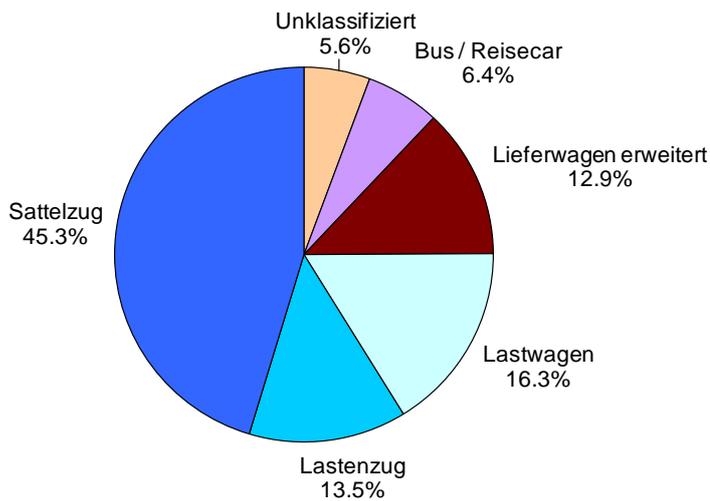
**Tabelle 6:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

## 6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

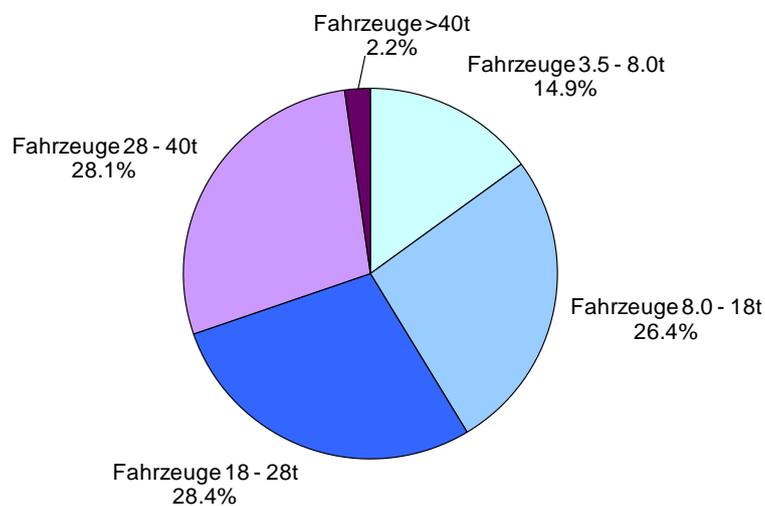
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 6.3 Messdiagramme

### 6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 6.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 6.3.3 Reisedeckungs und Busse (CB)
- 6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 6.3.5 Lastwagen (LW)
- 6.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 6.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 6.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 6.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

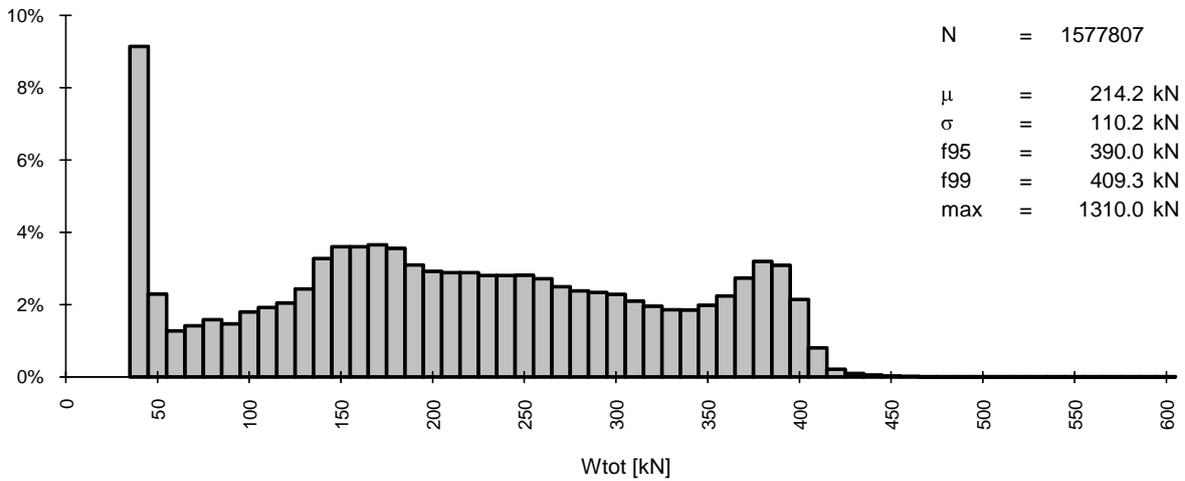
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 6.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

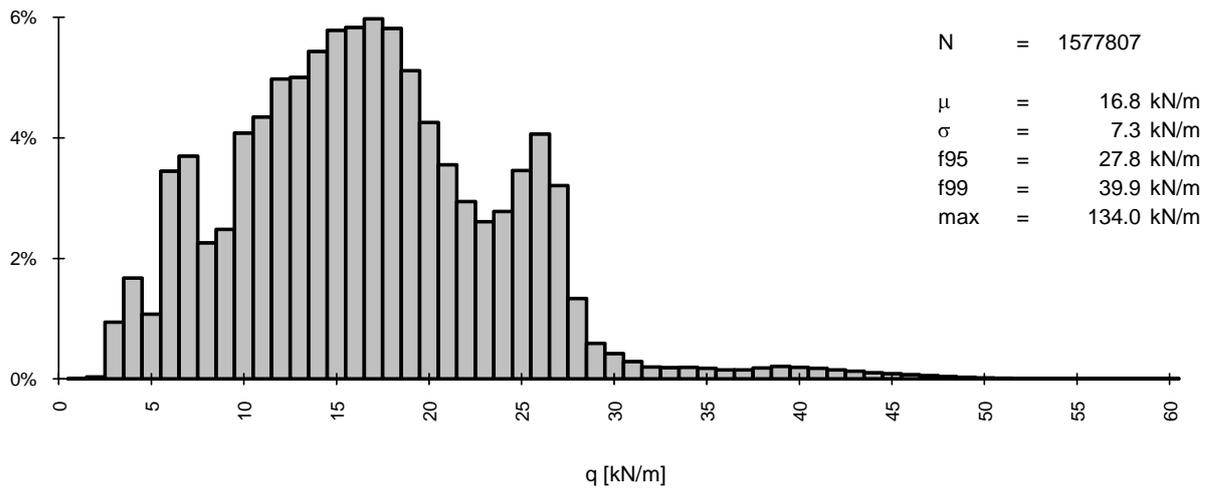
2007 Ceneri

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



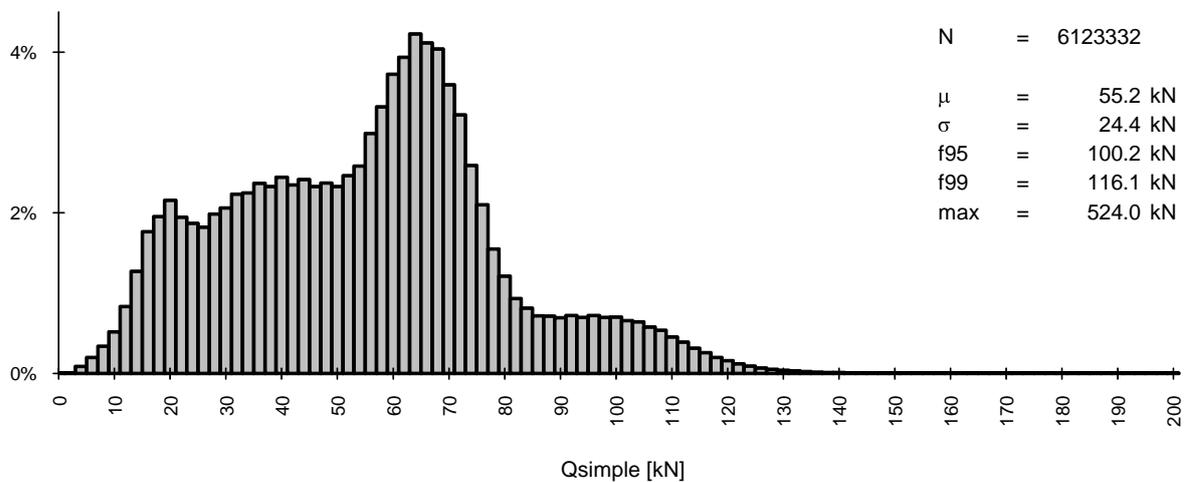
2007 Ceneri

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



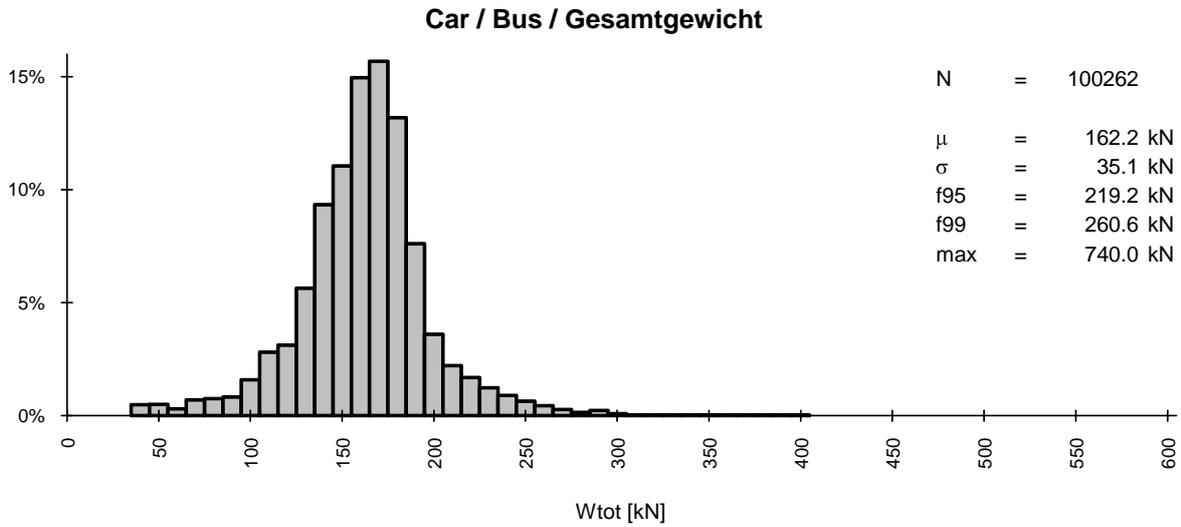
2007 Ceneri

**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**

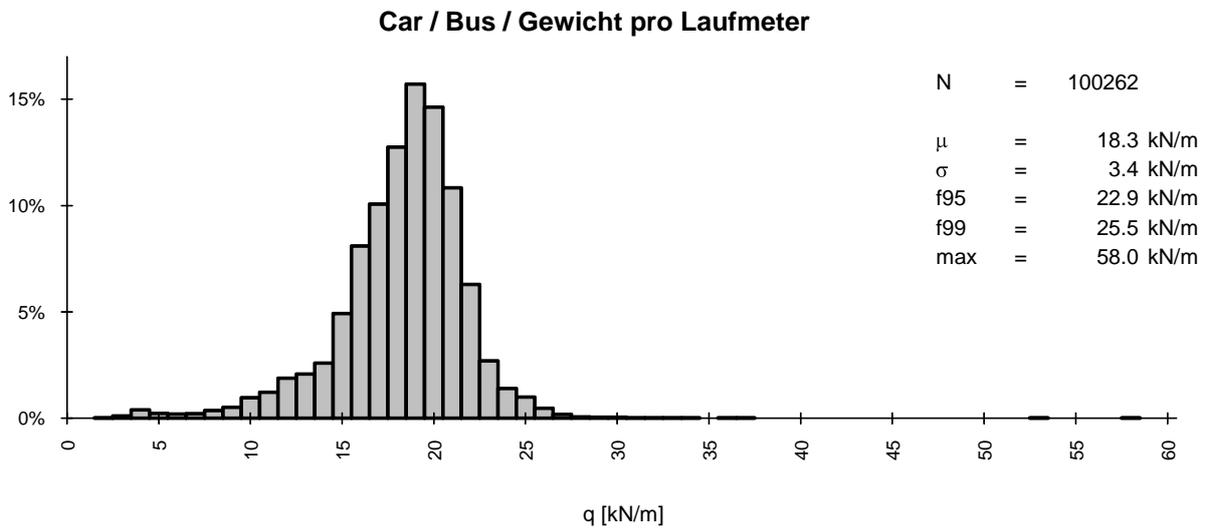


### 6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

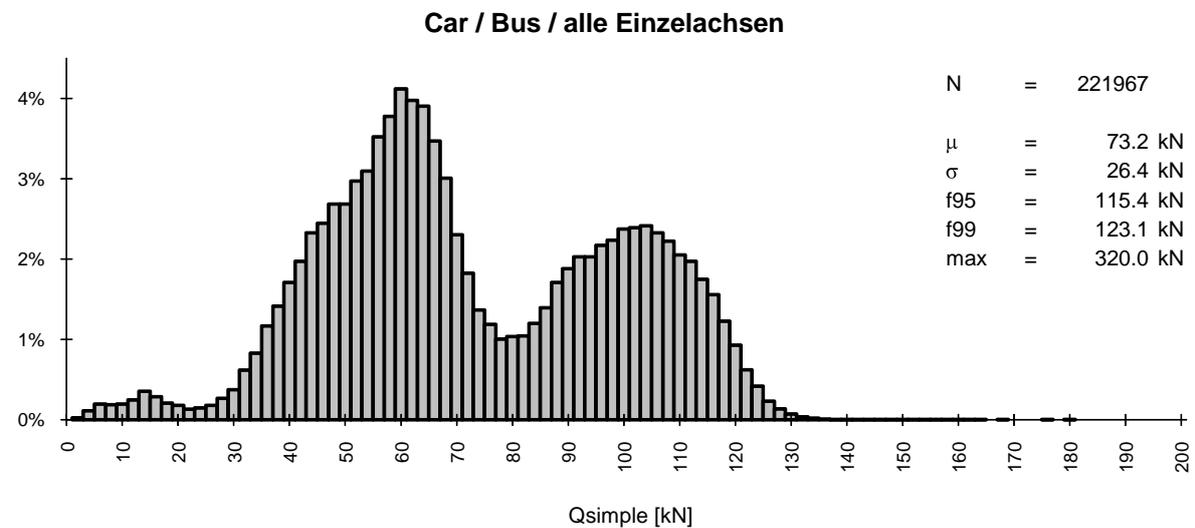
2007 Ceneri



2007 Ceneri



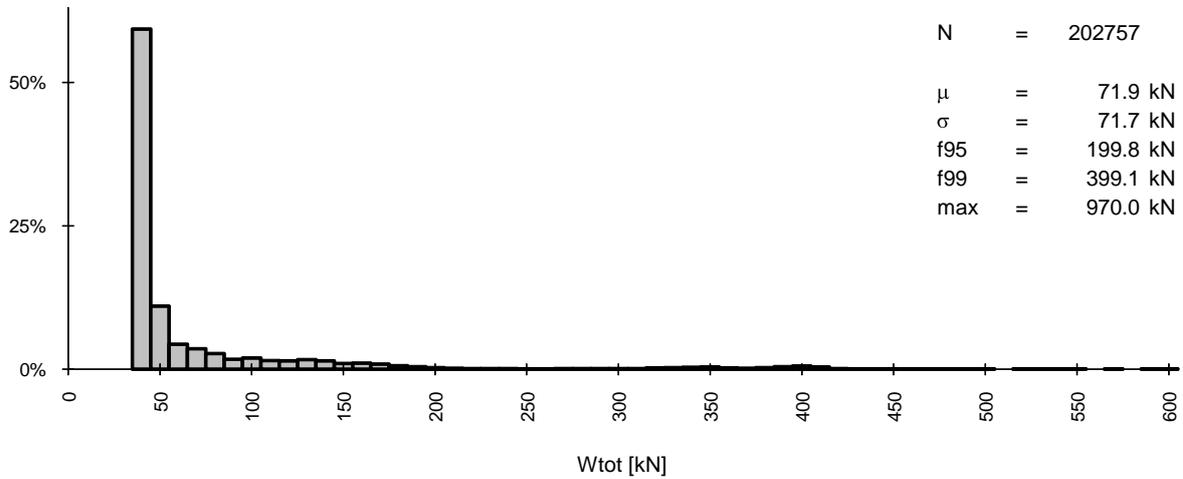
2007 Ceneri



### 6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

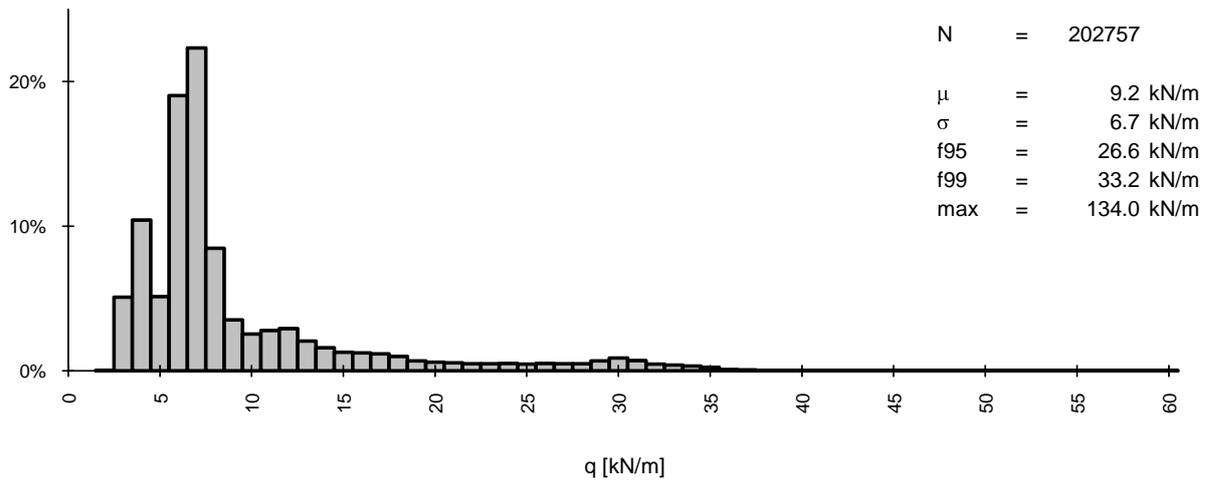
2007 Ceneri

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



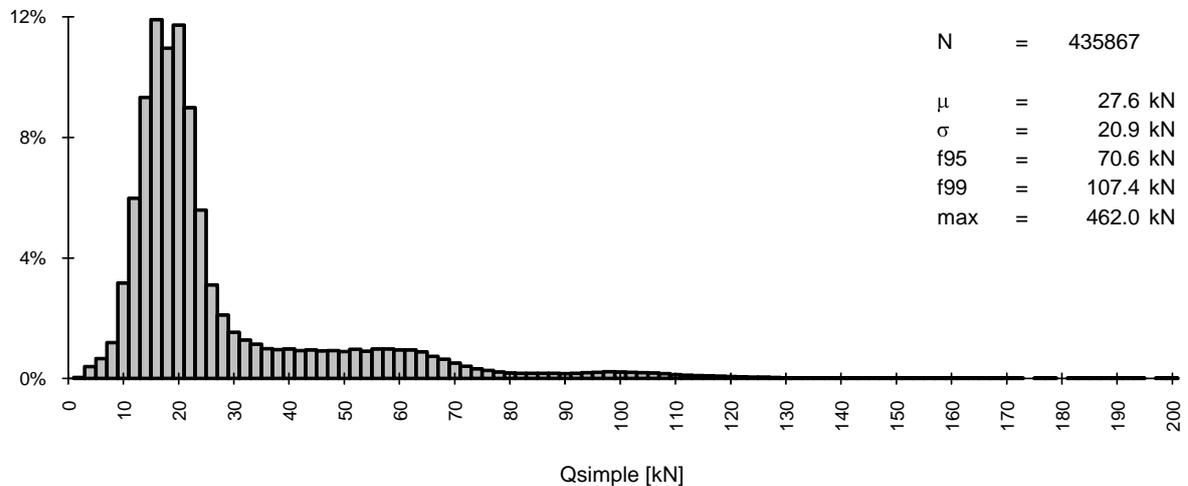
2007 Ceneri

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Ceneri

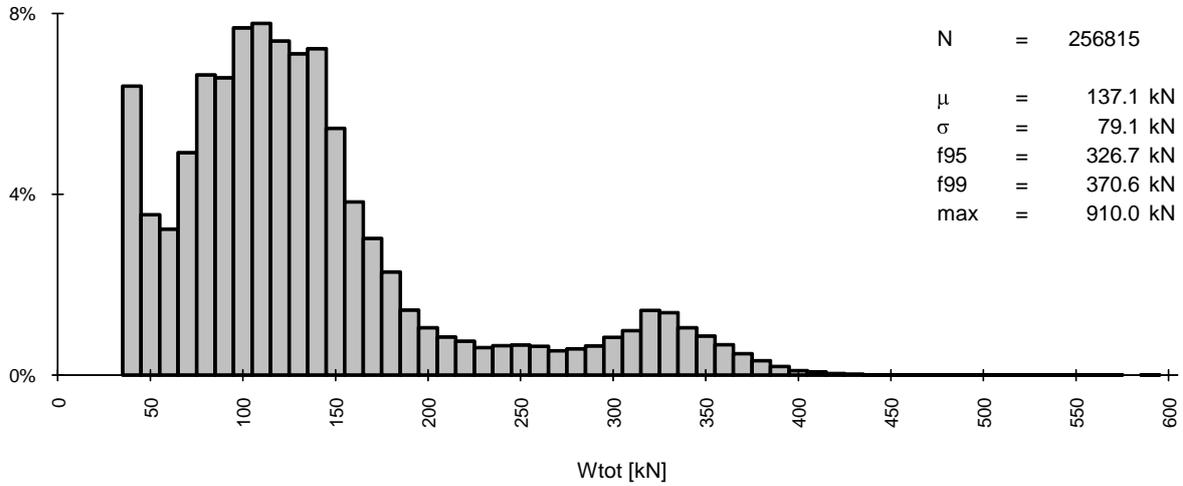
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 6.3.5 Lastwagen (LW)

