

## ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



### Auswertung der WIM-Messdaten des Bundesamts für Strassen ASTRA des Jahres 2008

November 2011



## 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	12
2.3	Messdiagramme	15
2.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	23
2.5	Auswertung der Messdaten	27
<b>3</b>	<b>Mattstetten (A1)</b>	<b>31</b>
3.1	Vorhandene Messdaten	31
3.2	Übersicht Messresultate	31
3.3	Messdiagramme	33
3.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	41
3.5	Auswertung der Messdaten	43
<b>4</b>	<b>Oberbüren (A1)</b>	<b>47</b>
4.1	Vorhandene Messdaten	47
4.2	Übersicht Messresultate	47
4.3	Messdiagramme	49
4.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	57
4.5	Auswertung der Messdaten	59
<b>5</b>	<b>Schafisheim (A1)</b>	<b>63</b>
5.1	Vorhandene Messdaten	63
5.2	Übersicht Messresultate	63
5.3	Messdiagramme	65
5.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	73
5.5	Auswertung der Messdaten	75
<b>6</b>	<b>Monte Ceneri (A2)</b>	<b>79</b>
6.1	Vorhandene Messdaten	79
6.2	Übersicht Messresultate	79
6.3	Messdiagramme	81
6.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	89
6.5	Auswertung der Messdaten	91
<b>7</b>	<b>Gotthardtunnel (A2)</b>	<b>95</b>

7.1	Vorhandene Messdaten	95
7.2	Übersicht Messresultate	95
7.3	Messdiagramme	97
7.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	105
7.5	Auswertung der Messdaten	107
<b>8</b>	<b>Trübbach (A13)</b>	<b>111</b>
8.1	Vorhandene Messdaten	111
<b>9</b>	<b>Vergleich aller Zählerstandorte</b>	<b>113</b>
9.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	113
9.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	114
9.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	115
9.4	Vergleich mit Normlasten	116
9.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	116
<b>10</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>117</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>120</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>122</b>
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	122
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	124
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	128
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	132
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	136
A6	Achsäquivalenzfaktoren	138

Bericht Nr.	3944-05	Revidiert am	
Erstellt am	15.11.2011	Verfasser	
Verfasser	MT, Su, pb	Geprüft	AK
		Freigegeben	
Ablage	2011-11-15-Gesamtbericht_2008.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).

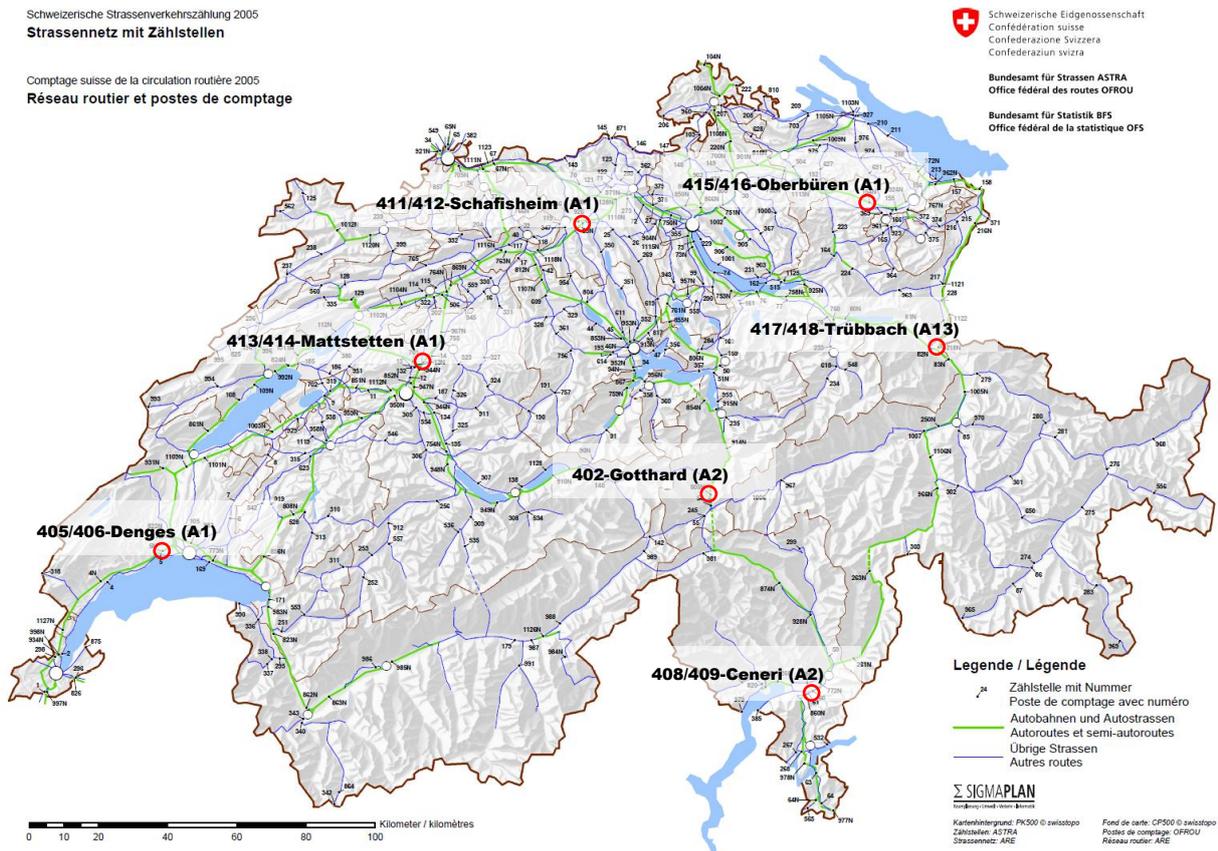


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2008 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 2008 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

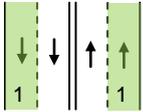
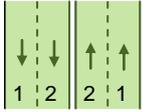
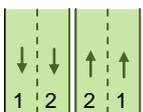
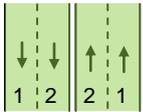
Die Kapitel 2 bis 7 sind gleich gegliedert, so enthält beispielsweise der Abschnitt X.3.2 jeweils die Auswertung des Gesamtschwerverkehrs der betreffenden Zählstelle.

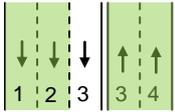
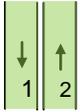
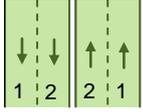
## 1.3 Vorhandene WIM-Messdaten

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

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 (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)	365.5		Mittelwert Messtage 405/406
405 Ri. Lausanne	FS 1	366	Januar bis Juni	Störung der Feinklassierung, Grund unbekannt
406 Ri. Morges	FS 1	365	31.12.08	
413/414 Mattstetten (A1) 	2x2 (4x WIM)	366		Mittelwert Messtage 413/414
413 Ri. Zürich	FS 1;2	366	keine	
414 Ri. Bern	FS 1;2	366	keine	
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	366		Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	366	keine	
416 Ri. Zürich	FS 1;2	366	keine	
411/412 Schafisheim (A1) 	2x2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 411/412
411 Ri. Zürich	FS 1;2	366	keine	
412 Ri. Bern	FS 1;2	364	05.11.08 06.11.08	

408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	366		Mittelwert Messtage 411/412
408 Ri. Gotthard	FS 3;4	366	keine	
409 Ri. Chiasso	FS 1;2	366	keine	
WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
402 Gotthard (A2) 	2x1 (2x WIM)	366		
417/418 Trübbach (A13) 	2x2 (4x WIM)	0		Mittelwert Messtage 417/418 Keine Daten vorhanden.
417 Ri. Chur	FS 1;2	0		
418 Ri. St. Margrethen	FS 1;2	0		

**Tabelle 1:** WIM – Anlagen, Messdaten 2008

#### 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 2003-2007 [6] [7] [8] [9] [10]
- 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 2008 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  $\geq$  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

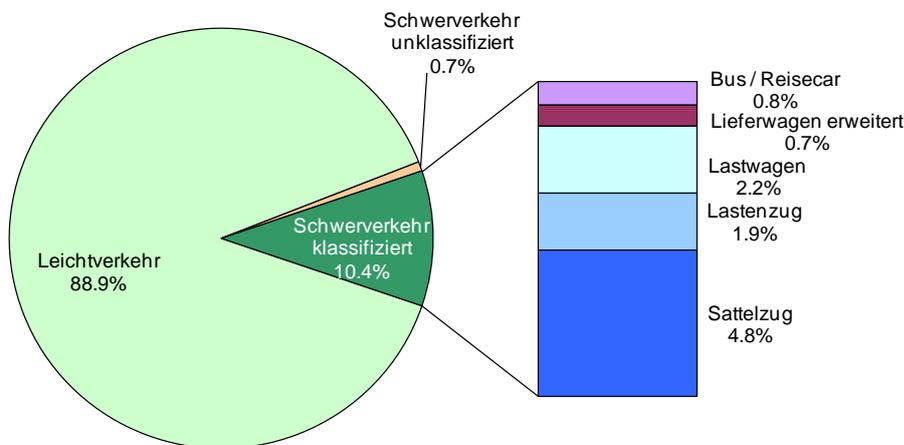


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

## 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.

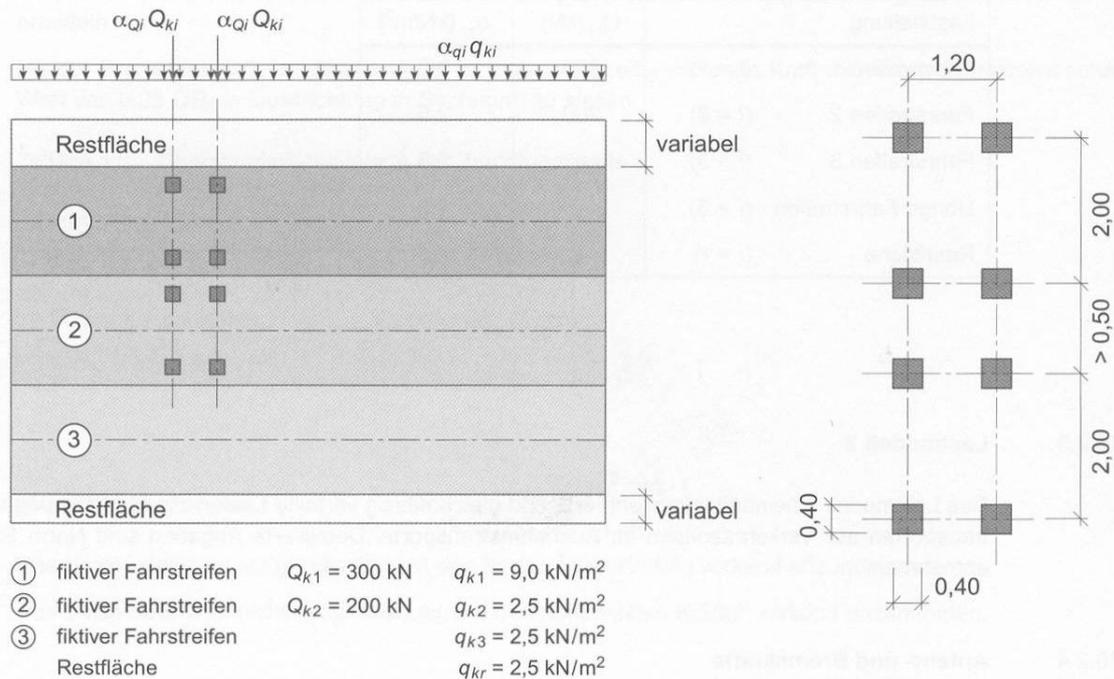
### 1.8.4 Gewicht pro Laufmeter

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	$\leq 30$
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. Vom Zählerstandort Trübbach kamen im Jahr 2008 keine verwendbaren Daten.



## **2 Denges (A1)**

### **2.1 Vorhandene Messdaten**

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt. Der Anteil unklassierter Fahrzeuge am Gesamtverkehr ist von Januar bis Juni sehr hoch. Der Grund dafür ist eine Störung der Feinklassifizierung bei der Station 405 Richtung Lausanne. Die Grobklassifizierung ist von der Störung nicht betroffen. Für die Aufteilung des Schwerverkehrs nach Fahrzeugkategorie wurde deshalb die Grobklassifizierung verwendet (Tabelle 2 sowie Kapitel 2.2.2, 2.4.1, 2.4.2). Die Auswertung mittels Feinklassifizierung ist als Miniaturansicht und ausgegraut dargestellt.

Die Aufteilung nach Gewichtsklassen ist mit den grobklassifizierten Daten nicht möglich, die Kapitel 2.3 und 2.5.2 mussten anhand der Daten aus der Feinklassifizierung ermittelt werden. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Jahren zu gewährleisten wurde die Verkehrslast (Kapitel 2.5.2) ausschliesslich mit Daten zwischen Juli und Dezember bestimmt.

## 2.2 Übersicht Messresultate

### 2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

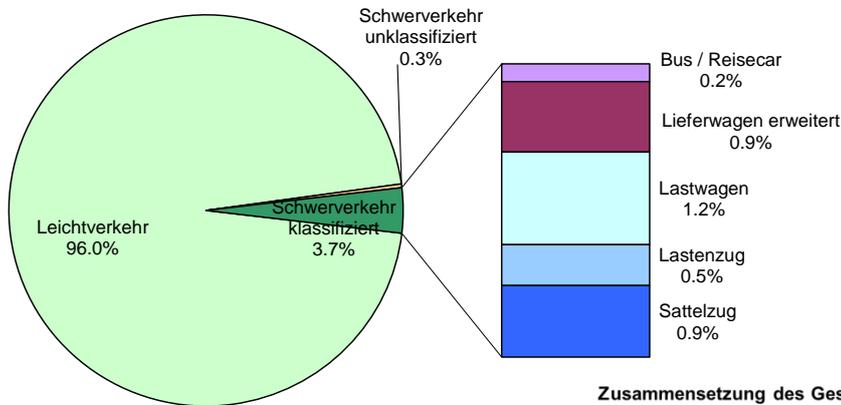
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	30'613'915	83'759	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	29'381'175	80'386	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'232'740	3'373	4.0	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	[376'246] 94'704	[1'029] 259	[1.2] 0.3	[30.5] 7.7
01 Bus / Reisecar	[51'781] 69'108	[142] 189	[0.2] 0.2	[4.2] 5.6
02 Motorrad	[84] 160	[0] 0	[0] 0.0	[0] 0.0
03 Personenwagen	[36'925] 55'974	[101] 153	[0.1] 0.2	[3.0] 4.5
04 Personenwagen mit Anh.	[28'872] 33'675	[79] 92	[0.1] 0.1	[2.3] 2.7
05 Lieferwagen	[91'811] 124'979	[251] 342	[0.3] 0.4	[7.4] 10.1
06 Lieferwagen mit Anh.	[35'280] 34'393	[97] 94	[0.1] 0.1	[2.9] 2.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	[17'153] 24'391	[47] 67	[0.1] 0.1	[1.4] 2.0
08 Lastwagen	[269'680] 358'840	[738] 982	[0.9] 1.2	[21.9] 29.1
09 Lastenzug	[116'395] 159'075	[318] 435	[0.4] 0.5	[9.4] 12.9
10 Sattelzug	[208'513] 277'441	[570] 759	[0.7] 0.9	[16.9] 22.5
Total	1'232'740	3'373	4.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	359'737	984	1.2	29.2
Fahrzeuge 8.0 - 18t	470'874	1'288	1.5	38.2
Fahrzeuge 18 - 28t	241'982	662	0.8	19.6
Fahrzeuge 28 - 40t	116'619	319	0.4	9.5
Fahrzeuge > 40t	43'493	119	0.1	3.5
Total	1'232'705	3'373	4.0	100.0

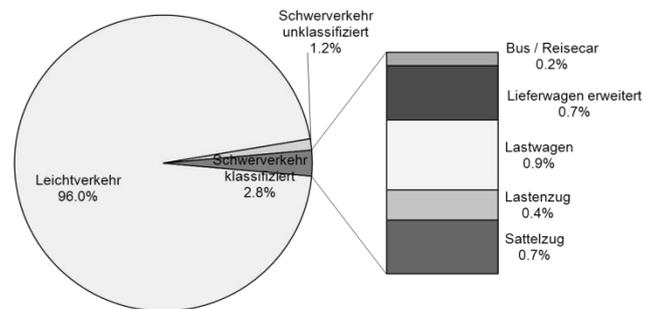
**Tabelle 2:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges mit der Grobklassierung, [in Klammer Werte nach der Feinklassierung].

## 2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

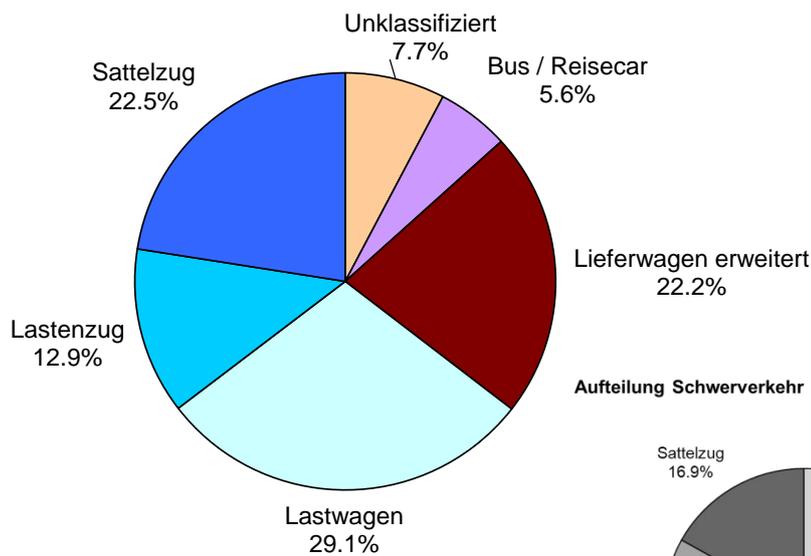
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



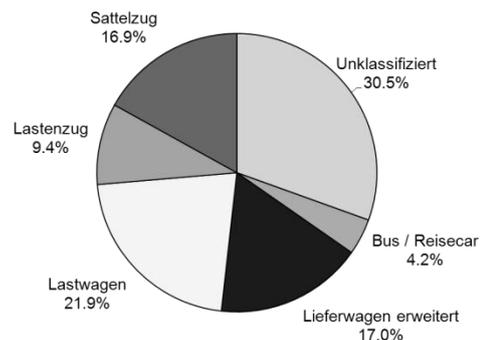
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs Feinklassierung



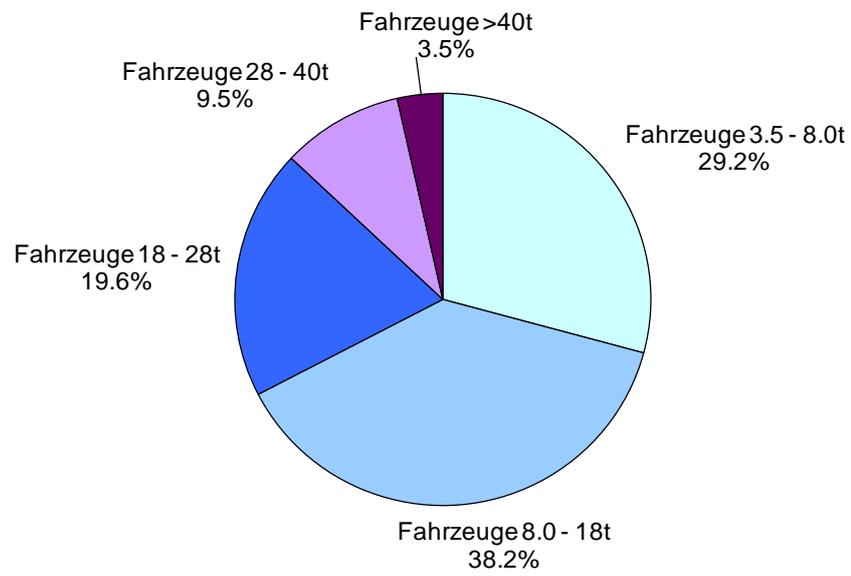
### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie (Feinklassierung)



### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 2.3 Messdiagramme

### 2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Denges (A1) 2008 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+, 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).

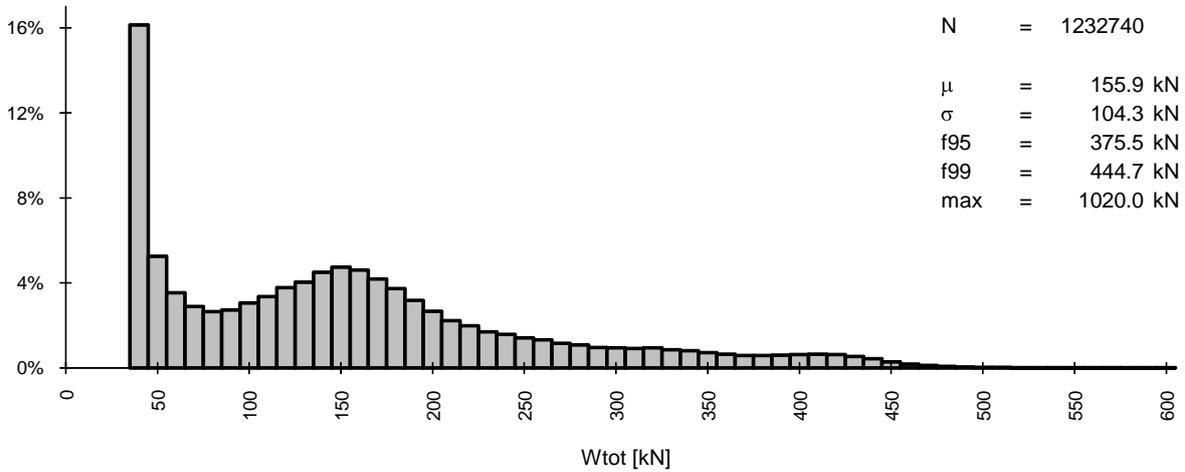
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

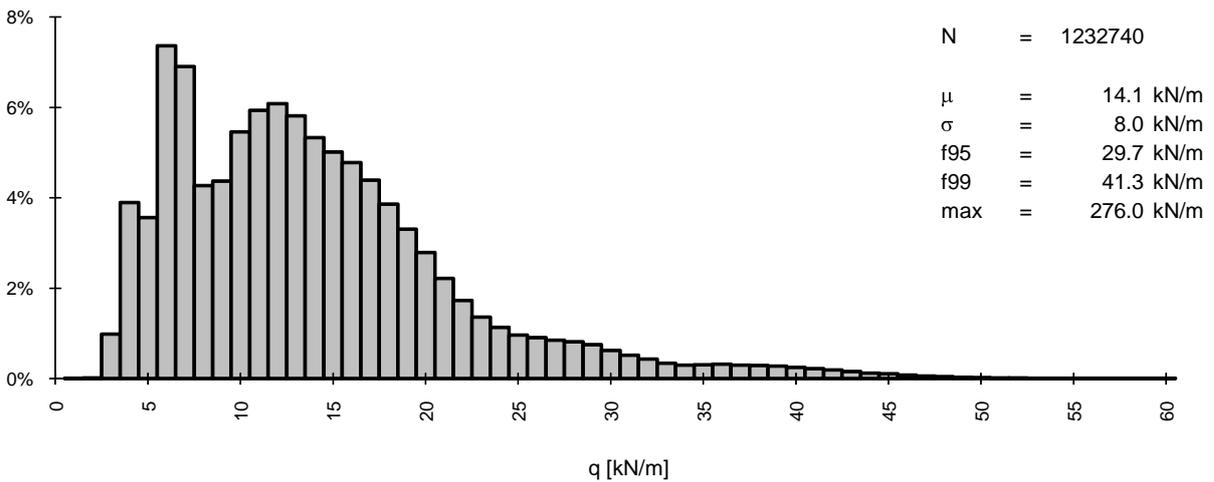
2008 Denges

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



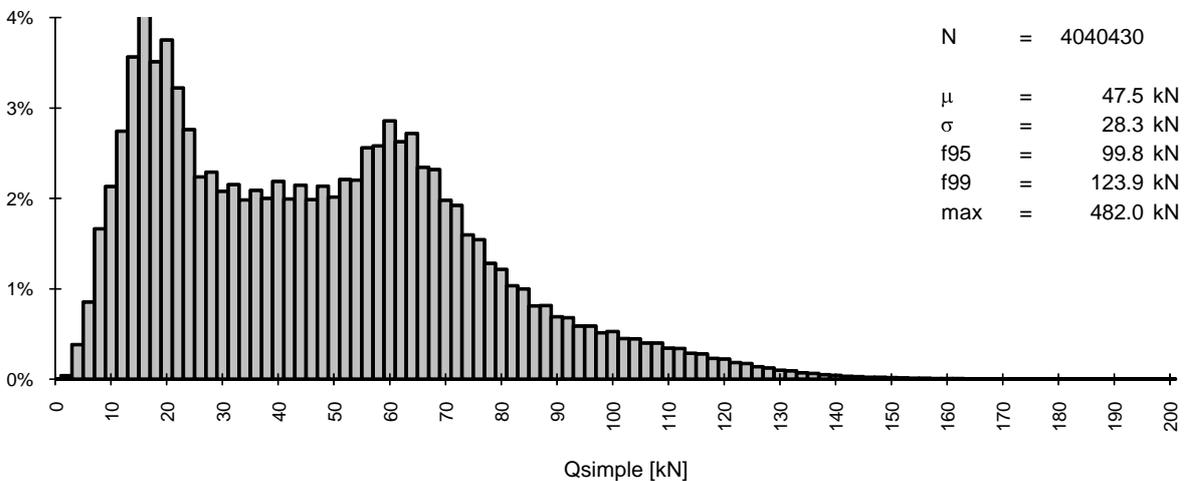
2008 Denges

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



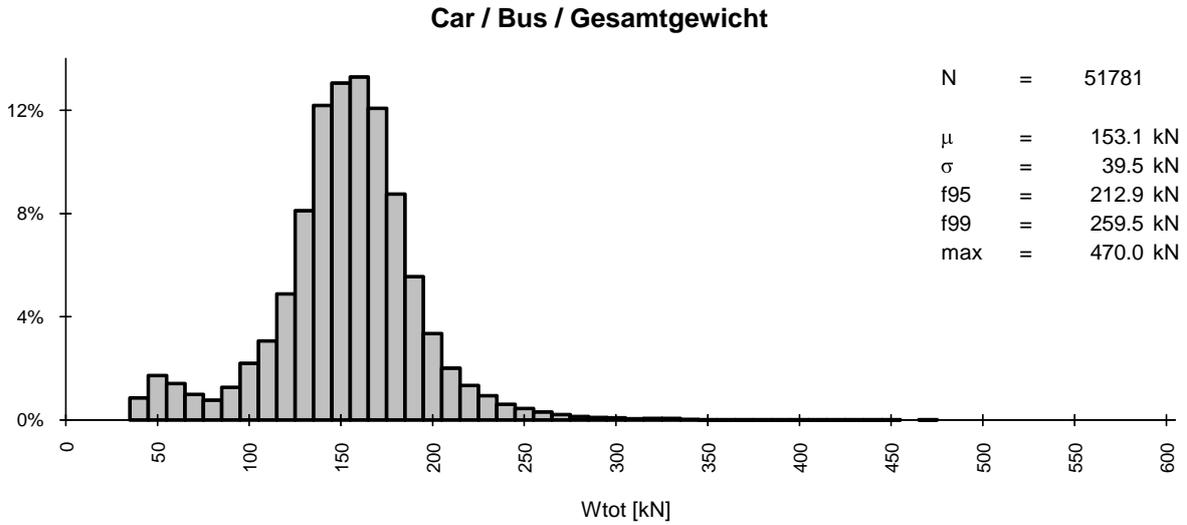
2008 Denges

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

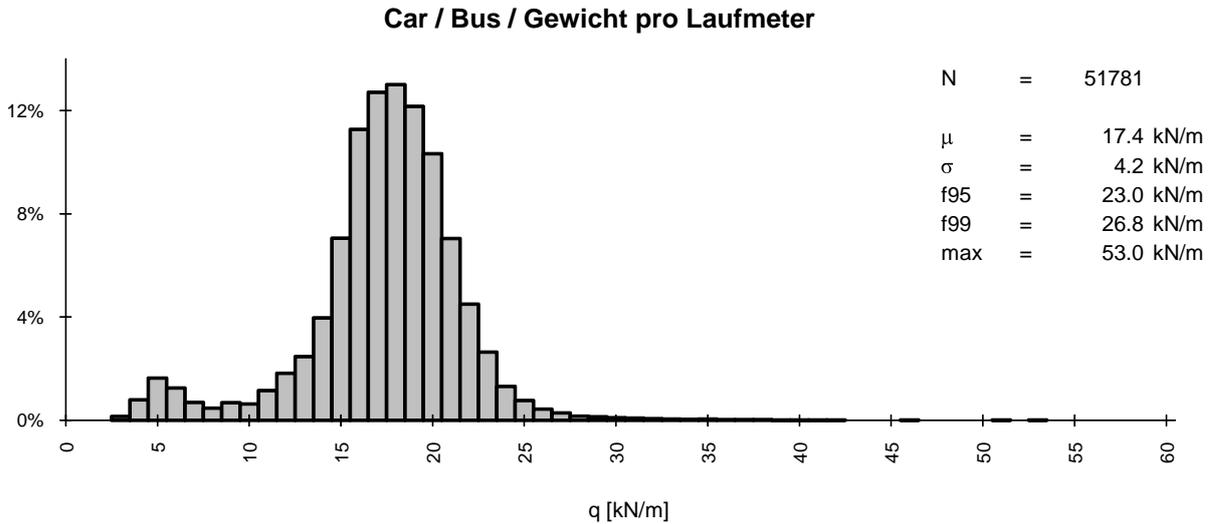


### 2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

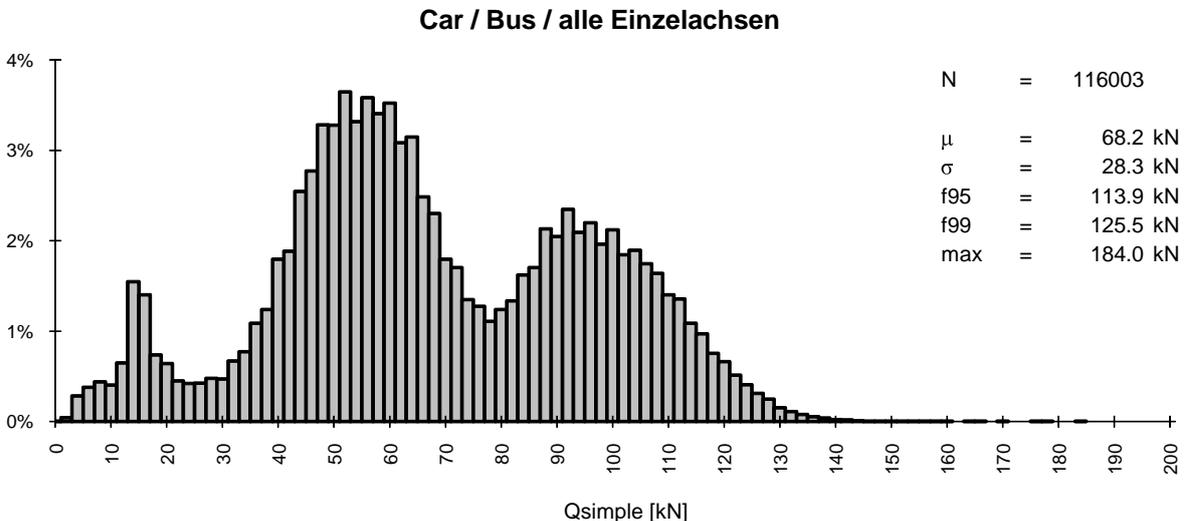
2008 Denges



2008 Denges



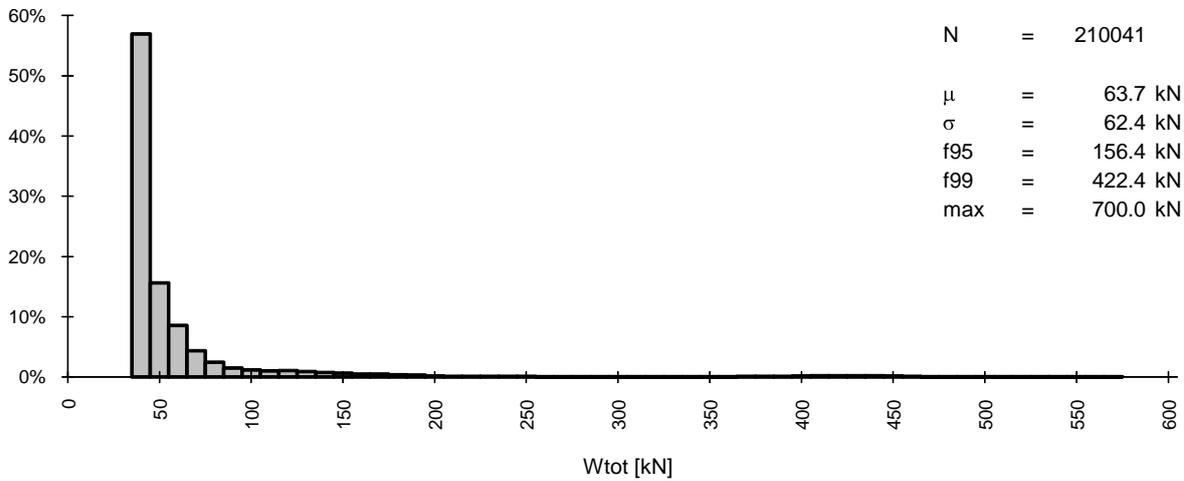
2008 Denges



### 2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

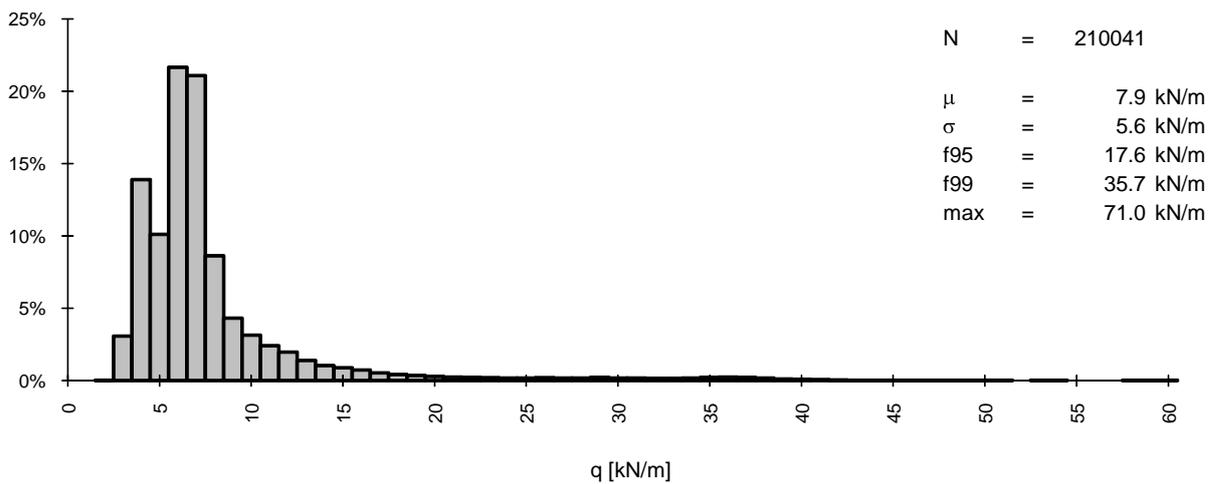
2008 Denges

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



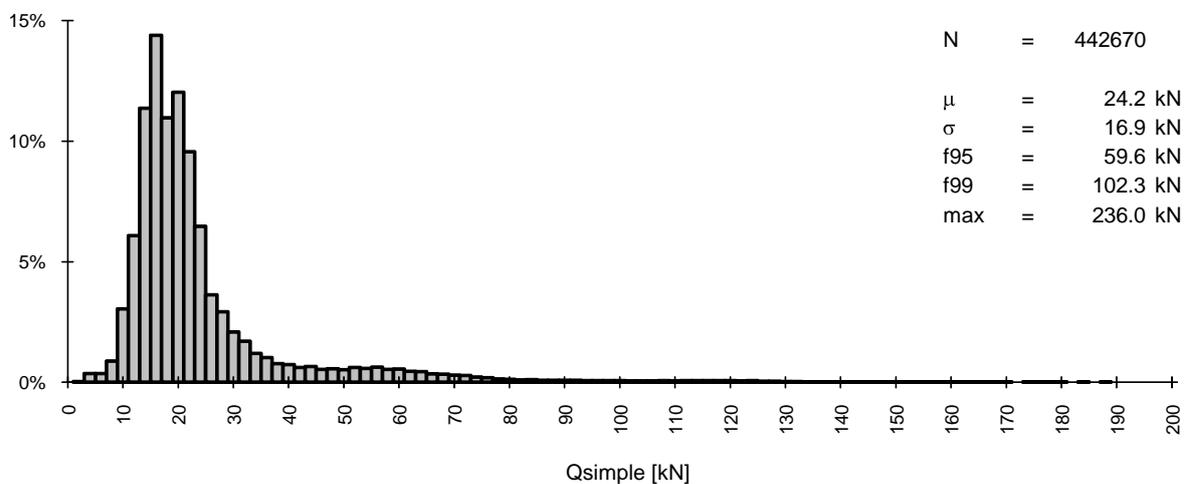
2008 Denges

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Denges

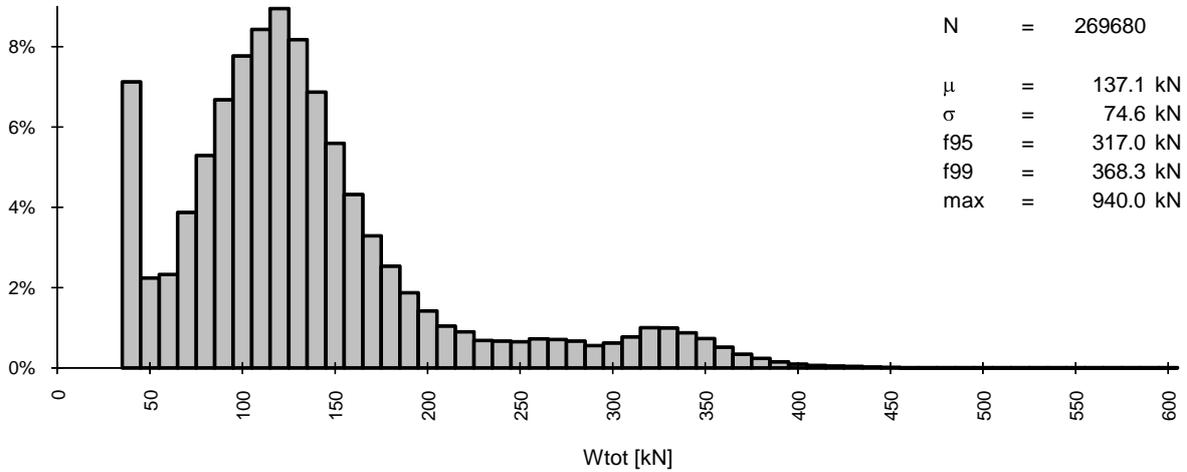
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 2.3.5 Lastwagen (LW)