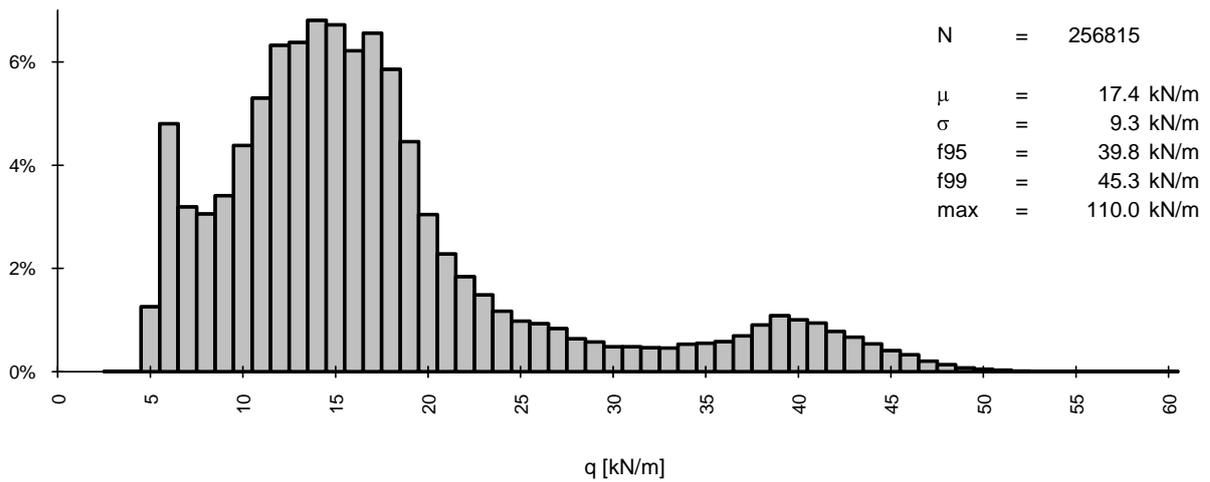
2007 Ceneri

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



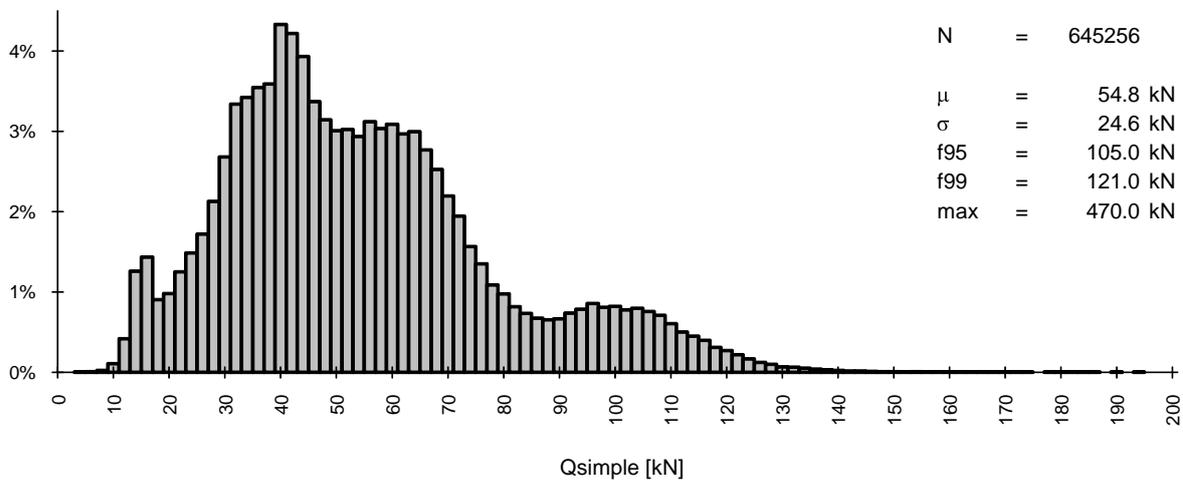
2007 Ceneri

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



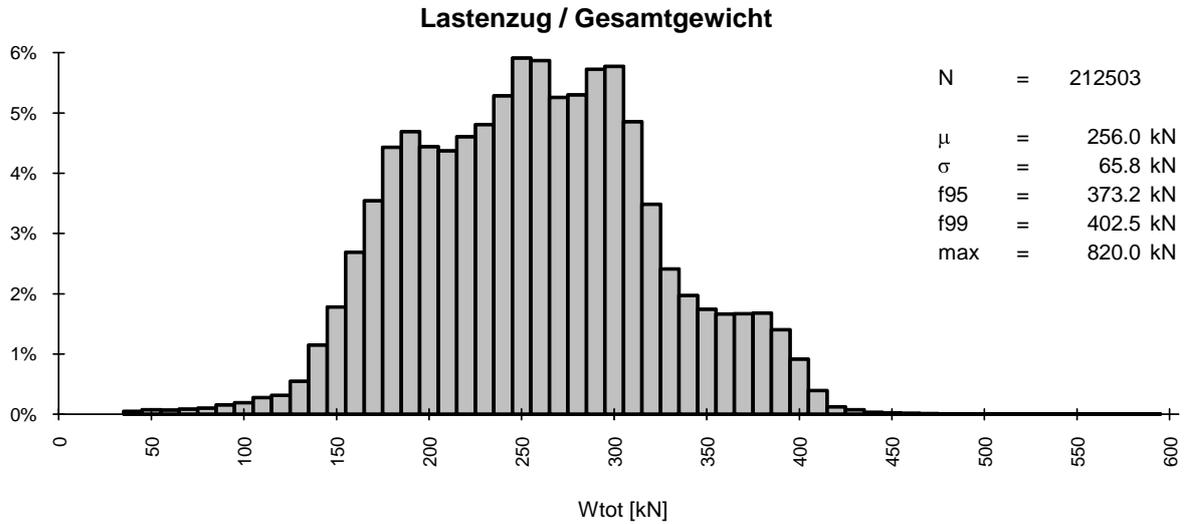
2007 Ceneri

**Lastwagen / alle Einzelachsen**

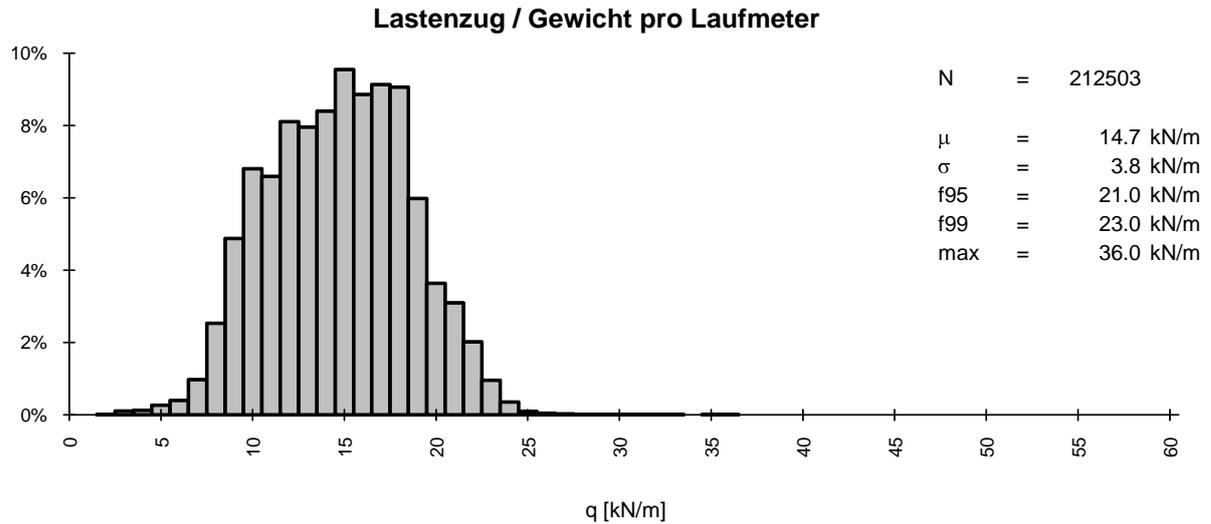


### 6.3.6 Lastenzüge (LZ)

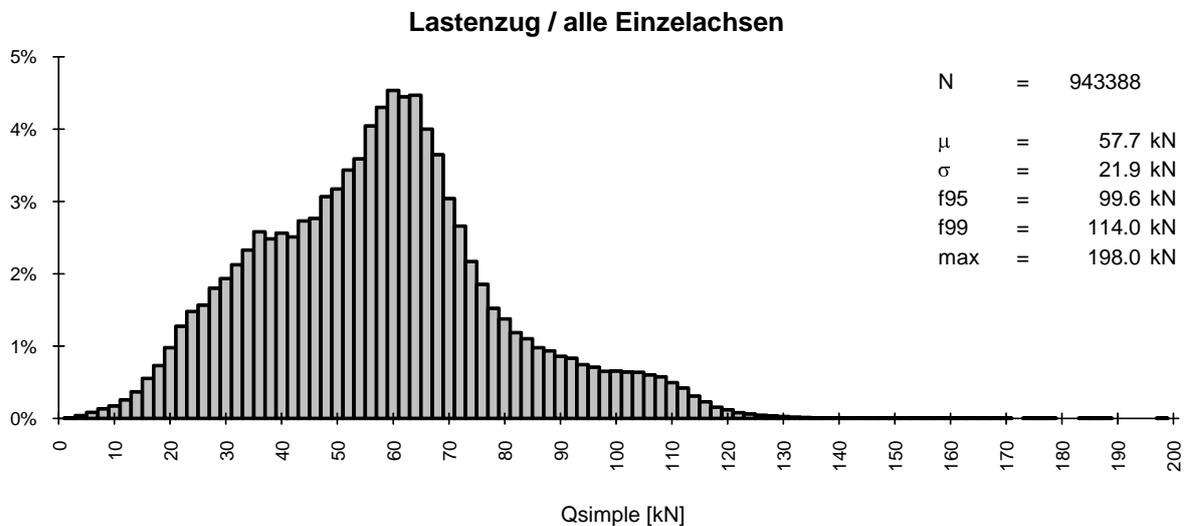
2007 Ceneri



2007 Ceneri

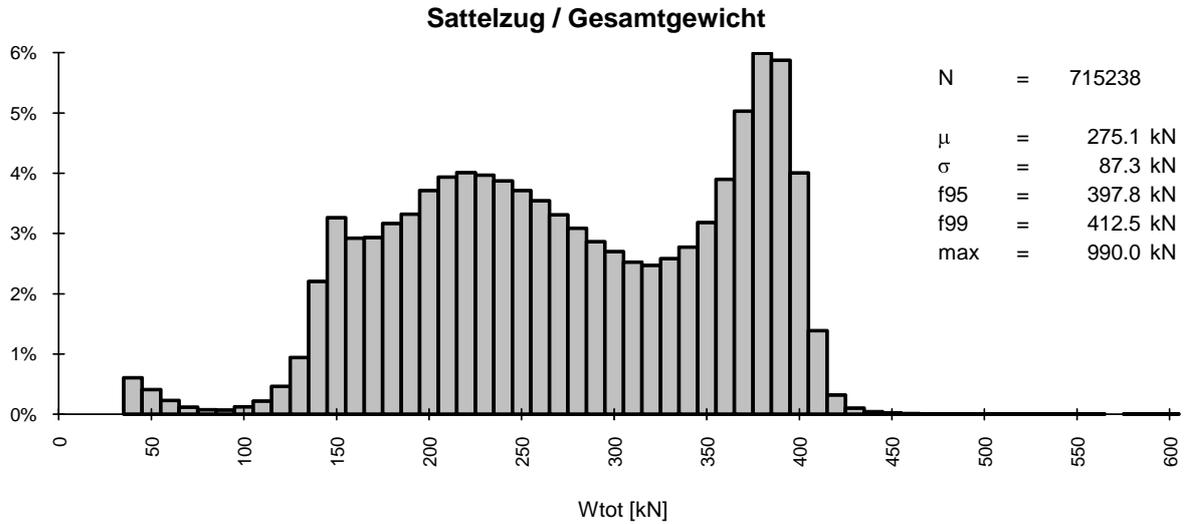


2007 Ceneri

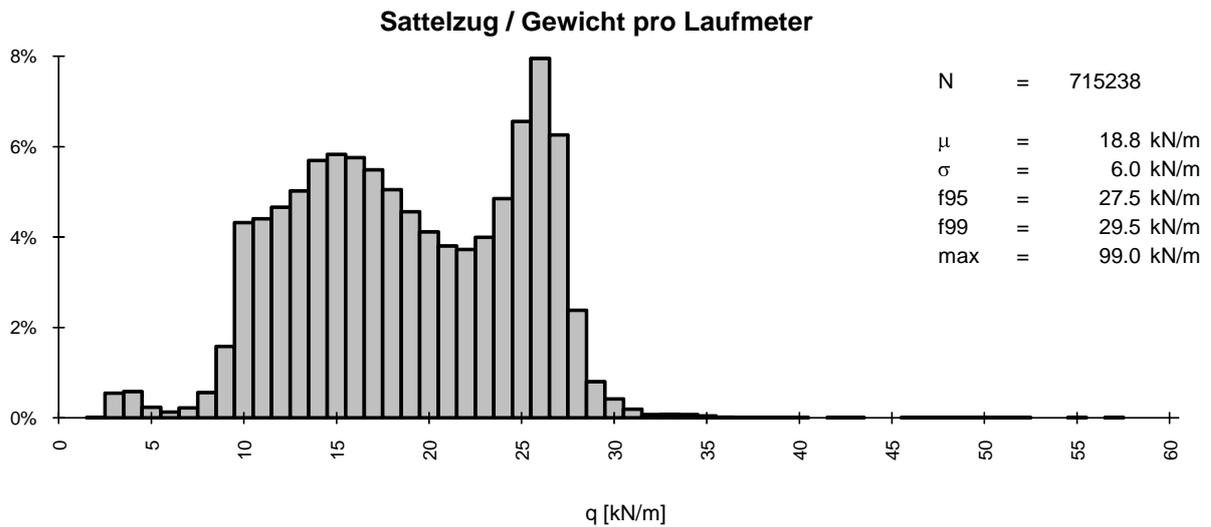


### 6.3.7 Sattelzüge (SZ)

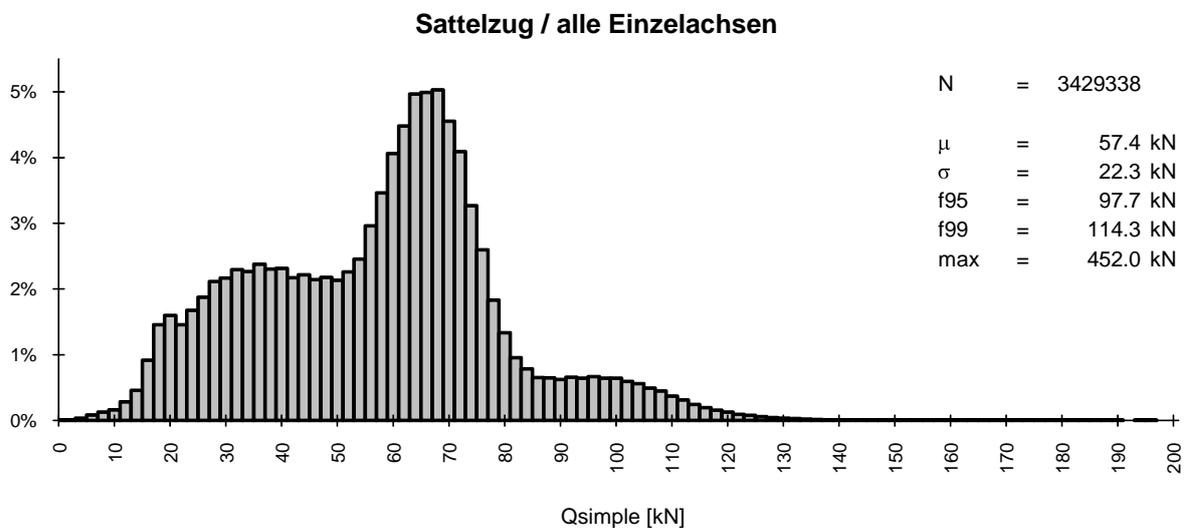
2007 Ceneri



2007 Ceneri



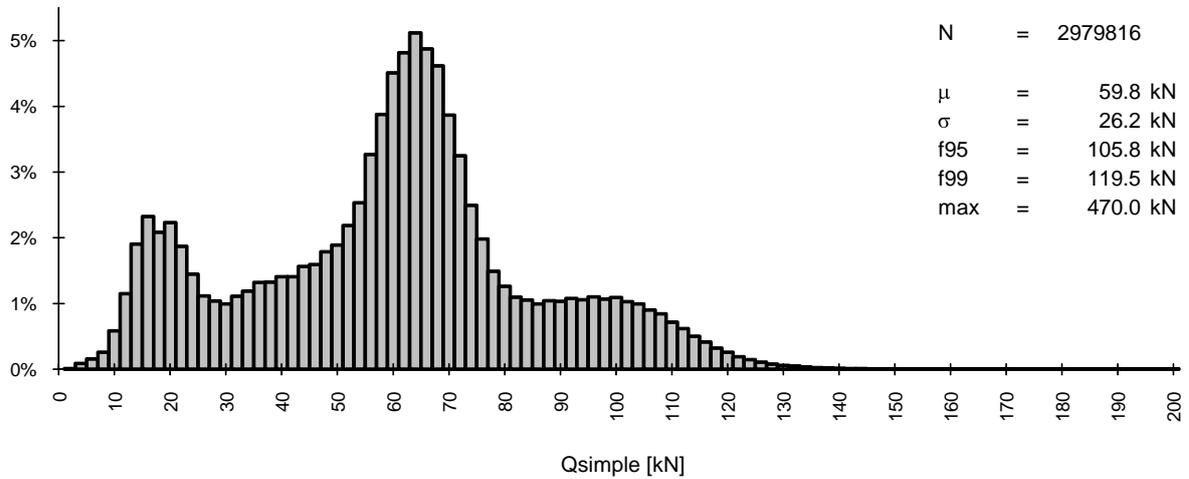
2007 Ceneri



### 6.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

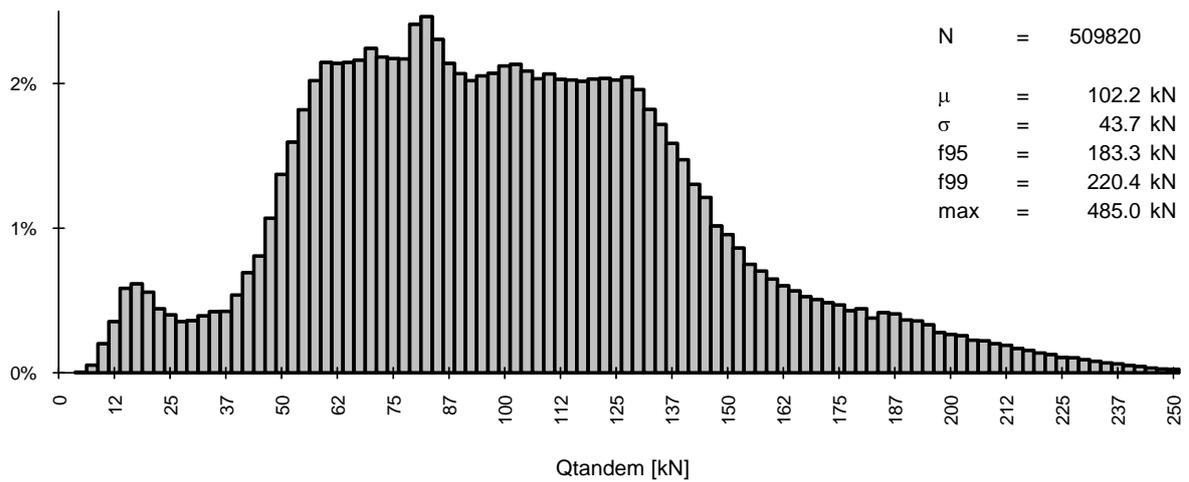
2007 Ceneri

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Ceneri

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Ceneri

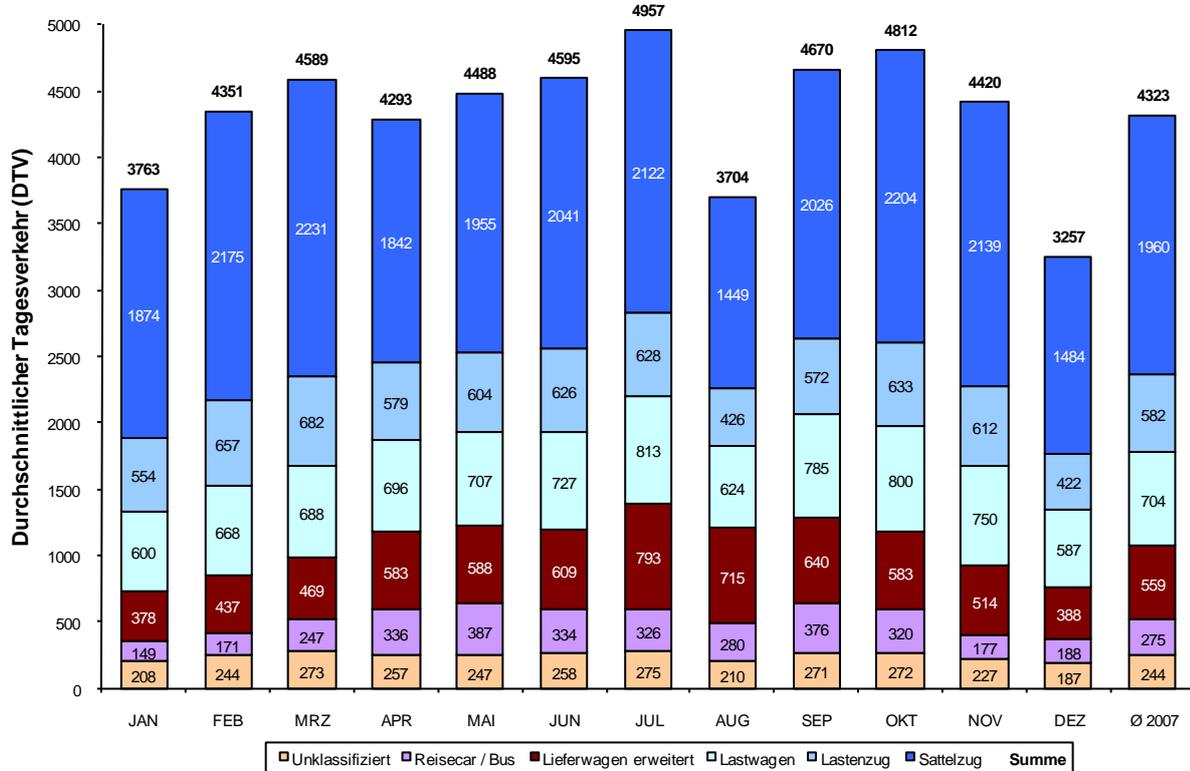
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



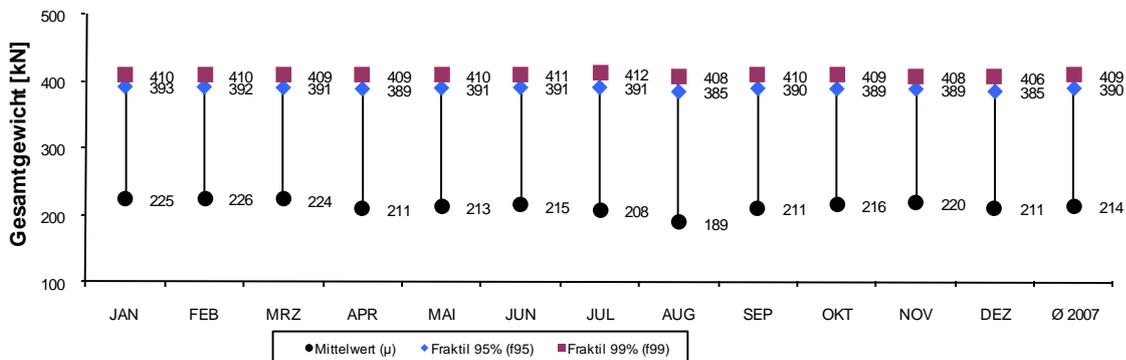
## 6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

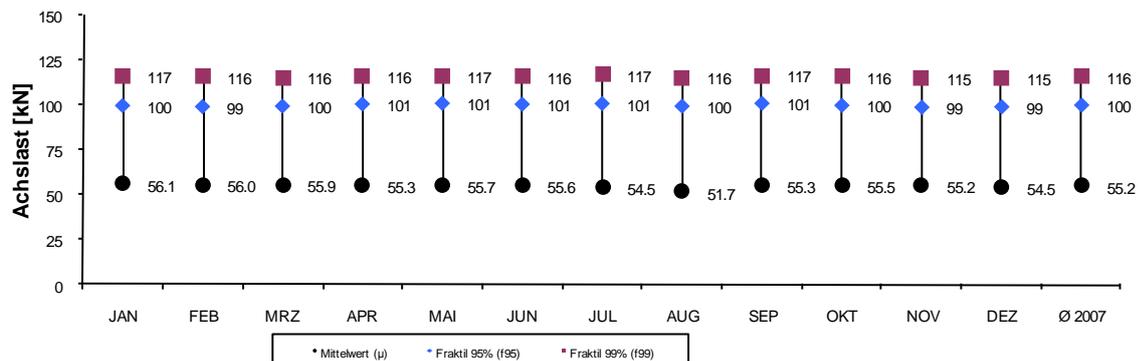
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

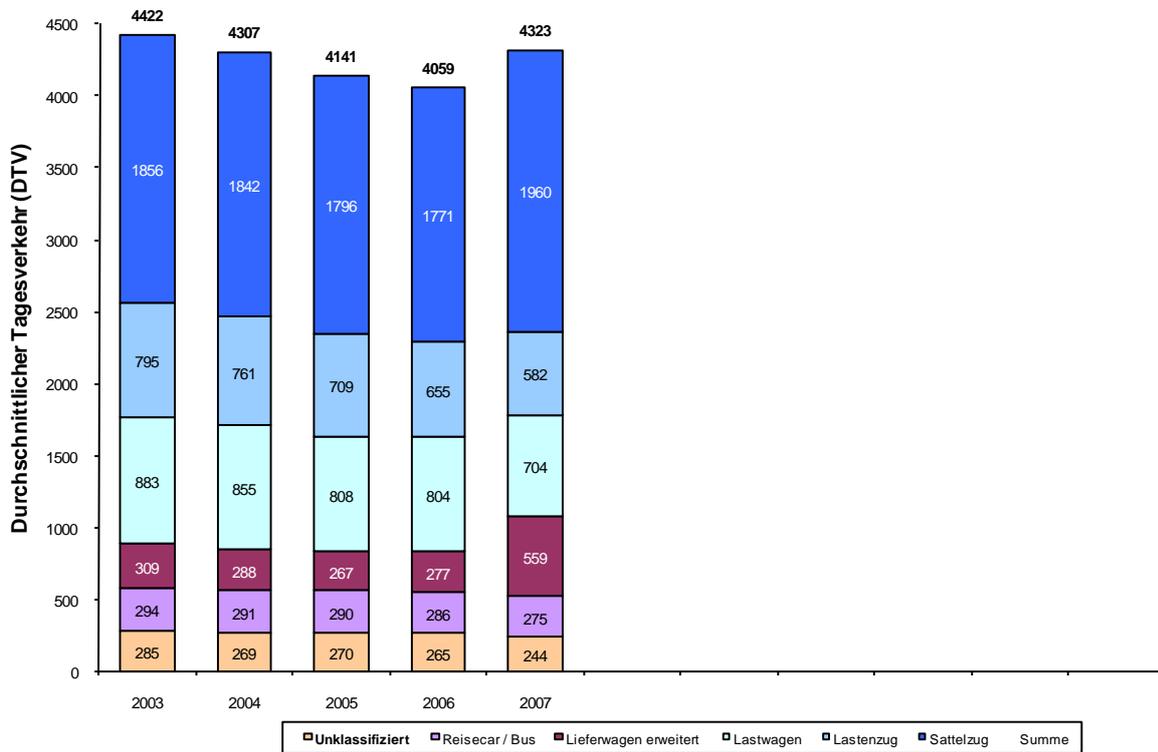


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

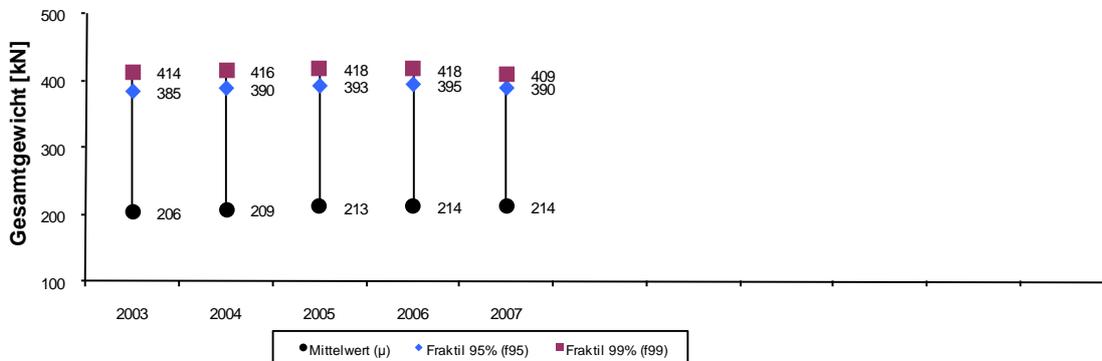


### 6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

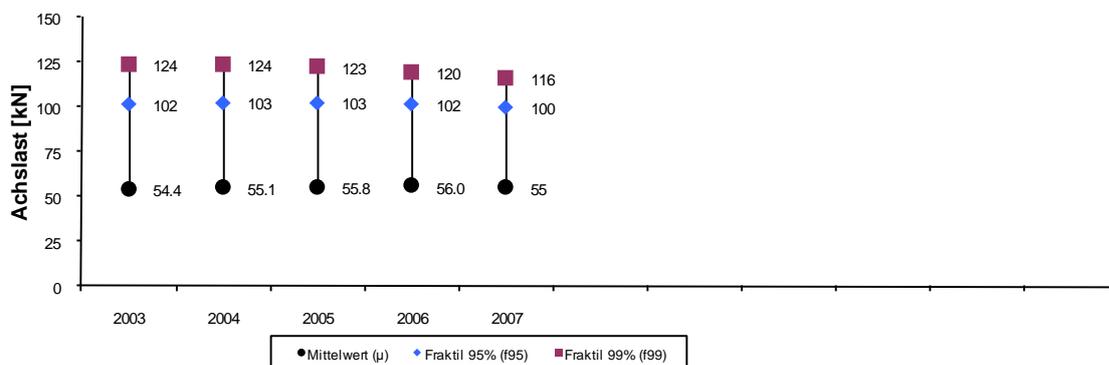
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



## 6.5 Auswertung der Messdaten

### 6.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 6.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	59.8	59.8	105.8	119.5
Tandemachse	102.2	51.1	91.7	110.2
Tridemachse	149.1	49.7	77	83
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 59.8 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 51.1 kN, respektive 49.7 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Der Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN wird von mehr als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen jedoch unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (s. Abs. 6.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.8 kN/m	27.8 kN/m	39.9 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	5.56 kN/m <sup>2</sup>	7.94 kN/m <sup>2</sup>	11.4 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

## 6.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 6.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	32'844	<b>16</b>	0.000	1'334	<b>0</b>	0.000	0	<b>0</b>
2	0.006	288'783	<b>1'733</b>	0.001	10'767	<b>8</b>	0.000	8	<b>0</b>
3	0.020	192'670	<b>3'853</b>	0.003	7'948	<b>24</b>	0.001	130	<b>0</b>
4	0.070	189'397	<b>13'258</b>	0.008	9'072	<b>73</b>	0.002	922	<b>2</b>
5	0.150	245'622	<b>36'843</b>	0.020	20'091	<b>402</b>	0.005	7'217	<b>36</b>
6	0.290	487'836	<b>141'472</b>	0.030	38'650	<b>1'160</b>	0.010	30'920	<b>309</b>
7	0.530	693'907	<b>367'771</b>	0.060	44'319	<b>2'659</b>	0.020	21'679	<b>434</b>
8	1.000	312'128	<b>312'128</b>	0.100	45'573	<b>4'557</b>	0.030	21'815	<b>654</b>
9	1.520	155'471	<b>236'316</b>	0.140	45'767	<b>6'407</b>	0.040	34'477	<b>1'379</b>
10	2.400	160'683	<b>385'639</b>	0.200	42'153	<b>8'431</b>	0.060	28'140	<b>1'688</b>
11	3.660	133'699	<b>489'338</b>	0.280	42'428	<b>11'880</b>	0.080	29'096	<b>2'328</b>
12	5.400	63'106	<b>340'772</b>	0.400	41'314	<b>16'526</b>	0.110	37'720	<b>4'149</b>
13	7.760	17'527	<b>136'010</b>	0.540	41'104	<b>22'196</b>	0.140	26'622	<b>3'727</b>
14	10.870	4'340	<b>47'176</b>	0.730	33'634	<b>24'553</b>	0.190	25'165	<b>4'781</b>
15	14.910	1'172	<b>17'475</b>	0.960	22'897	<b>21'981</b>	0.240	30'871	<b>7'409</b>
16	20.060	320	<b>6'419</b>	1.260	15'127	<b>19'060</b>	0.300	21'545	<b>6'464</b>
17	26.540	100	<b>2'654</b>	1.630	11'227	<b>18'300</b>	0.380	21'865	<b>8'309</b>
18	34.590	86	<b>2'975</b>	2.080	9'312	<b>19'369</b>	0.480	32'906	<b>15'795</b>
19	-	-	-	2.640	7'988	<b>21'088</b>	0.590	29'166	<b>17'208</b>
20	-	-	-	3.300	6'295	<b>20'774</b>	0.720	33'957	<b>24'449</b>
21	-	-	-	4.090	4'621	<b>18'900</b>	0.880	49'913	<b>43'923</b>
22	-	-	-	5.030	7'516	<b>37'805</b>	1.060	36'124	<b>38'291</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	29'065	<b>36'913</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	21'564	<b>32'777</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'294	<b>11'392</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'465	<b>5'275</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'257	<b>3'155</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	524	<b>1'541</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	340	<b>1'166</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	240	<b>955</b>
Summe		2'979'691	<b>2'541'848</b>		509'137	<b>276'152</b>		582'007	<b>274'510</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'541'848 + 276'152 + 274'510 = 3'092'510 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'092'510 = 1'391'629.5 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'391'629.5 / 365 = 3'813 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).**

### 6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2007 der Zählstelle Monte Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer geringen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 6.4.1a). Im Juli ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 4'957 Fahrzeugen pro Tag. Im Dezember ist ein deutlicher Rückgang des Verkehrs messbar mit 3'257 Fahrzeugen pro Tag.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 45.3%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.2% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2)

Beim Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 6.4.1.b) sind geringe Schwankungen (211kN-226kN) bemerkbar und einen Tiefststand von 189kN im August.

Die mittleren Achsenlasten bleiben durchs Jahr relativ konstant (s. Diagramm 6.4.1.c).

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2007 passierten durchschnittlich pro Tag 4'323 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 4'059 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 6.5%. Der Anteil an Lieferwagen erweitert an der Zusammensetzung des Schwerverkehrs nimmt stark zu (von 6.8% auf 12.8%, s. Diagramm 6.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2.c) sinkt im Vergleich zum Vorjahr von 56 auf 55 kN (-1.7%). Die Fraktilwerte des Gesamtgewichts nehmen um 1.9% (f95) und 3.3% (f99) ab, die Fraktilwerte der Achslast um 2% (f95) und 3.3% (f99).

Die mittlere Achslast bleibt im Vergleich zum Vorjahr etwa konstant, daher verändert sich auch die äquivalente Verkehrslast nur geringfügig von 3'872 auf 3'813 ESAL (-1.5%). Die Verkehrslast ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2006 kontinuierlich um insgesamt 8.2% abgenommen, vom Rückgang sind alle Fahrzeugtypen betroffen. 2007 nimmt der DTV erstmals zu. Die Anzahl „Lieferwagen erweitert“ verdoppelt sich, die Zahl der „Sattelzüge“ steigt um 11%. Die Zahl der „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nimmt weiterhin ab (-12%).

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2007 kontinuierlich um insgesamt 3.9% zugenommen. Die Zunahme der Fraktile-Werte war demgegenüber etwas geringer, ab 2006 gingen sie gar zurück.

Die mittlere Achslast verändert sich zwischen 2003 und 2007 nur wenig. Die „Fraktile 95%“-Werte hingegen nehmen um 2%, die „Fraktile 99%“-Werte um 6.5% ab. Es treten also deutlich weniger Ausreisser nach oben auf.

## 7 Gotthardtunnel (A2)

### 7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 7.2 Übersicht Messresultate

#### 7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

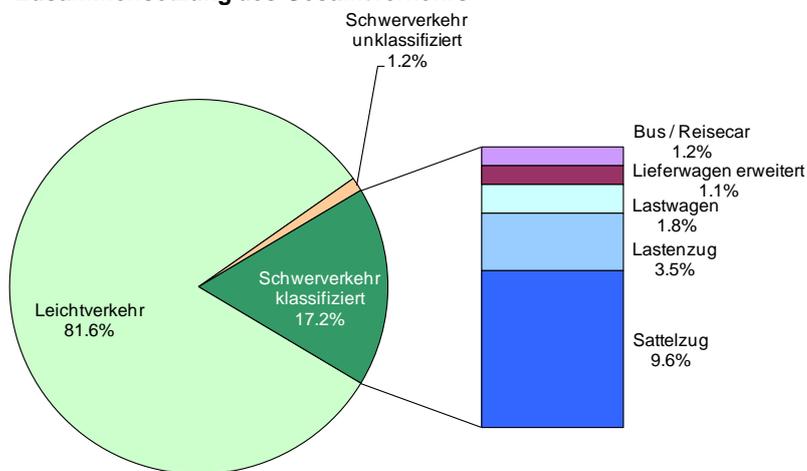
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	6'067'395	16'623	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'950'388	13'563	81.6	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'117'007	3'060	18.4	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	72'284	198	1.2	6.5
01 Bus / Reiseкар	71'401	196	1.2	6.4
02 Motorrad	11	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'135	3	0.0	0.1
04 Personenwagen mit Anh.	10'436	29	0.2	0.9
05 Lieferwagen	29'481	81	0.5	2.6
06 Lieferwagen mit Anh.	21'203	58	0.3	1.9
07 Lieferwagen mit Auflieger	6'299	17	0.1	0.6
08 Lastwagen	106'912	293	1.8	9.6
09 Lastenzug	214'895	589	3.5	19.2
10 Sattelzug	582'950	1'597	9.6	52.2
Total	1'117'007	3'060	18.4	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	136'541	374	2.3	12.2
Fahrzeuge 8.0 - 18t	208'098	570	3.4	18.6
Fahrzeuge 18 - 28t	367'316	1'006	6.1	32.9
Fahrzeuge 28 - 40t	366'782	1'005	6.0	32.8
Fahrzeuge > 40t	38'270	105	0.6	3.4
Total	1'117'007	3'060	18.4	100.0

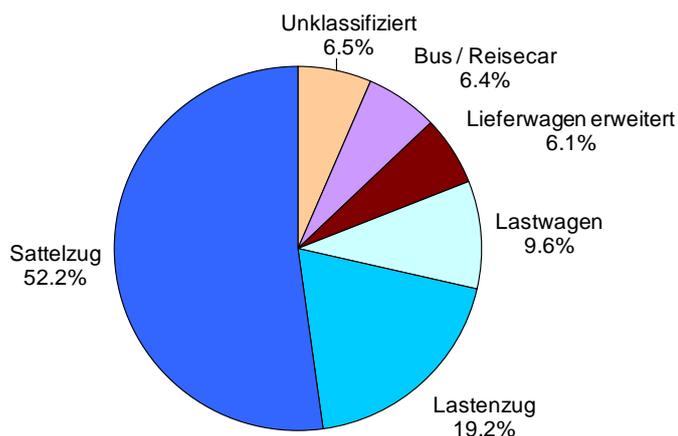
**Tabelle 7:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

## 7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

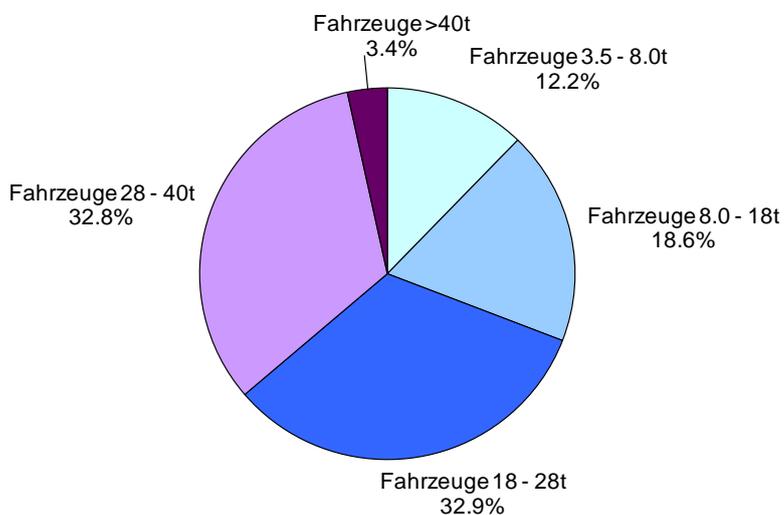
**Zusammensetzung des Gesamtverkehrs**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse**



## 7.3 Messdiagramme

### 7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 7.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 7.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 7.3.5 Lastwagen (LW)
- 7.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 7.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 7.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 7.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abs. 1.5).

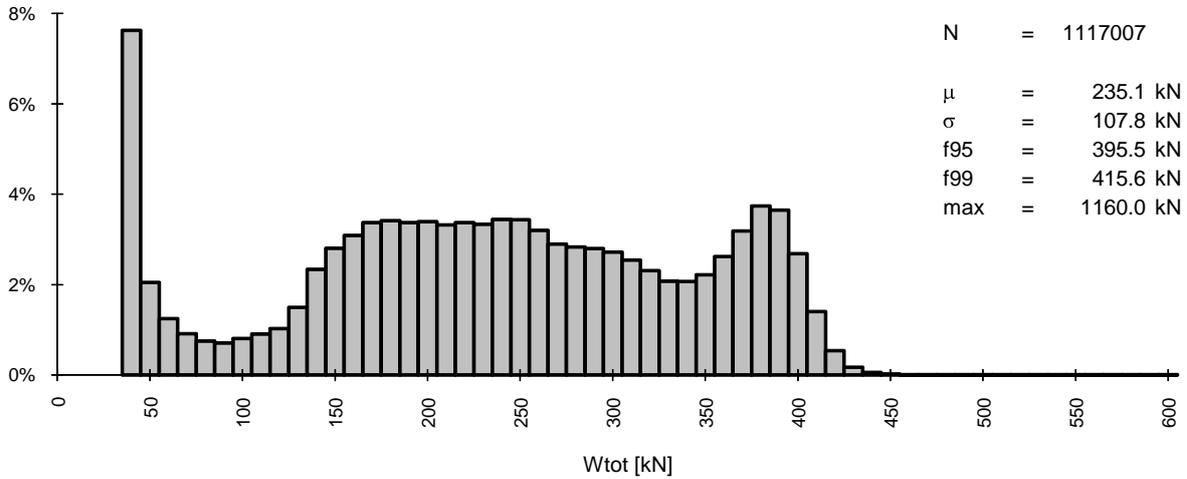
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 7.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

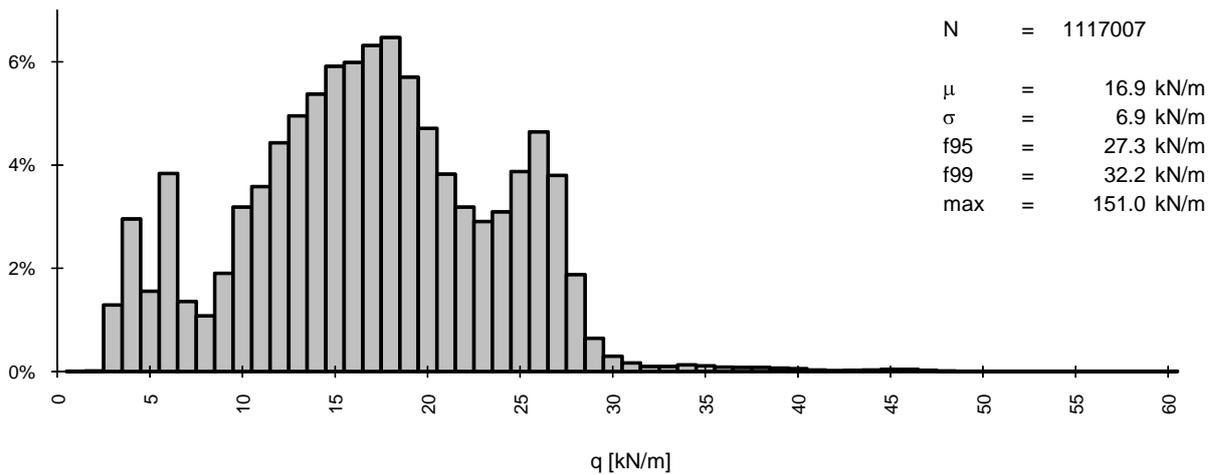
2007 Gotthard

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



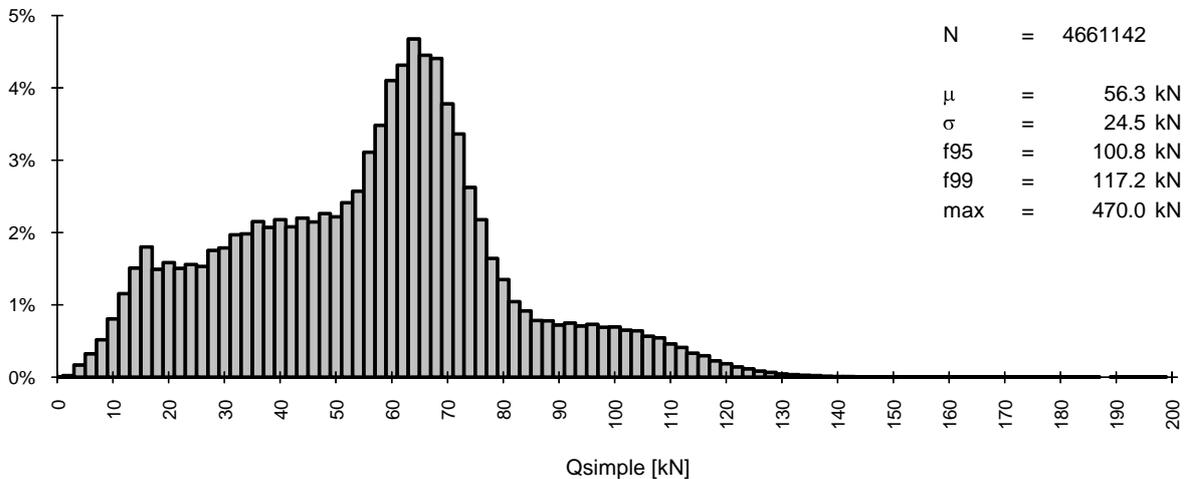
2007 Gotthard

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Gotthard

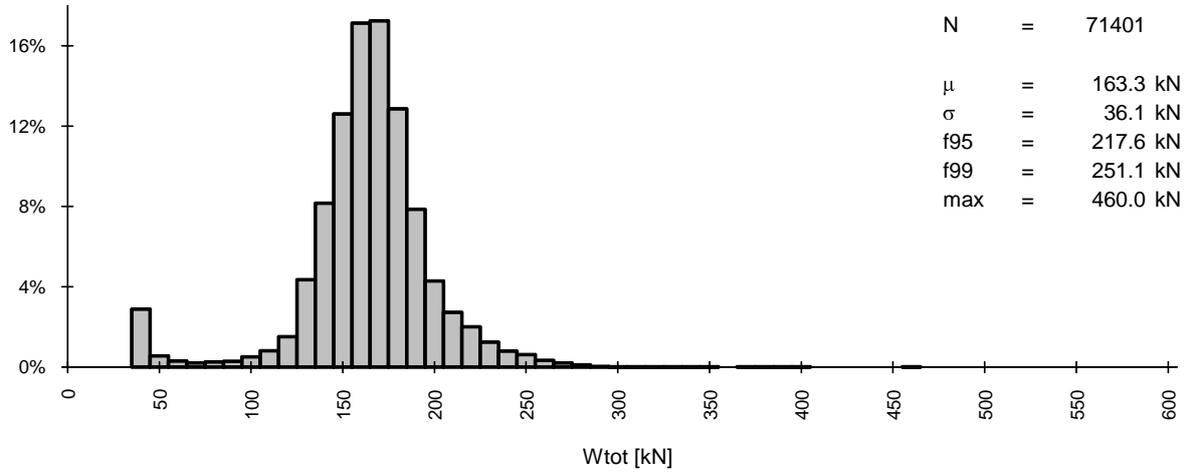
**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**



### 7.3.3 Reise cars und Busse (CB)

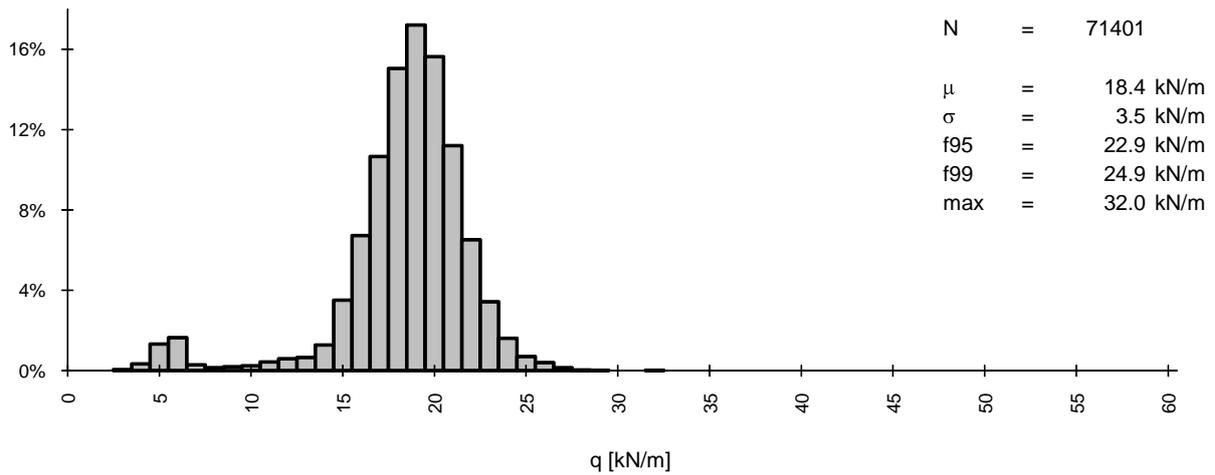
2007 Gotthard

**Car / Bus / Gesamtgewicht**



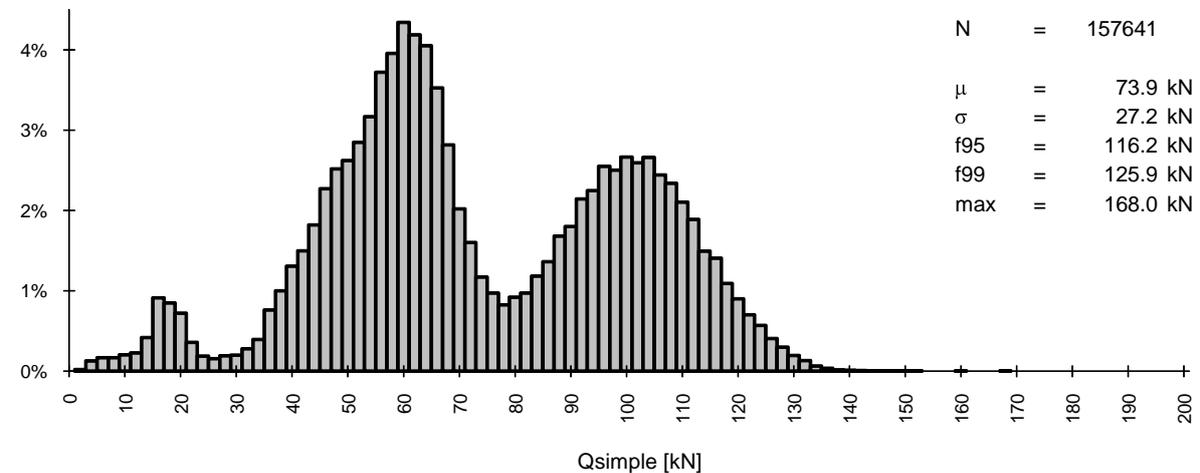
2007 Gotthard

**Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Gotthard

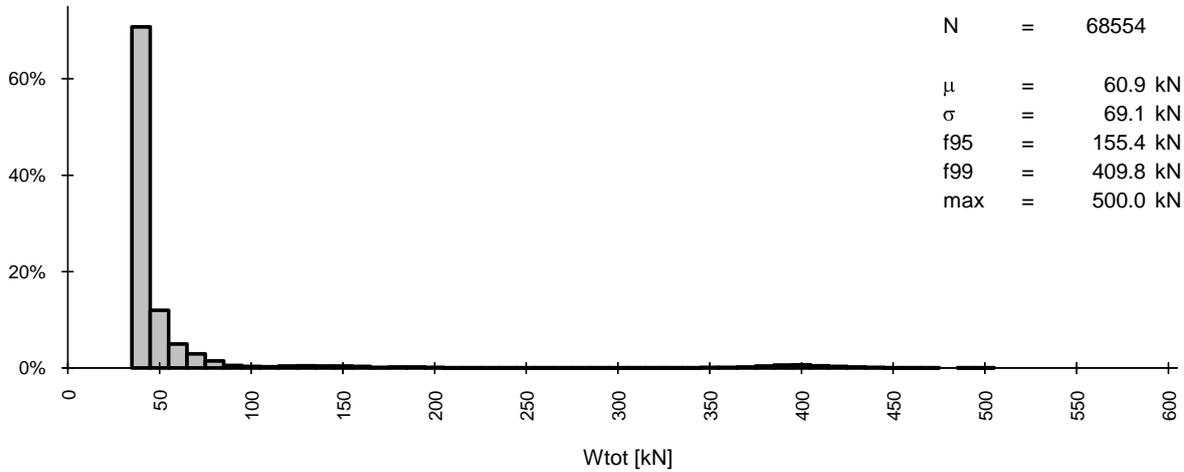
**Car / Bus / alle Einzelachsen**



### 7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

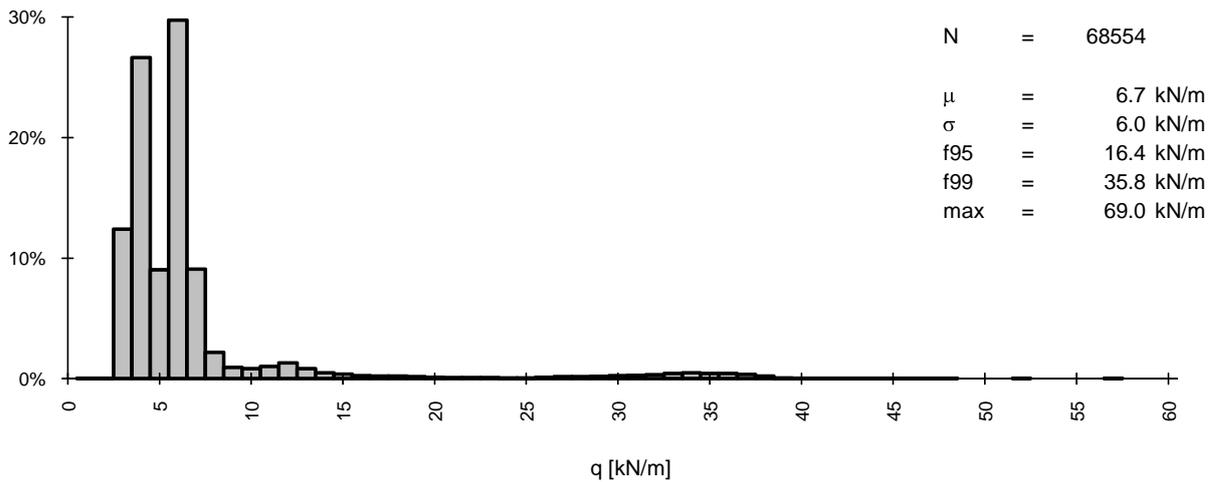
2007 Gotthard

#### Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



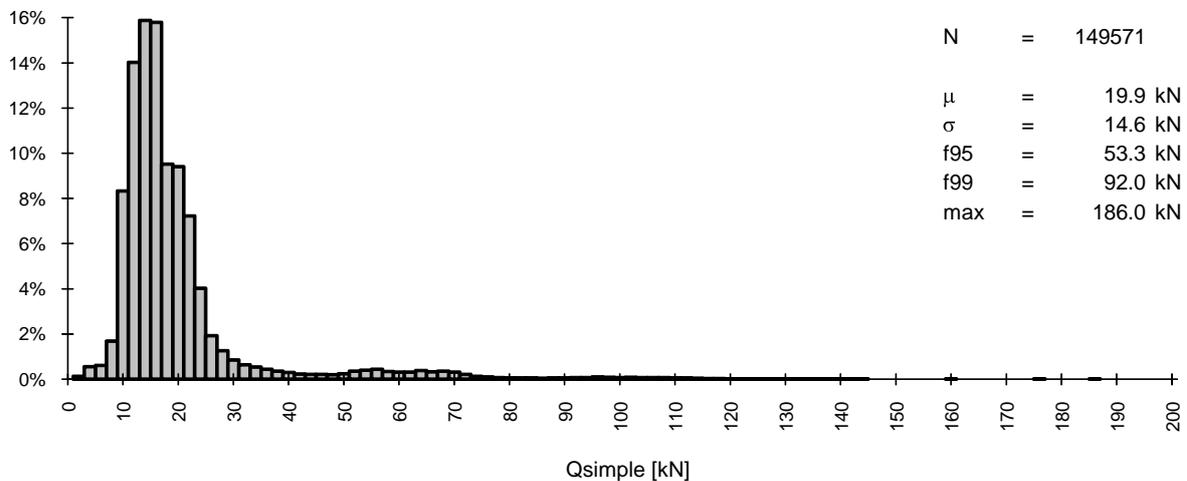
2007 Gotthard

#### Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2007 Gotthard

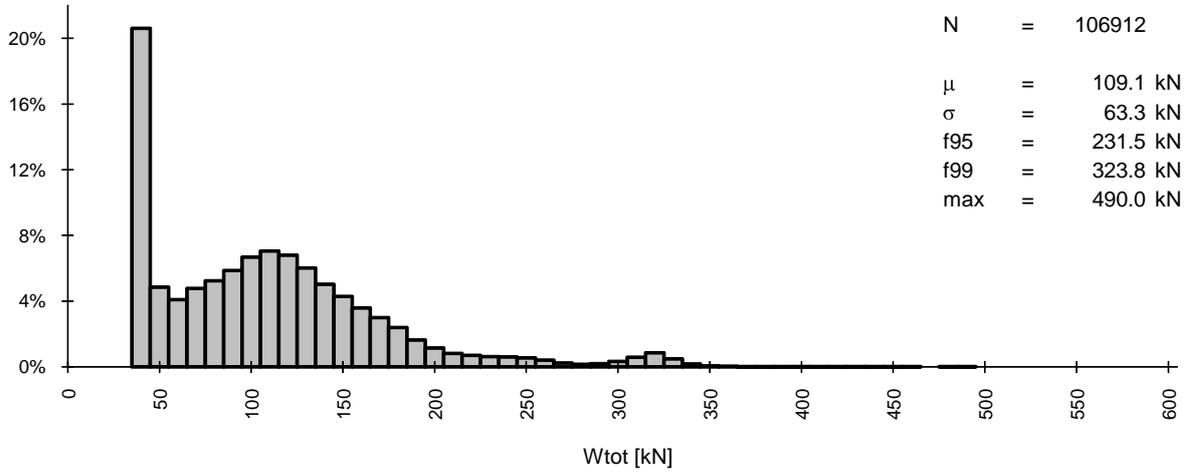
#### Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