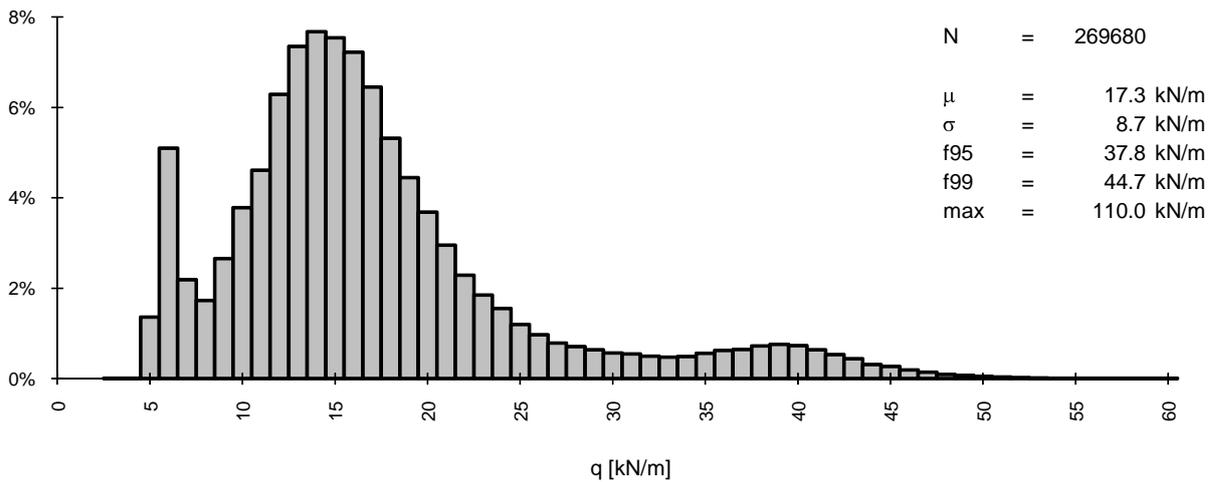
2008 Denges

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



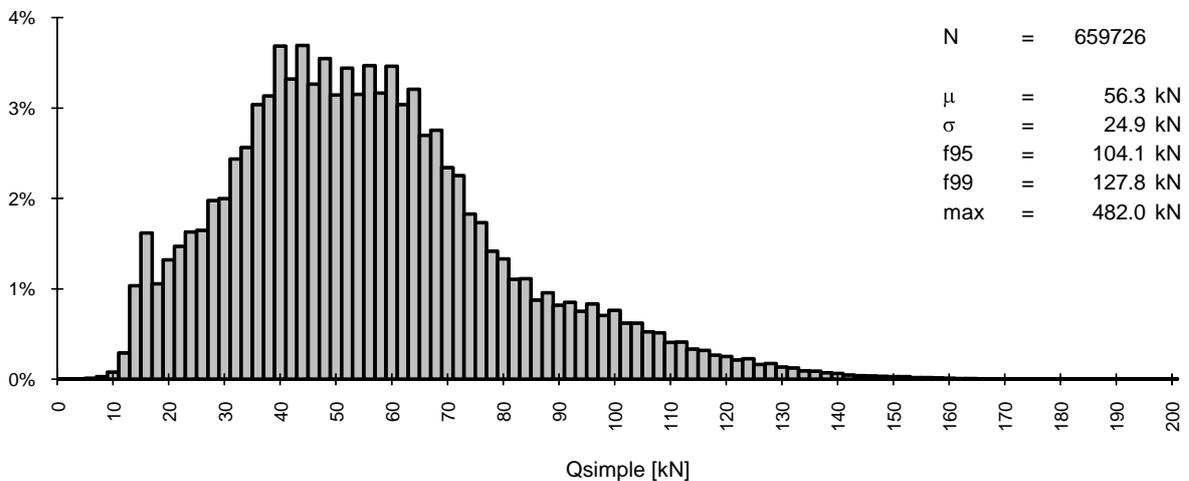
2008 Denges

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



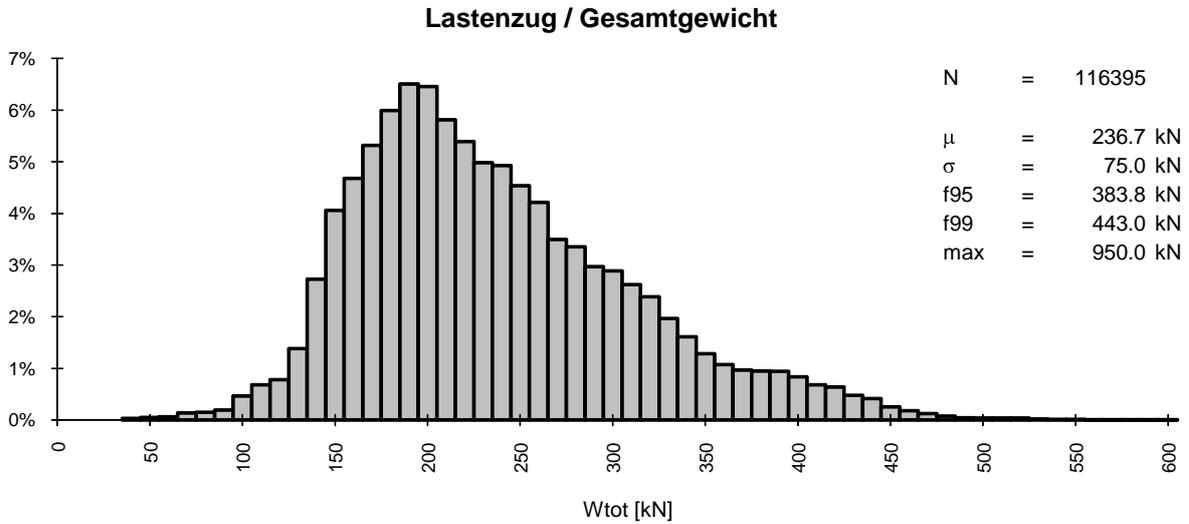
2008 Denges

**Lastwagen / alle Einzelachsen**

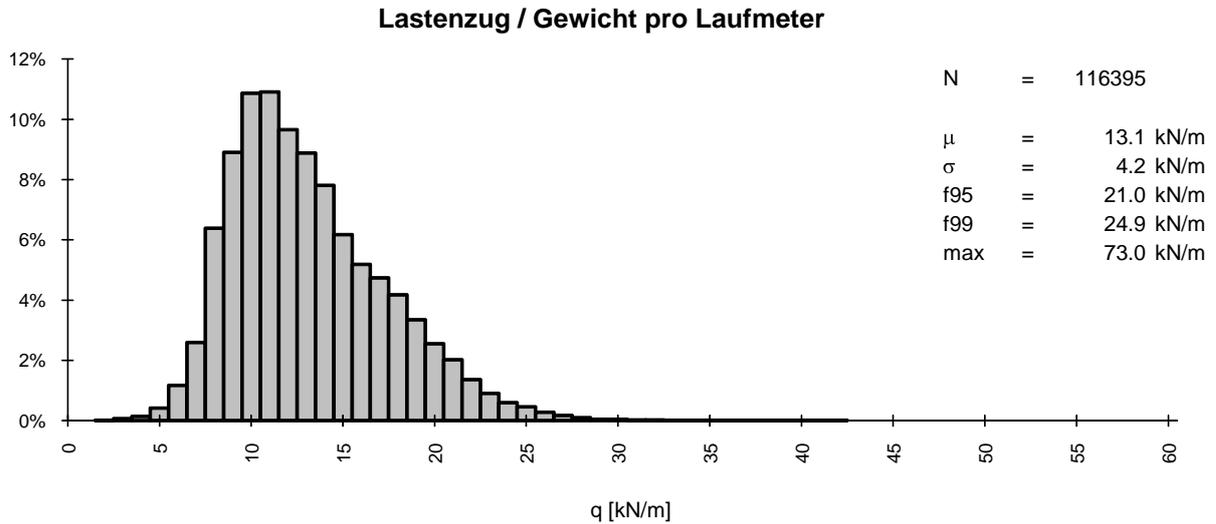


### 2.3.6 Lastenzüge (LZ)

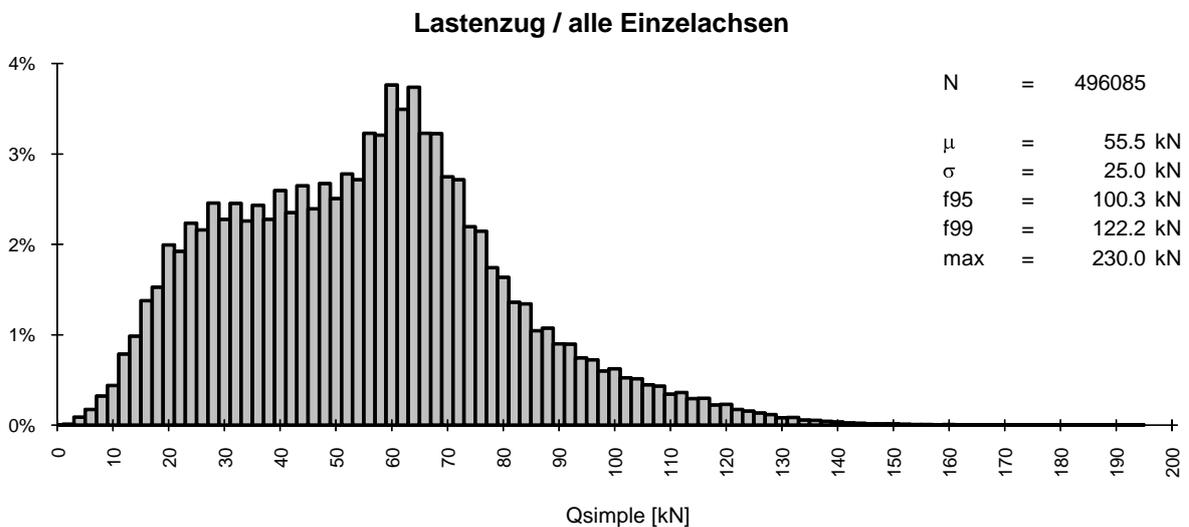
2008 Denges



2008 Denges



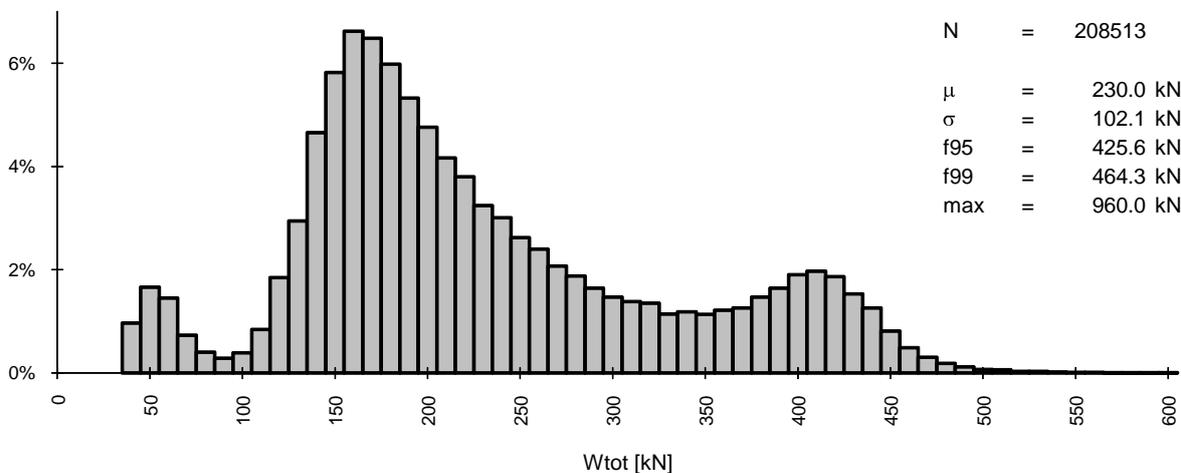
2008 Denges



### 2.3.7 Sattelzüge (SZ)

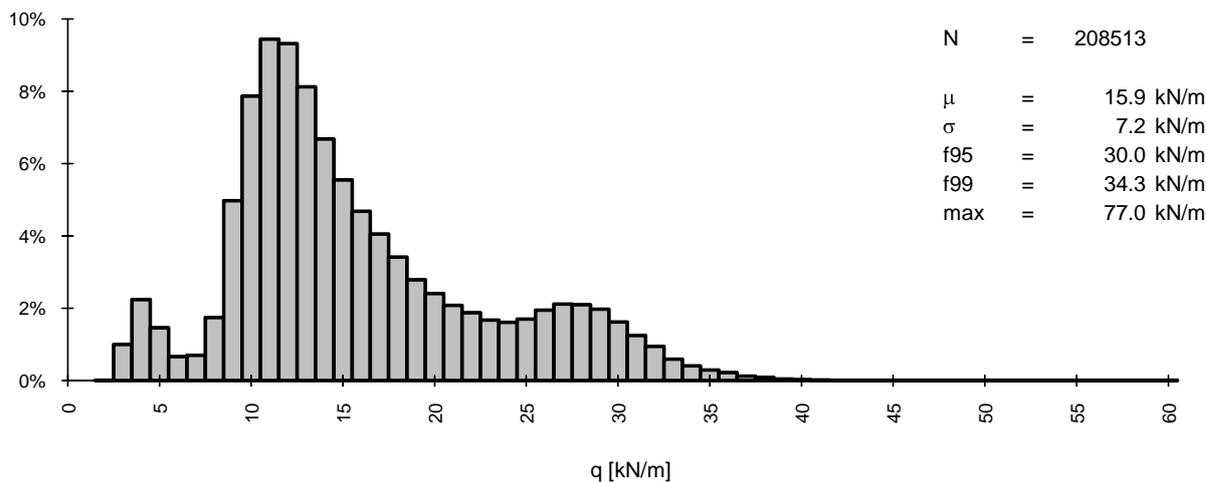
2008 Denges

**Sattelzug / Gesamtgewicht**



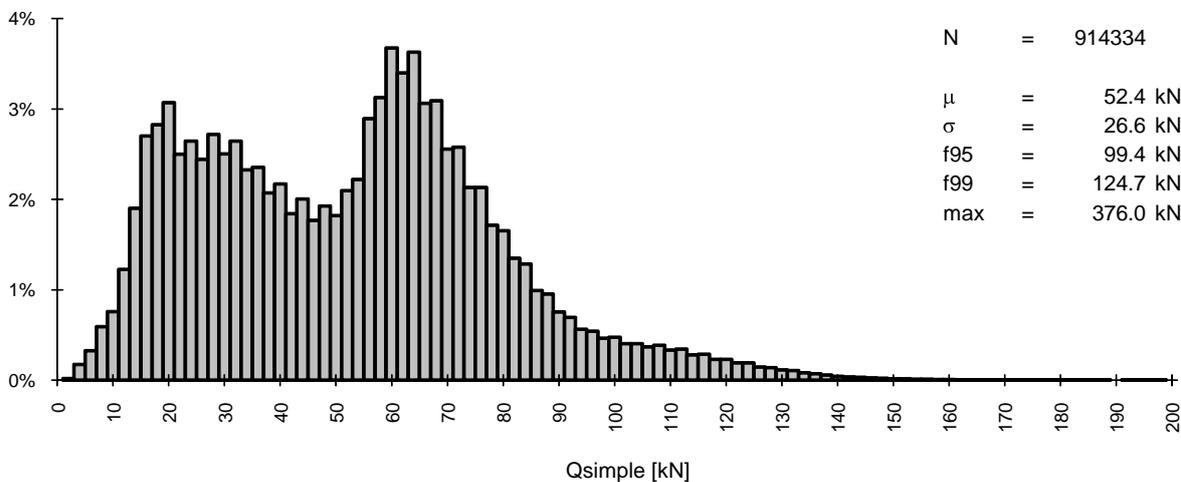
2008 Denges

**Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Denges

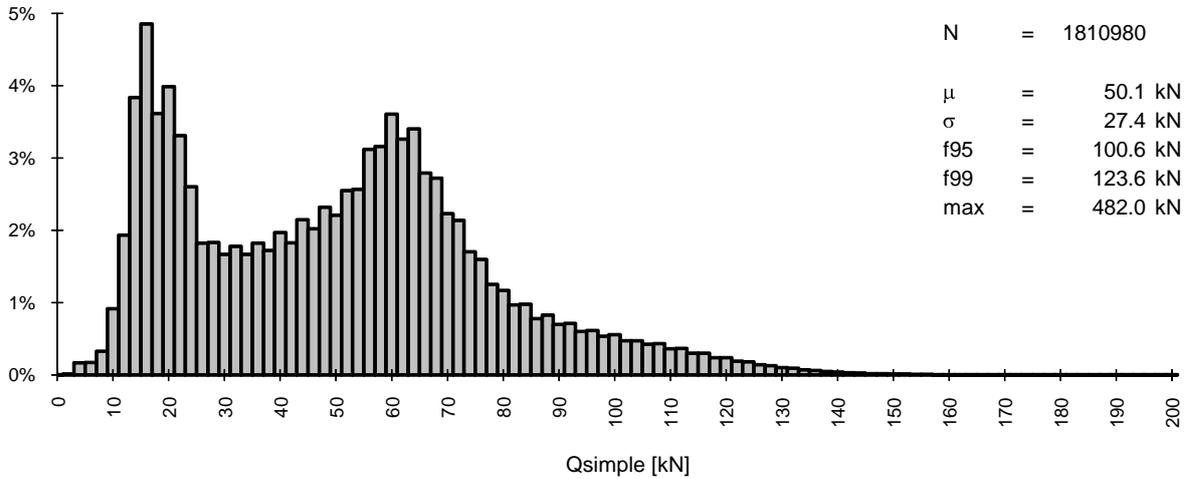
**Sattelzug / alle Einzelachsen**



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

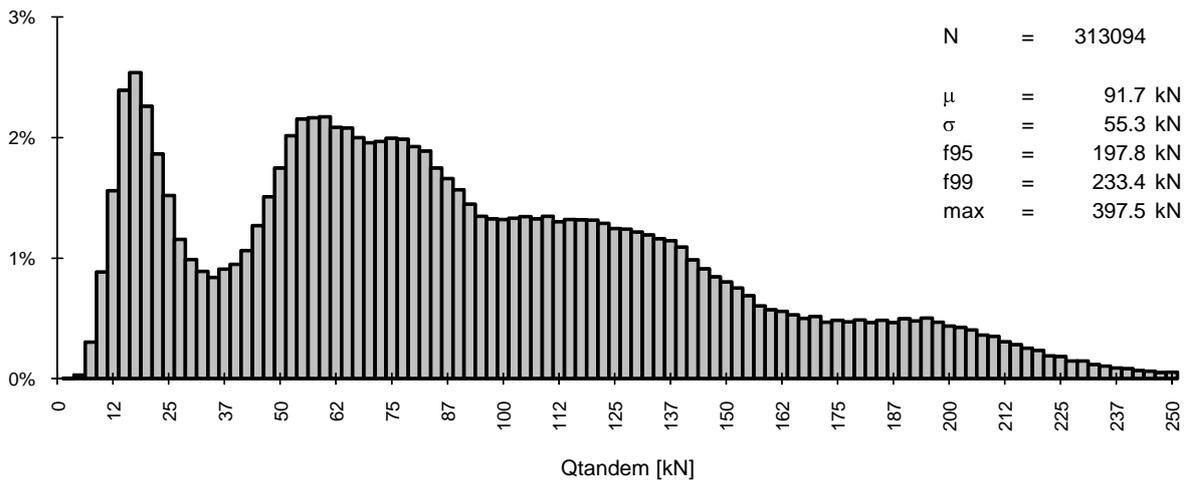
2008 Denges

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



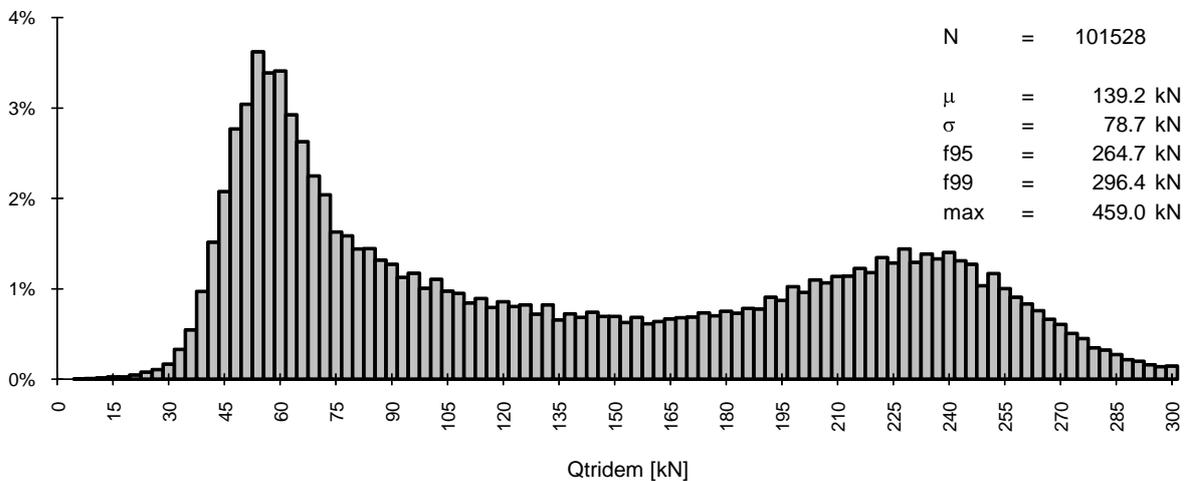
2008 Denges

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2008 Denges

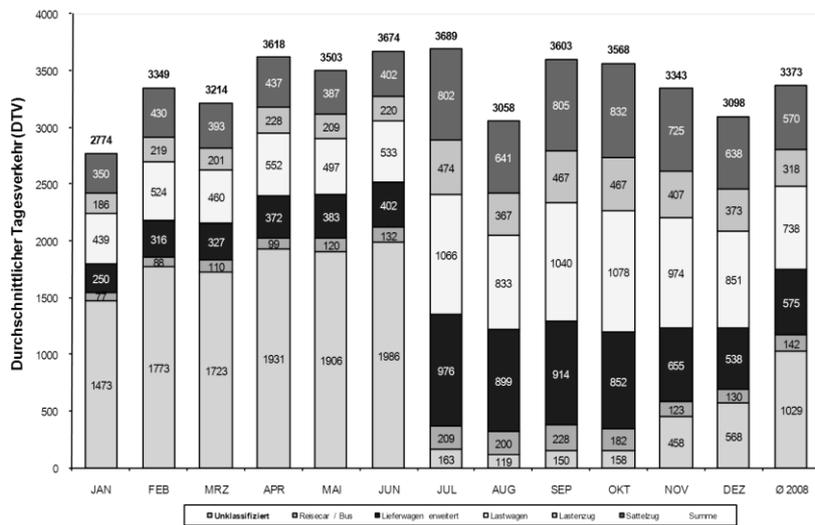
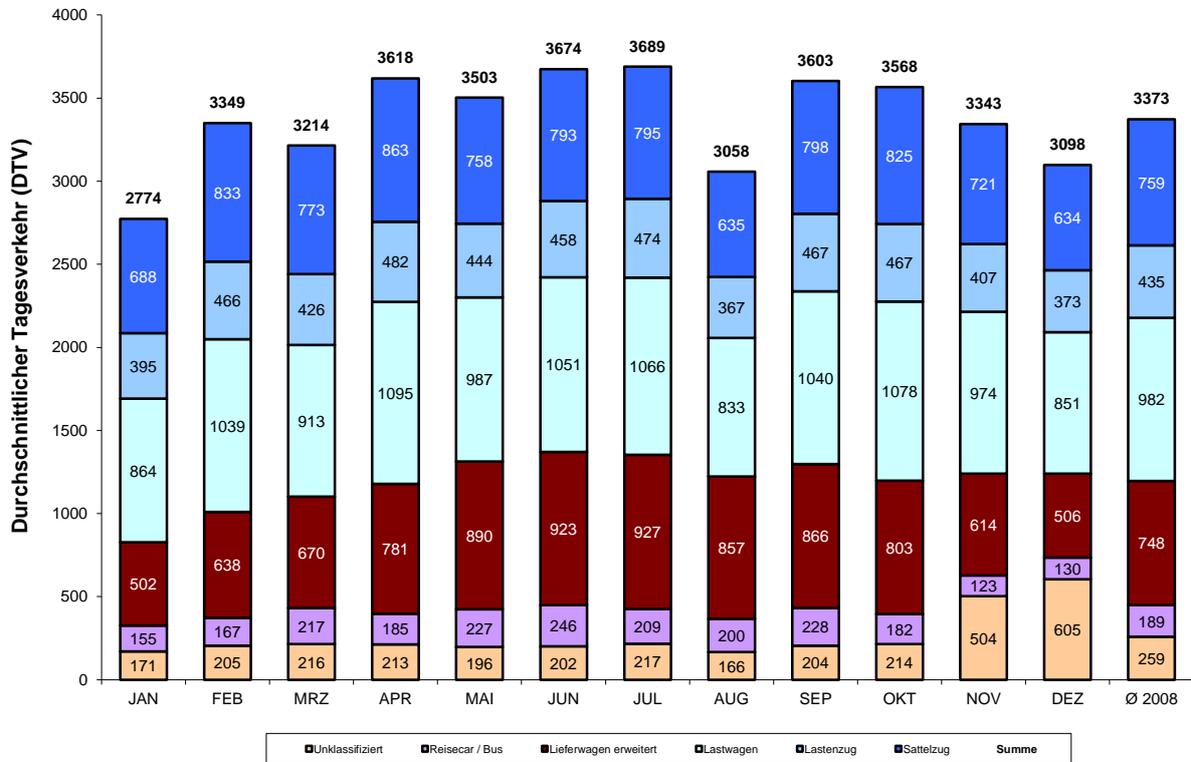
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



## 2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

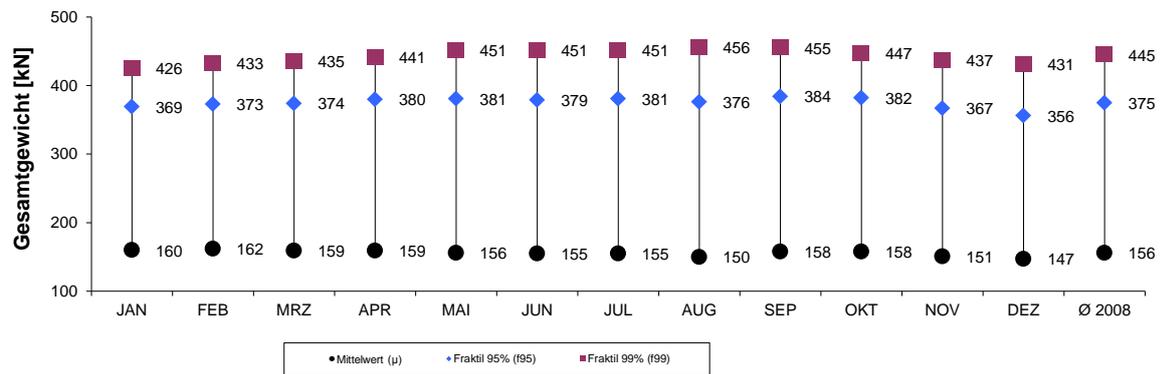
### 2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen

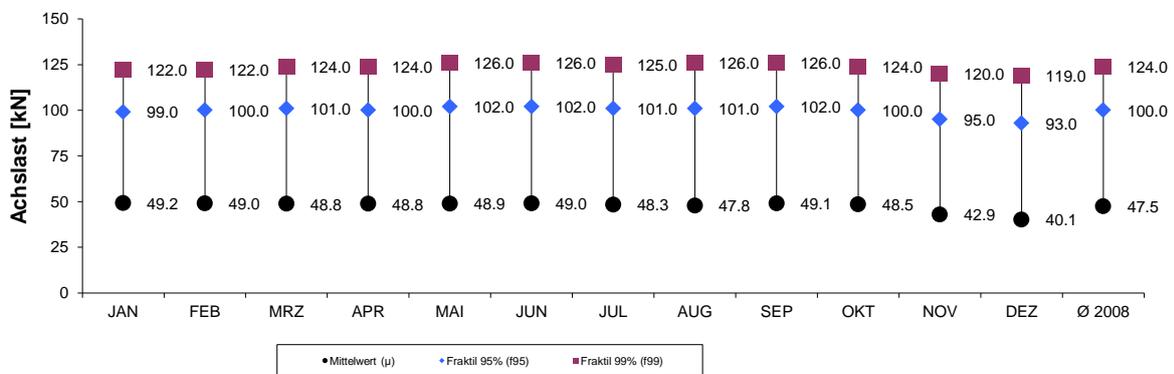


Feinklassierung: Der höhere Anteil an unklassierten Fahrzeugen von Januar bis Juni ist auf eine Störung der Feinklassierung zurückzuführen.

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

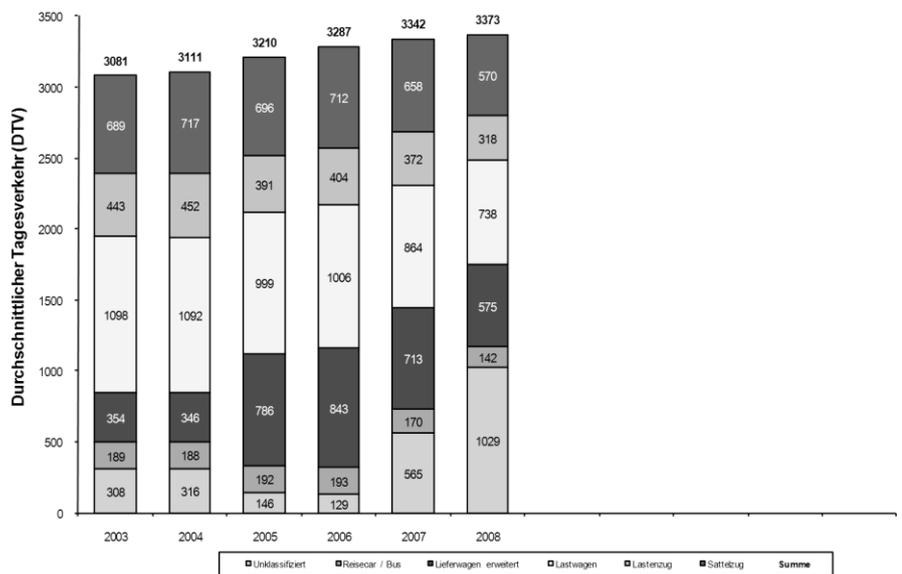
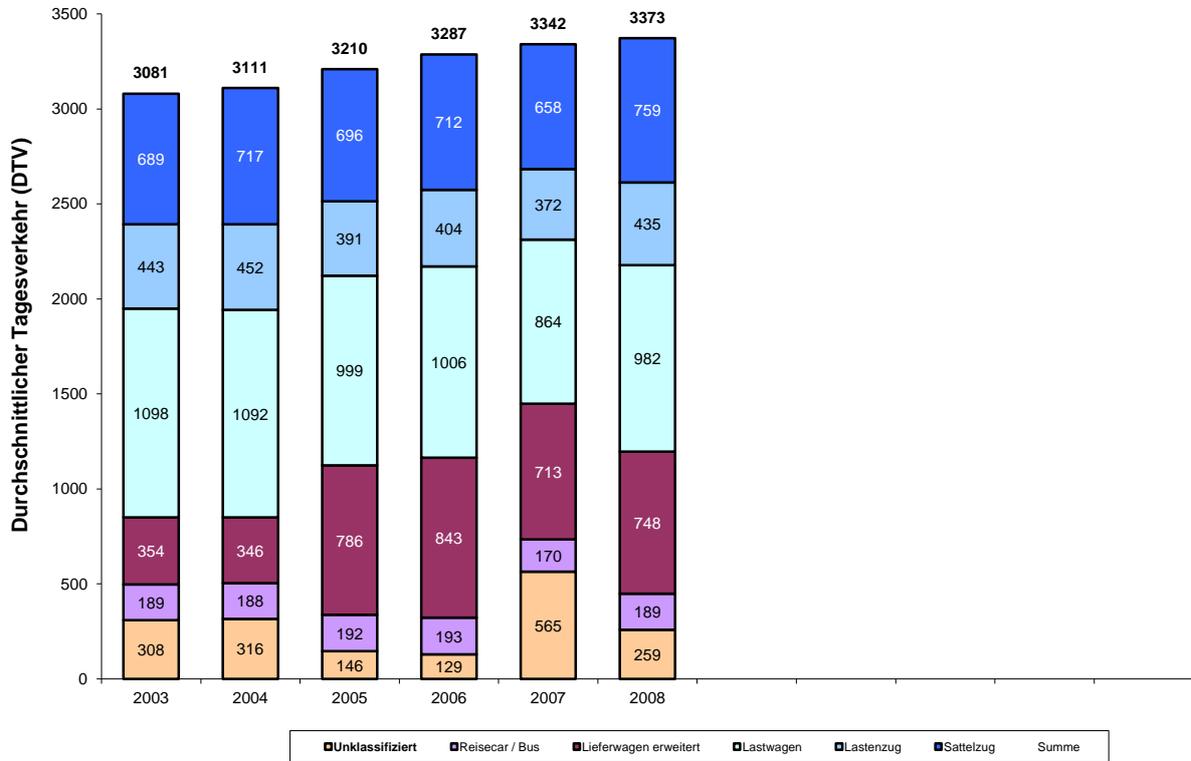


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$



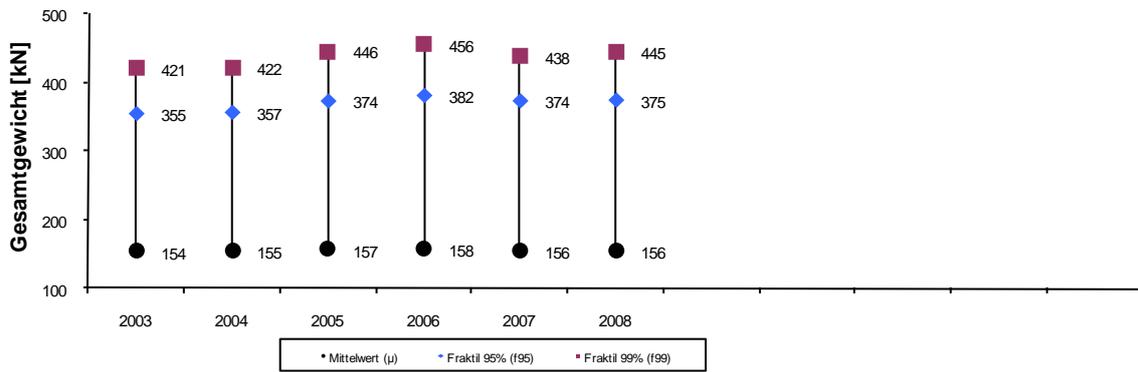
### 2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen

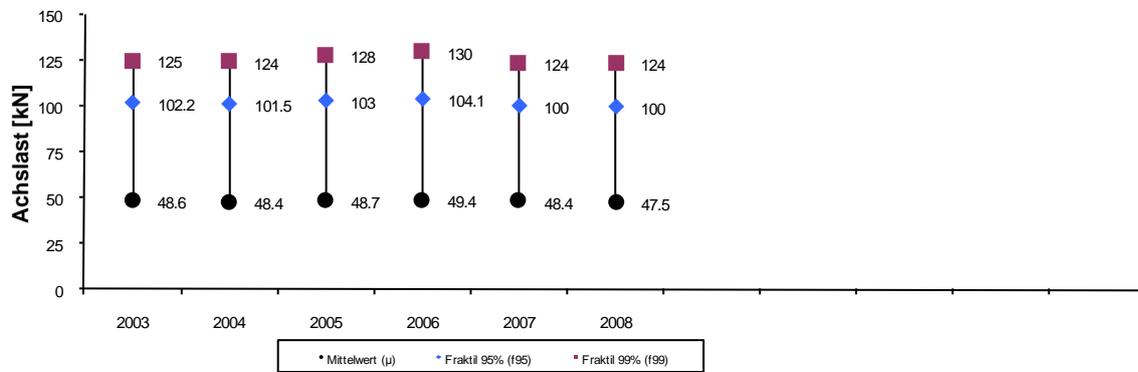


Feinklassierung: Der hohe Anteil an unklassierten Fahrzeugen 2008 ist auf eine Störung der Feinklassierung zurückzuführen.

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	50.1	50.1	100.6	123.6
Tandemachse	91.7	45.9	98.9	116.7
Tridemachse	139.2	46.4	88.3	98.8
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 50.1 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 45.9 kN, respektive 46.4 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachsenlasten 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	14.1 kN/m	29.7 kN/m	41.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.03 kN/m <sup>2</sup>	9.9 kN/m <sup>2</sup>	11.8 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 Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 2.3.8 dargestellt. Für die Berechnung der Verkehrslastklasse enthalten nur feinklassierte Daten die notwendigen Informationen. Um eine Verfälschung der Aussage aufgrund der grossen Zahl unklassierter Werte bis Juni 2008 vorzubeugen, wurde ausschliesslich Verkehrsdaten zwischen Juli und Dezember 2008 verwendet.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	20'194	<b>10</b>	0.000	2'567	<b>0</b>	0.000	5	<b>0</b>
2	0.006	230'792	<b>1'385</b>	0.001	18'301	<b>13</b>	0.000	44	<b>0</b>
3	0.020	140'556	<b>2'811</b>	0.003	11'546	<b>35</b>	0.001	260	<b>0</b>
4	0.070	110'807	<b>7'756</b>	0.008	7'368	<b>59</b>	0.002	1'118	<b>2</b>
5	0.150	127'107	<b>19'066</b>	0.020	11'486	<b>230</b>	0.005	3'839	<b>19</b>
6	0.290	178'994	<b>51'908</b>	0.030	18'012	<b>540</b>	0.010	9'436	<b>94</b>
7	0.530	172'057	<b>91'190</b>	0.060	17'286	<b>1'037</b>	0.020	5'638	<b>113</b>
8	1.000	91'766	<b>91'766</b>	0.100	16'124	<b>1'612</b>	0.030	3'587	<b>108</b>
9	1.520	49'085	<b>74'609</b>	0.140	14'498	<b>2'030</b>	0.040	3'556	<b>142</b>
10	2.400	34'378	<b>82'507</b>	0.200	11'338	<b>2'268</b>	0.060	2'092	<b>126</b>
11	3.660	24'831	<b>90'881</b>	0.280	10'611	<b>2'971</b>	0.080	1'927	<b>154</b>
12	5.400	17'126	<b>92'480</b>	0.400	10'482	<b>4'193</b>	0.110	2'188	<b>241</b>
13	7.760	9'281	<b>72'021</b>	0.540	10'127	<b>5'469</b>	0.140	1'502	<b>210</b>
14	10.870	3'981	<b>43'273</b>	0.730	9'393	<b>6'857</b>	0.190	1'420	<b>270</b>
15	14.910	1'436	<b>21'411</b>	0.960	7'376	<b>7'081</b>	0.240	1'707	<b>410</b>
16	20.060	549	<b>11'013</b>	1.260	5'476	<b>6'900</b>	0.300	1'174	<b>352</b>
17	26.540	227	<b>6'025</b>	1.630	4'239	<b>6'910</b>	0.380	1'273	<b>484</b>
18	34.590	143	<b>4'946</b>	2.080	3'764	<b>7'829</b>	0.480	1'907	<b>915</b>
19	-	-	-	2.640	3'740	<b>9'874</b>	0.590	1'475	<b>870</b>
20	-	-	-	3.300	3'790	<b>12'507</b>	0.720	1'761	<b>1'268</b>
21	-	-	-	4.090	3'336	<b>13'644</b>	0.880	2'701	<b>2'377</b>
22	-	-	-	5.030	5'702	<b>28'681</b>	1.060	2'229	<b>2'363</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	2'540	<b>3'226</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	3'482	<b>5'293</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'487	<b>4'501</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'174	<b>4'652</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'034	<b>5'105</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	877	<b>2'578</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	520	<b>1'784</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	426	<b>1'695</b>
Summe		1'213'310	<b>765'060</b>		206'562	<b>120'738</b>		65'379	<b>39'353</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 765'060 + 120'738 + 39'353 = 925'151 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 925'151 = 462'576 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 462'576 / 184 = 2'514 \text{ ESAL}$$

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

### **2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs**

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

Die Messungen 2008 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 2.4.1, 2.4.2). Im Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 3'689 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 29.1%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2), im Vorjahr waren es 3.4%. 7.7% des Schwerverkehrs konnte nicht klassiert werden.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 2.4.1b und 2.4.1c) variieren innerhalb des Jahres: Die Mittelwerte sind im August, November und Dezember unterdurchschnittlich, ansonsten etwa konstant; die Fraktilwerte sind zwischen Juni und September deutlich höher als am Jahresbeginn, respektive Jahresende.

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

Im Jahr 2008 passierten pro Tag durchschnittlich 3'373 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'342 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 2.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 0.9%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr konstant (bei 156 kN), während dem die Fraktilwerte f95 und f99 um 0.2% respektive 1.5% steigen.

Eine ähnliche Entwicklung ist bezüglich der Achslast feststellbar (s. Diagramm 2.4.2c). Hier sinkt der Mittelwert von 48.4 kN auf 47.5 kN (-1.8%), der Fraktilwert f95 blieb konstant und der f99-Wert stieg um 1.59%.

Die äquivalente Verkehrslast wird anhand der Achslast und der Anzahl Überfahrten bestimmt. Sie beträgt 2'514 ESAL und ist damit der Verkehrsklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen. Im Vergleich zum Vorjahr resultiert eine Zunahme von 2'252 auf 2514 ESAL (+12%). Der Anteil unklassierter Fahrzeuge war 2007 höher als in den Monaten Juli bis Dezember 2008; die zunehmende Verkehrslast ist eine Folge davon.

#### **Sechsjährliche Entwicklung des Schwerverkehrs**

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 9.5% von 3'081 auf 3'373 Fahrzeuge pro Tag zugenommen. Die Anzahl

„Lieferwagen erweitert“ ist zwischen 2004 und 2005 sprunghaft von 346 auf 786 Fahrten pro Tag gestiegen – danach ist der Anteil am DTV etwa konstant. Bei den Kategorien „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ ist eine gleichbleibende bis leicht abnehmende Entwicklung zwischen 2003 und 2008 festzustellen. Die Kategorie „Sattelzüge“ verkehrt 2008 hingegen etwas häufiger als 2003. Der grosse Anteil unklassifizierter Fahrzeuge in den Jahren 2007 und 2008 erschwert eine präzise Beschreibung der Entwicklung.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2008 um 1.3%, das „Fraktil 95%“ um 5.6% zugenommen. Ein deutlicher Anstieg des Gesamtgewichts tritt zwischen 2003 und 2006 auf, zwischen 2006 und 2008 gibt es keinen eindeutigen Trend. Die Fraktilwerte haben insgesamt etwas stärker zugenommen als das Gesamtgewicht: Dies deutet auf eine Zunahme der schwersten Fahrzeuge hin.

Die Achslasten verändern sich zwischen 2003 und 2008 nur wenig. Maximale Fraktilwerte treten in den Jahren 2005 und 2006 auf.

### 3 Mattstetten (A1)

#### 3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

#### 3.2 Übersicht Messresultate

##### 3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

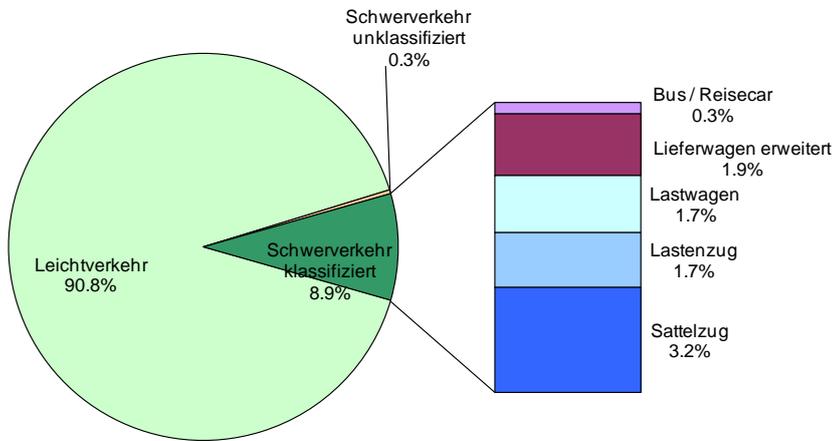
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	27'544'062	75'257	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	25'007'690	68'327	90.8	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'536'372	6'930	9.2	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	90'219	247	0.3	3.6
01 Bus / Reiseкар	93'379	255	0.3	3.7
02 Motorrad	731	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	107'867	295	0.4	4.3
04 Personenwagen mit Anh.	89'763	245	0.3	3.5
05 Lieferwagen	160'879	440	0.6	6.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	112'852	308	0.4	4.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	53'957	147	0.2	2.1
08 Lastwagen	476'355	1'302	1.7	18.8
09 Lastenzug	462'805	1'264	1.7	18.2
10 Sattelzug	887'565	2'425	3.2	35.0
Total	2'536'372	6'930	9.2	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	606'579	1'657	2.2	23.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	901'079	2'462	3.3	35.5
Fahrzeuge 18 - 28t	641'698	1'753	2.3	25.3
Fahrzeuge 28 - 40t	347'749	950	1.3	13.7
Fahrzeuge >40t	39'135	107	0.1	1.5
Total	2'536'240	6'930	9.2	100.0

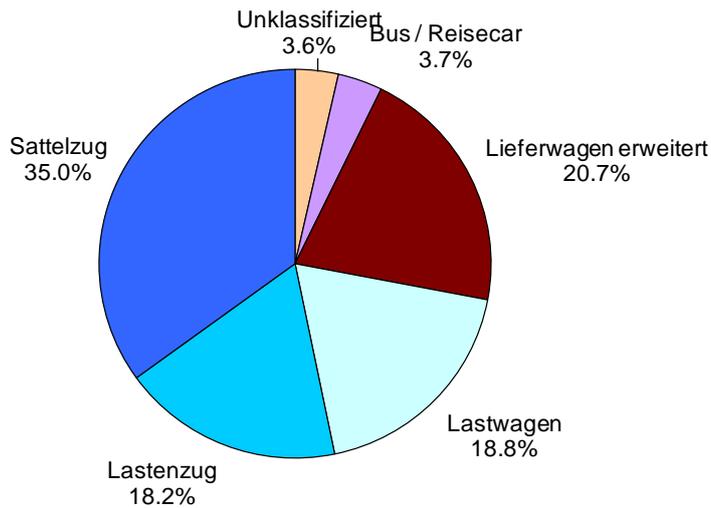
**Tabelle 3:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

### 3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehr

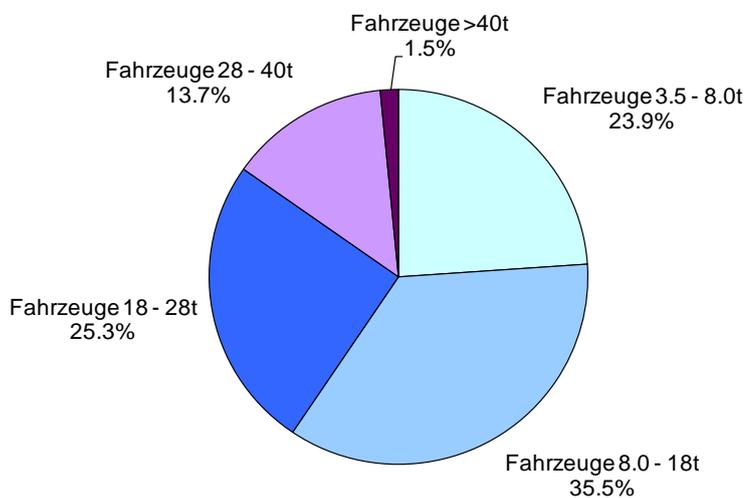
#### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



#### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



#### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



### 3.3 Messdiagramme

#### 3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Mattstetten (A1) 2008 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+, 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).