### 7.3.5 Lastwagen (LW)

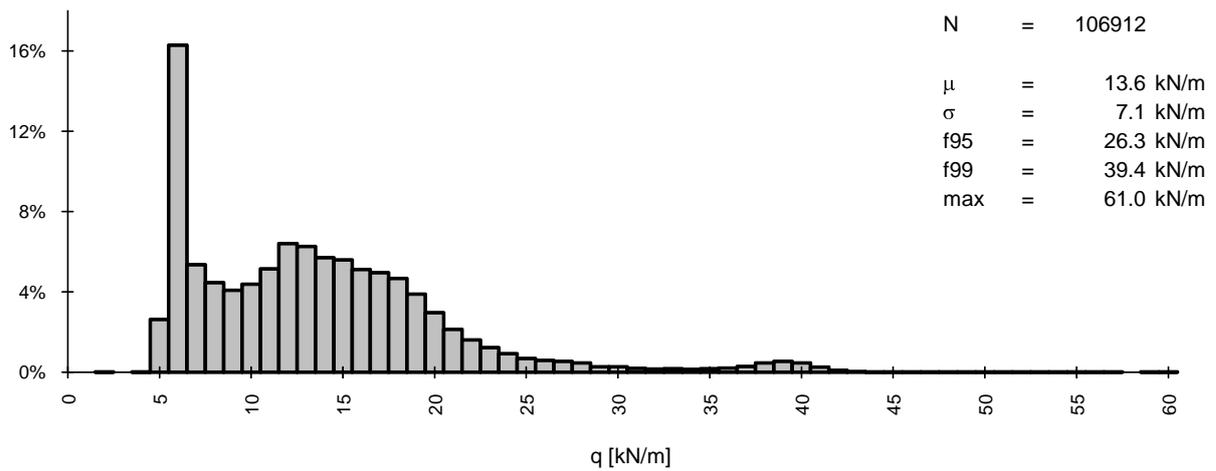
2007 Gotthard

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



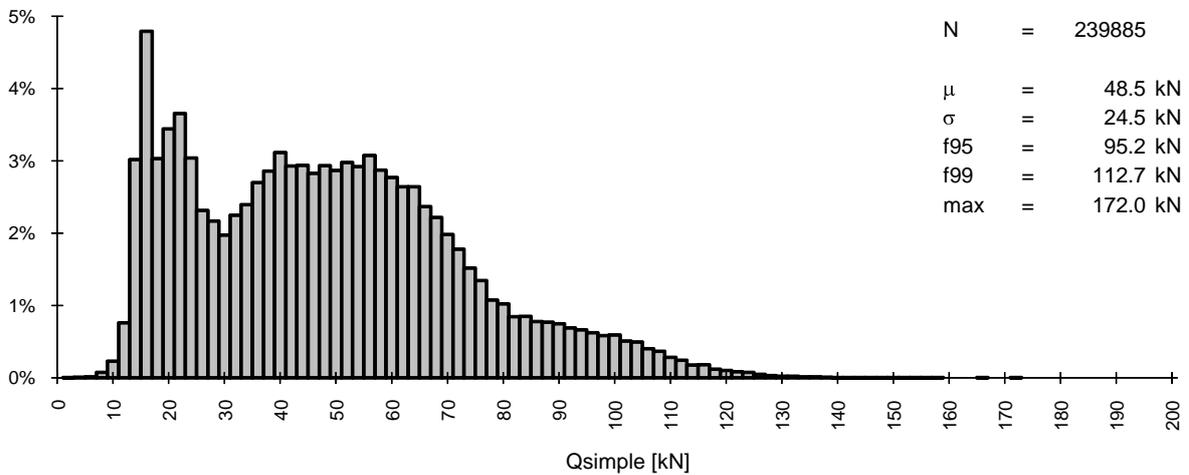
2007 Gotthard

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



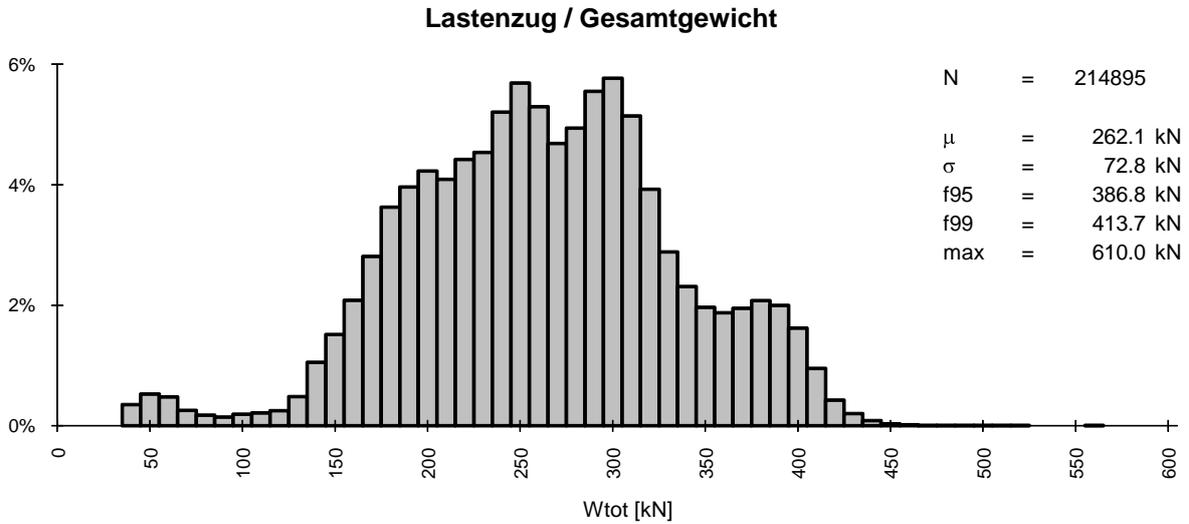
2007 Gotthard

**Lastwagen / alle Einzelachsen**

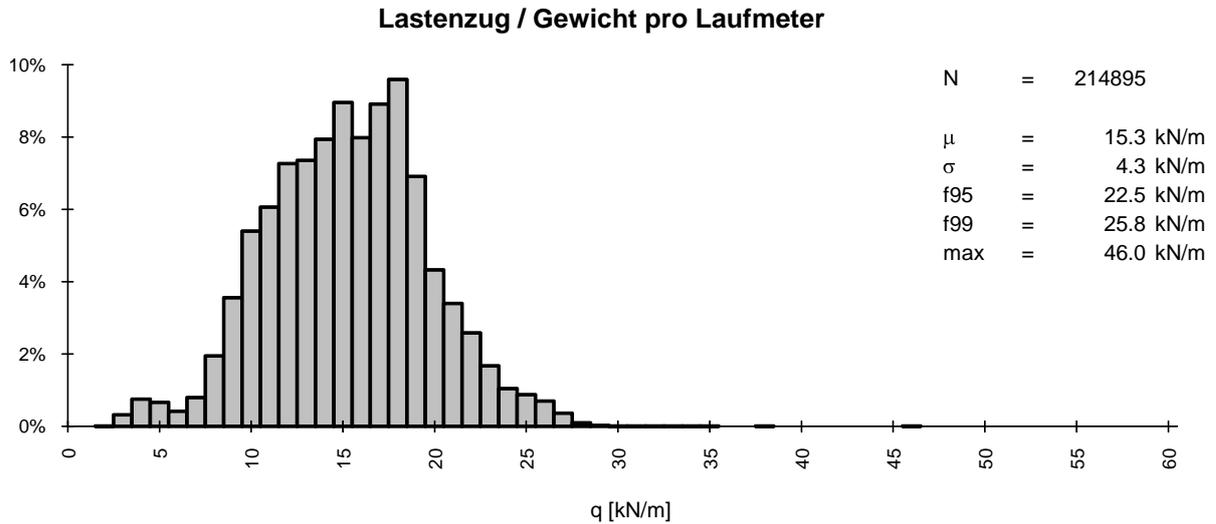


### 7.3.6 Lastenzüge (SZ)

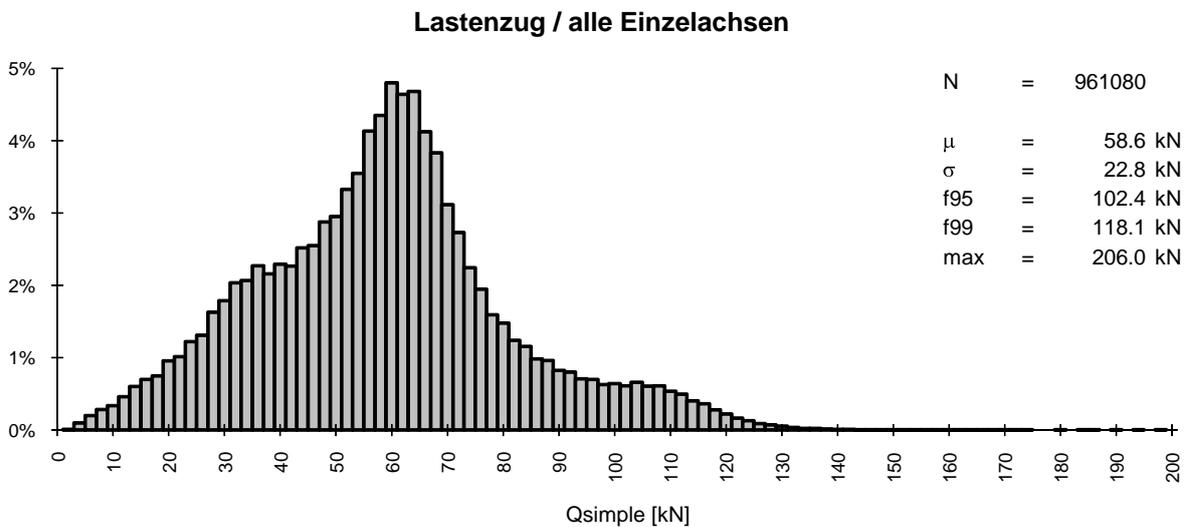
2007 Gotthard



2007 Gotthard

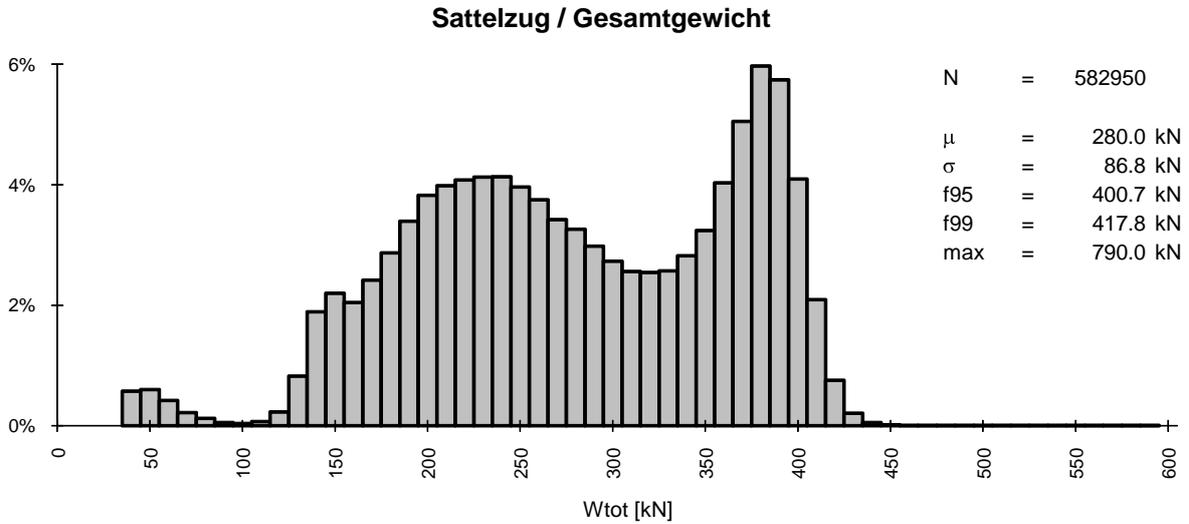


2007 Gotthard

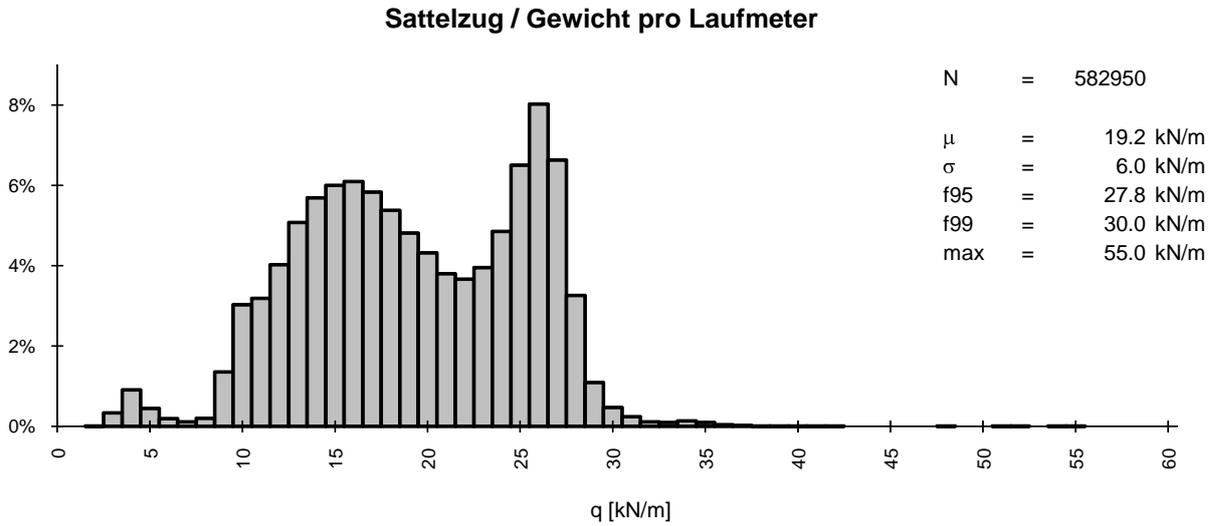


### 7.3.7 Sattelzüge (SZ)

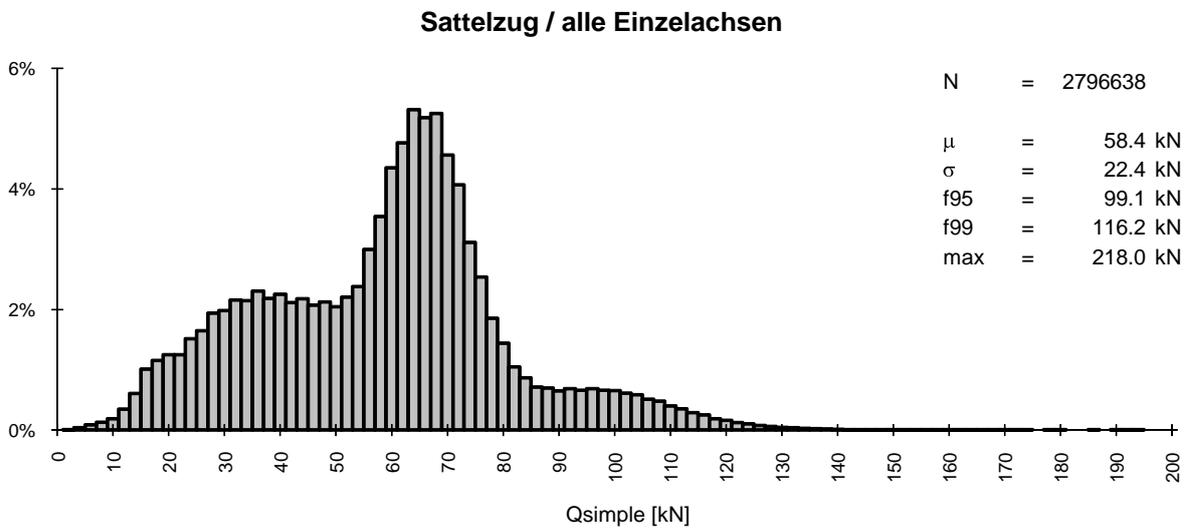
2007 Gotthard



2007 Gotthard



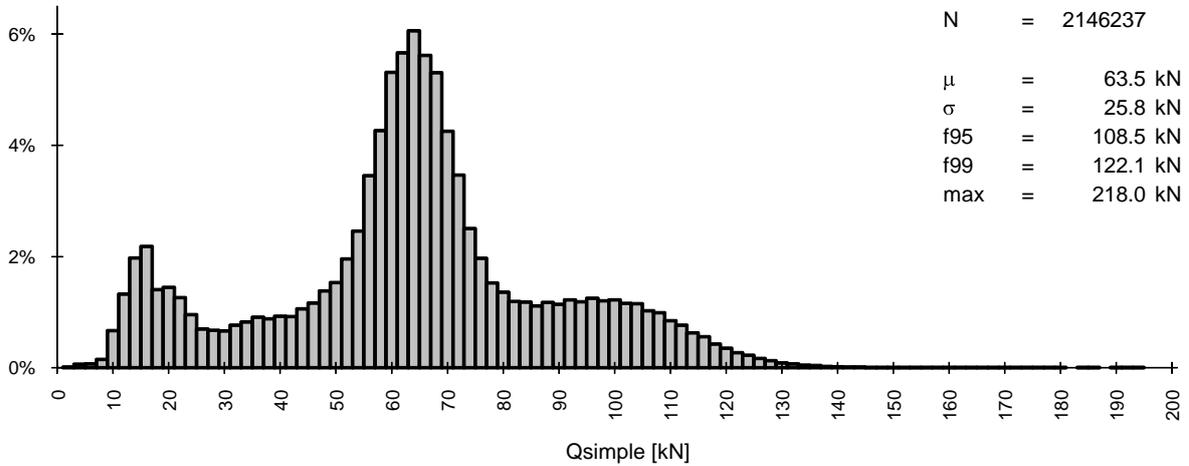
2007 Gotthard



### 7.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

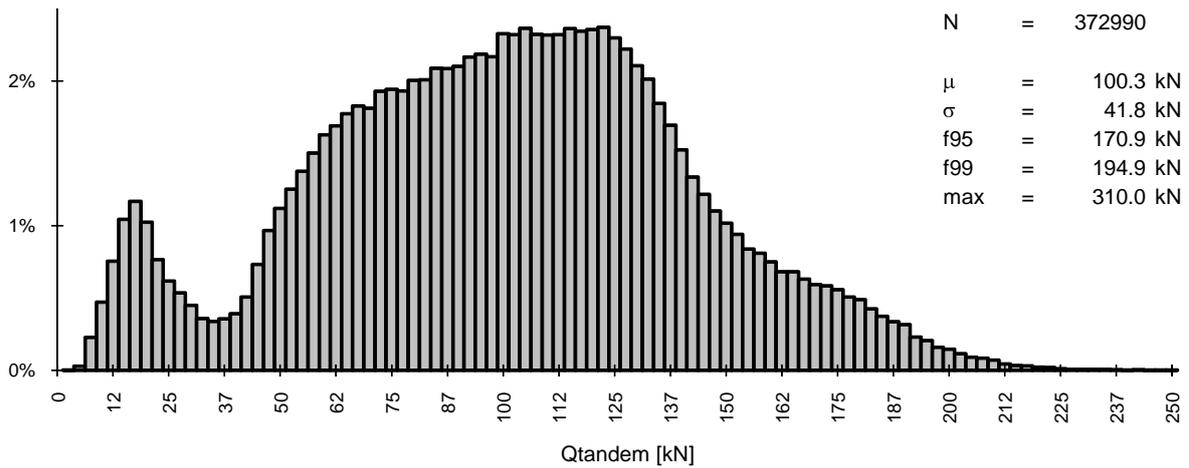
2007 Gotthard

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



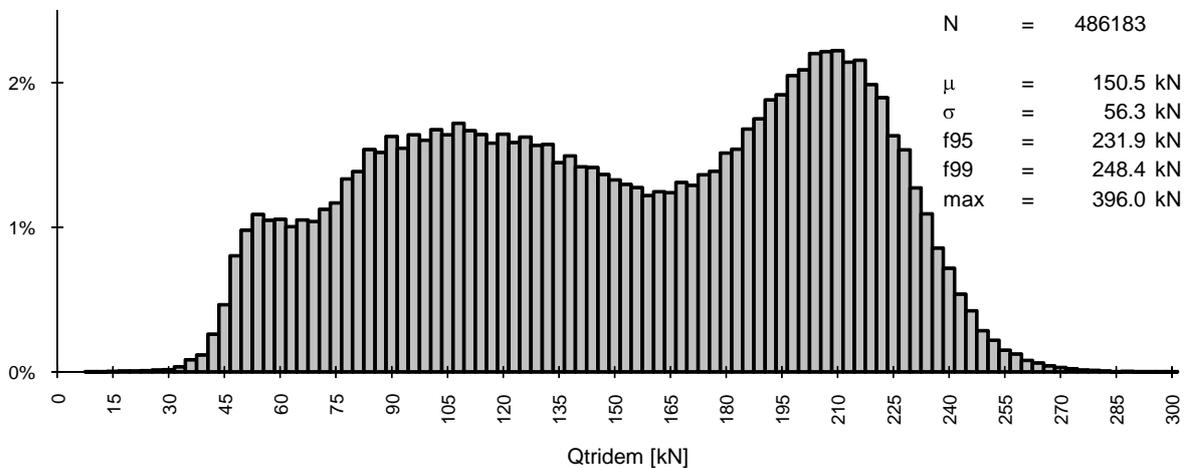
2007 Gotthard

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Gotthard

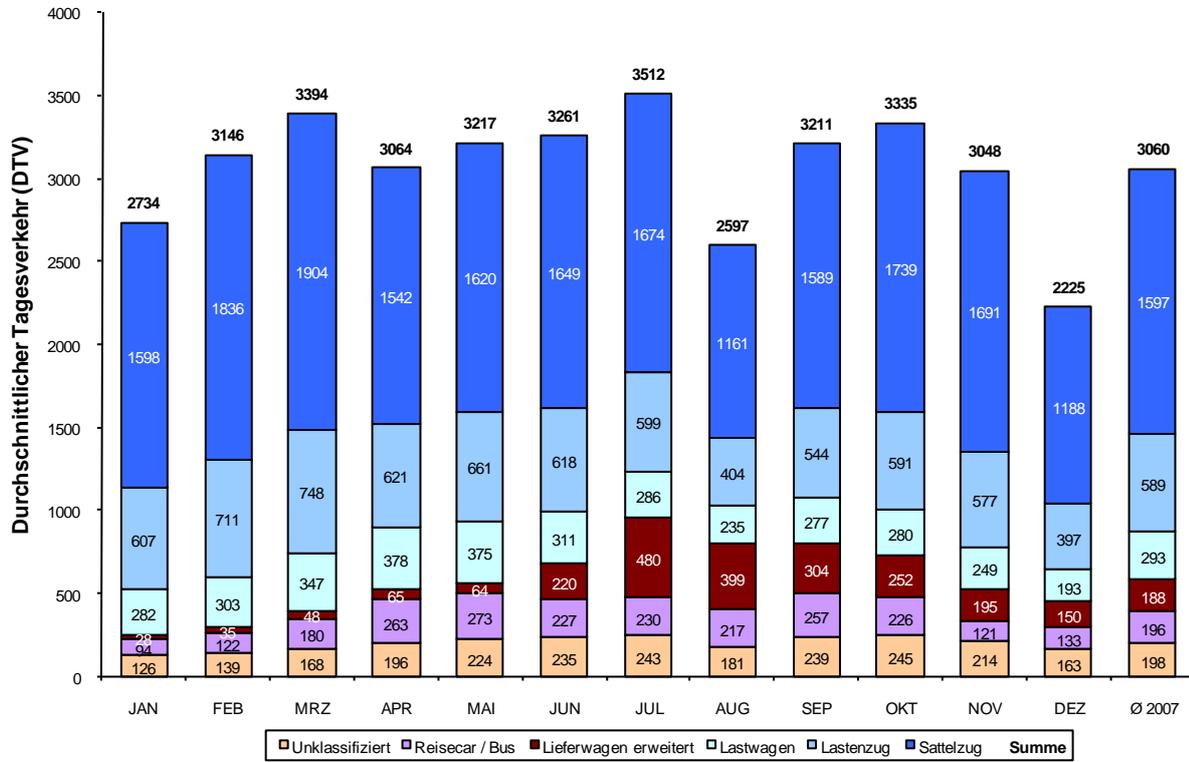
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



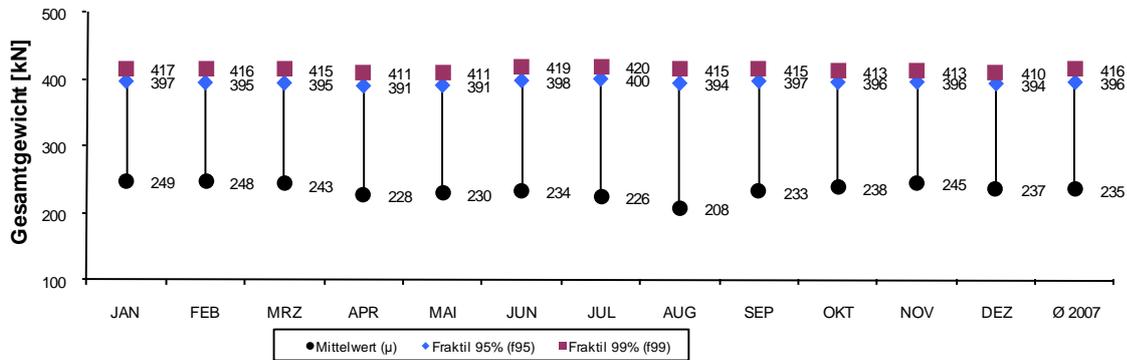
## 7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

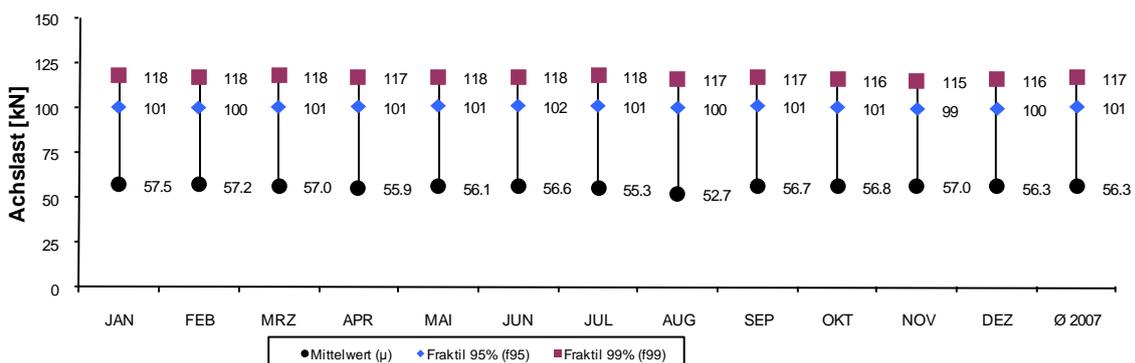
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

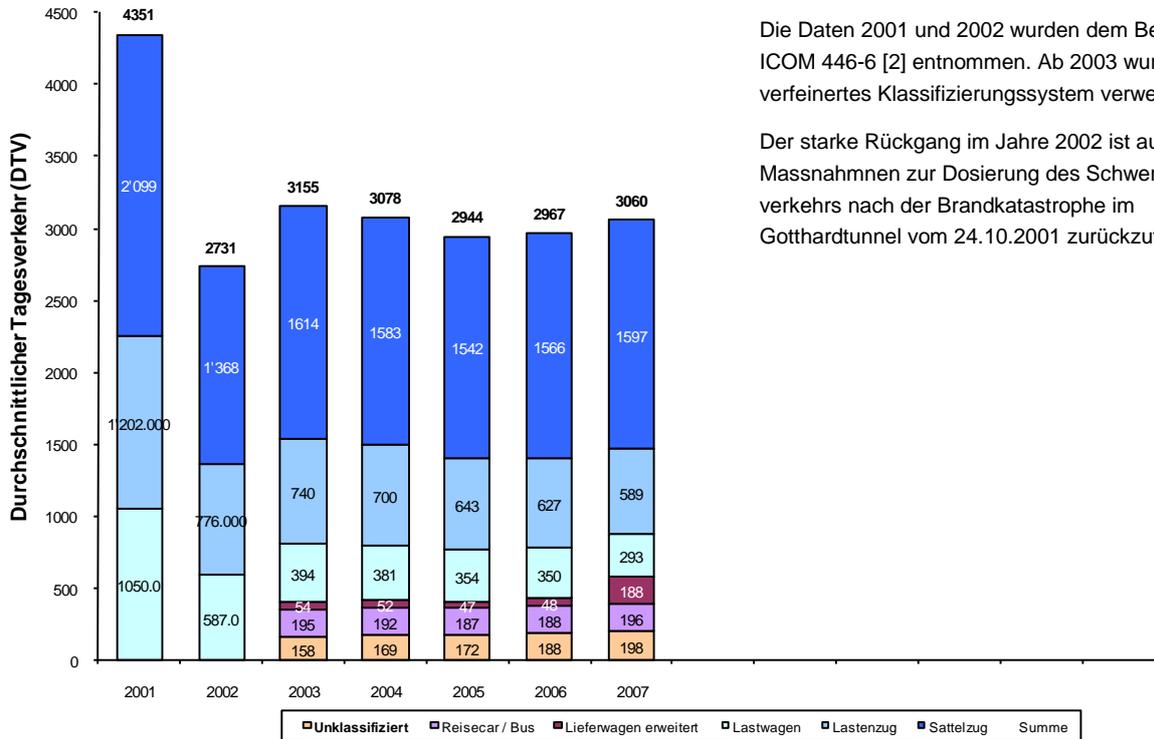


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$



### 7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

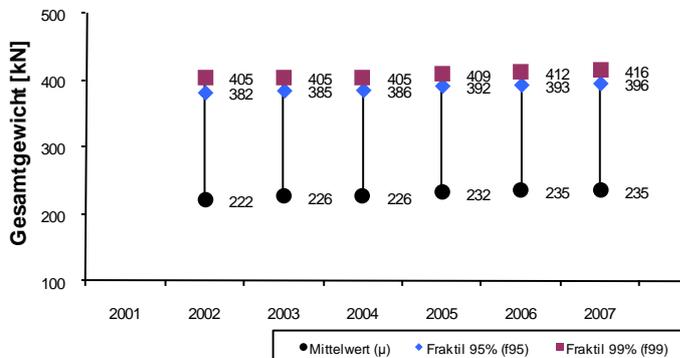
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



Die Daten 2001 und 2002 wurden dem Bericht ICOM 446-6 [2] entnommen. Ab 2003 wurde ein verfeinertes Klassifizierungssystem verwendet.

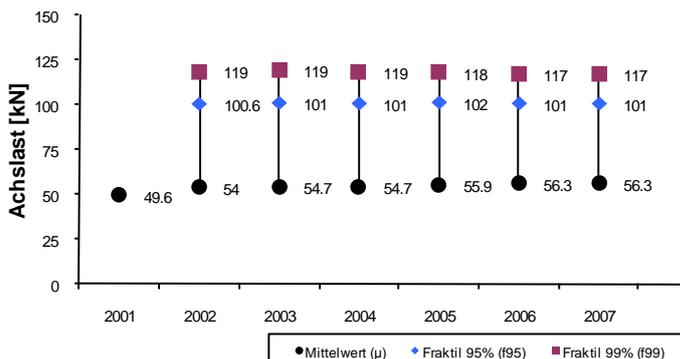
Der starke Rückgang im Jahre 2002 ist auf die Massnahmen zur Dosierung des Schwerververkehrs nach der Brandkatastrophe im Gotthardtunnel vom 24.10.2001 zurückzuführen.

#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Die Daten für 2002 wurden dem Bericht ICOM 446-6 [2] entnommen. Für 2001 sind keine Daten vorhanden.

#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Die Daten 2001 und 2002 wurden dem Bericht ICOM 446-6 [2] entnommen. Für 2001 sind die Fraktilewerte nicht vorhanden.

## 7.5 Auswertung der Messdaten

### 7.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 7.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (siehe Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	63.5	63.5	108.5	122.1
Tandemachse	100.3	50.2	85.5	97.5
Tridemachse	150.5	50.2	77.3	82.8
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 63.5 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.2 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Der Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN wird von mehr als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen jedoch unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (siehe Abschnitt 7.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.9 kN/m	27.3 kN/m	32.2 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.8 kN/m <sup>2</sup>	7.8 kN/m <sup>2</sup>	9.2 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

## 7.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 7.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	20'835	<b>10</b>	0.000	2'723	<b>0</b>	0.000	2	<b>0</b>
2	0.006	178'820	<b>1'073</b>	0.001	14'893	<b>10</b>	0.000	69	<b>0</b>
3	0.020	91'154	<b>1'823</b>	0.003	8'835	<b>27</b>	0.001	222	<b>0</b>
4	0.070	92'460	<b>6'472</b>	0.008	5'397	<b>43</b>	0.002	1'168	<b>2</b>
5	0.150	130'025	<b>19'504</b>	0.020	12'408	<b>248</b>	0.005	7'444	<b>37</b>
6	0.290	374'366	<b>108'566</b>	0.030	21'492	<b>645</b>	0.010	20'290	<b>203</b>
7	0.530	577'187	<b>305'909</b>	0.060	26'510	<b>1'591</b>	0.020	15'060	<b>301</b>
8	1.000	232'196	<b>232'196</b>	0.100	29'133	<b>2'913</b>	0.030	17'628	<b>529</b>
9	1.520	124'501	<b>189'242</b>	0.140	30'912	<b>4'328</b>	0.040	29'516	<b>1'181</b>
10	2.400	130'502	<b>313'205</b>	0.200	33'015	<b>6'603</b>	0.060	23'285	<b>1'397</b>
11	3.660	110'999	<b>406'256</b>	0.280	34'803	<b>9'745</b>	0.080	24'480	<b>1'958</b>
12	5.400	58'566	<b>316'256</b>	0.400	35'021	<b>14'008</b>	0.110	31'782	<b>3'496</b>
13	7.760	18'844	<b>146'229</b>	0.540	33'570	<b>18'128</b>	0.140	23'230	<b>3'252</b>
14	10.870	4'405	<b>47'882</b>	0.730	26'405	<b>19'276</b>	0.190	21'948	<b>4'170</b>
15	14.910	1'034	<b>15'417</b>	0.960	17'434	<b>16'737</b>	0.240	26'867	<b>6'448</b>
16	20.060	251	<b>5'035</b>	1.260	12'460	<b>15'700</b>	0.300	18'440	<b>5'532</b>
17	26.540	67	<b>1'778</b>	1.630	9'651	<b>15'731</b>	0.380	18'453	<b>7'012</b>
18	34.590	23	<b>796</b>	2.080	7'986	<b>16'611</b>	0.480	27'011	<b>12'965</b>
19	-	-	-	2.640	5'418	<b>14'304</b>	0.590	24'169	<b>14'260</b>
20	-	-	-	3.300	2'769	<b>9'138</b>	0.720	28'428	<b>20'468</b>
21	-	-	-	4.090	1'346	<b>5'505</b>	0.880	42'445	<b>37'352</b>
22	-	-	-	5.030	784	<b>3'944</b>	1.060	30'569	<b>32'403</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	24'638	<b>31'290</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	19'152	<b>29'111</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'065	<b>10'978</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'406	<b>5'149</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'054	<b>2'646</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	228	<b>670</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	72	<b>247</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	34	<b>135</b>
Summe		2'146'235	<b>2'117'650</b>		372'965	<b>175'233</b>		486'155	<b>233'193</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'117'650 + 175'233 + 233'193 = 2'526'076 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'526'076 = 1'263'038 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'263'038 / 365 = 3'460 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).**

### **7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs**

#### **Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Die Messungen 2007 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer geringen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 7.4.1a). Im Juli ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 3'512 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Zwischen Juni und Dezember ist eine starke Zunahme der Kategorie Lieferwagen erweitert feststellbar, im Verhältnis dazu nehmen die Kategorien Lastwagen und Lastenzug leicht ab. Dies ist vermutlich auf den Ersatz von defekten Sensoren und der Umrüstung auf SWISS10 am 13. Juni zurückzuführen.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs schwankt. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 52.2%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 7.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 7.4.1b und 7.4.1c) variieren, abgesehen von einem messbaren Rückgang im August, nur geringfügig.

#### **Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Im Jahr 2007 passierten pro Tag durchschnittlich 3'060 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 2'967 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 7.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 3.1%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 7.4.2b) bleibt bei 235 kN. Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 0.7%, respektive 0.9%. Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge verändert sich nicht (s. Diagramm 7.4.2c).

Entsprechend der mittleren Achslast verändert sich auch die Belastung des Strassenbelags gegenüber dem Vorjahr nur minimal (s. Abs. 7.5.2): Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt von 3'440 ESAL auf 3'460 ESAL zu (+0.6%) und ist der Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### **Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs**

Die starken Verkehrsschwankungen zwischen 2001 und 2003 im Gotthardtunnel (s. Diagramm 7.4.2a) sind auf die Massnahmen zur Dosierung des Schwerverkehrs nach der Brandkatastrophe im Tunnel vom 24.10.2001 zurückzuführen. Mit der Einführung des sog. Tropfenzählersystems im September 2002 wurden die starken Einschränkungen wieder reduziert.

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen fünf Jahren von 3'155 auf 3'060 Fahrzeuge pro Tag abgenommen, dies entspricht einem Verkehrsrückgang von 3%. Der tiefste Wert trat 2005 auf, 2006 und 2007 stieg der DTV wieder leicht an. Der „Sattelzug“ ist der am häufigsten auftretende Fahrzeugtyp und hat sich über die fünf Jahre ähnlich entwickelt wie der gesamte Schwerverkehr. „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nehmen kontinuierlich um insgesamt 22% ab; demgegenüber fahren „Lieferwagen erweitert“ im Jahr 2007 viermal häufiger als 2003 bis 2006.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2007 kontinuierlich um insgesamt 5.9%, das „Fraktil 95%“ um 3.7% zugenommen. Der Anteil der Fahrzeuge über 40 to Gesamtgewicht steigt von 1.4% (2003) auf 3.4% (2007).

Die mittlere Achslast nimmt insgesamt um 2.4% zu, die Fraktilwerte bleiben konstant.

## 8 Trübbach (A13)

### 8.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2007 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 8.2 Übersicht Messresultate

#### 8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

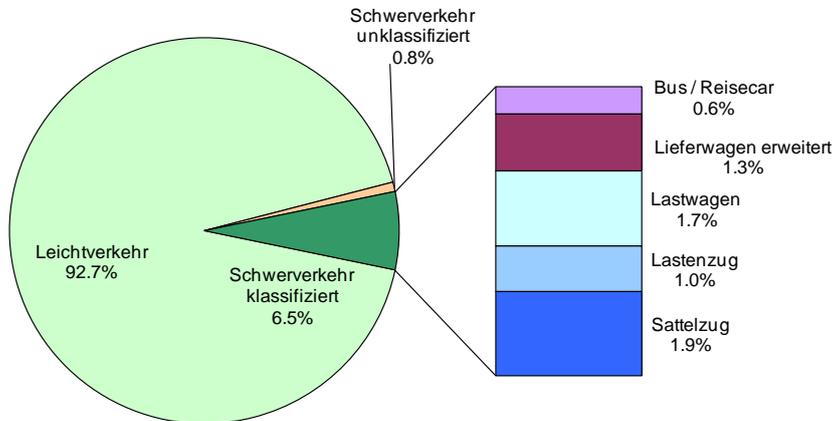
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Trübbach (A13) im Verlaufe des Jahres 2007 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 dargestellt.

Trübbach (A13) 2007	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 349.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	11'484'570	32'860	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'644'780	30'457	92.7	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	839'790	2'403	7.3	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	91'139	261	0.8	10.9
01 Bus / Reisecar	71'639	205	0.6	8.5
02 Motorrad	345	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	25'933	74	0.2	3.1
04 Personenwagen mit Anh.	11'172	32	0.1	1.3
05 Lieferwagen	58'561	168	0.5	7.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	30'800	88	0.3	3.7
07 Lieferwagen mit Auflieger	21'214	61	0.2	2.5
08 Lastwagen	193'932	555	1.7	23.1
09 Lastenzug	117'220	335	1.0	14.0
10 Sattelzug	217'835	623	1.9	25.9
Total	839'790	2'403	7.3	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	252'010	721	2.2	30.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	330'228	945	2.9	39.3
Fahrzeuge 18 - 28t	148'289	424	1.3	17.7
Fahrzeuge 28 - 40t	105'131	301	0.9	12.5
Fahrzeuge >40t	4'132	12	0.0	0.5
Total	839'790	2'403	7.3	100.0

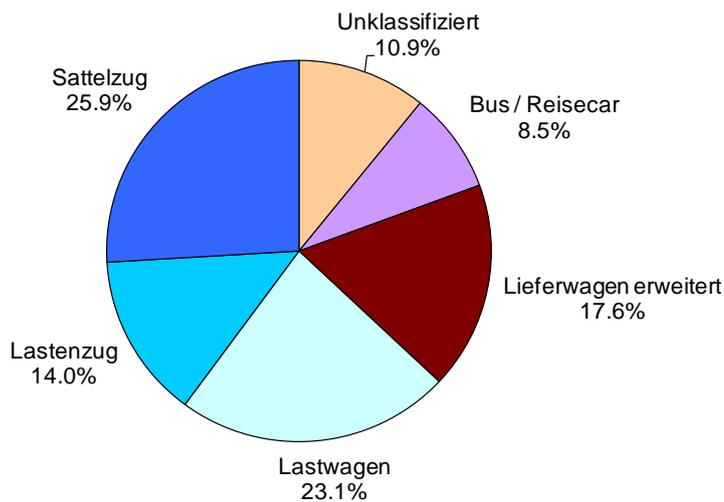
**Tabelle 8:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Trübbach

## 8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

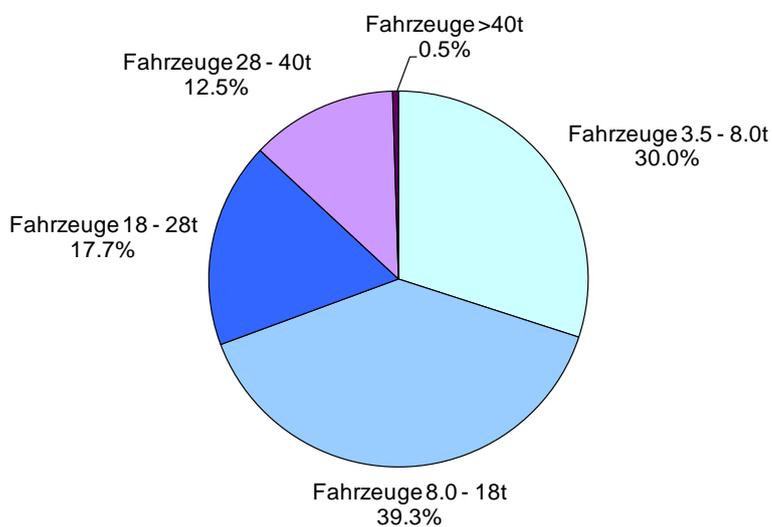
**Zusammensetzung des Gesamtverkehrs**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse**



## 8.3 Messdiagramme

### 8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Trübbach (A13) 2007 sind folgendermassen strukturiert:

- 8.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 8.3.3 Reisedeckungs und Busse (CB)
- 8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 8.3.5 Lastwagen (LW)
- 8.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 8.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 8.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge  $\geq 3.5t$  der Kategorien MR, PW, PW+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter ( $q$ ) wird anhand des Gesamtgewichtes ( $GW_{TOT}$ ) und der Summe aller Achsabstände ( $W_i$ ) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 8.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

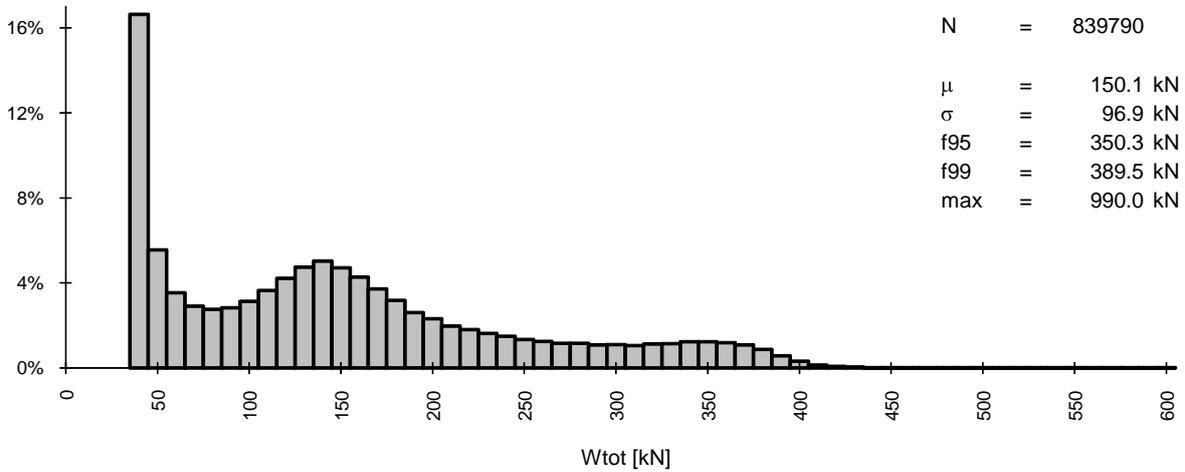
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
$\mu$ :	Mittelwert
$\sigma$ :	Standardabweichung
f95:	95% Fraktil (5% der Messungen liegen über diesem Wert)
f99:	99% Fraktil (1% der Messungen liegen über diesem Wert)
max:	Maximalwert