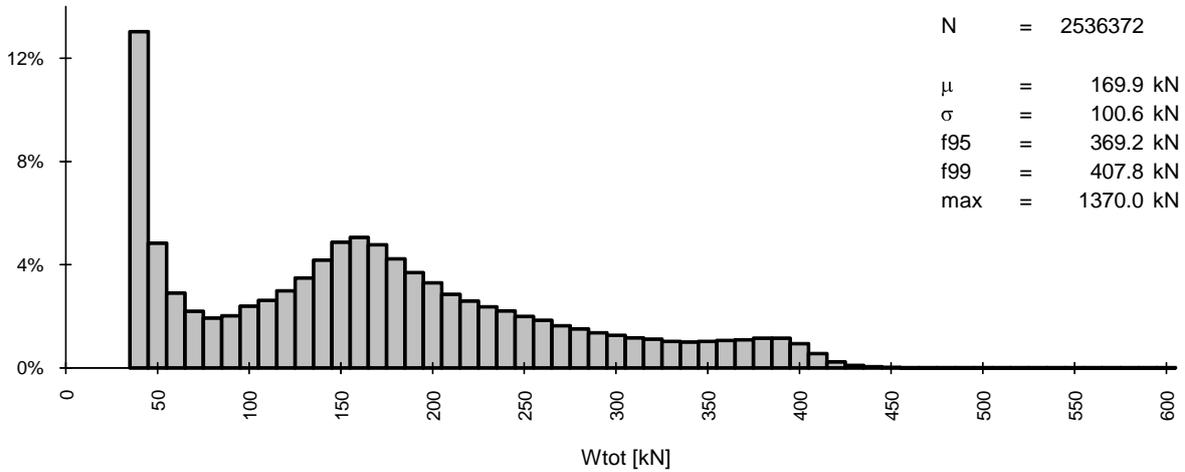
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

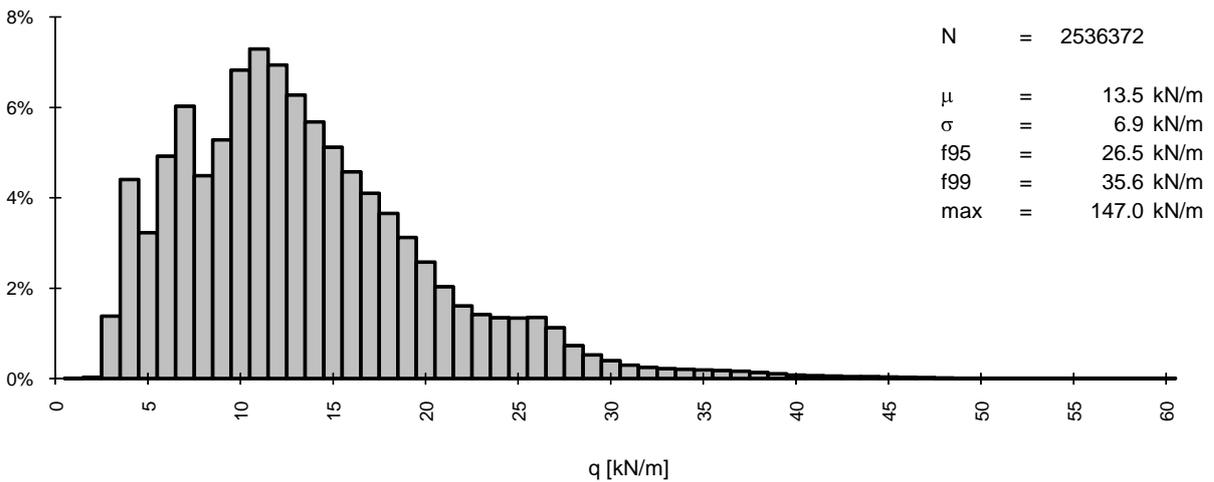
2008 Mattstetten

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



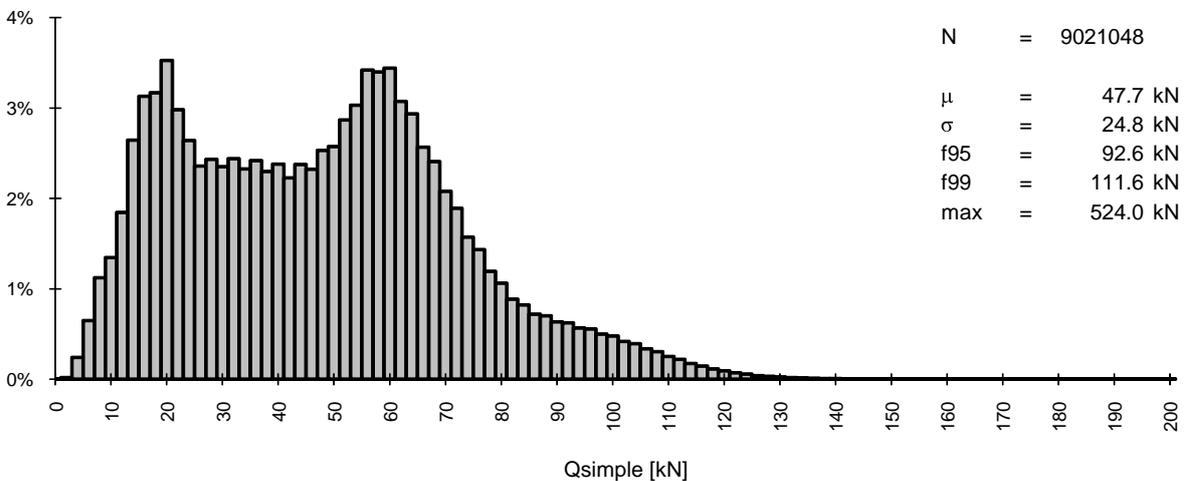
2008 Mattstetten

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Mattstetten

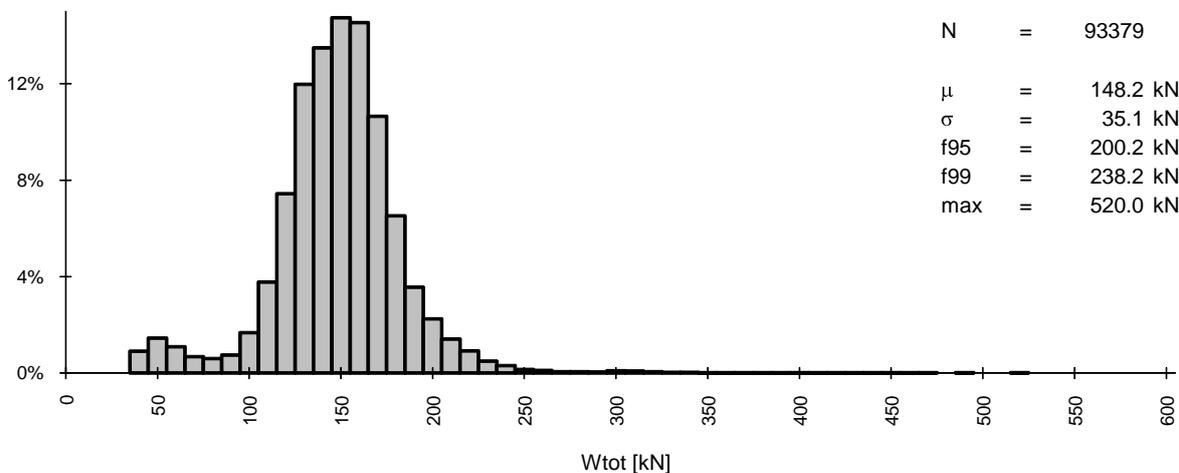
**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**



### 3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

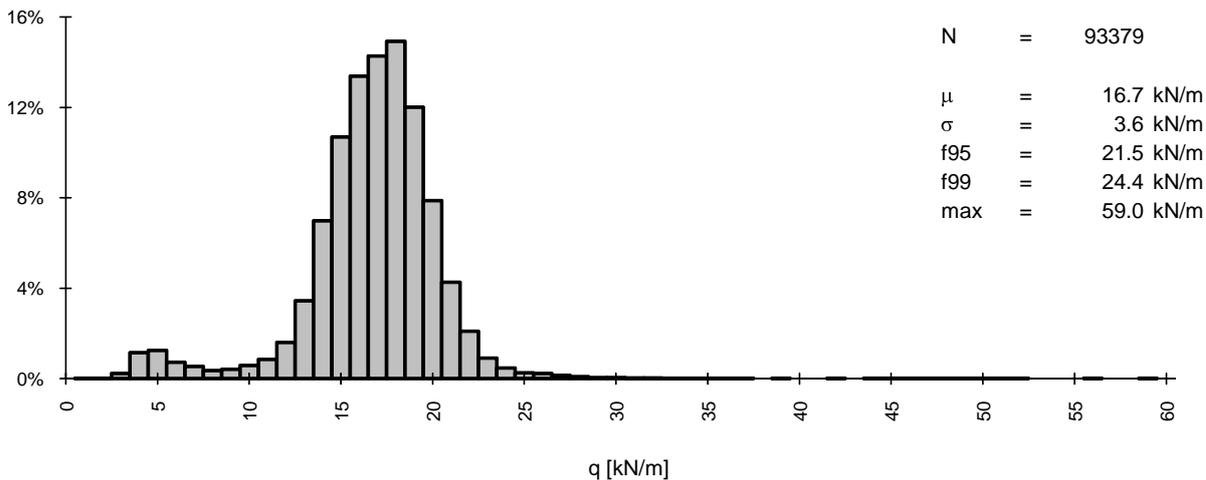
2008 Mattstetten

**Car / Bus / Gesamtgewicht**



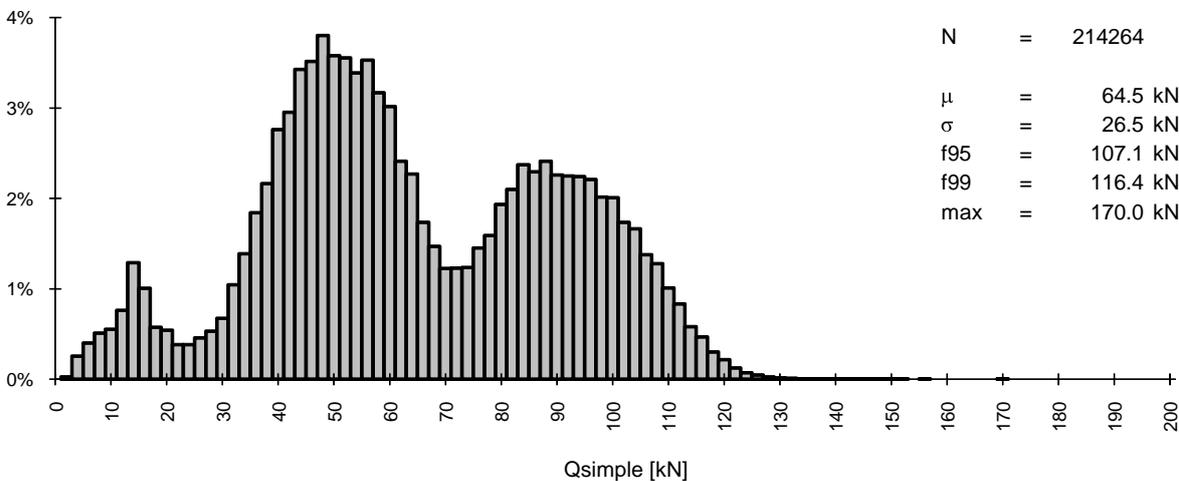
2008 Mattstetten

**Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Mattstetten

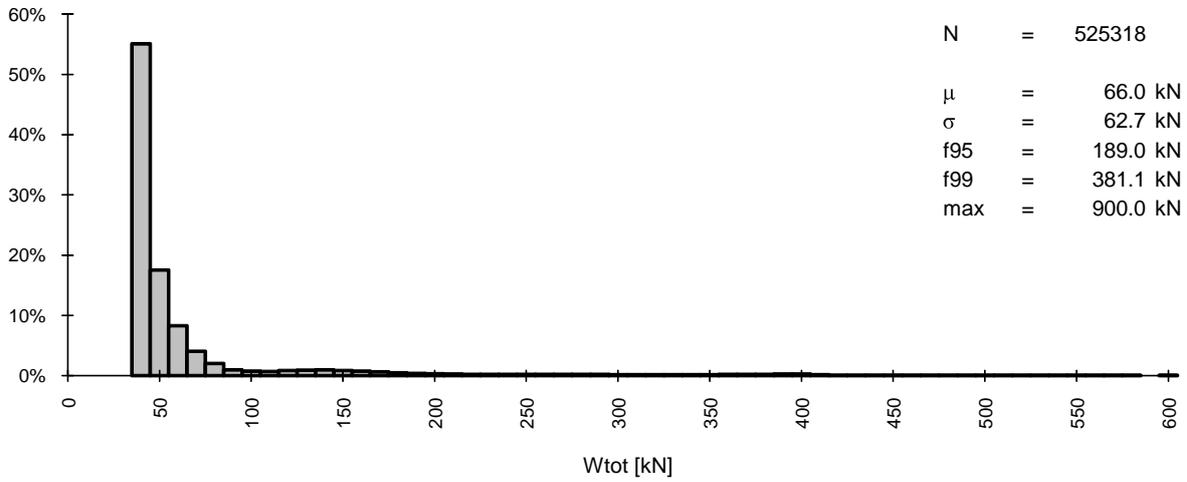
**Car / Bus / alle Einzelachsen**



### 3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

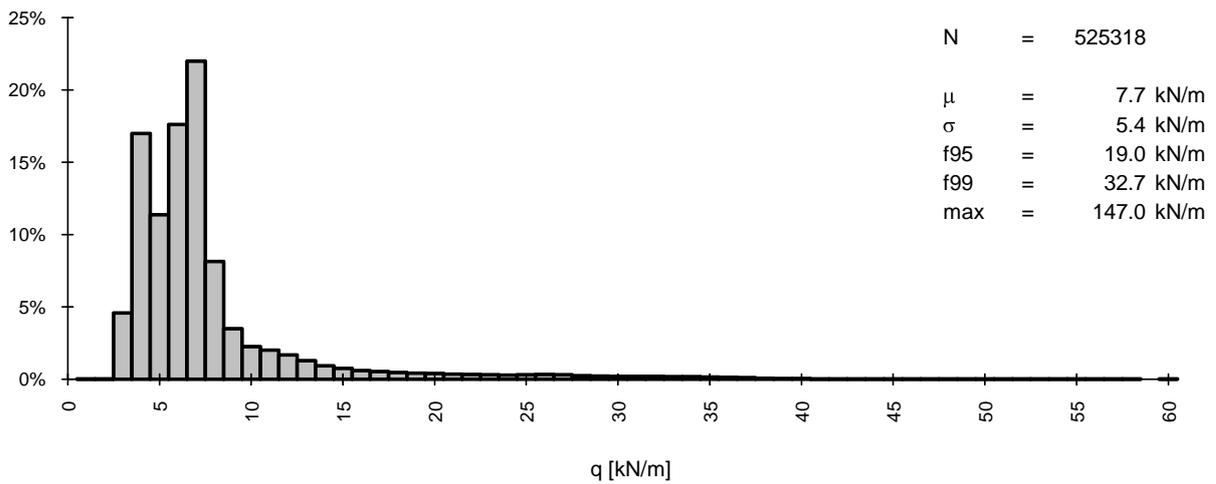
2008 Mattstetten

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



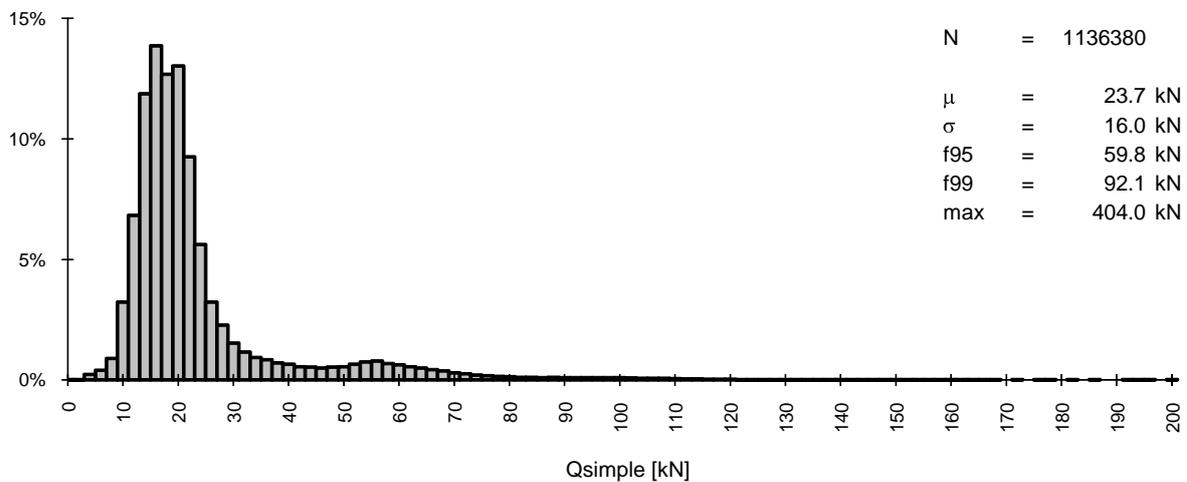
2008 Mattstetten

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Mattstetten

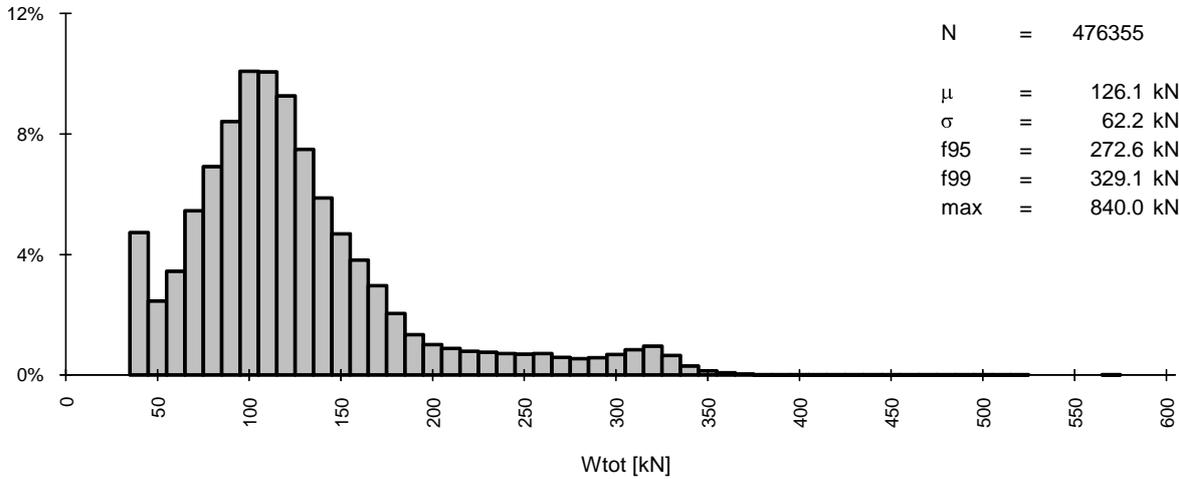
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 3.3.5 Lastwagen (LW)

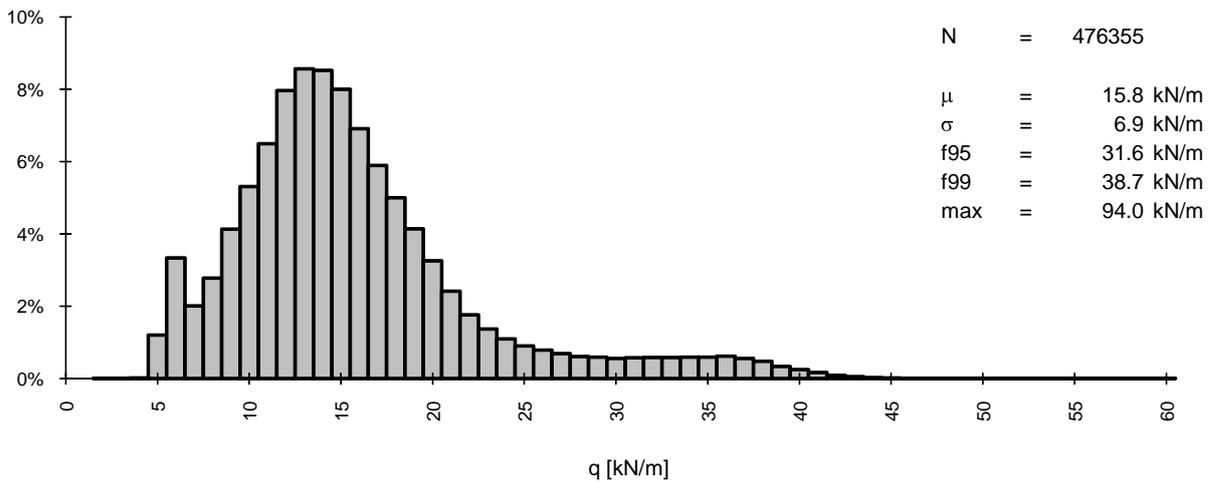
2008 Mattstetten

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



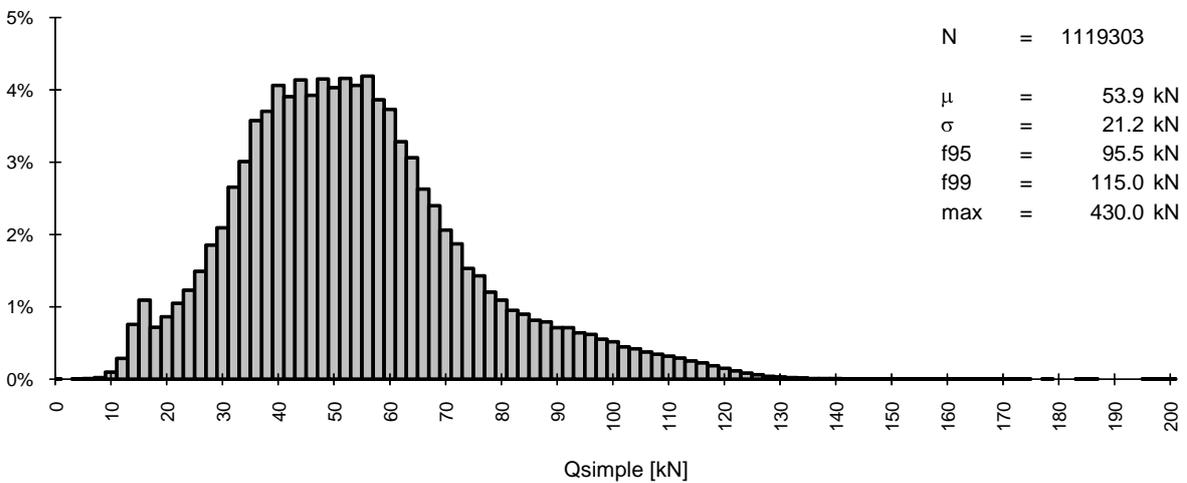
2008 Mattstetten

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Mattstetten

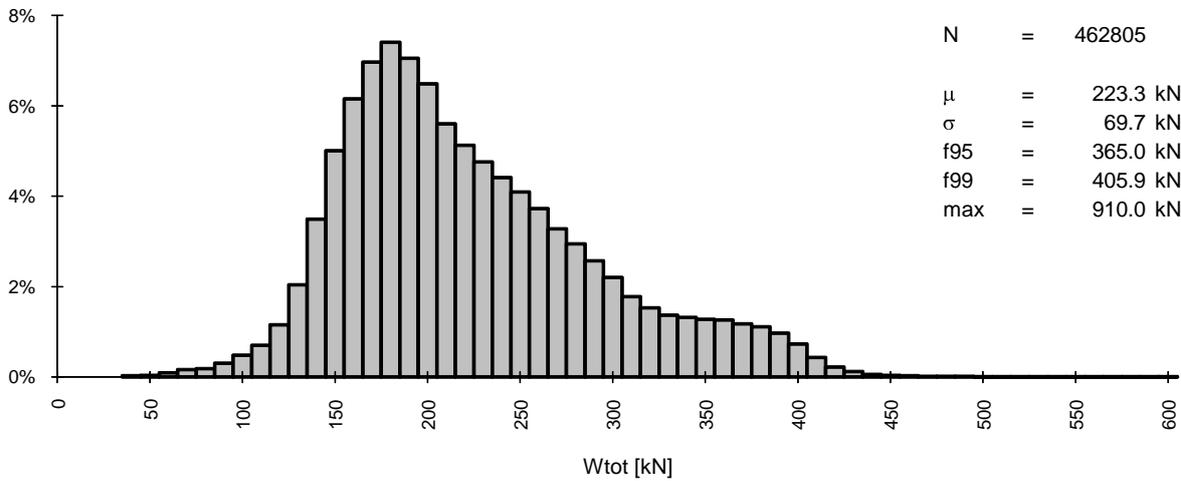
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 3.3.6 Lastenzüge (LZ)

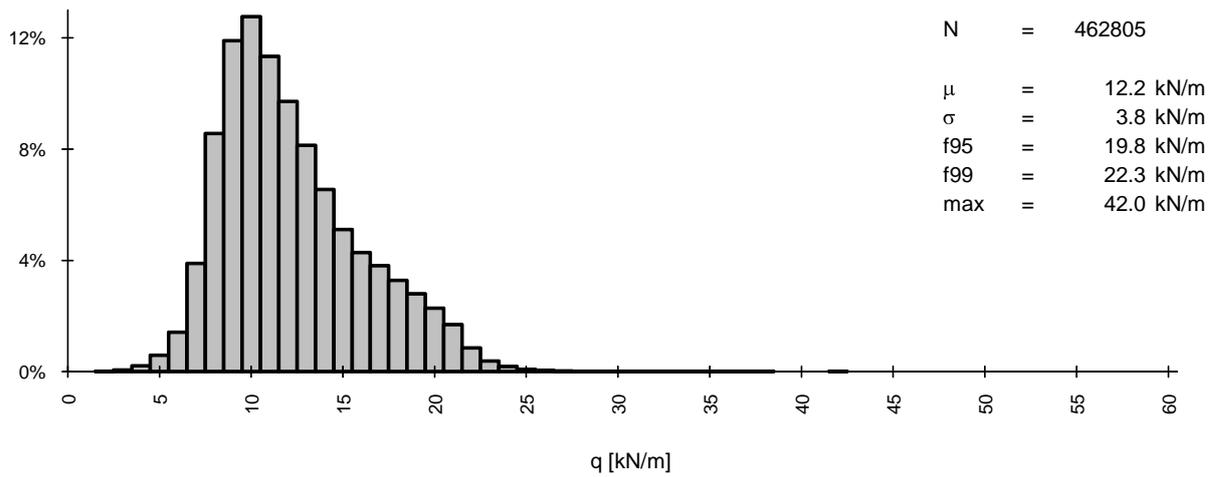
2008 Mattstetten

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



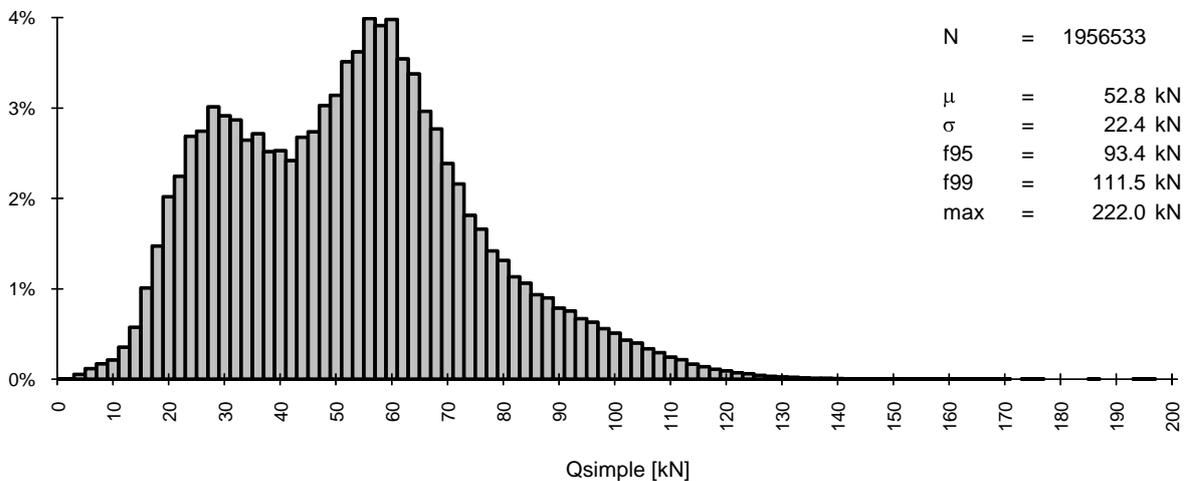
2008 Mattstetten

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



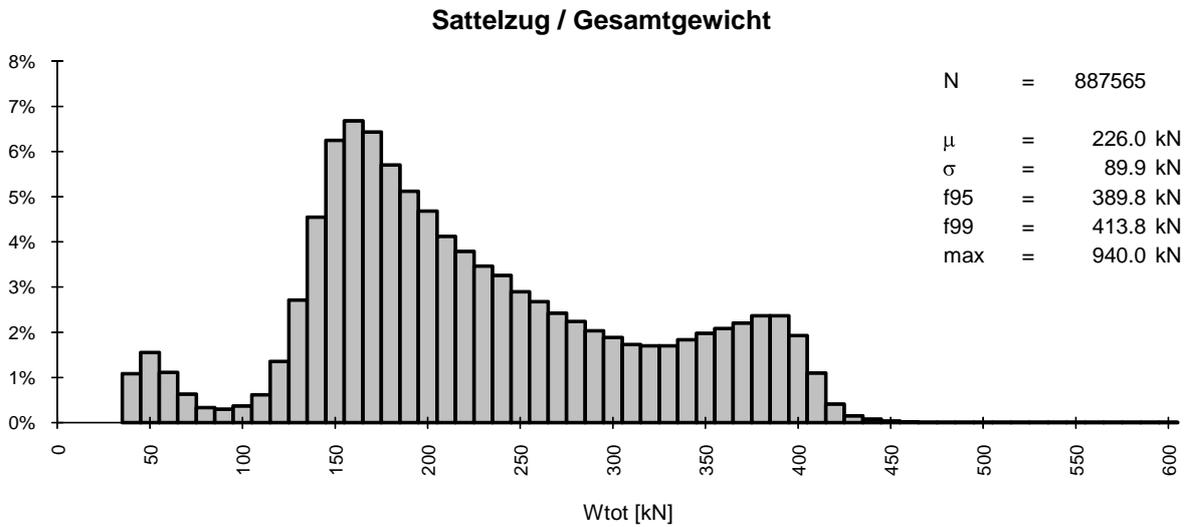
2008 Mattstetten

**Lastenzug / alle Einzelachsen**

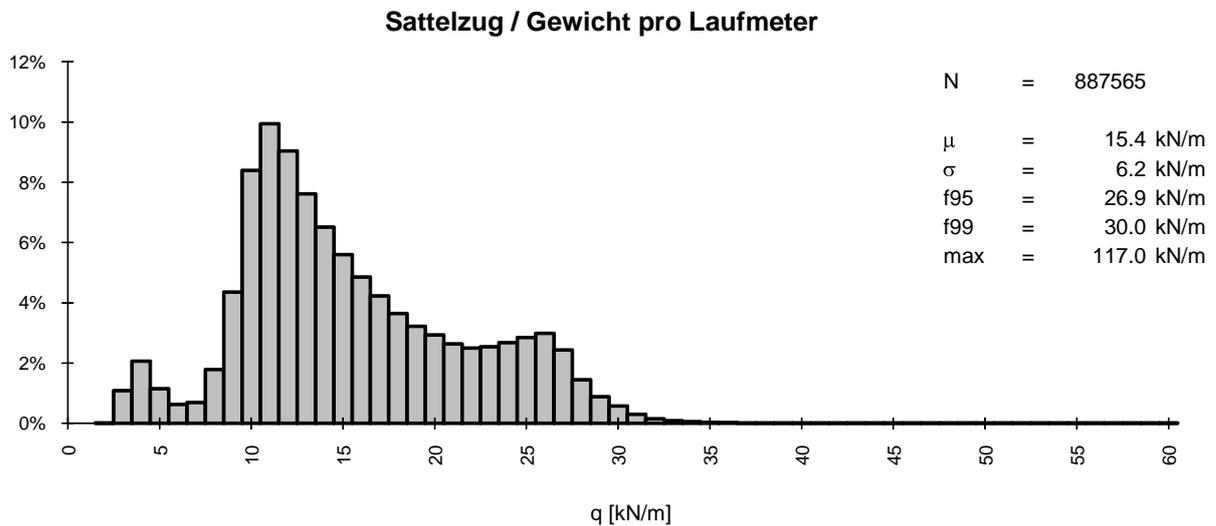


### 3.3.7 Sattelzüge (SZ)

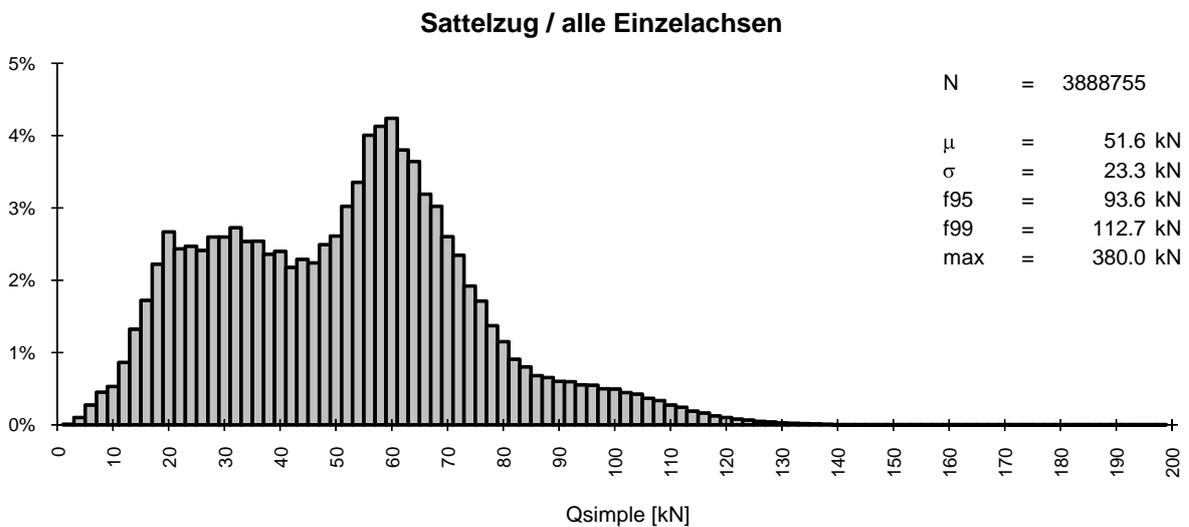
2008 Mattstetten



2008 Mattstetten



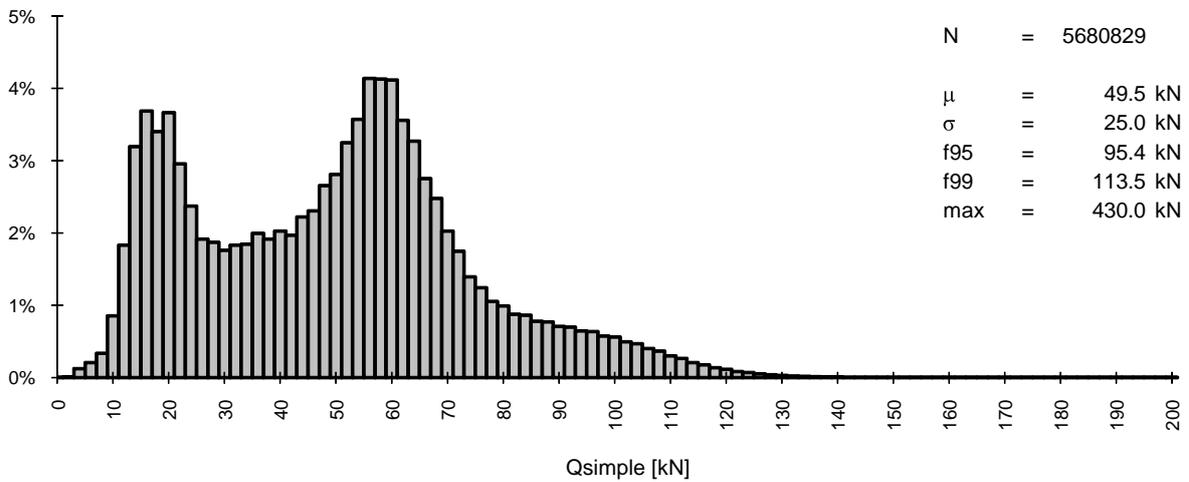
2008 Mattstetten



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

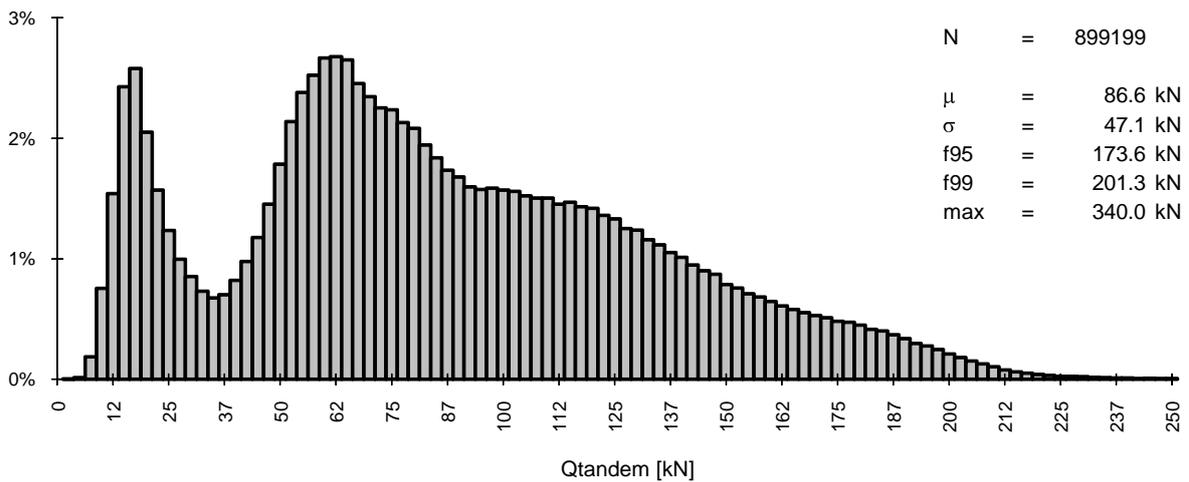
2008 Mattstetten

#### Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



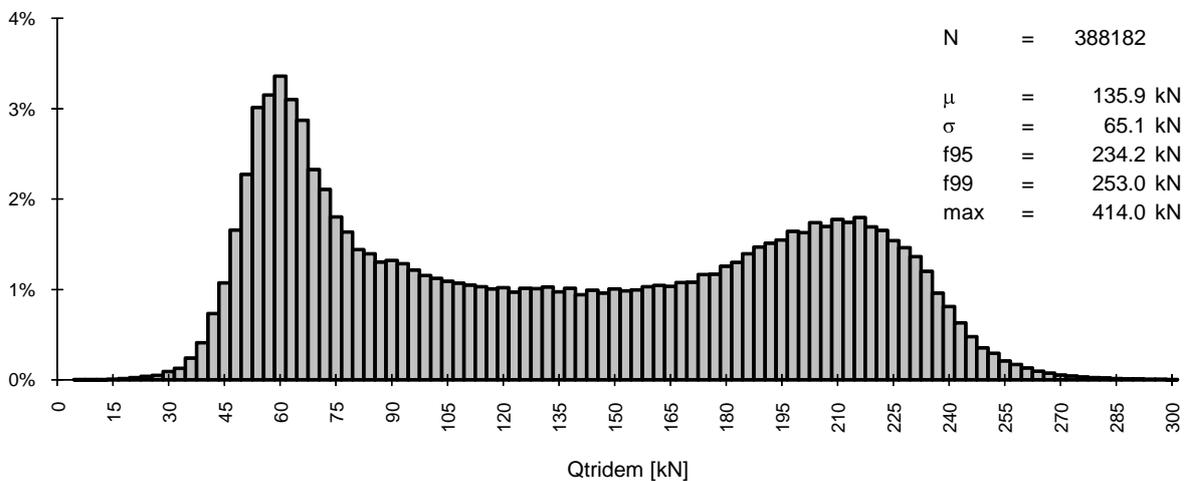
2008 Mattstetten

#### Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2008 Mattstetten

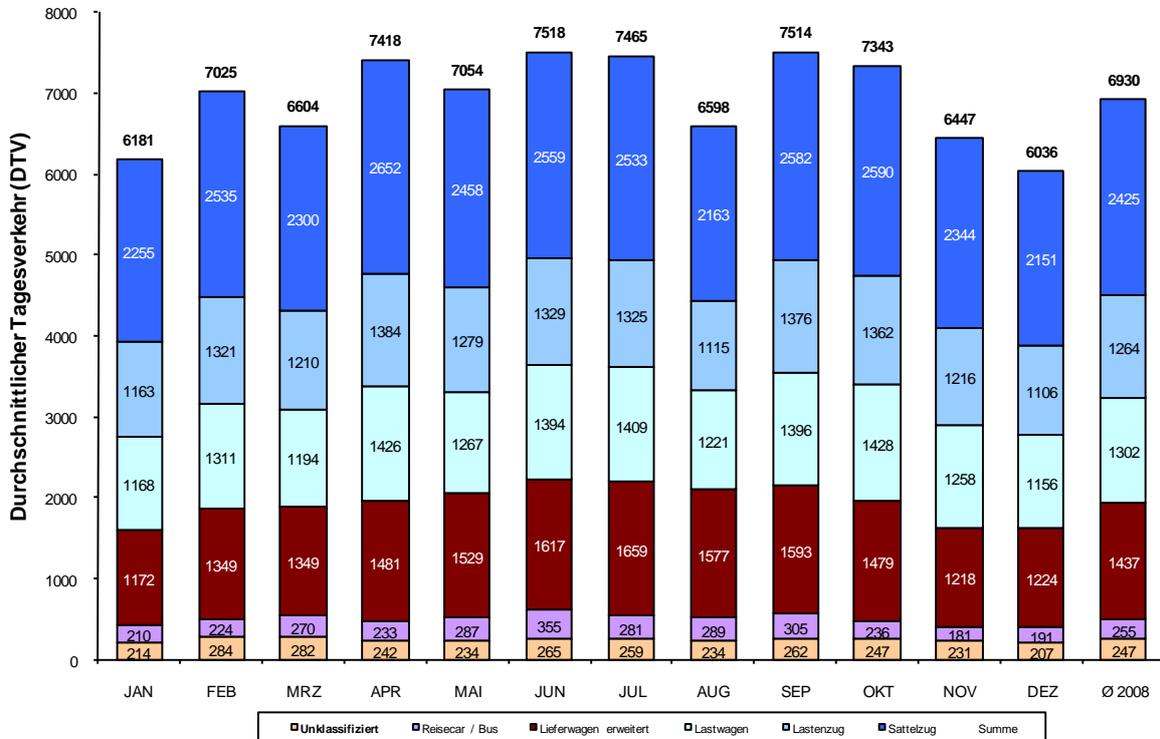
#### Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