### 8.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

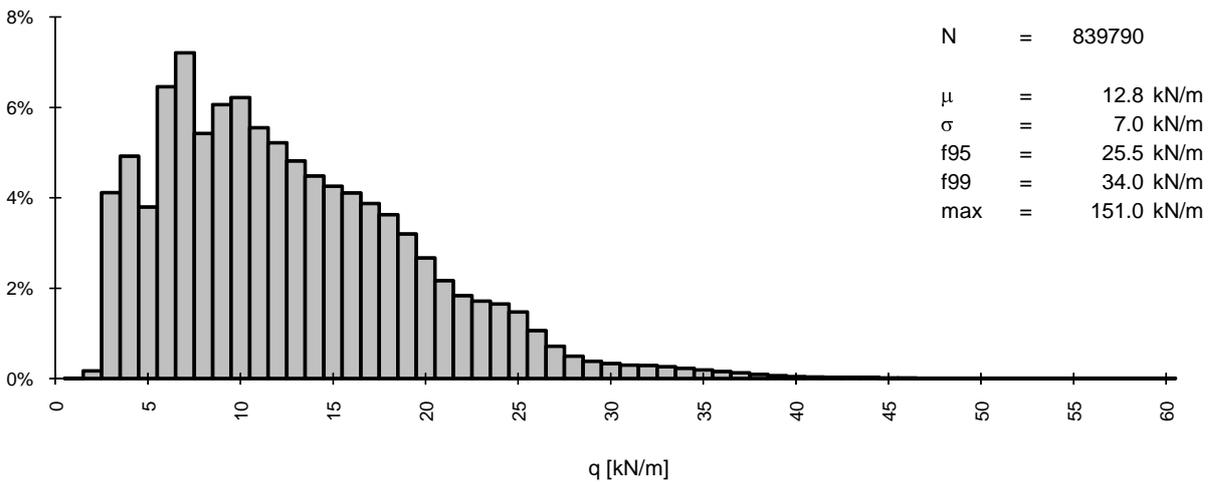
2007 Truebbach

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



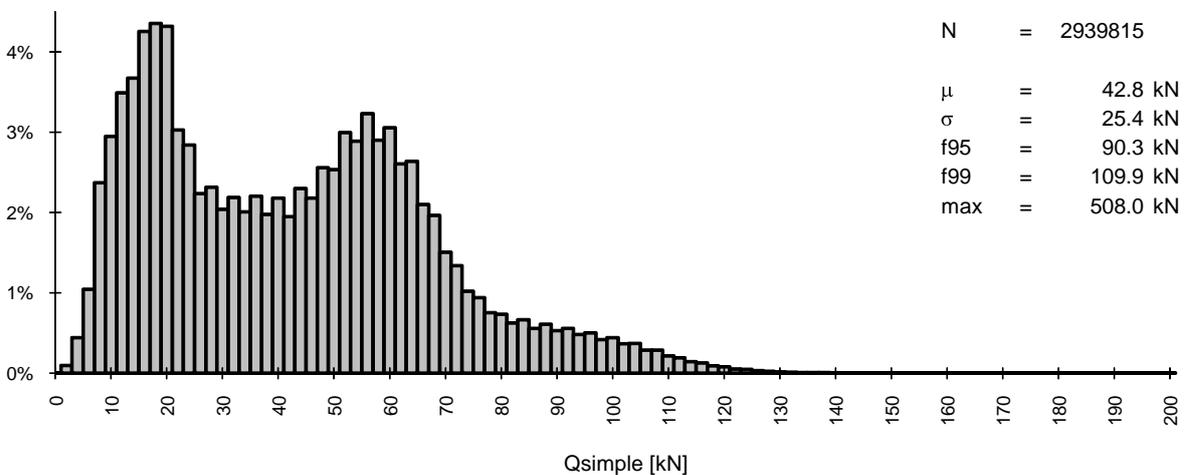
2007 Truebbach

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



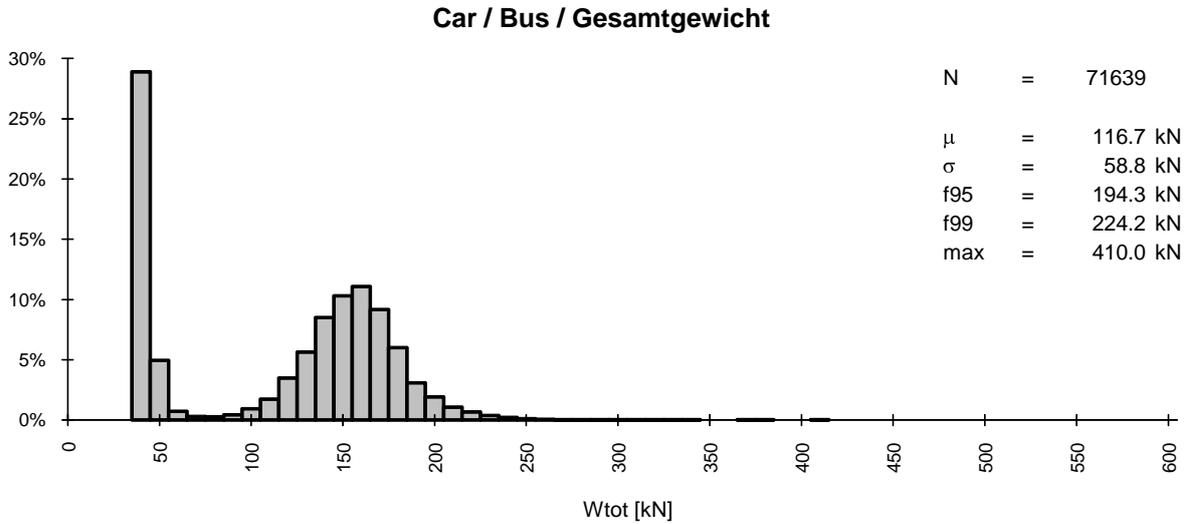
2007 Truebbach

**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**

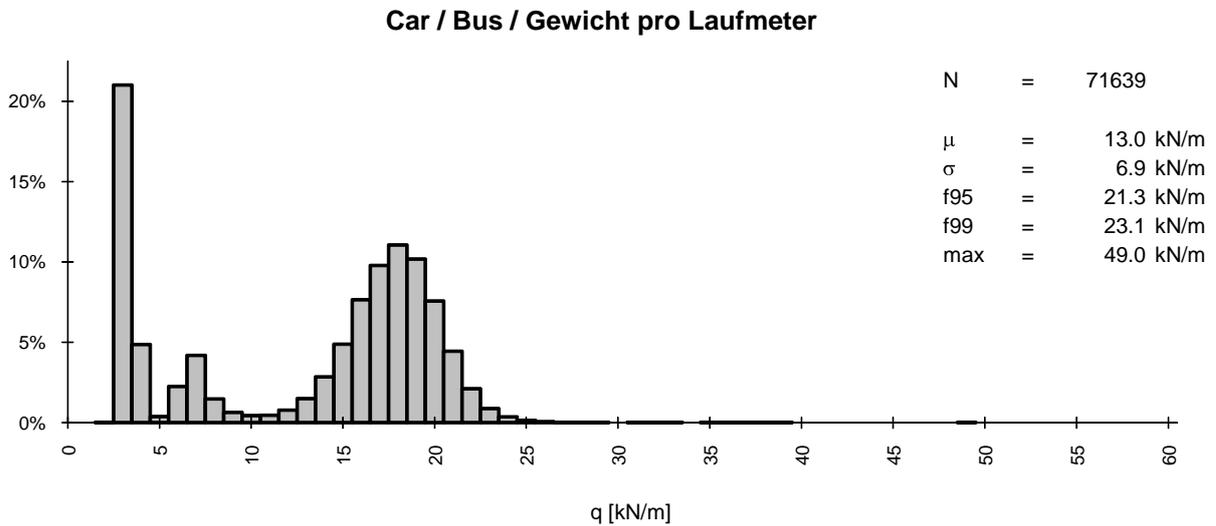


### 8.3.3 Reisecars und Busse (CB)

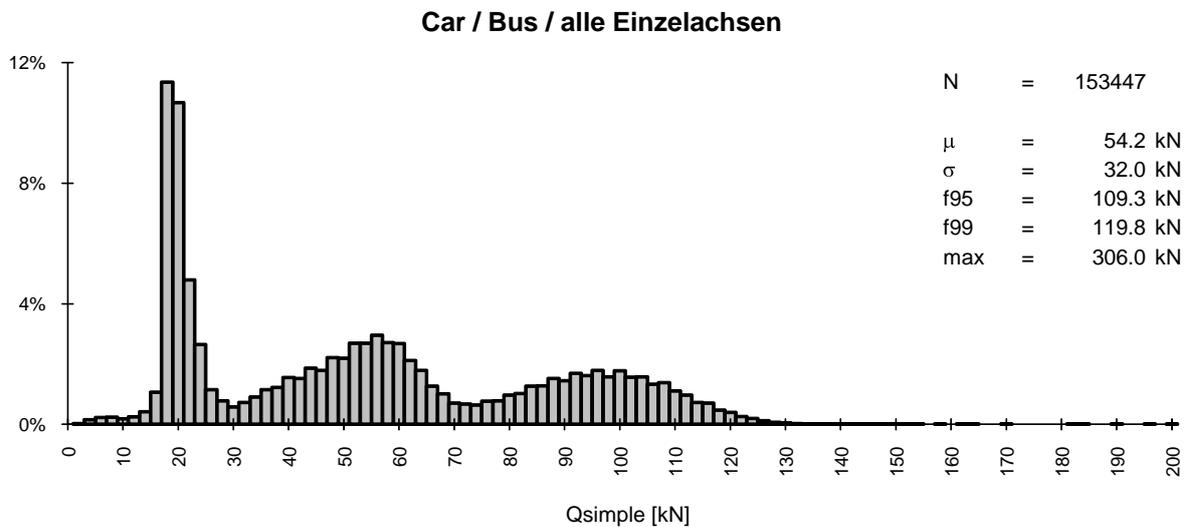
2007 Truebbach



2007 Truebbach



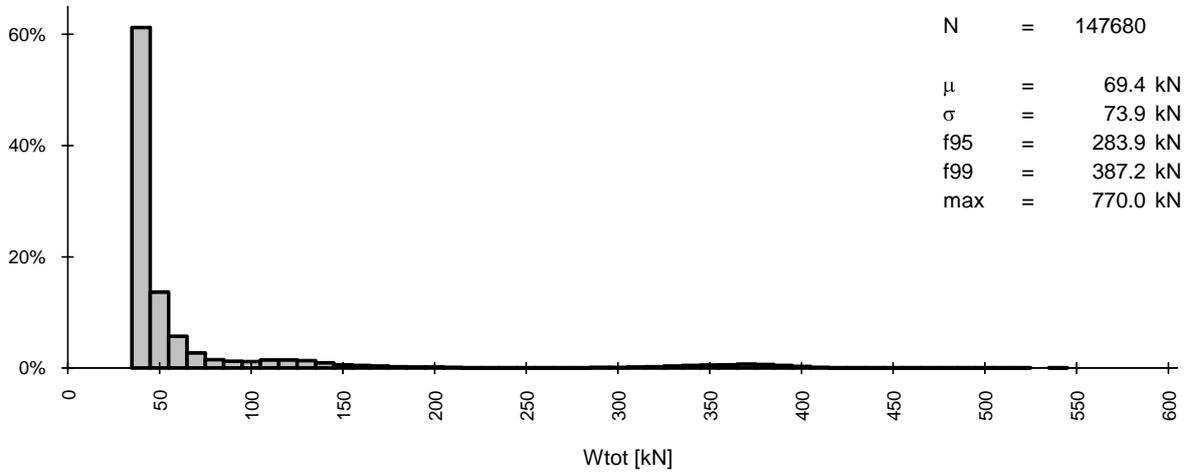
2007 Truebbach



### 8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

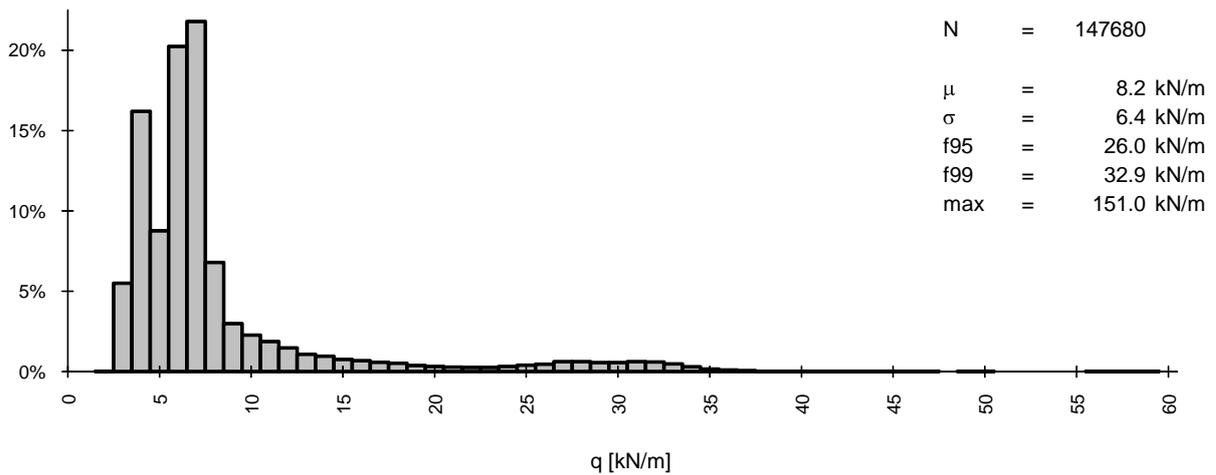
2007 Trübbach

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



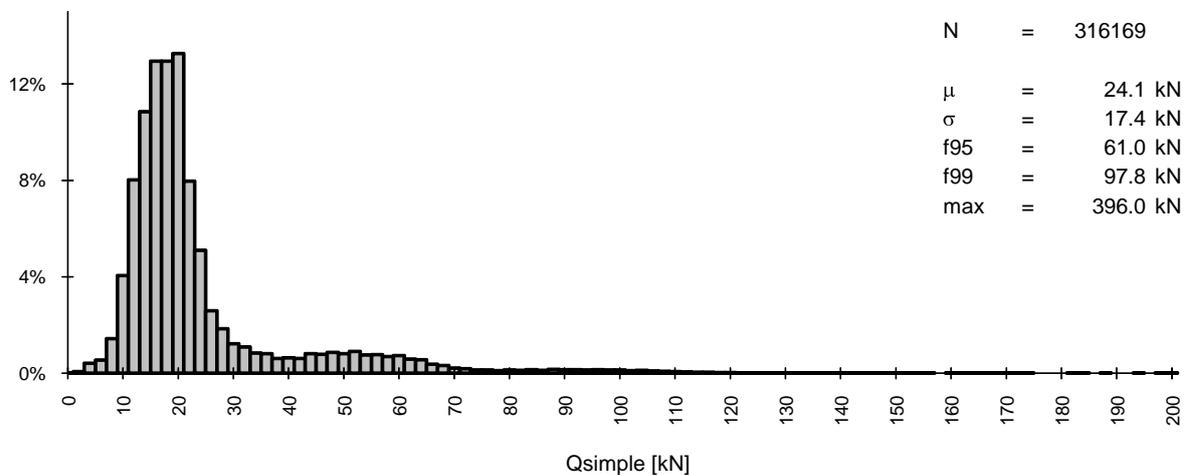
2007 Trübbach

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Trübbach

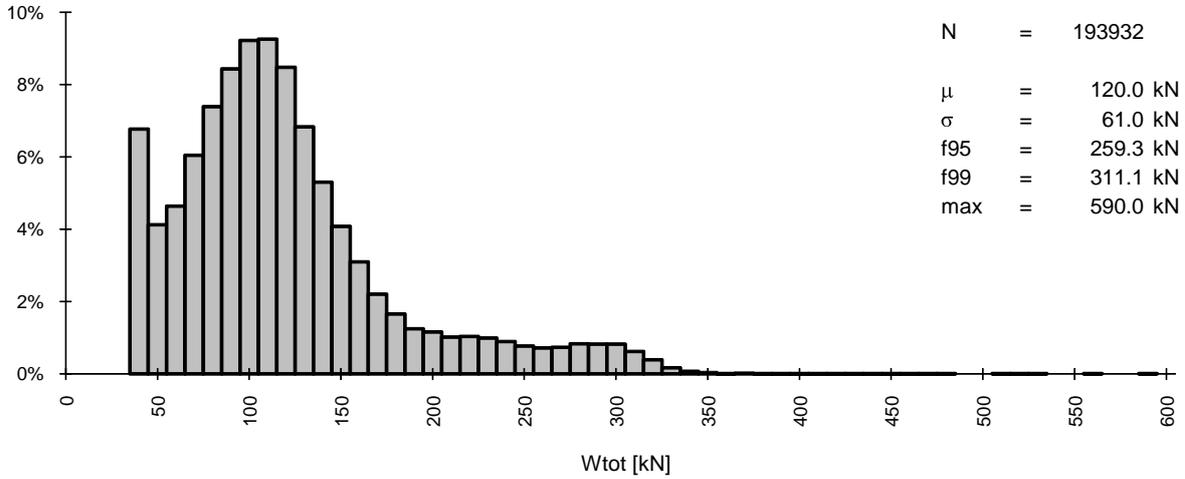
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 8.3.5 Lastwagen (LW)

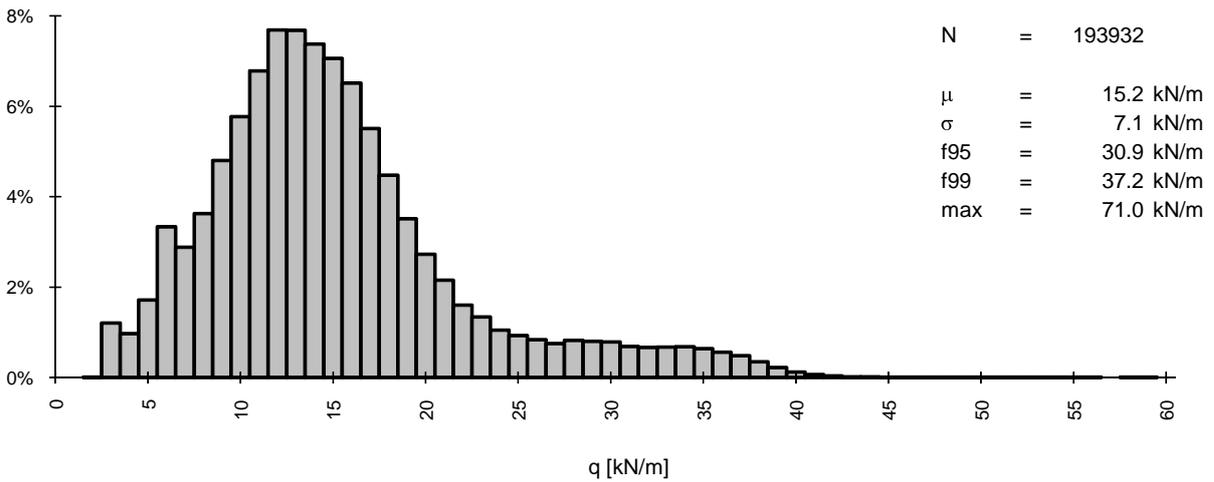
2007 Trübbach

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



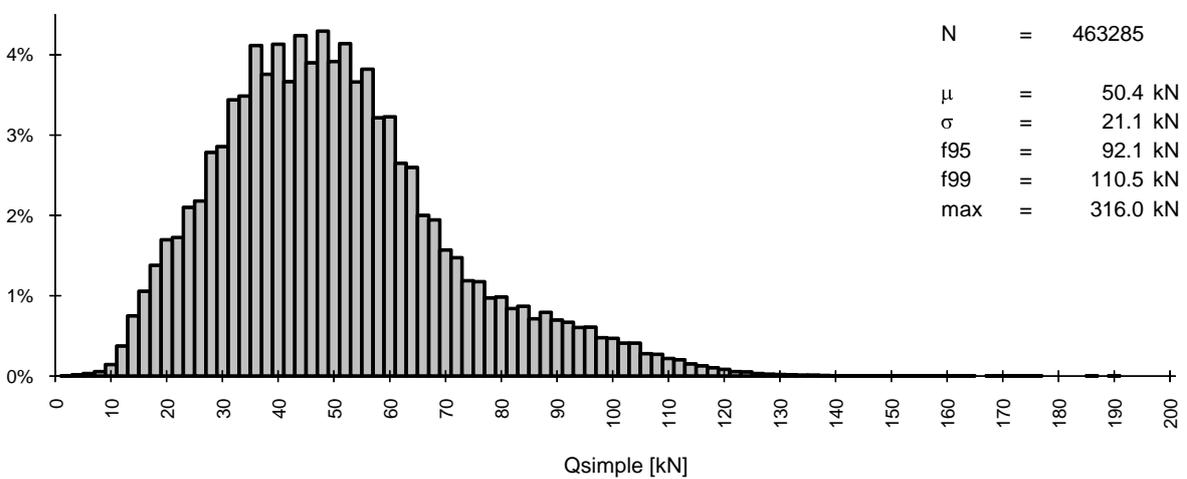
2007 Trübbach

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Trübbach

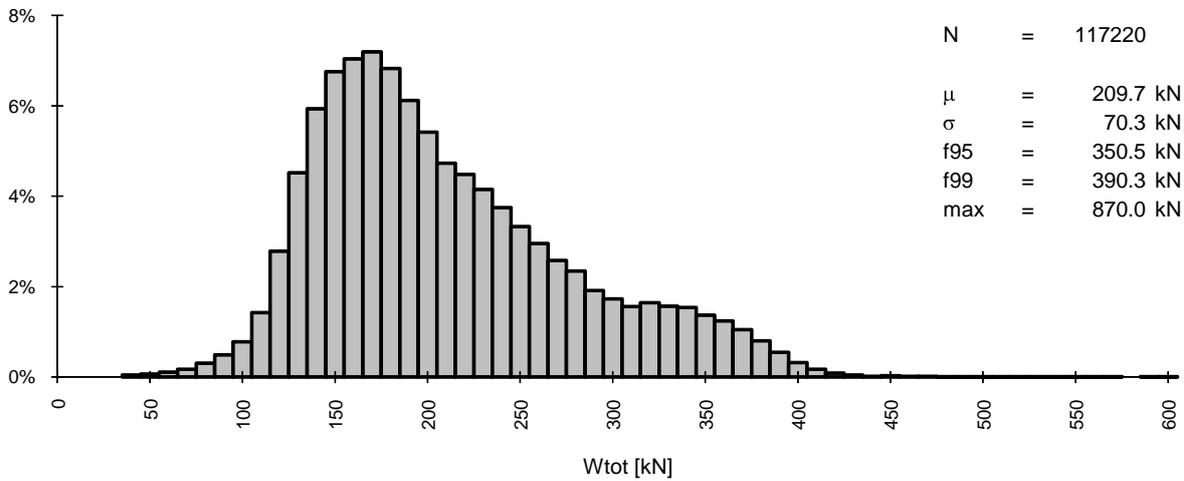
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 8.3.6 Lastenzüge (LZ)

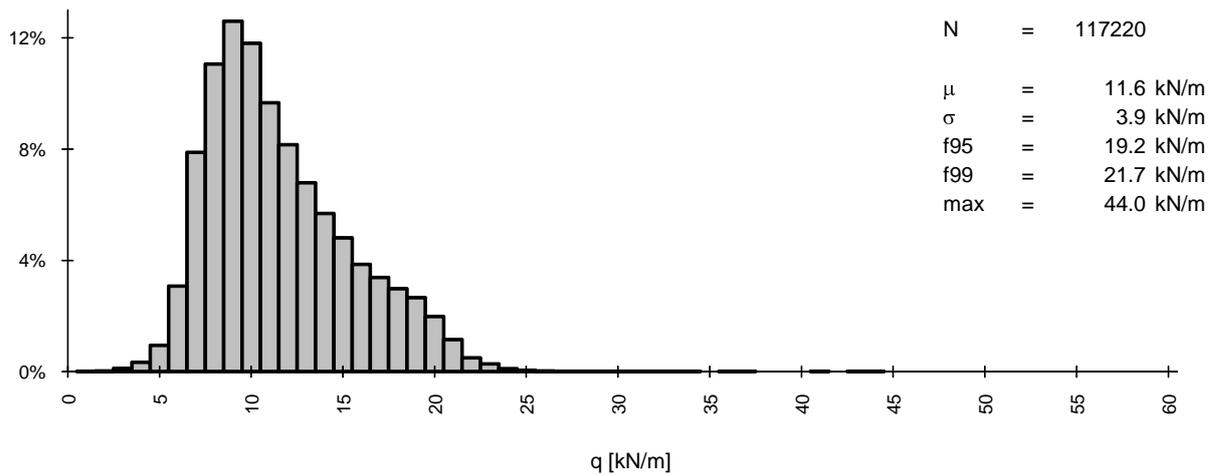
2007 Truebbach

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



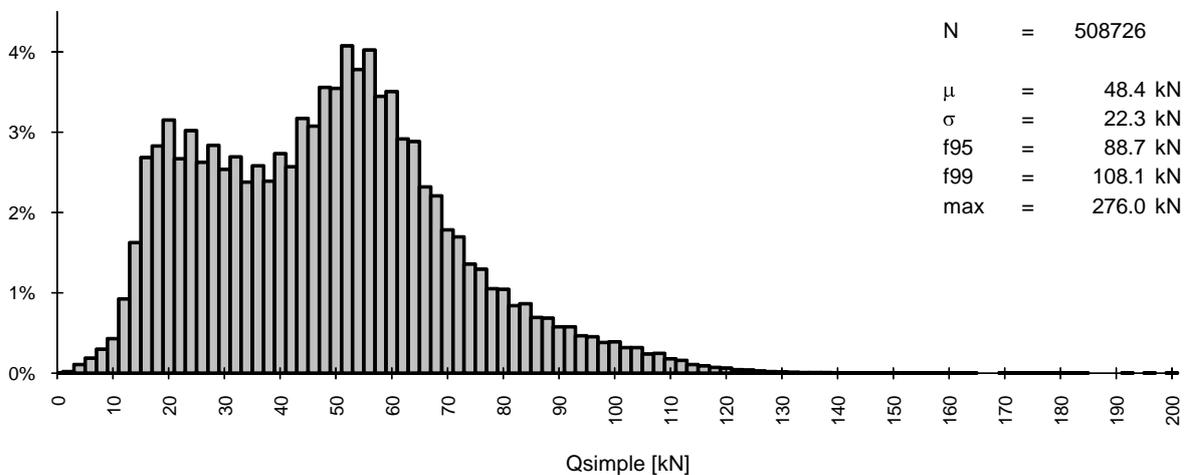
2007 Truebbach

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Truebbach

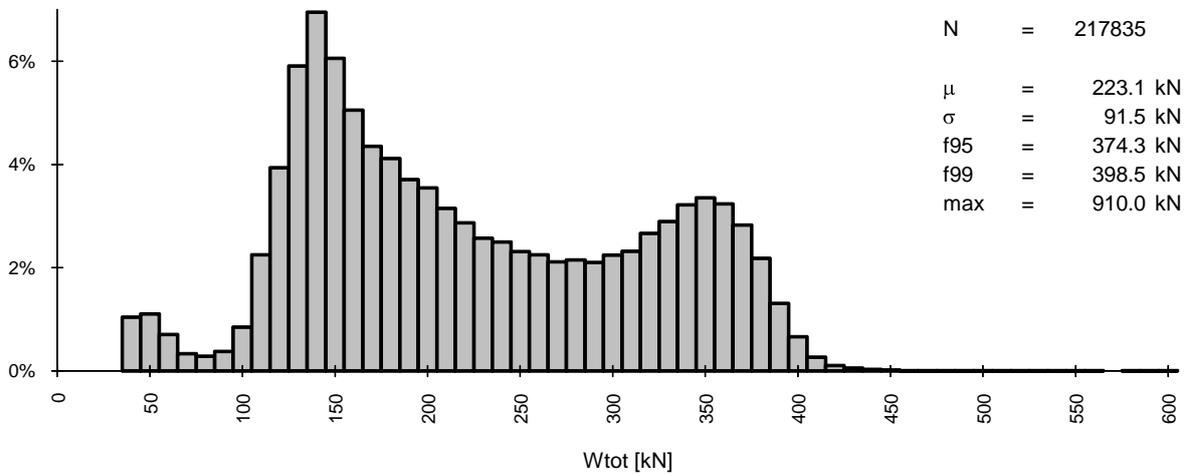
**Lastenzug / alle Einzelachsen**



### 8.3.7 Sattelzüge (SZ)

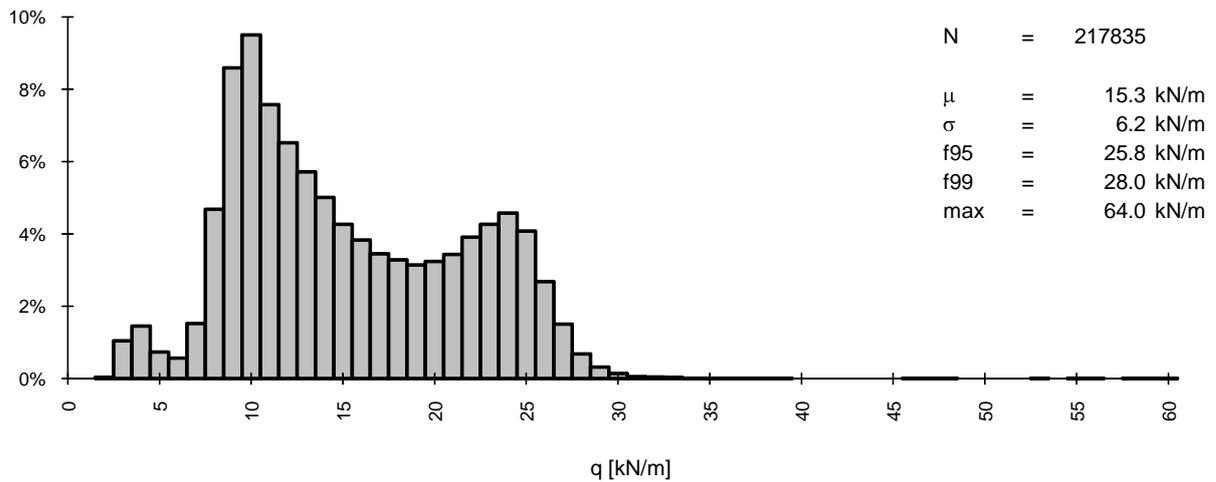
2007 Truebbach

**Sattelzug / Gesamtgewicht**



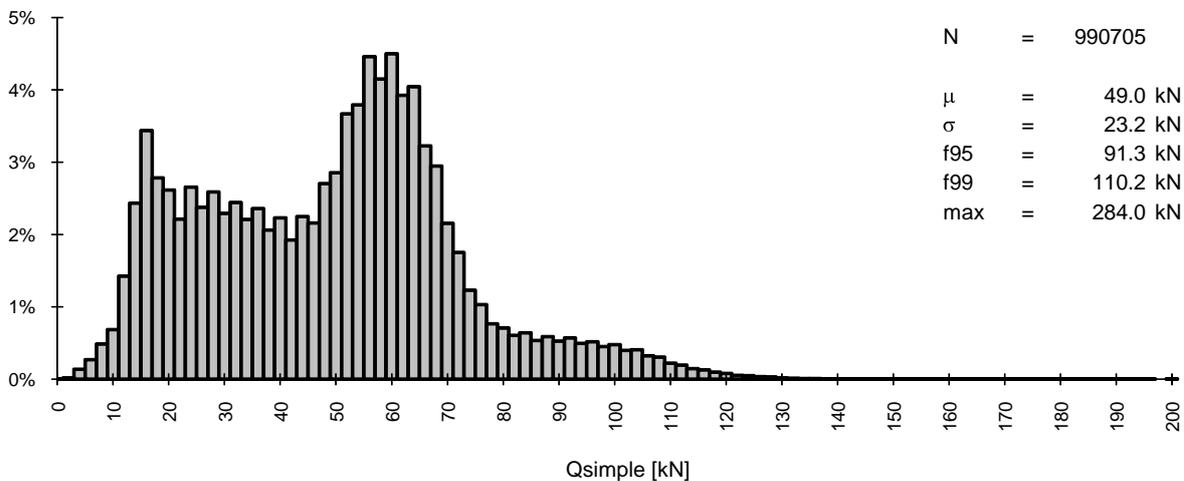
2007 Truebbach

**Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter**



2007 Truebbach

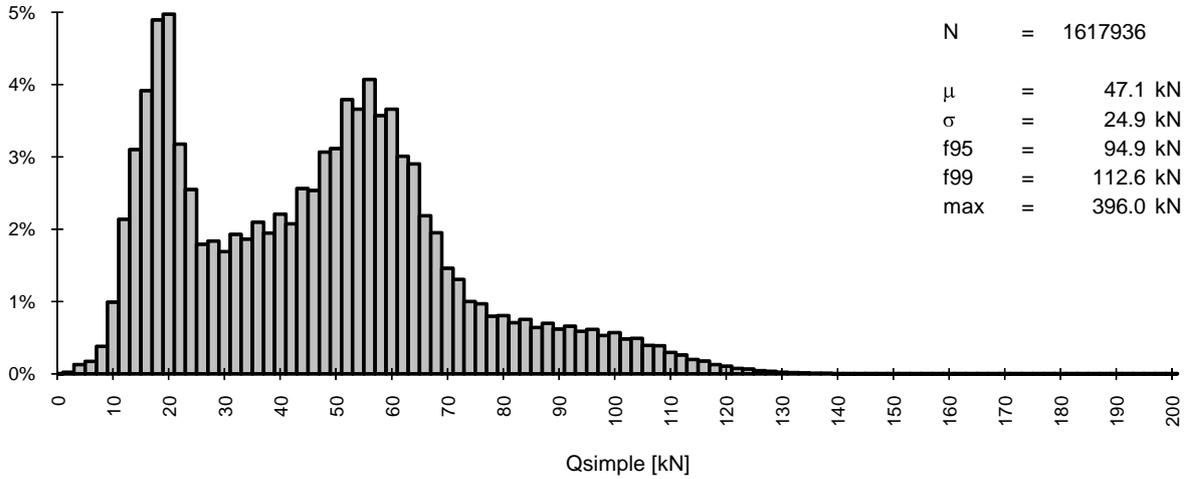
**Sattelzug / alle Einzelachsen**



### 8.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$ )

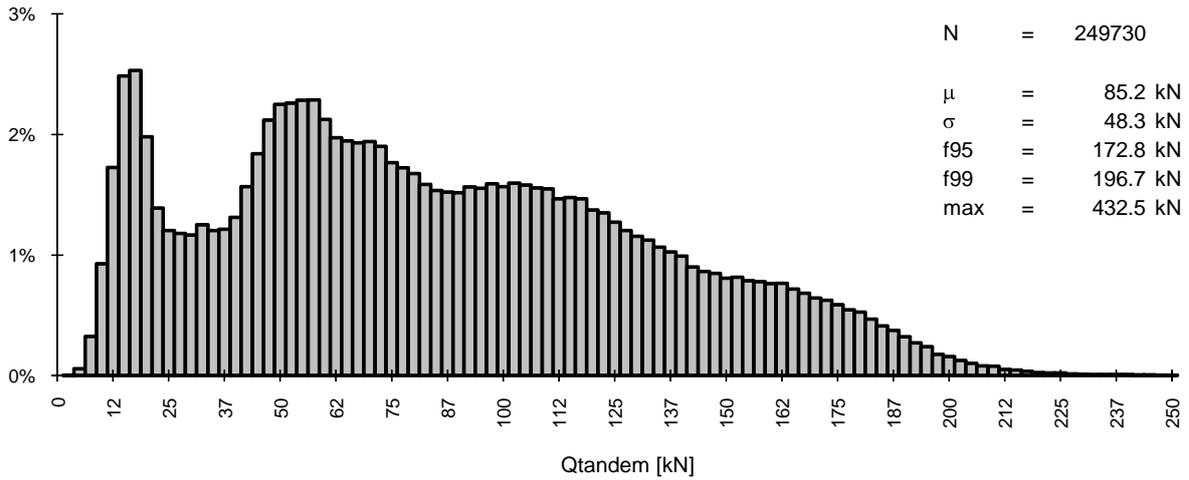
2007 Trübbach

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



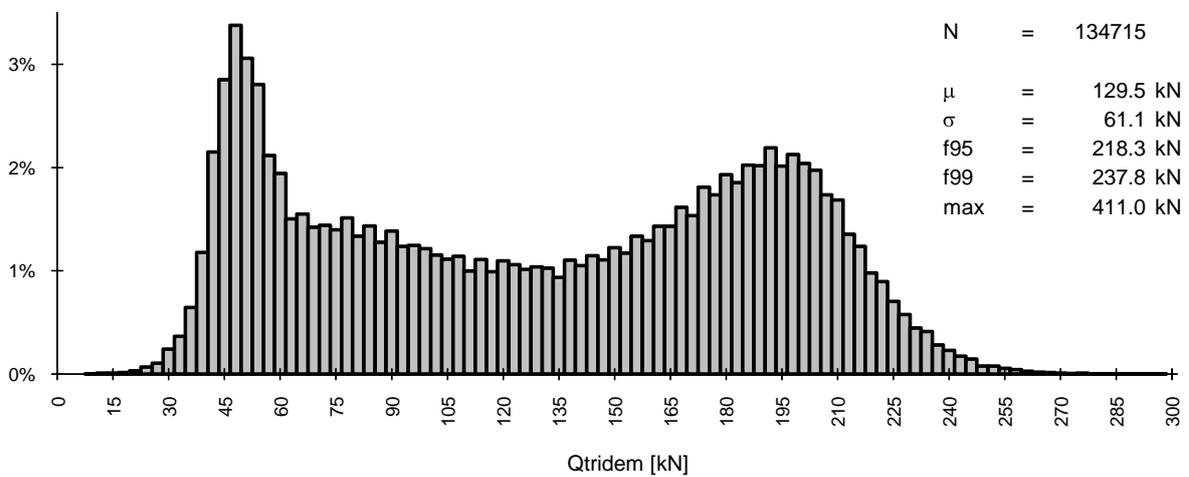
2007 Trübbach

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2007 Trübbach

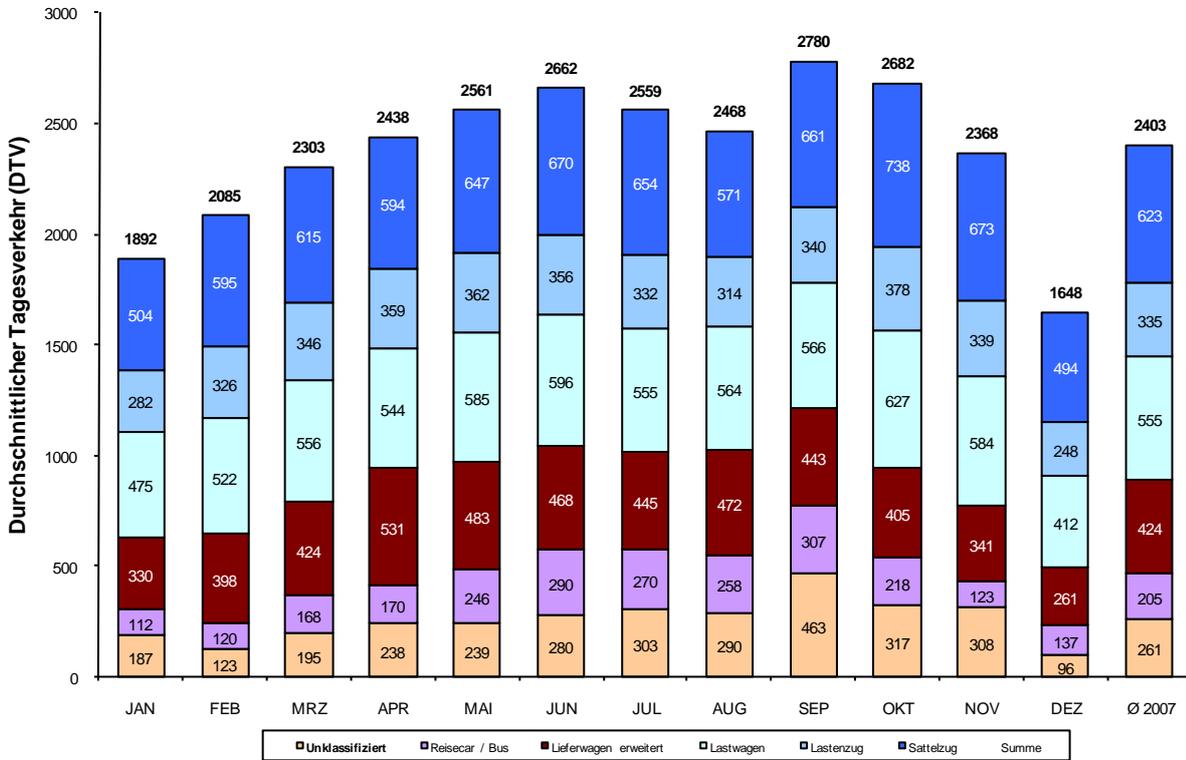
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



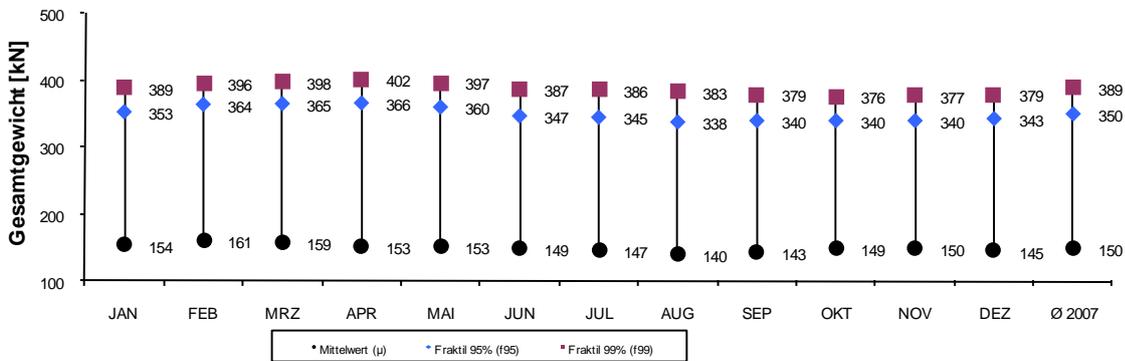
### 8.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

#### 8.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

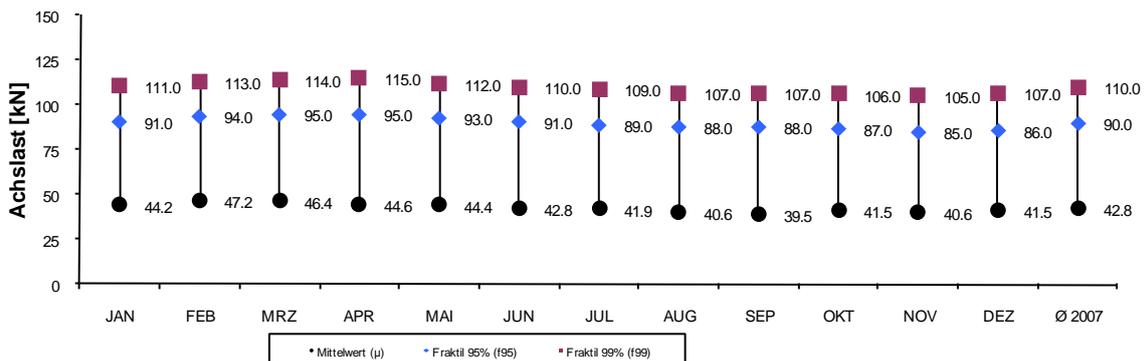
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge ≥ 3.5t

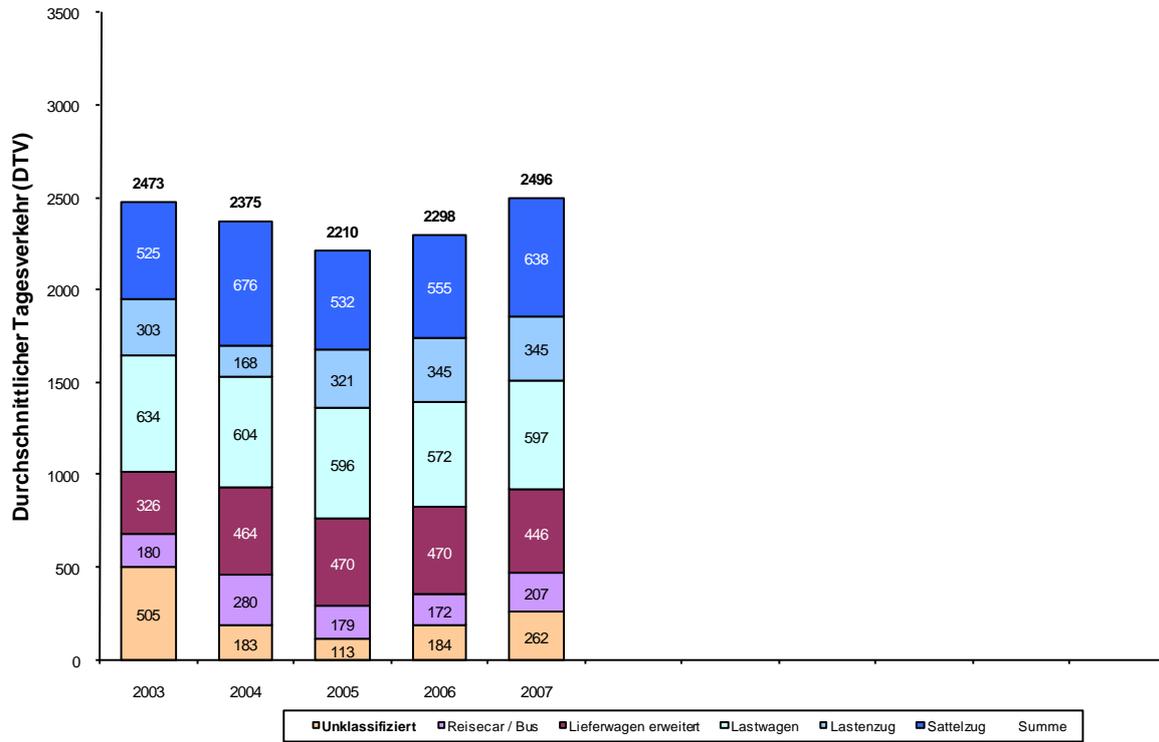


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge ≥ 3.5t

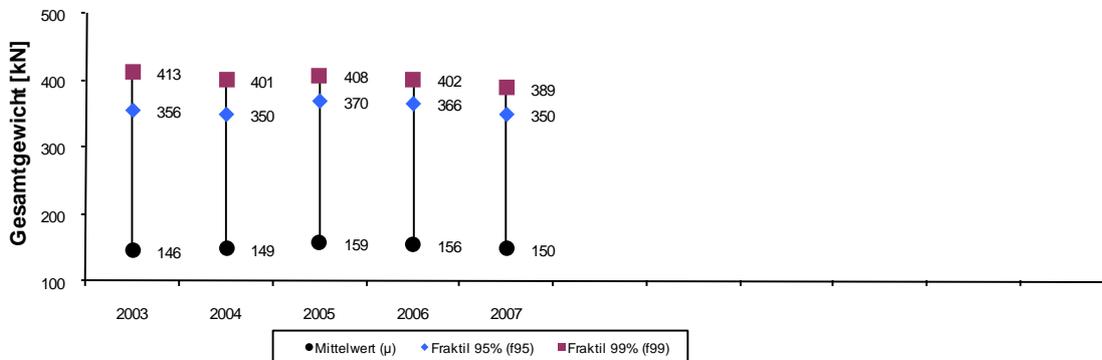


### 8.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

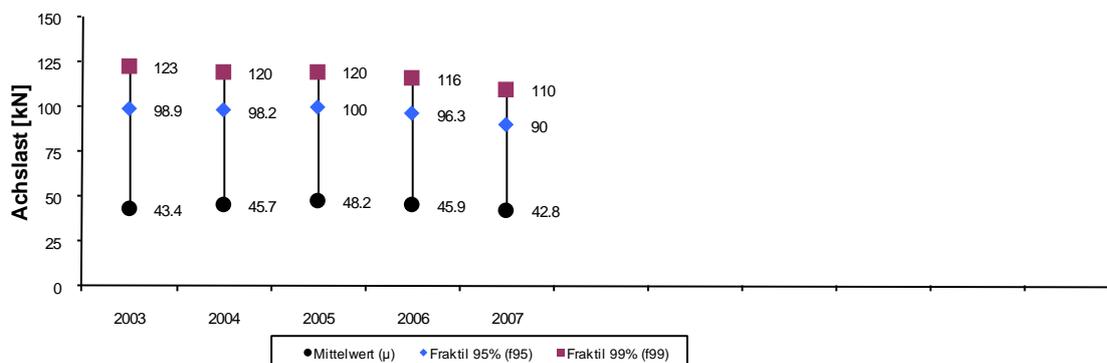
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### b) Durchschnittliches Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



#### c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



## 8.5 Auswertung der Messdaten

### 8.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung wird zusätzlich ein Lastbeiwert von  $\gamma_q = 1.5$  berücksichtigt.

#### a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 8.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	47.1	47.1	94.9	112.6
Tandemachse	85.2	42.6	86.4	98.4
Tridemachse	129.5	43.2	72.8	79.3
SIA 261 $Q_{k1}$	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 $Q_{k2}$	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 47.1 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 42.6 kN, respektive 43.2 kN, auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Der Wert von  $Q_{k2} = 100$  kN wird von weniger als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen unter dem Wert von  $Q_{k1} = 150$  kN.

#### b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (Abschnitt 8.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ( $b = 3.5$  m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert $\mu$	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	12.8 kN/m	25.5 kN/m	34.0 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.7 kN/m <sup>2</sup>	7.3 kN/m <sup>2</sup>	9.7 kN/m <sup>2</sup>
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 95% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

## 8.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

Die Einwirkung auf den Strassenbelag wird anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 8.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	27'415	14	0.000	3'272	0	0.000	2	0
2	0.006	307'772	1'847	0.001	21'791	15	0.000	51	0
3	0.020	178'767	3'575	0.003	12'333	37	0.001	605	1
4	0.070	162'639	11'385	0.008	12'441	100	0.002	2'947	6
5	0.150	216'181	32'427	0.020	19'420	388	0.005	11'290	56
6	0.290	303'470	88'006	0.030	22'369	671	0.010	13'368	134
7	0.530	186'419	98'802	0.060	19'458	1'167	0.020	6'030	121
8	1.000	79'043	79'043	0.100	17'650	1'765	0.030	5'861	176
9	1.520	55'377	84'173	0.140	15'381	2'153	0.040	7'319	293
10	2.400	48'142	115'541	0.200	15'682	3'136	0.060	4'979	299
11	3.660	33'279	121'801	0.280	15'682	4'391	0.080	4'586	367
12	5.400	14'121	76'253	0.400	14'443	5'777	0.110	5'652	622
13	7.760	3'943	30'598	0.540	12'439	6'717	0.140	4'194	587
14	10.870	883	9'598	0.730	10'502	7'666	0.190	4'132	785
15	14.910	244	3'638	0.960	8'534	8'193	0.240	6'101	1'464
16	20.060	71	1'424	1.260	7'851	9'892	0.300	5'116	1'535
17	26.540	35	929	1.630	7'014	11'433	0.380	6'031	2'292
18	34.590	53	1'833	2.080	5'701	11'858	0.480	9'443	4'533
19	-	-	-	2.640	3'931	10'378	0.590	7'943	4'686
20	-	-	-	3.300	2'108	6'956	0.720	8'527	6'139
21	-	-	-	4.090	962	3'935	0.880	10'013	8'811
22	-	-	-	5.030	696	3'501	1.060	4'811	5'100
23	-	-	-	-	-	-	1.270	2'929	3'720
24	-	-	-	-	-	-	1.520	1'847	2'807
25	-	-	-	-	-	-	1.810	533	965
26	-	-	-	-	-	-	2.140	238	509
27	-	-	-	-	-	-	2.510	99	248
28	-	-	-	-	-	-	2.940	30	88
29	-	-	-	-	-	-	3.430	15	51
30	-	-	-	-	-	-	3.980	6	24
Summe		1'617'854	760'888		249'660	100'131		134'698	46'419

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 760'888 + 100'131 + 46'419 = 907'438 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 907'438 = 408'347 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 408'347 / 349.5 = 1'168 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).**

### **8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs**

#### **Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Die Messungen 2007 der Zählstelle Trübbach (A13) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 8.4.1a). Im September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 2'780 Fahrzeugen pro Tag. Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen im September ist möglicherweise auf Gerätestörungen zurückzuführen.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht geändert. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt nun am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 25.9%. Die Kategorie „Lastwagen“ hat nach wie vor einen grossen Anteil am Schwerverkehrsaufkommen von 23.1%. Der Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen hat sich verdoppelt und liegt bei 10.9%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 0.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 8.2.2) 2006 waren es noch 1.1%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 8.4.1b und 8.4.1c) bleiben, abgesehen von einem erkennbaren Rückgang im Oktober, relativ konstant.

#### **Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Im Jahr 2007 passierten pro Tag durchschnittlich 2'496 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 2'298 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 8.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 8.6%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 8.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 156 auf 150 kN ab (-3.8%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sinken um 3.8%, respektive 3.2%.

Ein ähnlicher Rückgang ist auch bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 8.4.2c). Hier nimmt der Mittelwert von 45.9 kN auf 42.8 kN ab (-6.8%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sinken um 6.5%, respektive 5.1%.

Die Reduktion der mittleren Achslast wirkt sich günstig auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 8.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 1'379 auf 1'168 ESAL (-15.3%), ist aber noch der Verkehrsklasse T5 zuzuordnen.

#### **Fünfjährige Entwicklung des Schwerverkehrs**

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr weist 2003 fast gleich viele Fahrten auf wie 2007. Der tiefste Wert trat 2005 auf – minus 11% gegenüber 2003; 2006 und 2007 stieg der DTV wieder an. Das Verkehrsaufkommen pro Fahrzeugtyp variiert in den Jahren 2003 bis 2007, ein einheitlicher Trend ist jedoch nicht erkennbar.

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge am gesamten Schwerverkehrs-DTV pendelt in den Jahren 2004 bis 2007 zwischen fünf und zehn Prozent, die Datenqualität ist daher deutlich besser als im Jahr 2003 mit einem Anteil von 20% unklassifizierter Fahrzeuge.

Im Vergleich zu den Jahren 2003, 2004 und 2007 ist das Gesamtgewicht und der „Fraktil 95%“-Wert der Jahre 2005 und 2006 etwas erhöht. In denselben beiden Jahren fiel der DTV besonders tief aus. Der „Fraktil 99%“-Wert nimmt über die fünf Jahre hinweg um 5.8% ab.

Die mittlere Achslast verhält sich ähnlich wie das Gesamtgewicht: Bei tiefem DTV tritt eine hohe mittlere Achslast auf. Die Fraktilwerte nehmen unabhängig vom DTV kontinuierlich um insgesamt 10% ab.

## 9 Vergleich aller Zählerstandorte

### 9.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2007 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV am Zählerstandort.

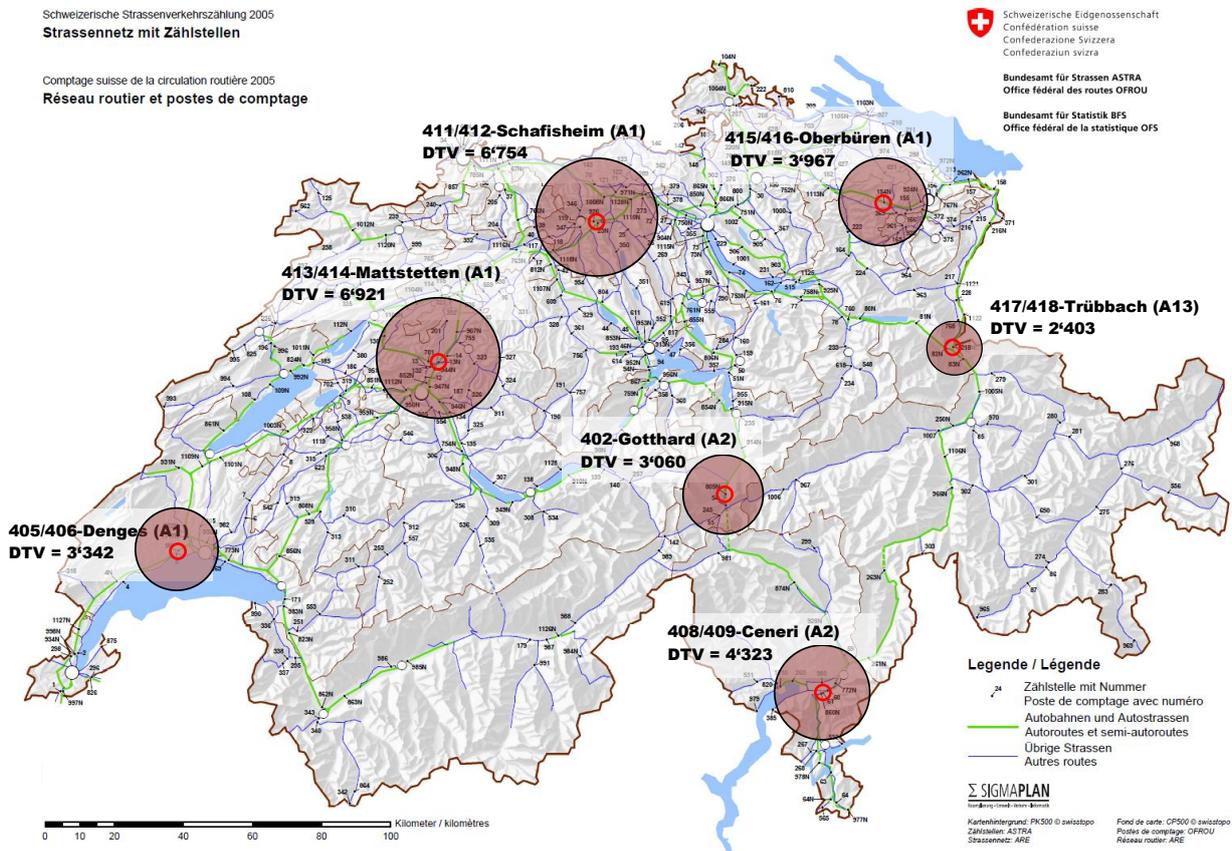


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

DTV	Denges	Mattstetten	Oberbüren	Schafisheim	Ceneri	Gotthard	Trübbach
Gesamtverkehr	83'265	75'157	49'896	69'323	43'055	16'623	32'860
Schwerverkehr	3'342	6'921	3'967	6'754	4'323	3'060	2'403
% Schwerverkehr	4.0	9.2	8.0	9.7	10.0	18.4	7.3

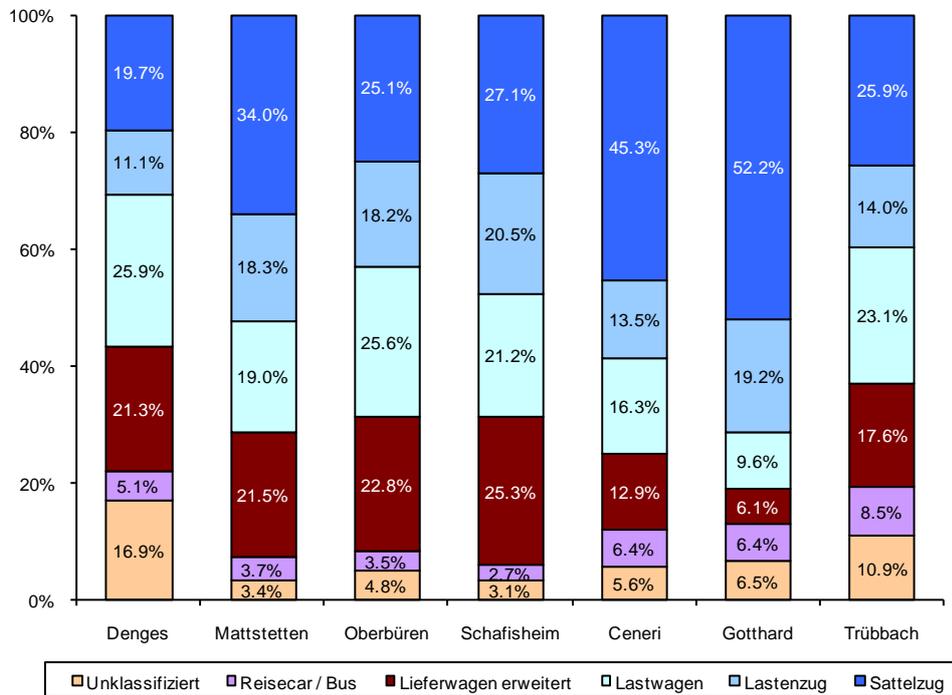
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 6'921 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen in Trübbach (A13) mit 2'403 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (18.4%) und Ceneri (10.0%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (4.0%).

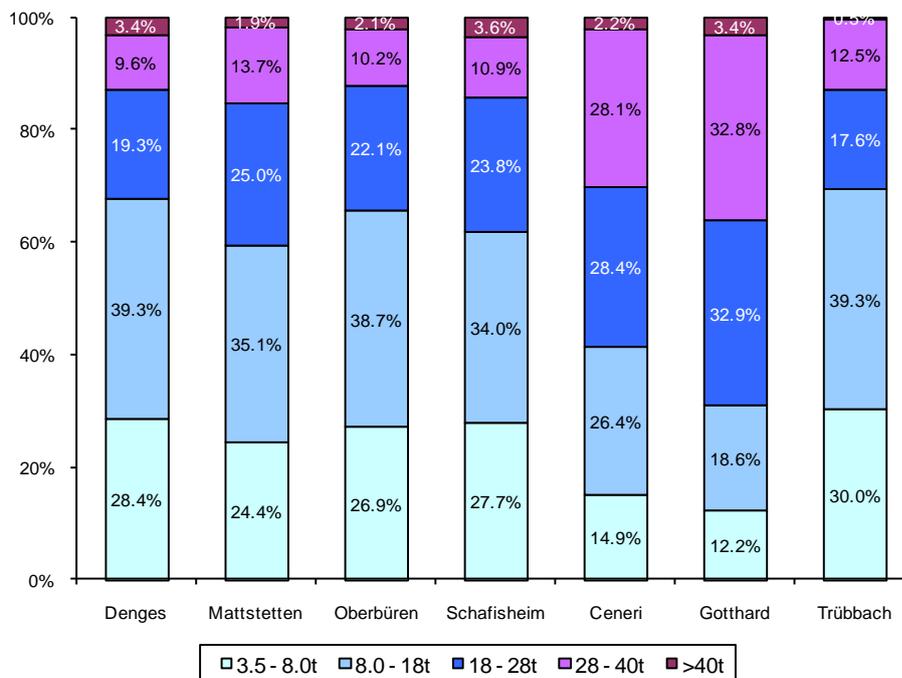
Die Diagramme der folgenden Abschnitte zeigen Vergleichswerte der sieben Zählerstandorte bezüglich Zusammensetzung des Schwerverkehrs (Abs. 9.2), Gesamtgewicht und mittlere Achslast (Abs. 9.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 9.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 9.5).