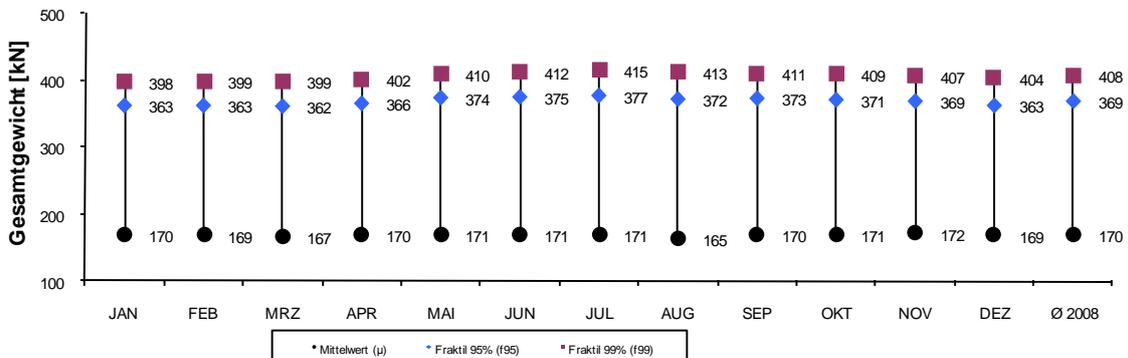
### 3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

#### 3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

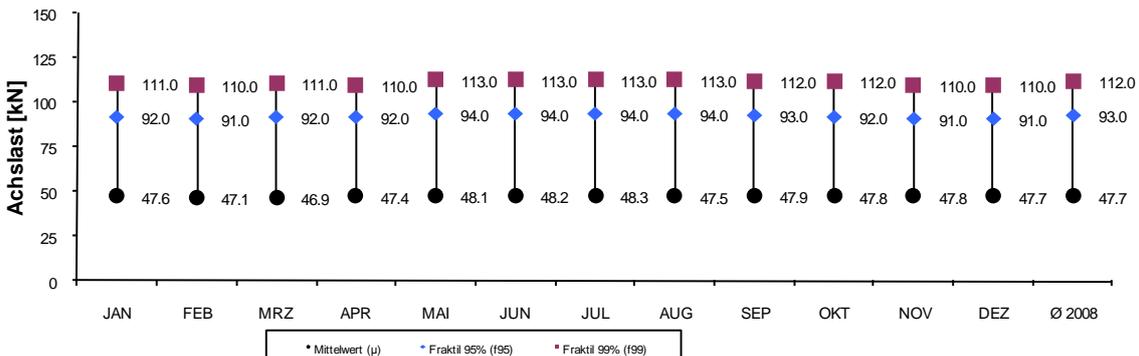
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

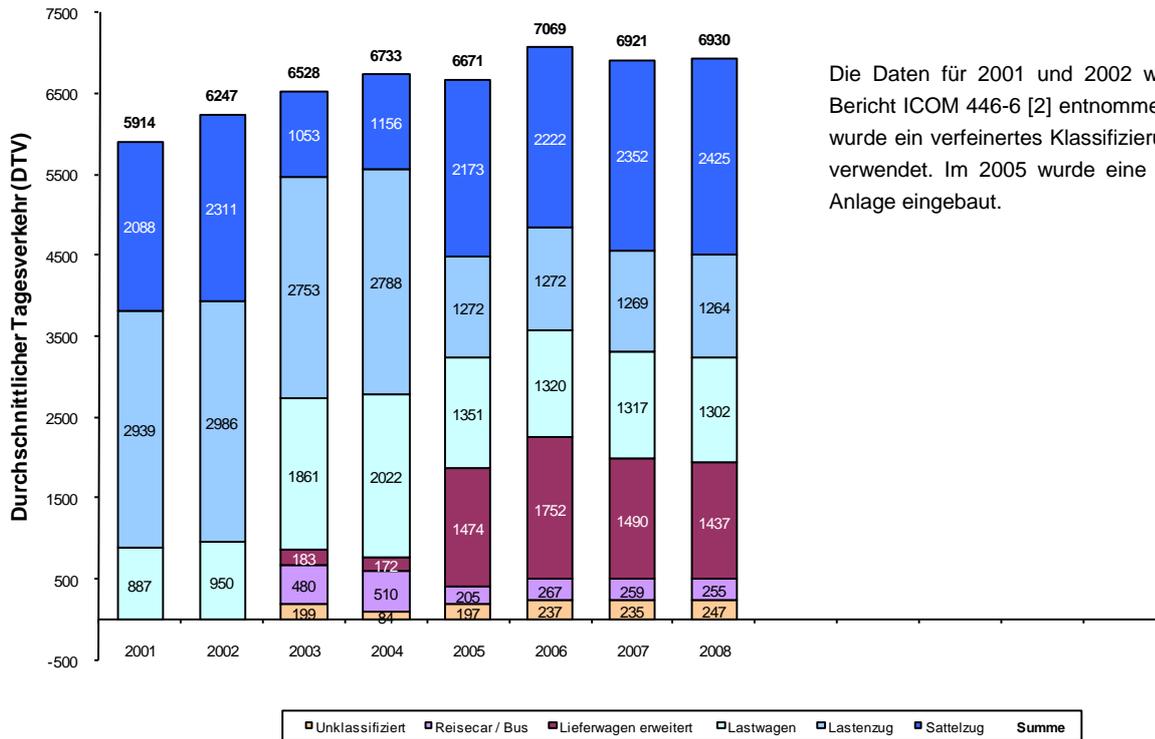


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

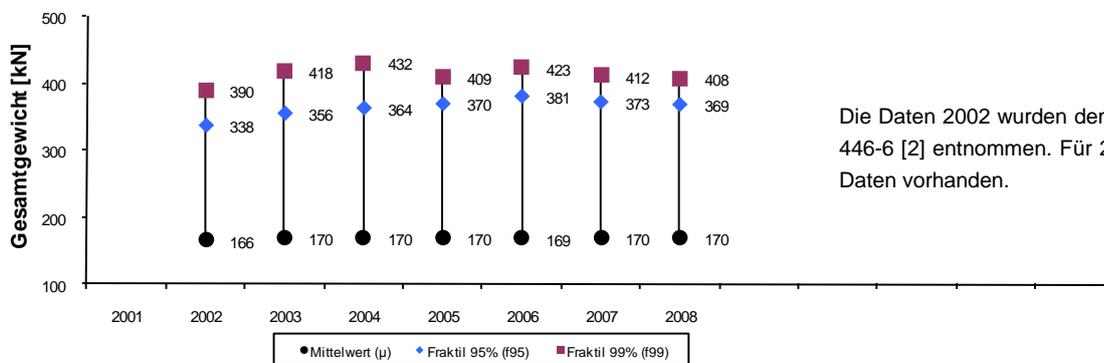


### 3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

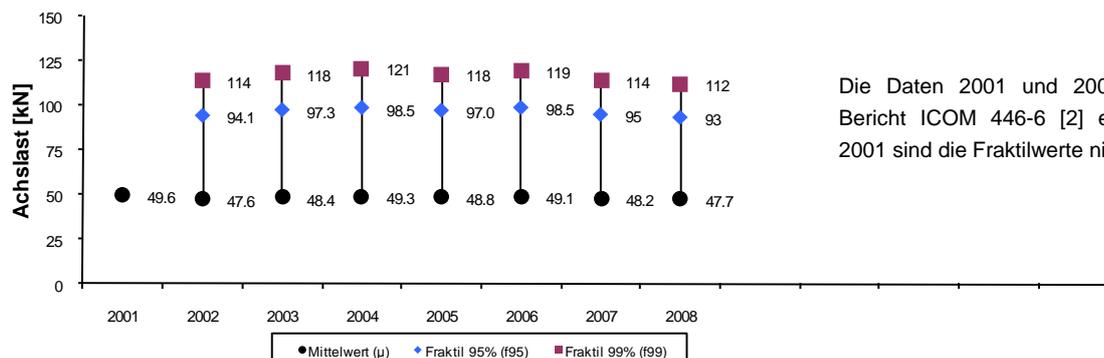
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### 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	49.5	49.5	95.4	113.5
Tandemachse	86.6	43.3	86.8	100.65
Tridemachse	135.9	45.3	78.1	84.3
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 49.5 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.3 kN, respektive 45.3 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	13.5 kN/m	26.5 kN/m	35.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.86 kN/m <sup>2</sup>	7.57 kN/m <sup>2</sup>	10.2 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.

### 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	87'359	44	0.000	8'581	1	0.000	3	0
2	0.006	897'043	5'382	0.001	77'296	54	0.000	107	0
3	0.020	618'365	12'367	0.003	41'828	125	0.001	803	1
4	0.070	546'444	38'251	0.008	26'304	210	0.002	3'023	6
5	0.150	679'755	101'963	0.020	48'466	969	0.005	13'446	67
6	0.290	1'091'101	316'419	0.030	87'286	2'619	0.010	45'813	458
7	0.530	800'161	424'085	0.060	91'068	5'464	0.020	32'209	644
8	1.000	365'683	365'683	0.100	78'247	7'825	0.030	21'524	646
9	1.520	227'065	345'139	0.140	64'705	9'059	0.040	21'195	848
10	2.400	177'521	426'050	0.200	56'899	11'380	0.060	14'195	852
11	3.660	115'951	424'381	0.280	54'744	15'328	0.080	12'757	1'021
12	5.400	51'817	279'812	0.400	51'921	20'768	0.110	15'925	1'752
13	7.760	16'229	125'937	0.540	46'579	25'153	0.140	11'613	1'626
14	10.870	4'497	48'882	0.730	39'008	28'476	0.190	11'691	2'221
15	14.910	1'182	17'624	0.960	31'532	30'271	0.240	15'137	3'633
16	20.060	341	6'840	1.260	25'123	31'655	0.300	11'684	3'505
17	26.540	112	2'972	1.630	20'428	33'298	0.380	12'253	4'656
18	34.590	79	2'733	2.080	17'217	35'811	0.480	18'130	8'702
19	-	-	-	2.640	13'716	36'210	0.590	16'180	9'546
20	-	-	-	3.300	9'279	30'621	0.720	18'259	13'146
21	-	-	-	4.090	5'095	20'839	0.880	26'553	23'367
22	-	-	-	5.030	3'676	18'490	1.060	20'297	21'515
23	-	-	-	-	-	-	1.270	18'074	22'954
24	-	-	-	-	-	-	1.520	16'848	25'609
25	-	-	-	-	-	-	1.810	5'688	10'295
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'609	5'583
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'389	3'486
28	-	-	-	-	-	-	2.940	393	1'155
29	-	-	-	-	-	-	3.430	173	593
30	-	-	-	-	-	-	3.980	102	406
Summe		5'680'705	2'944'565		898'998	364'626		388'073	168'294

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'944'565 + 364'626 + 168'294 = 3'477'485 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'477'485 = 1'564'868 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'564'868 / 366 = 4'276 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

### 3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2008 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 Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 7'518 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten August, 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 35.0%. Die Kategorie „Lieferwagen erweitert“ hat einen Anteil von 20.7%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2), im Vorjahr waren es 1.9%.

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 2008 passierten pro Tag durchschnittlich 6'930 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, dies entspricht etwa der Anzahl Fahrzeuge vom Vorjahr (6'921). Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 3.4.2. b) bleibt gleich wie im Vorjahr bei 170 kN. Die Fraktilwerte f95 und f99 sanken jedoch um 1.07%, respektive 1.4%.

Bezüglich Achslast ist eine ähnliche Entwicklung feststellbar (s. Diagramm 3.4.2. c). Der Mittelwert sinkt von 48 auf 47.7 kN (-0.6%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sanken um 2.1%, respektive um 1.7%.

Die mittlere Achslast nimmt im Vergleich zu 2007 leicht ab. Dies wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 3.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 4'562 auf 4'276 ESAL (-6.3%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Sechsjährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen sechs Jahren von 6'528 auf 6'930 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 6.2%. Der maximale DTV trat 2006 auf. 2005 wurde eine neue WIM-Anlage eingebaut, dies hatte Auswirkungen auf die gemessene 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 ist zu beobachten, dass 1. der DTV von „Lastwagen“ und „Lastenzug“ etwa gleichbleibend ist, 2. der DTV von „Sattelzug“ ab 2006 leicht zunimmt (Anteil am Schwerverkehr 2006: 31.4%, 2008: 35%) und 3. der Anteil von „Lieferwagen erweitert“ ab 2006 leicht abnimmt (Anteil am Schwerverkehr 2006: 24.8%, 2008: 20.7%).

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs bleibt zwischen 2003 und 2008 etwa konstant. Der „Fraktile 95%“-Wert variiert in den sechs Jahren, nimmt insgesamt aber leicht zu (+3.7%). Dies deutet auf eine Gewichtszunahme der schwersten Fahrzeuge hin.

Der Achslast-Mittelwert verändert sich zwischen 2003 und 2008 nur wenig. Der „Fraktile 95%“-Wert nimmt über die sechs Jahre jedoch leicht ab (-4.4%).

## 4 Oberbüren (A1)

### 4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 4.2 Übersicht Messresultate

#### 4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

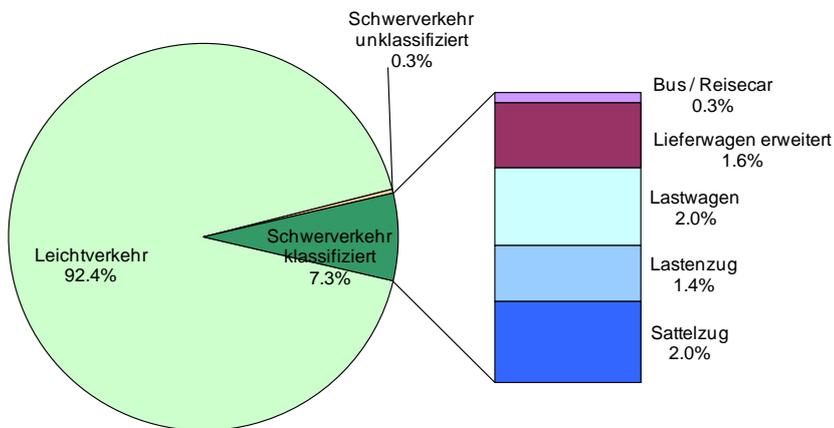
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in der Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	18'523'626	50'611	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	17'113'226	46'757	92.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'410'400	3'854	7.6	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	61'423	168	0.3	4.4
01 Bus / Reiseкар	48'927	134	0.3	3.5
02 Motorrad	624	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	64'467	176	0.3	4.6
04 Personenwagen mit Anh.	14'437	39	0.1	1.0
05 Lieferwagen	116'290	318	0.6	8.2
06 Lieferwagen mit Anhänger	63'657	174	0.3	4.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	42'927	117	0.2	3.0
08 Lastwagen	361'587	988	2.0	25.6
09 Lastenzug	259'606	709	1.4	18.4
10 Sattelzug	376'455	1'029	2.0	26.7
Total	1'410'400	3'854	7.6	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	365'744	999	2.0	25.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	568'945	1'554	3.1	40.3
Fahrzeuge 18 - 28t	310'402	848	1.7	22.0
Fahrzeuge 28 - 40t	142'562	390	0.8	10.1
Fahrzeuge >40t	22'747	62	0.1	1.6
Total	1'410'400	3'854	7.6	100.0

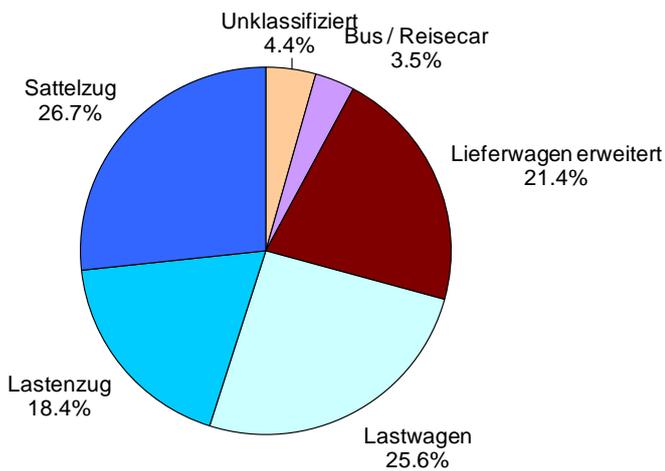
**Tabelle 4:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

## 4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

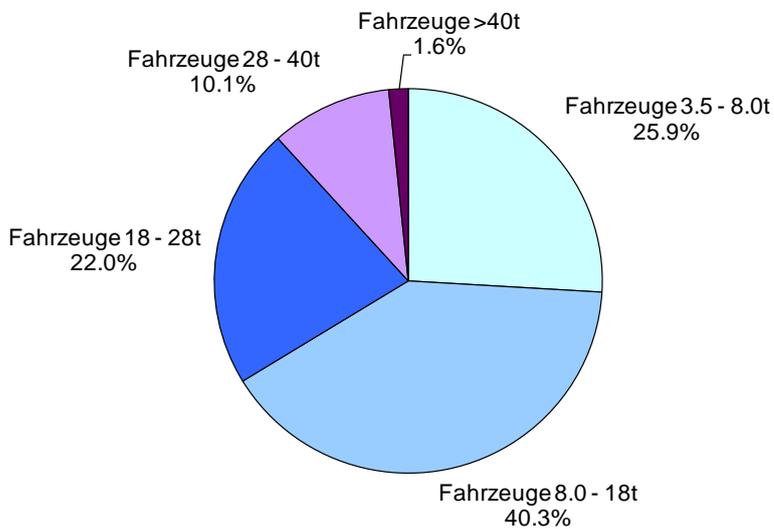
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 4.3 Messdiagramme

### 4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2008 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+, 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).

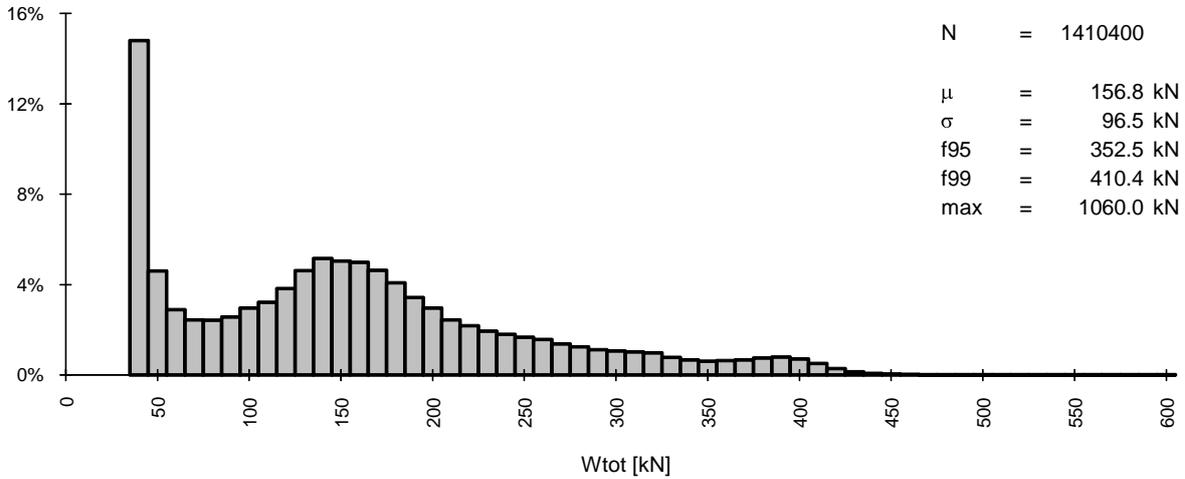
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