## 9.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs

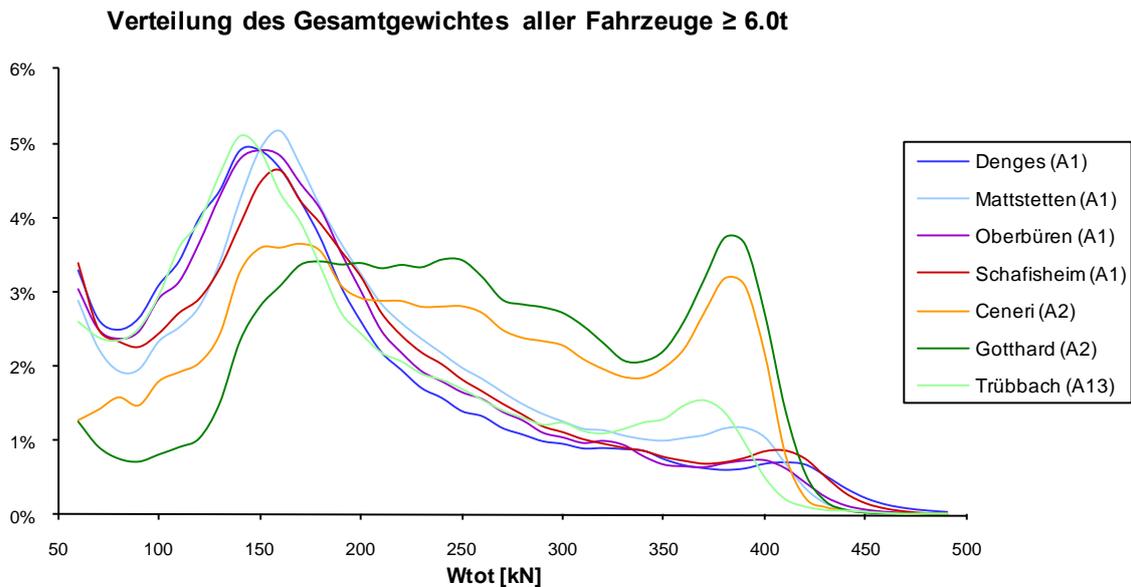
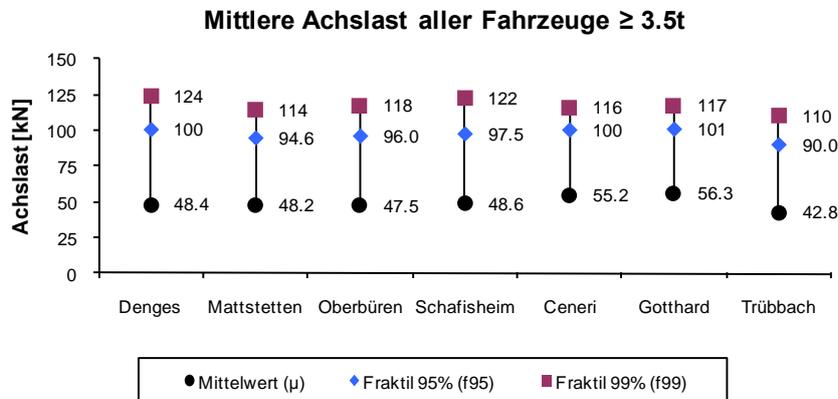
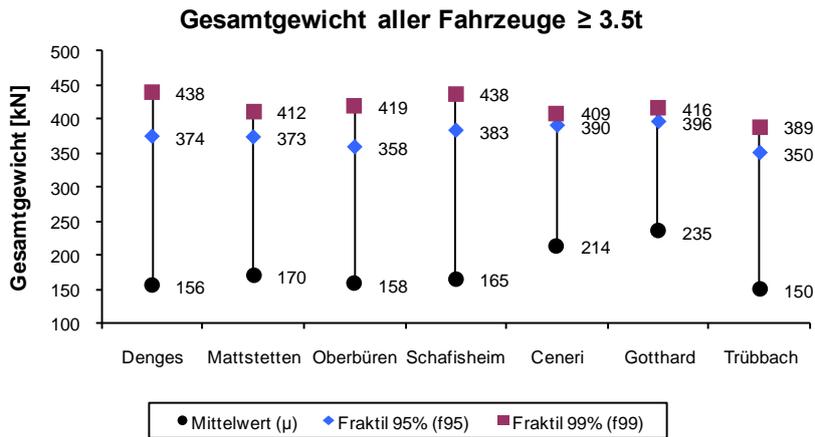
**Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse**



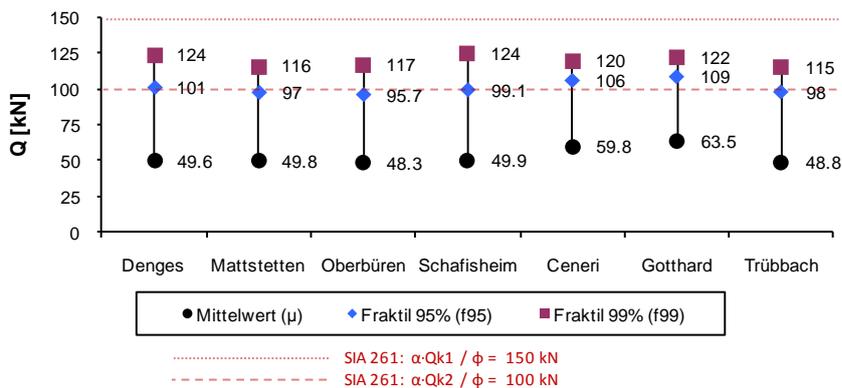
### 9.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast



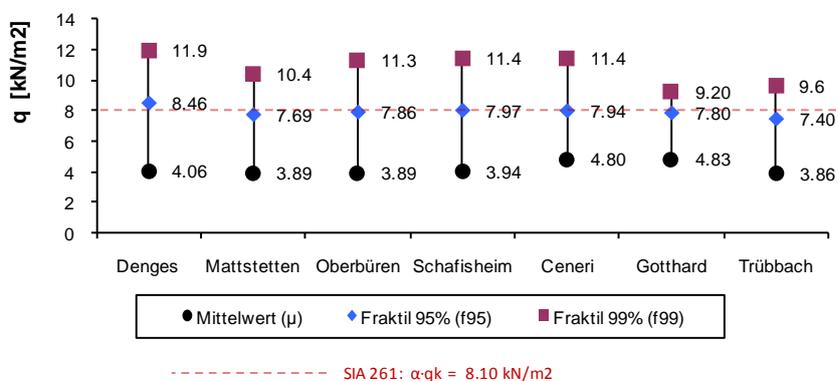
Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

### 9.4 Vergleich mit Normlasten

a) konzentrierte Lasten

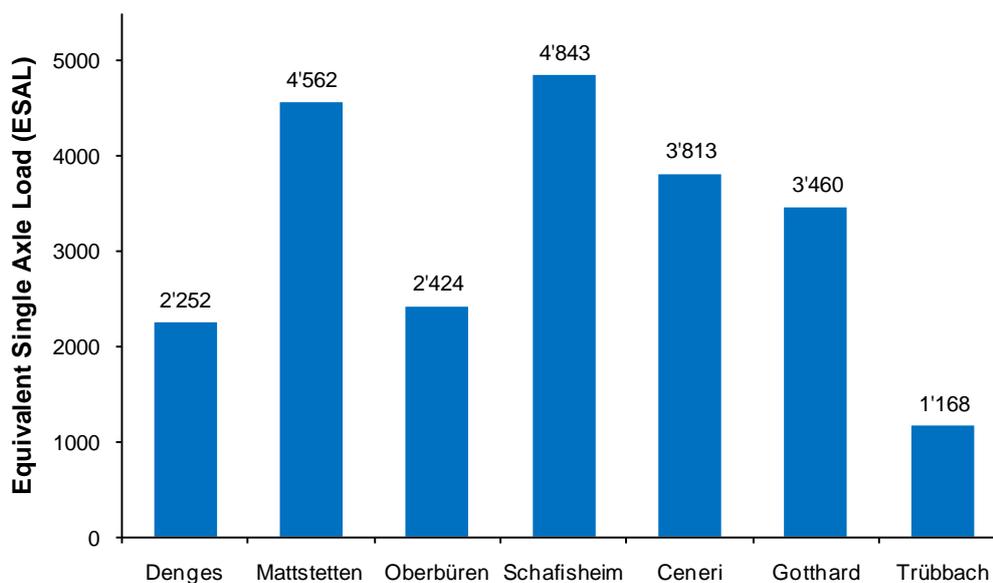


b) gleichmässig verteilte Lasten



### 9.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



## 10 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2007 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2007 variiert zwischen 2'403 (Trübbach, A13) und 6'921 (Mattstetten, A1) Fahrzeugen pro Tag. Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthard (18.4%) und Ceneri (10.0%), gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Denges, Mattstetten, Oberbüren und Schafisheim) und auf der A13 (Trübbach) ist die Zusammensetzung des Schwerverkehrs relativ ausgeglichen, währendem auf der A2 (Ceneri, Gotthard) der Anteil der Fahrzeugkategorien Lasten- und Sattelzug deutlich überwiegt. Dies zeigt sich ebenfalls durch einen beträchtlichen Anteil an Fahrzeugen über 28t Gesamtgewicht und einem hohen Mittelwert der gemessenen Achslasten.
- Die gemessenen Verkehrslasten werden anhand der Fraktilwerte ( $f_{95} / f_{99}$ ) mit den deterministischen Modellen der Norm SIA 261 verglichen. Die charakteristischen Werte der Norm (konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten) werden nur von einem kleinen Bruchteil (weniger als 5%) der gemessenen Verkehrslasten überschritten. Die Reserven gegenüber den Bemessungswerten (Lastbeiwert  $\gamma_q = 1.5$ ) sind nach wie vor ausreichend.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge werden anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt. Die Belastung bei den Zählerstandorten Denges, Oberbüren und Trübbach entspricht der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer), diejenige der Standorte Mattstetten, Schafisheim, Ceneri und Gotthard der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Erhebungen über mehrere Jahre ausgewertet. Im Vergleich zum Vorjahr ist insgesamt eine Zunahme des Schwerverkehrs von rund 2.3% feststellbar. Die grösste Zunahme wird an den Standorten Ceneri (+6.5%) und Trübbach (+5.1%), die grösste und einzige Abnahme am Standort Mattstetten (-2.1%) registriert. Insgesamt nimmt das mittlere Gesamtgewicht aller Stationen und gemessener Fahrzeuge im Vergleich zum Vorjahr um 1.8%, die mittlere Achslast um 2.4% ab. Die Schwerverkehrs-Entwicklung der Station Schafisheim wurde erstmals einbezogen. Da das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge in Schafisheim unter dem Durchschnitt der sieben Messstationen liegt, werden die beiden Werte im Jahr 2007 unterschätzt.
- Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge wird 2007 im Vergleich zu 2006 unterschätzt, da die Werte in Schafisheim unter dem Durchschnitt der sieben Messstationen liegen.
- Im Fünfjahresvergleich ist insgesamt eine Zunahme des Schwerverkehrs von rund 13% festzustellen. Ein grosser Anteil dieser Zunahme ist auf den Einbezug der häufig

frequentierten Station Schafisheim ab 2006 zurückzuführen. Die stärkste DTV-Zunahme zwischen 2003 und 2007 ist in Oberbüren mit +9.9% zu verzeichnen, die stärkste Abnahme am Gotthard mit -3%. Auffallend ist die Zunahme der Anzahl Fahrzeuge über 40 to: Über alle Stationen gesehen stieg deren Anteil in den vergangenen fünf Jahren um 53%; am Gotthard fällt diese Zunahme mit +150% besonders deutlich aus, in Trüebbach resultiert eine Abnahme von -68%. Das Gesamtgewicht, die Achslasten und die äquivalente Verkehrslast sind zwischen 2003 und 2007 etwa konstant geblieben.

## **Bächtold & Moor AG**

Bern, 30. September 2010



## Literaturverzeichnis

- [1] MEYSTRE Th., HIRT, M.A., Evaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé, Forschungsbericht ASTRA 02/05, N°594, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Zürich, 2006.
- [2] VOLLMAR T., Dépouillement et Analyse des Mesures du Trafic Routier, Bericht 446-6, ICOM, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne, 2002.
- [3] SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2003.
- [4] SN 640 320a Dimensionierung; Äquivalente Verkehrslast, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), 2000.
- [5] SN 640 324a Dimensionierung; Strassenoberbau, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), 1997.
- [6] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2003, Moor Hauser & Partner AG, Bern, Juni 2006.
- [7] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2004, Bächtold & Moor AG, Bern, Januar 2008.
- [8] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2005, Bächtold & Moor AG, Bern, Dezember 2009.
- [9] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2006, Bächtold & Moor AG, Bern, Juni 2010.



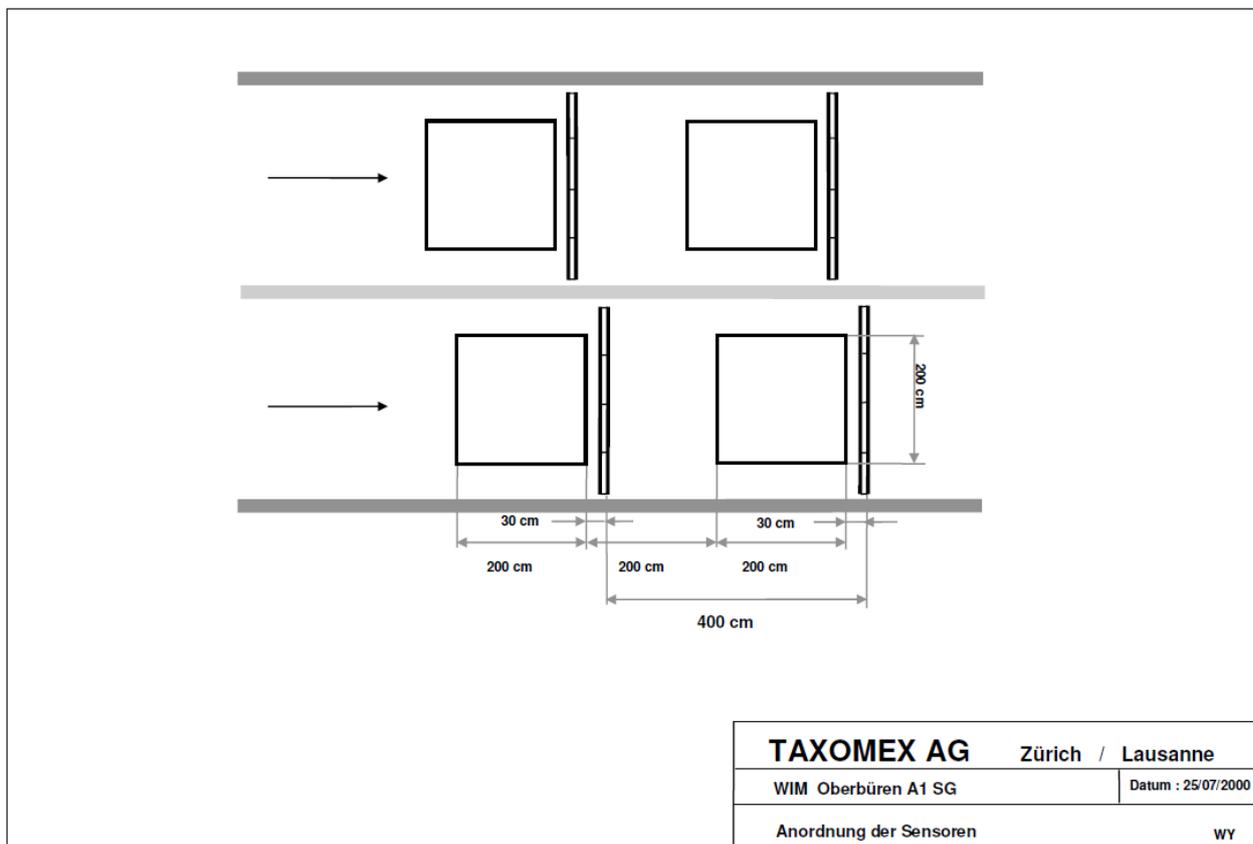




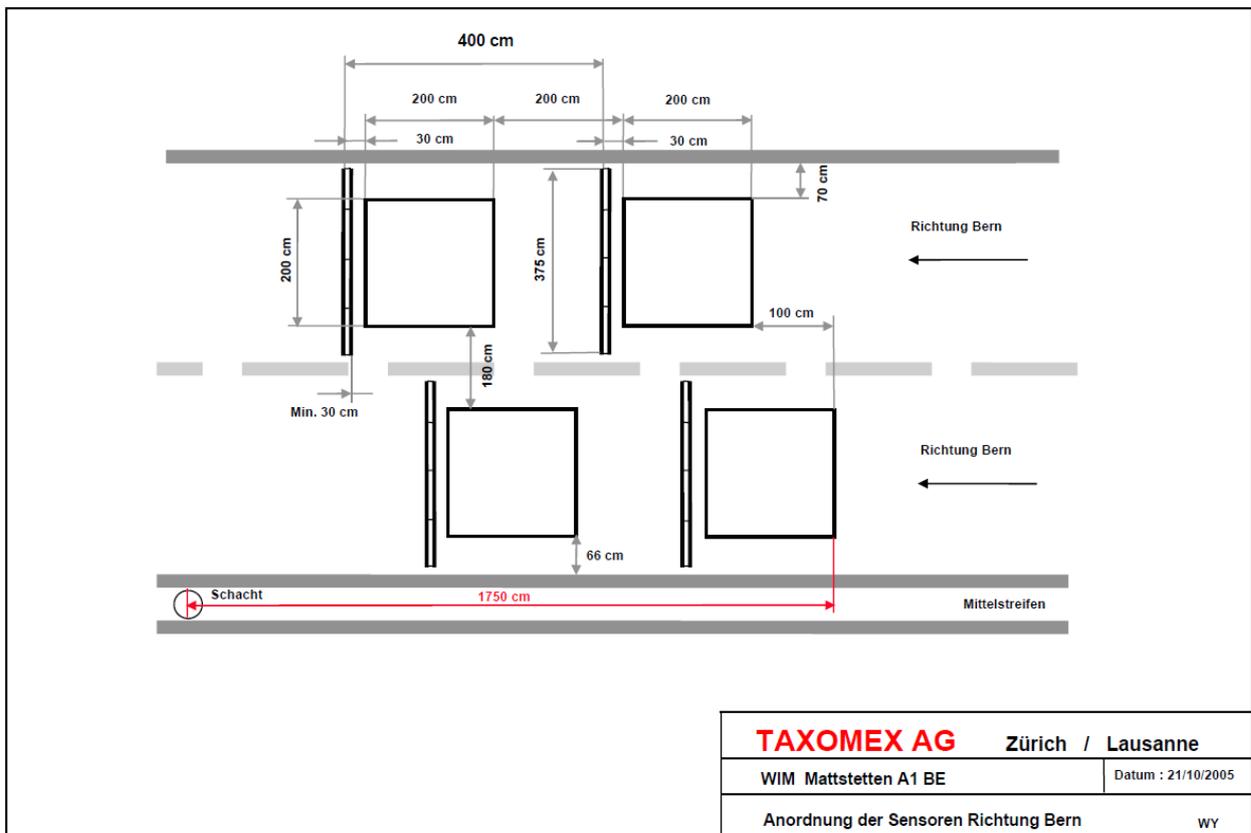
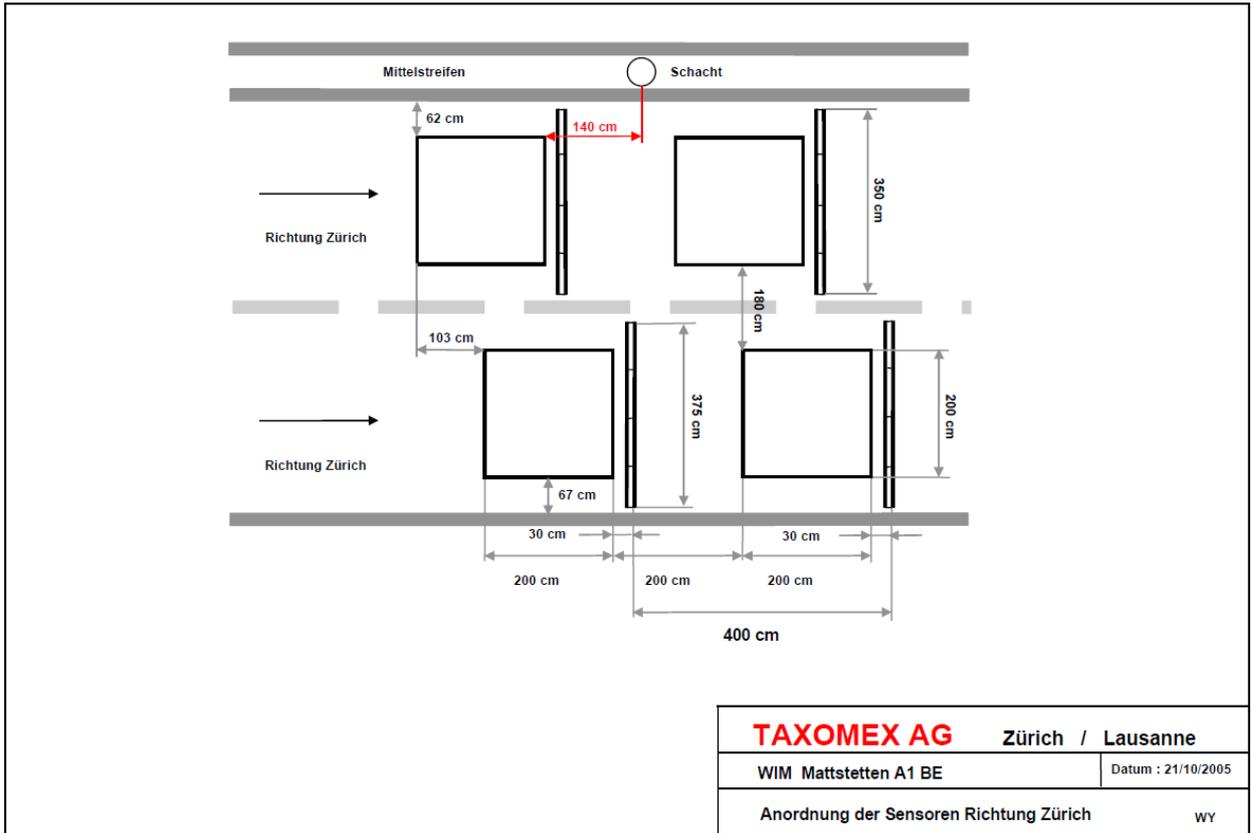
## A2 Sensor-Layouts WIM-Anlagen

### Standard-Layout

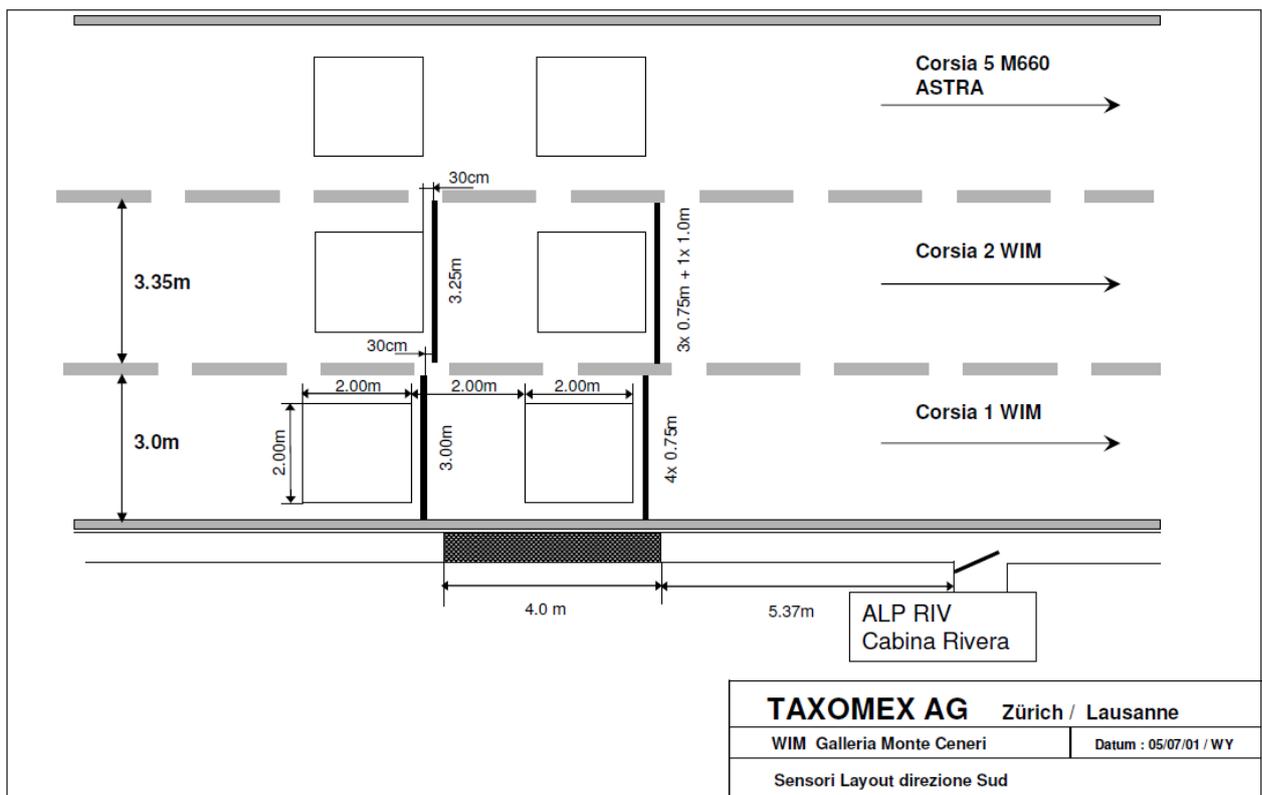
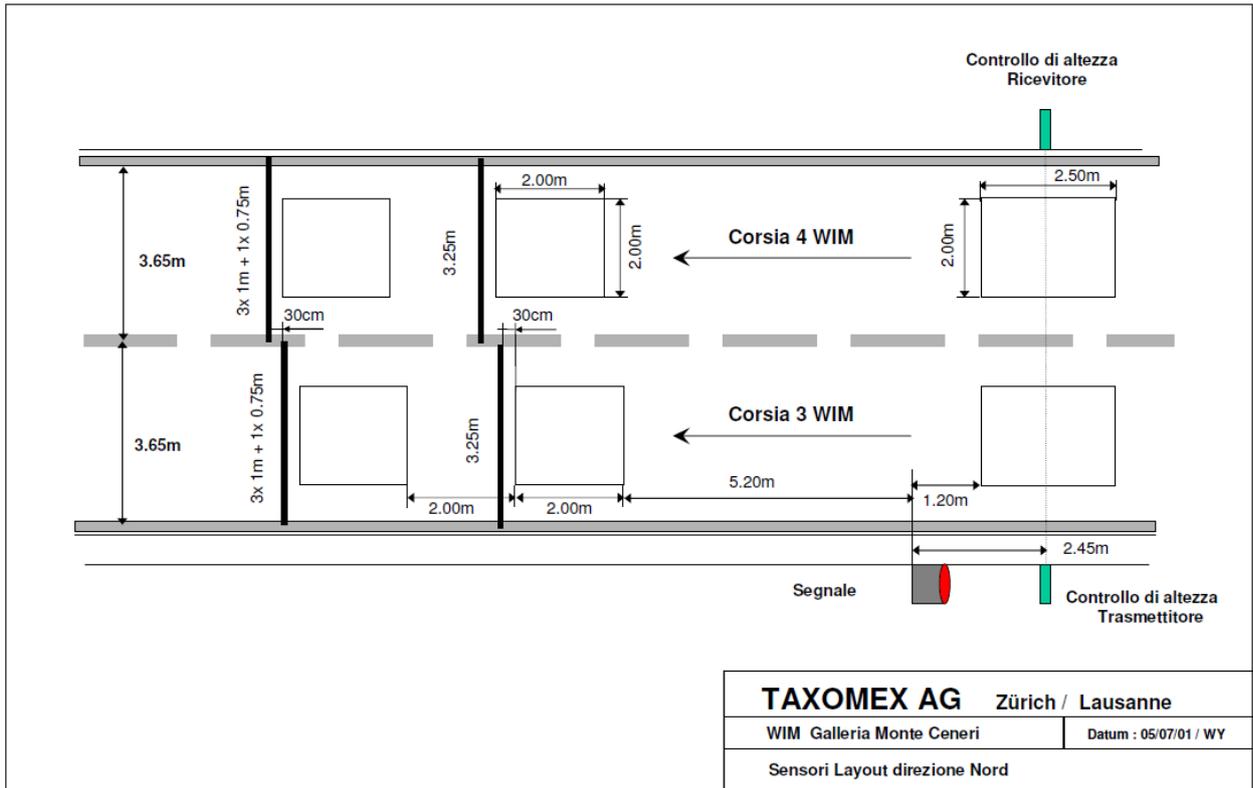
Die Standorte Denges, Oberbüren, Ceneri, Gotthard und Trübbach sind mit dem Standard-Layout gem. Beispiel Oberbüren ausgerüstet. Die Sensor-Layouts der Standorte Mattstetten und Ceneri sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.



**Sensor-Layout Mattstetten**



Sensor-Layout Monte Ceneri





### A3 Vergleichsmessungen WIM-Anlagen

#### WIM-Anlage Denges

?	Richtung Lausanne							Richtung Genève						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	-0.13	9.18	3.07	9.13	-	-	D (25)	2.79	2.81	2.26	4.97	-2.50%	-	B (10)
2001	2.14	7.21	3.99	8.04	-	-	-	1.62	3.14	1.92	4.73	-1.80%	-	B (10)
2002	4.40	5.25	4.90	6.94	-	-	-	-3.20	3.30	-2.93	4.61	-	-	-
2003	6.67	3.28	5.82	5.85	-6.25%	-	C (15)	-8.01	3.45	-7.77	4.49	7.90%	-	C (15)
2004	1.16	5.56	0.31	7.84	-	-	-	-5.32	3.29	-4.57	3.88	-	-	-
2005	-4.34	7.83	-5.21	9.83	5.30%	-	D+ (20)	-2.63	3.12	-1.37	3.28	2.00%	-	B (10)
2006	-3.98	2.93	-2.76	4.09	2.71%	-	B (10)	-4.47	5.00	-4.47	7.58	4.34%	-	D+ (20)
2007	-1.50	3.72	-1.70	4.72	-	-	B (10)	-2.26	2.71	-1.79	3.96	-	-	C (15)
2008	-4.56	2.38	-4.43	3.32	4.40%	0.00%	B (10)	-1.24	3.50	-0.24	5.27	-	-	C (15)
2009														
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

#### WIM-Anlage Mattstetten

?	NS Ri Bern							ÜS Ri Bern						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	5.00	5.43	4.65	7.43	-4.80%	-	C (15)	1.68	2.68	1.47	3.76	-1.60%	-	B+ (7)
2001	1.33	4.62	0.43	6.45	-	-	B (10)	-2.53	2.28	-2.07	4.28	2.30%	-	B (10)
2002	1.34	4.25	0.20	6.07	-	-	C (15)	4.58	2.27	3.95	4.09	-4.30%	-	B (10)
2003	1.55	4.94	-0.13	6.68	-	-	-	-1.12	2.56	-1.71	3.82	-	-	-
2004	1.75	5.62	-0.46	7.28	-	-	D+ (20)	-6.81	2.84	-7.36	3.55	7.10%	-	C (15)
2005	-0.39	4.09	-1.92	5.51	-	-	-	-5.03	2.22	-5.64	3.61	-	-	-
2006	-2.53	2.55	-3.38	3.74	2.50%	-	B+ (7)	-3.26	1.59	-3.92	3.67	3.50%	-	B+ (7)
2007	4.47	6.01	4.06	7.89	-4.00%	-	C (15)	4.70	2.10	5.06	2.69	-5.00%	-	B (10)
2008	4.00	4.30	3.64	5.79	-3.50%	-	C (15)	0.14	3.37	0.94	4.28	-	-	D (25)
2009	-2.15	3.75	-2.55	4.78	2.70%	-	B (10)	-1.66	1.85	-1.79	3.19	1.68%	-	E (35)
2010														
2011														

?	NS Ri Zürich							ÜS Ri Zürich						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	6.30	4.61	4.72	8.69	-5.50%	-	C (15)	-3.45	4.90	-5.75	6.37	4.60%	-	-
2001	-2.62	3.48	-3.08	5.59	2.85%	-	B (10)	-2.31	6.43	-4.09	7.35	3.20%	-	C (15)
2002	7.37	3.49	6.11	4.62	-6.80%	-	D+ (20)	-0.88	5.22	-1.00	7.16	-	-	C (15)
2003	-2.64	4.85	-3.38	6.79	-	-	-	-5.03	4.33	-5.08	6.87	-	-	-
2004	-12.64	6.21	-12.87	8.95	12.80%	-	D (25)	-9.18	3.43	-9.16	6.58	9.20%	-	D+ (20)
2005	-6.20	4.22	-6.30	6.34	-	-	-	-4.08	2.28	-4.30	4.50	-	-	-
2006	0.24	2.23	0.27	3.72	-	-	A (5)	1.03	1.12	0.57	2.43	-	-	A (5)
2007	4.57	3.88	4.23	5.34	-4.00%	-	C (15)	4.03	2.02	3.98	3.24	-4.00%	-	B (10)
2008	2.02	5.12	1.24	6.29	-	-	C (15)	1.11	2.59	0.96	3.90	-	-	B (10)
2009	-4.03	6.83	-4.80	9.14	4.00%	-	D+ (20)	-0.52	1.85	-0.78	3.28	-	-	B+ (7)
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

#### WIM-Anlage Oberbüren

?	NS Ri St. Gallen							ÜS Ri St. Gallen						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002	-9.73	2.86	-10.00	3.91	9.00%	-	C (15)	-7.66	4.06	-7.93	5.80	8.00%	-	C (15)
2003	-4.32	5.04	-3.56	5.02	4.00%	-	D+ (20)	-0.84	3.63	-1.10	6.51	-	-	B (10)
2004	-9.78	4.86	-8.65	4.84	-	-	-	-4.28	4.73	-4.33	6.51	-	-	-
2005	-15.24	4.68	-13.74	4.67	14.00%	-	D (25)	-7.72	5.84	-7.56	6.52	9.00%	-	D+ (20)
2006	4.74	4.74	3.78	6.71	0.00%	-	C (15)	3.49	4.65	2.84	6.62	-2.50%	-	C (15)
2007	-2.04	3.43	-1.62	4.17	-	-	B (10)	0.02	6.06	0.79	6.76	-	-	C (15)
2008	-6.38	3.23	-6.19	5.14	6.50%	-	C (15)	3.12	4.56	2.44	6.63	-3.00%	-	C (15)
2009	-3.19	1.61	-3.09	2.57	-	-	-	1.56	2.28	1.22	3.32	-	-	-
2010														
2011														

?	NS Ri Zürich							ÜS Ri Zürich						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002	-8.85	2.26	-9.46	3.62	9.00%	-	C (15)	-1.81	3.02	-1.80	4.96	2.00%	-	B (10)
2003	1.53	3.22	0.41	4.70	-	-	B (10)	0.17	2.89	0.07	5.25	-	-	B+ (7)
2004	0.69	4.75	-0.51	5.00	-	-	-	0.40	2.66	0.10	4.93	-	-	-
2005	-0.15	6.28	-1.42	5.31	-	-	C (15)	0.63	2.43	0.13	4.62	-	-	B+ (7)
2006	-2.19	4.24	-2.87	5.60	2.50%	-	B (10)	0.68	4.43	0.65	6.64	-	-	B (10)
2007	2.32	3.05	2.17	4.15	-2.00%	-	B (10)	1.46	3.61	1.47	4.90	-	-	B (10)
2008	0.11	3.04	-0.42	4.53	-	-	B (10)	2.58	3.24	2.86	4.58	-2.60%	-	B (10)
2009	0.06	1.52	-0.21	2.27	-	-	-	1.29	1.62	1.43	2.29	-	-	-
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

### WIM-Anlage Schafisheim

?	NS Ri Bern							ÜS Ri Bern						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002														
2003														
2004														
2005	-0.19	3.02	-0.38	4.63	-	-	B+ (7)	2.87	2.32	3.11	3.13	-3.00%	-	B+ (7)
2006	-1.85	2.32	-1.33	4.45	-	-	B+ (7)	-2.28	2.16	-2.00	3.27	-	-	B (10)
2007	-3.92	2.67	-4.29	3.80	4.40%	-	B (10)	-4.15	1.78	-4.27	3.02	4.30%	-	B (10)
2008	-0.81	2.32	-0.63	4.09	-	-	B+ (7)	-0.58	1.91	-0.25	3.70	-	-	B+ (7)
2009														
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

?	NS Ri Zürich							ÜS Ri Zürich						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002														
2003														
2004														
2005	-1.40	4.85	-1.62	6.47	-	-	C (15)	1.43	2.86	1.43	5.25	-	-	B+ (7)
2006	0.70	3.71	1.07	5.38	-	-	B (10)	3.21	3.50	4.23	5.58	-3.00%	-	B (10)
2007	-7.45	4.38	-8.14	7.27	8.00%	-	D+ (20)	-0.39	2.96	-0.32	4.02	-	-	B (10)
2008	-1.11	3.27	-1.30	5.83	-	-	B (10)	-2.73	2.35	-2.74	4.68	2.50%	-	B (10)
2009														
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

### WIM-Anlage Monte Ceneri

?	NS Ri Süd							ÜS Ri Süd						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002	3.23	6.93	4.05	5.65	-4.00%	-	C (15)	5.39	3.64	4.95	4.04	-5.00%	-	D (25)
2003	-0.27	2.48	0.16	4.55	-	-	B+ (7)	-5.22	2.23	-4.54	3.85	4.88%	-	B (10)
2004	0.00	2.70	0.49	4.40	-	-	-	-3.03	1.98	-2.67	3.87	-	-	-
2005	0.26	2.91	0.83	4.26	-	-	B+ (7)	-0.84	1.73	-0.81	3.88	-	-	A (5)
2006	5.55	5.01	5.12	6.23	-5.90%	-	C (15)	-0.11	2.42	0.44	3.26	-	-	B+ (7)
2007	1.48	2.98	1.75	3.67	-	-	B+ (7)							
2008	1.71	3.36	2.16	4.51	-2.00%	-	B (10)	0.35	2.04	0.46	3.67	-	-	A (5)
2009	0.86	1.68	1.08	2.25	-	-	-	0.17	1.02	0.23	1.83	-	-	-
2010														
2011														

?	NS Ri Nord							ÜS Ri Nord						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000														
2001														
2002	3.11	5.44	1.72	7.94	-3.00%	-	D (25)	12.79	6.26	11.41	7.40	-12.00%	-	E (30)
2003	-3.33	3.02	-3.56	5.36	3.45%	-	B (10)	-7.28	2.61	-6.57	4.84	6.90%	-	C (15)
2004	-1.49	3.03	-0.40	5.60	-	-	-	-4.77	3.10	-3.14	5.04	-	-	-
2005	0.34	3.04	2.76	5.83	-	-	B (10)	-2.27	3.59	0.30	5.23	-	-	B (10)
2006	2.35	3.62	4.25	5.13	-3.00%	-	B (10)	-2.58	2.84	-1.54	5.26	-	-	B (10)
2007	4.92	3.57	5.95	5.86	-5.50%	-	C (15)	-3.36	3.17	-1.16	4.48	2.20%	-	C (15)
2008	1.45	3.54	2.71	5.89	-2.00%	-	B (10)	-0.38	3.18	1.01	5.42	-	-	B (10)
2009	0.73	1.77	1.36	2.95	-	-	-	-0.19	1.59	0.50	2.71	-	-	-
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

### WIM-Anlage Gotthardtunnel

?	Richtung Süd							Richtung Nord						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	4.67	2.47	5.38	4.06	-5.00%	-	C (15)							
2001	0.08	2.61	1.08	5.09	-	-	B+ (7)	5.63	4.16	6.69	6.23	-6.00%	-	C (15)
2002	0.83	3.47	1.22	4.46	-	-	B (10)	-0.92	3.04	0.18	4.18	-	-	B+ (7)
2003	-0.54	2.47	-0.08	4.47	-	-	B+ (7)	-1.51	2.40	-0.18	3.69	1.60%	-	B+ (7)
2004	-0.54	2.59	-0.06	3.86	-	-	B+ (7)	1.84	2.30	2.33	3.80	-2.00%	-	B+ (7)
2005	-0.76	3.64	-0.32	3.98	-	-	B (10)	0.37	2.79	0.73	3.50	-	-	B (10)
2006	-0.50	2.15	-0.42	3.54	-	-	A (5)	1.95	3.14	2.45	3.62	-2.00%	-	B (10)
2007	3.90	2.80	4.12	3.67	-4.00%	-	B (10)	2.89	2.82	3.32	5.19	-3.00%	-	B (10)
2008	0.51	2.36	0.45	3.58	-	-	B+ (7)	1.35	4.31	1.64	6.18	-	-	B (10)
2009	-0.30	2.93	-0.40	3.41	-	-	B (10)	2.28	4.02	2.34	5.67	-2.34%	-	B (10)
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen

### WIM-Anlage Trübbach

?	NS Ri Sargans							ÜS Ri Sargans						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	8.86	2.91	8.87	4.17	-9.00%	-	C (15)	-3.44	2.37	-3.91	6.48	4.00%	-	B (10)
2001	-1.65	2.74	-1.50	4.19	1.58%	-	B (10)	4.49	4.41	5.59	6.15	-5.00%	-	-
2002	-4.75	2.61	-3.30	5.61	4.00%	-	B (10)	-1.10	2.94	-0.97	4.26	-	-	B+ (7)
2003	-2.61	2.89	-1.76	4.92	-	-	-	-1.50	2.99	-1.39	5.00	-	-	-
2004	-0.46	3.17	-0.22	4.22	-	-	B+ (7)	-1.89	3.04	-1.81	5.73	-	-	B (10)
2005	5.60	3.75	5.84	5.59	-5.00%	-	C (15)	-0.96	2.63	-0.63	4.85	-	-	B+ (7)
2006	1.53	3.24	1.35	5.50	-	-	B (10)	2.72	3.48	2.44	4.22	-2.68%	-	B (10)
2007	0.76	1.62	0.67	2.75	-	-	-	1.36	1.74	1.22	2.11	-	-	-
2008														
2009														
2010														
2011														

?	NS Ri St. Margrethen							ÜS Ri St. Margrethen						
	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. vor Kal.	Korr.-F nach Kal.	Klasse
2000	4.64	3.76	4.20	6.13	-4.00%	-	B (10)	-1.60	3.87	-1.54	5.91	-	-	B (10)
2001	-1.02	2.57	-0.48	5.22	-	-	B+ (7)	0.11	3.93	-0.33	6.38	-	-	B (10)
2002	-7.89	2.10	-7.66	4.00	8.00%	-	C (15)	-4.25	3.57	-3.42	4.24	4.00%	-	C (15)
2003	-12.34	5.39	-12.16	7.26	-	-	-	-2.06	3.51	-1.92	4.92	-	-	-
2004	-16.78	8.68	-16.65	10.51	16.72%	-	D (25)	0.13	3.45	-0.42	5.60	-	-	B (10)
2005	0.65	4.37	0.90	4.71	-	-	B (10)	-4.77	3.30	-4.39	4.81	4.00%	-	C (15)
2006	2.67	4.22	2.90	6.24	-2.69%	-	B (10)	0.93	4.02	0.84	5.07	-	-	C (15)
2007	1.33	2.11	1.45	3.12	-	-	-	0.47	2.01	0.42	2.54	-	-	-
2008														
2009														
2010														
2011														

s1 = Streuung Gesamtgewicht  
s2 = Streuung Einzelachsen  
m1 = Mittelwert Gesamtgewicht  
m2 = Mittelwert Einzelachsen



## A4 Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen

Typ	Fahrzeug	Achskonfiguration	AX	Fahrzeugklasse/FZK	Fahrzeugcode/FZC
MR	Motorrad	0-----0	2		010
PW	Personenwagen	0-----0	2		100
PW+	Personenwagen mit Anhänger	0-----0 + ---0---	3		101
		0-----0 + ---00--	4		102
CB	Car / Bus	0-----0	2		520
		0-----0 + ---0---	3		521
		0-----0 + ---00--	4		522
		0----00	3		530
		0----00 + ---0---	4		531
		0----00 + ---00--	5		532
		0---000	4		540
		0-----0-----0	3	Gelenkbus	570
LI	Lieferwagen	0-----0	2		210
LI+	Lieferwagen mit Anhänger	0-----0 + ---0---	3		211
		0-----0 + ---00--	4		212
LA	Lieferwagen mit Auflieger	0-----0 + ---0---	3		119
		0-----0	2	Zugfahrzeug allein	120
		0-----0 + ---0---	3		121
		0-----0 + ----0-0	4		122
		0-----0 + ----00	4		126
		0-----0 + ----000	5		129
		0----00 + ---0---	4		131
		0----00 + ----0-0	5		132
		0----00 + ----00	5		136
		0----00 + ----000	6		139
LW	Lastwagen	0-----0	2	Gewicht < 5500 kg	219
		0-----0	2	Gewicht > 5499 kg	220
		0----00	3		230
		0---000	4		240
		00----0	3		250
		00----00	4		260
LZ	Lastenzug	0-----0 + ---0---	3		421
		0-----0 + 0-----0	4		422
		0-----0 + 0----00	5		423
		0-----0 + 0---000	6		424
		0-----0 + ---00--	4		419
		0-----0 + ---00--	4		426
		0-----0 + --000--	5		427
		0-----0 + 00---00	6		428
		0----00 + ---0---	4		431
		0----00 + 0-----0	5		432
		0----00 + 0----00	6		433
		0----00 + 0---000	7		434
		0----00 + ---00--	5		436
		0----00 + 00---00	7		438
		0---000 + ---0---	5		441
		0---000 + 0-----0	6		442
		0---000 + 0-----00	7		443
		0---000 + 0---000	8		444
		0---000 + ---00--	6		446
		0---000 + 00---00	8		448
		00-----0 + ---0---	4		451
		00-----0 + 0-----0	5		452
		00-----0 + 0----00	6		453
		00-----0 + 0---000	7		454
		00-----0 + ---00--	5		456
		00-----0 + 00---00	7		458
		00---00 + ---0---	5		481
		00---00 + 0-----0	6		482
		00---00 + 0----00	7		483
		00---00 + 0---000	8		484
		00---00 + ---00--	6		486
		00---00 + 00---00	8		488

Typ	Fahrzeug	Achskonfiguration	AX	Fahrzeugklasse/FZK	Fahrzeugcode/FZC
MR	Motorrad	0-----0	2		010
PW	Personenwagen	0-----0	2		100
PW+	Personenwagen mit Anhänger	0-----0 + ---0---	3		101
		0-----0 + ---00--	4		102
CB	Car / Bus	0-----0	2		520
		0-----0 + ---0---	3		521
		0-----0 + ---00--	4		522
		0----00	3		530
		0----00 + ---0---	4		531
		0----00 + ---00--	5		532
		0---000	4		540
		0-----0-----0	3	Gelenkbus	570
LI	Lieferwagen	0-----0	2		210
LI+	Lieferwagen mit Anhänger	0-----0 + ---0---	3		211
		0-----0 + ---00--	4		212
LA	Lieferwagen mit Auflieger	0-----0 + ---0---	3		119
		0-----0	2	Zugfahrzeug allein	120
		0-----0 + ---0---	3		121
		0-----0 + ---0-0	4		122
		0-----0 + ---00	4		126
		0-----0 + ---000	5		129
		0----00 + ---0---	4		131
		0----00 + ---0-0	5		132
		0----00 + ---00	5		136
		0----00 + ---000	6		139
LW	Lastwagen	0-----0	2	Gewicht < 5500 kg	219
		0-----0	2	Gewicht > 5499 kg	220
		0----00	3		230
		0---000	4		240
		00----0	3		250
		00---00	4		260
LZ	Lastenzug	0-----0 + ---0---	3		421
		0-----0 + 0-----0	4		422
		0-----0 + 0----00	5		423
		0-----0 + 0---000	6		424
		0-----0 + ---00--	4		419
		0-----0 + ---00--	4		426
		0-----0 + --000--	5		427
		0-----0 + 00---00	6		428
		0----00 + ---0---	4		431
		0----00 + 0-----0	5		432
		0----00 + 0----00	6		433
		0----00 + 0---000	7		434
		0----00 + ---00--	5		436
		0----00 + 00---00	7		438
		0---000 + ---0---	5		441
		0---000 + 0-----0	6		442
		0---000 + 0----00	7		443
		0---000 + 0---000	8		444
		0---000 + ---00--	6		446
		0---000 + 00---00	8		448
		00----0 + ---0---	4		451
		00----0 + 0-----0	5		452
		00----0 + 0---00	6		453
		00----0 + 0---000	7		454
		00----0 + ---00--	5		456
		00----0 + 00---00	7		458
		00---00 + ---0---	5		481
		00---00 + 0-----0	6		482
		00---00 + 0----00	7		483
		00---00 + 0---000	8		484
		00---00 + ---00--	6		486
		00---00 + 00---00	8		488

Typ	Fahrzeug	Achskonfiguration		Fahrzeugklasse	Fahrzeugcode
SZ	Sattelzug	0-----0 + ---0---	3		319
		0-----0	2		320
		0-----0 + ---0---	3		321
		0-----0 + -----0-0	4		322
		0-----0 + -----00	4		326
		0-----0 + -----000	5		329
		0----00 + ---0---	4		331
		0----00 + -----0-0	5		332
		0----00 + -----00	5		336
		0----00 + -----000	6		339
SP	Spezialzug gemäss Anzahl Achsen.	1 2	2		902
	Entstehung Fahrzeugcode gemäss	1 2 3	3		903
	Fahrzeugklasse (siehe unten).	1 2 3 4	4		904
		1 2 3 4 5	5		905
		1 2 3 4 5 6	6		906
		1 2 3 4 5 6 7	7		907
		1 2 3 4 5 6 7 8	8		908
		1 2 3 4 5 6 7 8 9	9		909
		> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	n		910
	Spezialzug aus MR	Aufzeichnung PAT		16	902-910
	Spezialzug aus MR	Aufzeichnung S10		52	902-910
	Spezialzug aus PW	Aufzeichnung SW7		31	902-910
	Spezialzug aus PW	Aufzeichnung S10		53	902-910
	Spezialzug aus PW+	Aufzeichnung SW7		32	902-910
	Spezialzug aus PW+	Aufzeichnung S10		54	902-910
	Spezialzug aus CB	Aufzeichnung SW7		33	902-910
	Spezialzug aus CB	Aufzeichnung S10		51	902-910
	Spezialzug aus LI	Aufzeichnung SW7		31	902-910
	Spezialzug aus LI	Aufzeichnung S10		55	902-910
	Spezialzug aus LI+	Aufzeichnung SW7		32	902-910
	Spezialzug aus LI+	Aufzeichnung S10		56	902-910
	Spezialzug aus LA	Aufzeichnung S10		57	902-910
	Spezialzug aus LW	Aufzeichnung SW7		34	902-910
	Spezialzug aus LW	Aufzeichnung S10		58	902-910
	Spezialzug aus LZ	Aufzeichnung SW7		35	902-910
	Spezialzug aus LZ	Aufzeichnung S10		59	902-910
	Spezialzug aus SZ	Aufzeichnung SW7		36	902-910
	Spezialzug aus SZ	Aufzeichnung S10		60	902-910
	Spezialzug aus SP	Aufzeichnung SW7		37	902-910
PW+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	101
PW+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		58	101
PW+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	102
PW+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		58	102
LI+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	211
LI+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		58	211
LI+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	212
LI+	erzeugt aufgrund Gewichten	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		58	212
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	122
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		57	122
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	126
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		57	126
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	131
LA	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		57	131
LW	erzeugt aufgr. Achsabst./Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 7		37	219
LW	erzeugt aufgr. Achsabst./Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 7		37	220
LW	erzeugt aufgr. Achsabst./Gewichten	Aufzeichnung SW7 / Kl. 7		37	230
LZ	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung SW7 / Kl. 7		37	427
SZ	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung SW7 / Kl. 4		34	329
SZ	erzeugt aufgrund Achsabständen	Aufzeichnung S10 / Kl. 8		58	329



### A5 Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	DENGES		MATTSTETTEN		OBERBÜREN		SCHAFISHEIM		MONTE CENERI		GOTTHARD		TRÜBBACH	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Car / Bus (CB)</b>																
01	520	o-----o	50608	4.149	70499	2.791	38436	2.658	48320	1.968	80960	5.131	57445	5.143	62293	7.418
01	521	o-----o + ---o---	1362	0.112	2428	0.096	1297	0.090	3291	0.134	712	0.045	243	0.022	432	0.051
01	522	o-----o + ---oo--	904	0.074	2444	0.097	808	0.056	3152	0.128	1505	0.095	559	0.050	544	0.065
01	530	o-----oo	8453	0.693	18190	0.720	9618	0.665	12102	0.493	16449	1.043	12830	1.149	8091	0.963
01	531	o-----oo + ---o---	105	0.009	430	0.017	305	0.021	172	0.007	334	0.021	87	0.008	76	0.009
01	532	o-----oo + ---oo--	425	0.035	390	0.015	96	0.007	219	0.009	282	0.018	237	0.021	194	0.023
01	540	o-----ooo	100	0.008	12	0.000	2	0.000	7	0.000	20	0.001	0	0.000	9	0.001
01	570	o-----o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
<b>Motorrad (MR)</b>																
02	010	o-----o	160	0.013	791	0.031	765	0.053	955	0.039	1201	0.076	11	0.001	345	0.041
<b>Personenwagen (PW)</b>																
03	100	o-----o	51042	4.185	117581	4.654	76226	5.272	164015	6.681	41546	2.633	1135	0.102	25933	3.088
<b>Personenwagen mit Anhänger (PW+)</b>																
04	101	o-----o + ---o---	11863	0.973	40162	1.590	7689	0.532	29633	1.207	5699	0.361	6954	0.623	3095	0.369
04	102	o-----o + ---oo--	20352	1.669	48253	1.910	7849	0.543	35995	1.466	2901	0.184	3482	0.312	8077	0.962
<b>Lieferwagen (LI)</b>																
05	210	o-----o	112608	9.233	171936	6.806	126959	8.781	196725	8.013	100191	6.350	29481	2.639	58561	6.973
<b>Lieferwagen mit Anhänger (LH)</b>																
06	211	o-----o + ---o---	20448	1.677	69973	2.770	39591	2.738	62978	2.565	20981	1.330	11008	0.985	12328	1.468
06	212	o-----o + ---oo--	21357	1.751	42470	1.681	24762	1.713	61041	2.486	12549	0.795	10195	0.913	18472	2.200
<b>Lieferwagen mit Auflieger (LA)</b>																
07	119	o-----o + ---o---	5270	0.432	6185	0.245	23400	1.618	20960	0.854	4418	0.280	1901	0.170	7678	0.914
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	121	o-----o + ---o---	2127	0.174	4792	0.190	5350	0.370	9771	0.398	740	0.047	480	0.043	1252	0.149
07	122	o-----o + ---o-o	487	0.040	5636	0.223	313	0.022	2737	0.111	989	0.063	20	0.002	221	0.026
07	126	o-----o + ---ooo	6901	0.566	19069	0.755	8108	0.561	16401	0.668	4917	0.312	1185	0.106	3980	0.474
07	129	o-----o + ---ooo	5951	0.488	10370	0.410	4838	0.335	10305	0.420	7372	0.467	1612	0.144	5511	0.656
07	131	o-----oo + ---o---	681	0.056	1859	0.074	997	0.069	2881	0.117	144	0.009	113	0.010	975	0.116
07	132	o-----oo + ---o-o	35	0.003	305	0.012	4	0.000	89	0.004	72	0.005	0	0.000	8	0.001
07	136	o-----oo + ---ooo	900	0.074	4279	0.169	3327	0.230	7456	0.304	222	0.014	966	0.086	1582	0.188
07	139	o-----oo + ---ooo	64	0.005	180	0.007	5	0.000	189	0.008	16	0.001	22	0.002	7	0.001
<b>Lastwagen (LW)</b>																
08	219	o-----o	25361	2.079	30708	1.216	21931	1.517	36432	1.484	23999	1.521	25977	2.326	20140	2.398
08	220	o-----o	198182	16.249	330902	13.098	249410	17.249	359911	14.660	148572	9.416	60281	5.397	120484	14.347
08	230	o-----oo	35837	2.938	53373	2.113	48075	3.325	58839	2.397	35254	2.234	14963	1.340	28424	3.385
08	240	o-----ooo	2540	0.208	4634	0.183	989	0.068	2522	0.103	3221	0.204	89	0.008	805	0.096
08	250	oo-----o	4248	0.348	7116	0.282	5145	0.356	6819	0.278	1608	0.102	284	0.025	2771	0.330
08	260	oo-----oo	49163	4.031	53844	2.131	44961	3.110	54935	2.238	44161	2.799	5318	0.476	21308	2.537
<b>Lastenzug (LZ)</b>																
09	419	o-----o + ---oo--	238	0.020	896	0.035	335	0.023	607	0.025	319	0.020	3198	0.286	171	0.020
09	421	o-----o + ---o---	863	0.071	3509	0.139	2335	0.161	3896	0.159	2520	0.160	1261	0.113	1144	0.136
09	422	o-----o + o-----o	78816	6.462	309133	12.237	182292	12.607	338422	13.785	46064	2.919	41062	3.676	63520	7.564
09	423	o-----o + o-----oo	2523	0.207	8441	0.334	6734	0.466	9021	0.367	5241	0.332	4512	0.404	4350	0.518
09	424	o-----o + o-----ooo	59	0.005	24	0.001	7	0.000	13	0.001	187	0.012	5	0.000	47	0.006
09	426	o-----o + ---oo--	25258	2.071	52641	2.084	23180	1.603	62846	2.560	69449	4.402	67842	6.074	14475	1.724
-	427	o-----o + ---ooo--	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	15634	1.400	0	0.000
09	428	o-----o + oo-----o	156	0.013	649	0.026	387	0.027	415	0.017	238	0.015	68	0.006	129	0.015
09	431	o-----oo + ---o---	256	0.021	1387	0.055	995	0.069	781	0.032	1062	0.067	174	0.016	295	0.035
09	432	o-----oo + o-----o	19905	1.632	68562	2.714	36580	2.530	70693	2.880	28996	1.838	28179	2.523	23069	2.747
09	433	o-----oo + o-----oo	893	0.073	937	0.037	1087	0.075	1317	0.054	1648	0.104	782	0.070	709	0.084
09	434	o-----oo + o-----ooo	128	0.010	30	0.001	1	0.000	23	0.001	70	0.004	18	0.002	10	0.001
09	436	o-----oo + ---oo--	4817	0.395	11987	0.474	6131	0.424	9268	0.378	56268	3.566	51826	4.640	7471	0.890
09	438	o-----oo + oo-----o	164	0.013	904	0.036	343	0.024	824	0.034	32	0.002	30	0.003	58	0.007
09	441	o-----ooo + ---o---	1	0.000	0	0.000	1	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	442	o-----ooo + o-----o	26	0.002	98	0.004	71	0.005	68	0.003	4	0.000	3	0.000	37	0.004
09	443	o-----ooo + o-----oo	9	0.001	8	0.000	7	0.000	22	0.001	2	0.000	2	0.000	6	0.001
09	444	o-----ooo + o-----ooo	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	4	0.000
09	446	o-----ooo + ---oo--	10	0.001	24	0.001	4	0.000	36	0.001	3	0.000	0	0.000	6	0.001
09	448	o-----ooo + oo-----o	5	0.000	5	0.000	1	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	3	0.000
09	451	oo-----o + ---o---	4	0.000	2	0.000	1	0.000	5	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000
09	452	oo-----o + o-----o	130	0.011	290	0.011	177	0.012	361	0.015	66	0.004	57	0.005	307	0.037
09	453	oo-----o + o-----oo	1	0.000	5	0.000	5	0.000	5	0.000	15	0.001	1	0.000	9	0.001
09	454	oo-----o + o-----ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000
09	456	oo-----o + ---oo--	12	0.001	16	0.001	66	0.005	73	0.003	7	0.000	3	0.000	25	0.003
09	458	oo-----o + oo-----o	3	0.000	1	0.000	3	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000
09	481	oo-----oo + ---o---	11	0.001	11	0.000	11	0.001	21	0.001	18	0.001	1	0.000	5	0.001
09	482	oo-----oo + o-----o	658	0.054	3159	0.125	1896	0.131	3410	0.139	157	0.010	129	0.012	942	0.112
09	483	oo-----oo + o-----oo	506	0.041	282	0.011	204	0.014	641	0.026	89	0.006	79	0.007	250	0.030
09	484	oo-----oo + o-----ooo	6	0.000	3	0.000	14	0.001	9	0.000	5	0.000	6	0.001	17	0.002
09	486	oo-----oo + ---oo--	266	0.022	172	0.007	177	0.012	226	0.009	38	0.002	21	0.002	149	0.018
09	488	oo-----oo + oo-----o	132	0.011	28	0.001	23	0.002	172	0.007	4	0.000	2	0.000	10	0.001

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	DENGES		MATTSTETTEN		OBERBÜREN		SCHAFISHEIM		MONTE CENERI		GOTTHARD		TRÜBBACH	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Sattelzug (SZ)</b>																
10	319	o-----o + ----o---	1648	0.135	9142	0.362	6313	0.437	11688	0.476	5280	0.335	4674	0.418	1379	0.164
10	320	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
10	321	o-----o + ----o---	22839	1.873	50462	1.997	42597	2.946	45741	1.863	5659	0.359	5048	0.452	13883	1.653
10	322	o-----o + ----o-o	14521	1.191	62235	2.464	17253	1.193	45772	1.864	15839	1.004	3233	0.289	8696	1.035
10	326	o-----o + -----oo	87031	7.136	361046	14.292	138502	9.579	299123	12.184	110548	7.006	96120	8.605	59728	7.112
10	329	o-----o + -----ooo	105151	8.621	346973	13.735	144440	9.990	240864	9.811	569501	36.094	467639	41.865	127451	15.177
10	331	o-----oo + ----o---	369	0.030	929	0.037	1304	0.090	797	0.032	382	0.024	468	0.042	320	0.038
10	332	o-----oo + ----o-o	2877	0.236	12620	0.500	4060	0.281	8542	0.348	2866	0.182	755	0.068	2593	0.309
10	336	o-----oo + -----oo	3485	0.286	10153	0.402	5782	0.400	10470	0.426	3368	0.213	3860	0.346	2987	0.356
10	339	o-----oo + -----ooo	2136	0.175	4753	0.188	2111	0.146	3528	0.144	1795	0.114	1153	0.103	798	0.095
		Schwerverkehr klassifiziert	1013449	83.091	2440328	96.5984	1376686	95.213	2378556	96.885	1488776	94.357	1044723	93.529	748651	89.147
		Schwerverkehr unklassifiziert	206231	16.91	85932	3.40	69220	4.79	76469	3.11	89031	5.64	72284	6.47	91139	10.85
		Schwerverkehr Total	1219680	100.00	2526260	100.00	1445906	100.00	2455025	100.00	1577807	100.00	1117007	100.00	839790	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2006														
		% Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr														

## A6 Achsäquivalenzfaktoren

SN 640 320a

5

**Tab. 2**  
Achssäquivalenzfaktoren gemäss [11]

**Tab. 2**  
Facteurs d'équivalence d'essieu selon [11]

Achslast Charge d'essieu t	Oberbau mit bituminösem Mischgut <i>Chaussée en enrobé bitumineux</i>			Oberbau mit Beton <i>Chaussée en béton</i>		
	Einzelachse <i>Essieu simple</i>	Tandemachse <i>Essieu tandem</i>	Tridemachse <i>Essieu tridem</i>	Einzelachse <i>Essieu simple</i>	Tandemachse <i>Essieu tandem</i>	Tridemachse <i>Essieu tridem</i>
1	0,0005	0,0001	0,00005	0,0003	0,0001	0,00007
2	0,006	0,0007	0,0003	0,003	0,0007	0,0004
3	0,02	0,003	0,0009	0,015	0,0027	0,0012
4	0,07	0,008	0,002	0,05	0,008	0,003
5	0,15	0,02	0,005	0,12	0,02	0,007
6	0,29	0,03	0,01	0,26	0,04	0,013
7	0,53	0,06	0,02	0,51	0,07	0,02
8,16	1,00	0,10	0,03	1,00	0,13	0,04
9	1,52	0,14	0,04	1,53	0,20	0,06
10	2,40	0,20	0,06	2,42	0,31	0,10
11	3,66	0,28	0,08	3,66	0,46	0,14
12	5,40	0,40	0,11	5,34	0,67	0,21
13	7,76	0,54	0,14	7,53	0,94	0,29
14	10,87	0,73	0,19	10,31	1,29	0,39
15	14,91	0,96	0,24	13,76	1,74	0,53
16	20,06	1,26	0,30	17,96	2,30	0,69
17	26,54	1,63	0,38	22,99	2,98	0,90
18	34,59	2,08	0,48	28,95	3,81	1,14
19	–	2,64	0,59	–	4,80	1,44
20	–	3,30	0,72	–	5,97	1,79
21	–	4,09	0,88	–	7,34	2,21
22	–	5,03	1,06	–	8,93	2,69
23	–	–	1,27	–	–	3,26
24	–	–	1,52	–	–	3,90
25	–	–	1,81	–	–	4,64
26	–	–	2,14	–	–	5,48
27	–	–	2,51	–	–	6,42
28	–	–	2,94	–	–	7,48
29	–	–	3,43	–	–	8,66
30	–	–	3,98	–	–	9,97

[11] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures Vol. 2, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1986.