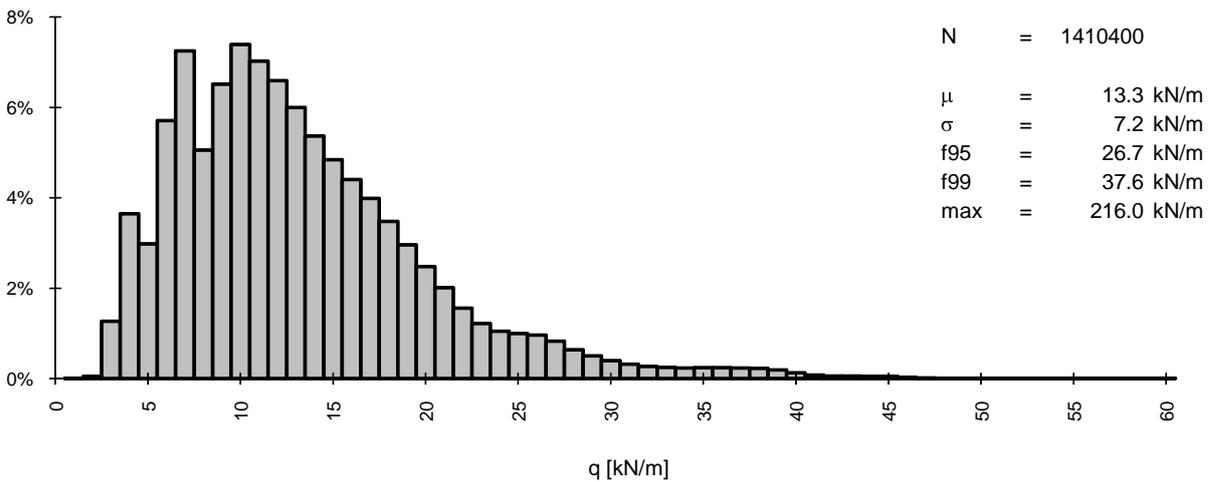
2008 Oberbüren

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



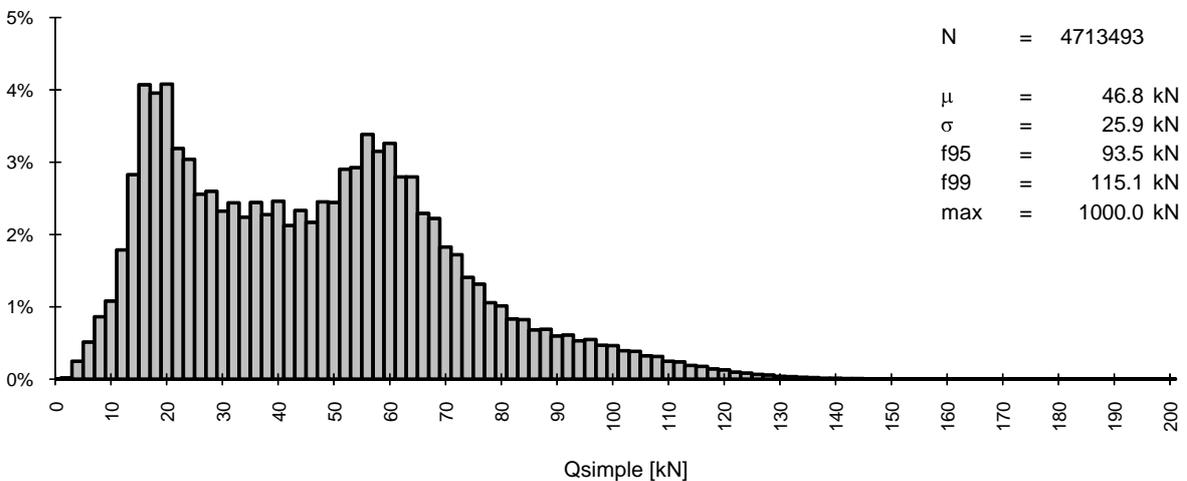
2008 Oberbüren

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüren

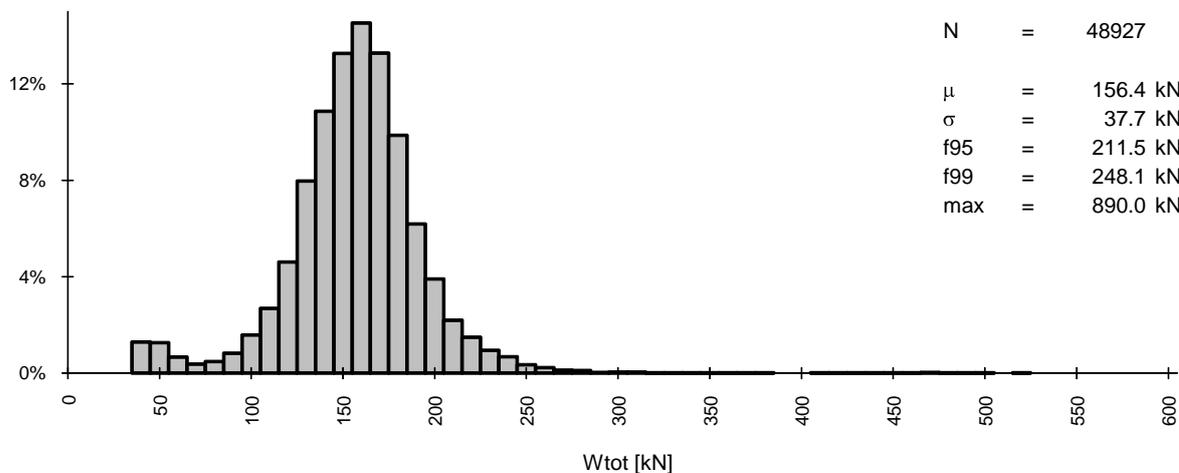
**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**



### 4.3.3 Reise cars und Busse (CB)

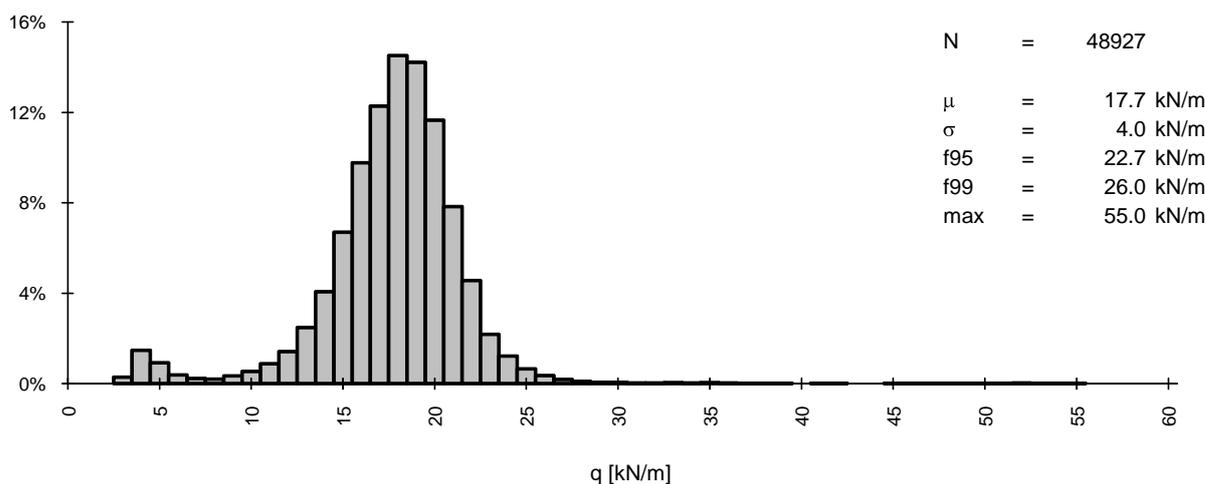
2008 Oberbüren

**Car / Bus / Gesamtgewicht**



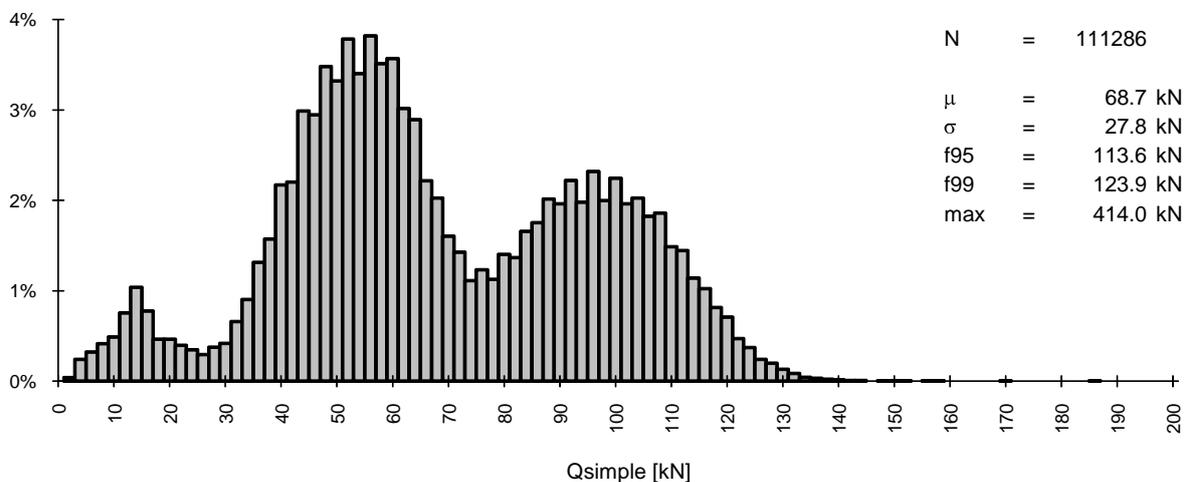
2008 Oberbüren

**Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüren

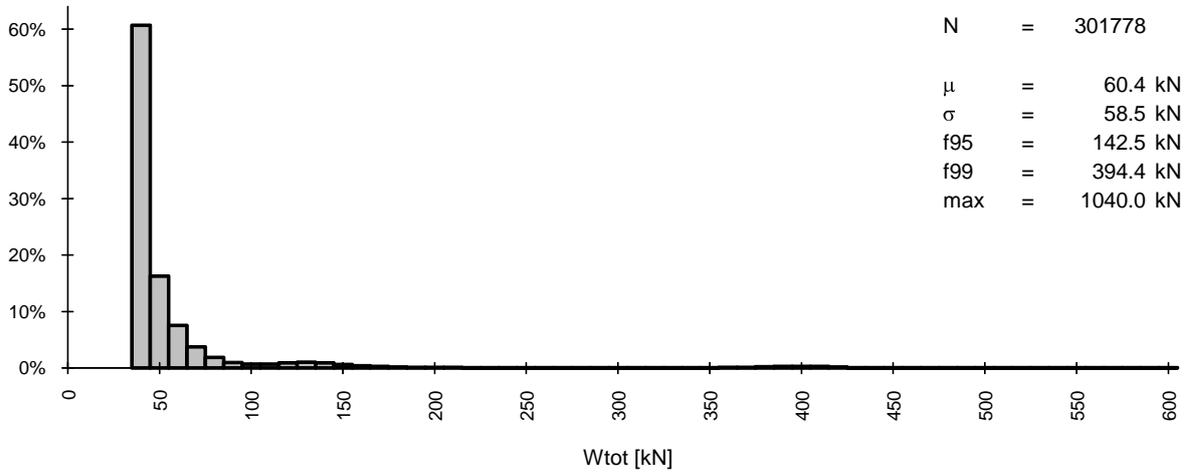
**Car / Bus / alle Einzelachsen**



### 4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

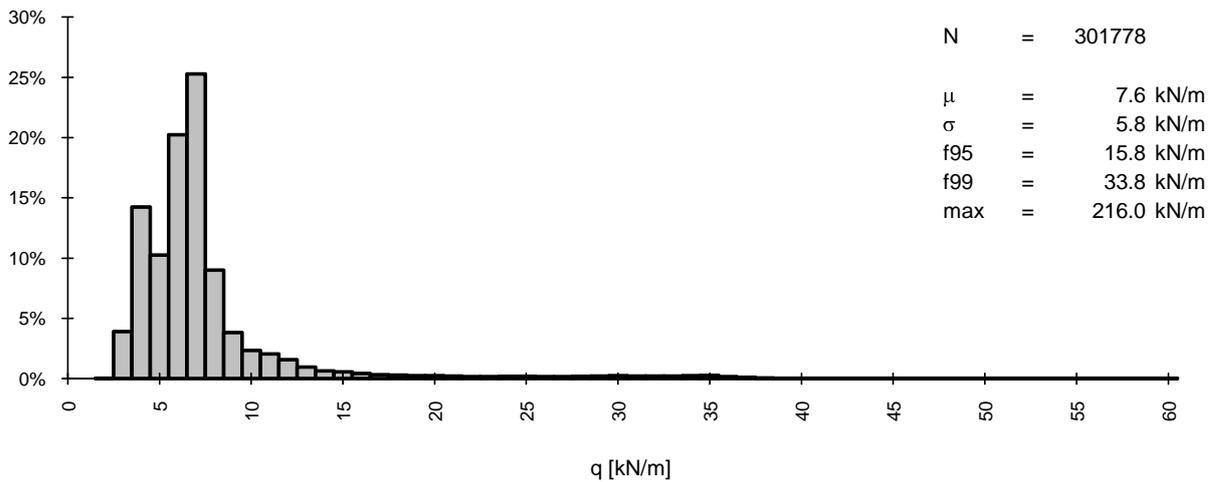
2008 Oberbüren

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



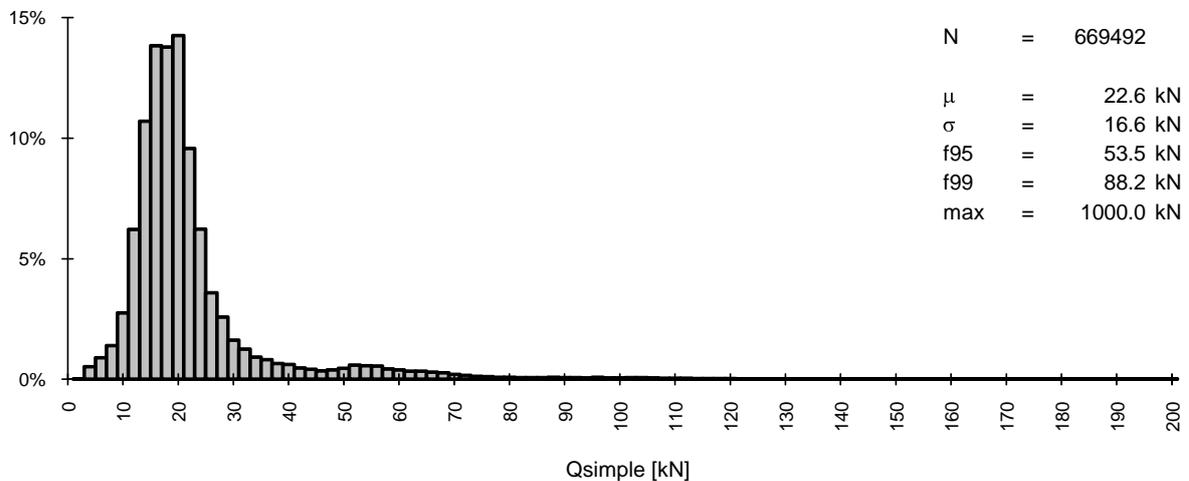
2008 Oberbüren

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüren

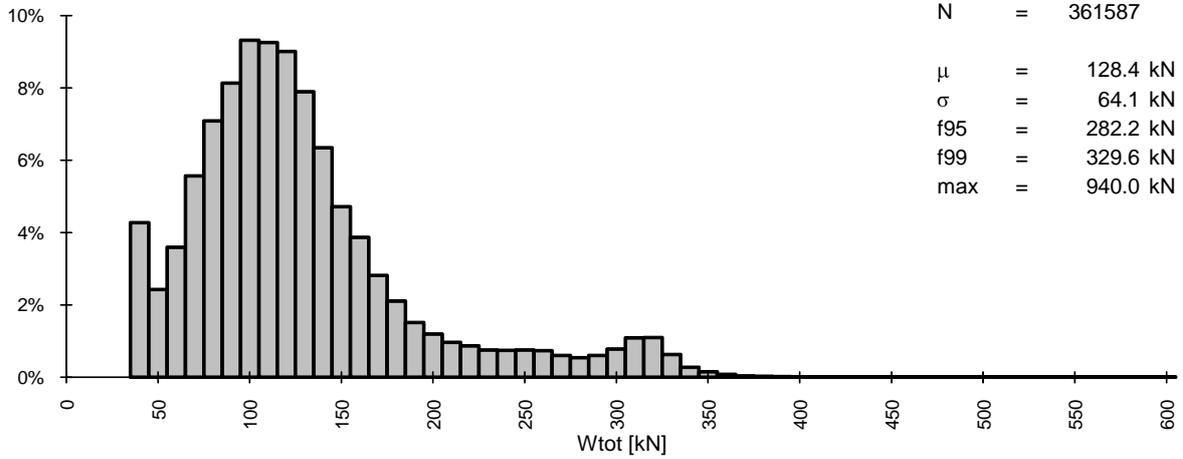
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 4.3.5 Lastwagen (LW)

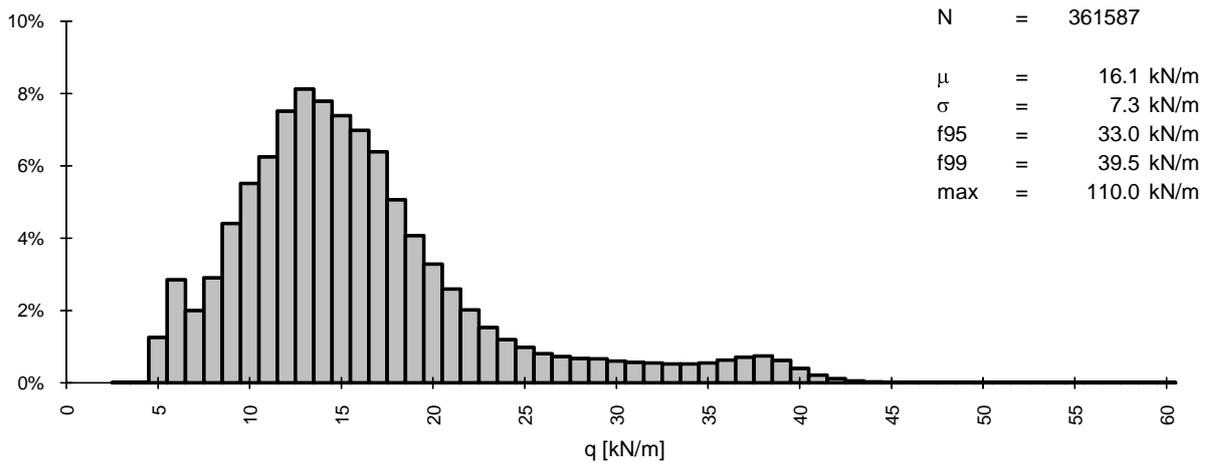
2008 Oberbüren

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



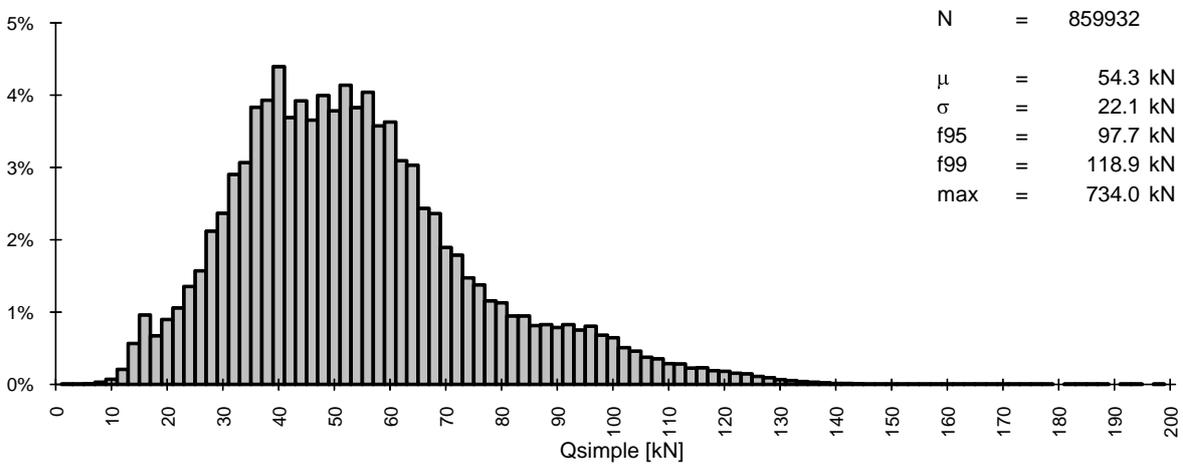
2008 Oberbüren

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüren

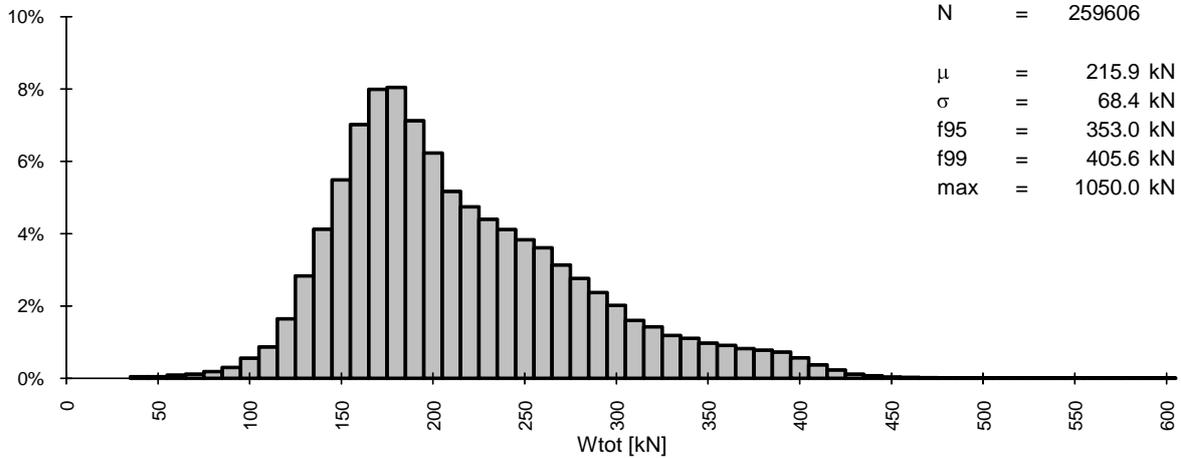
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 4.3.6 Lastenzüge (LZ)

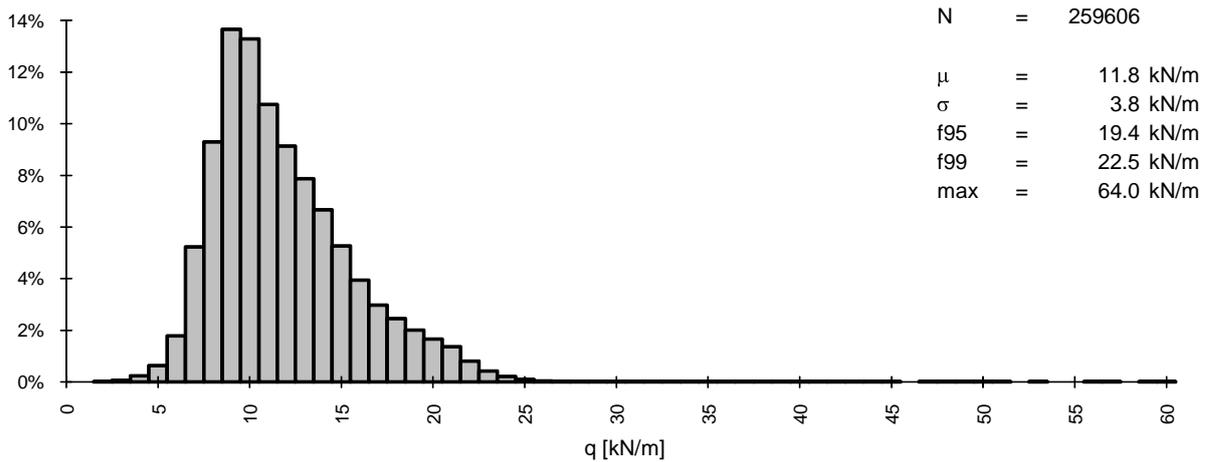
2008 Oberbüren

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



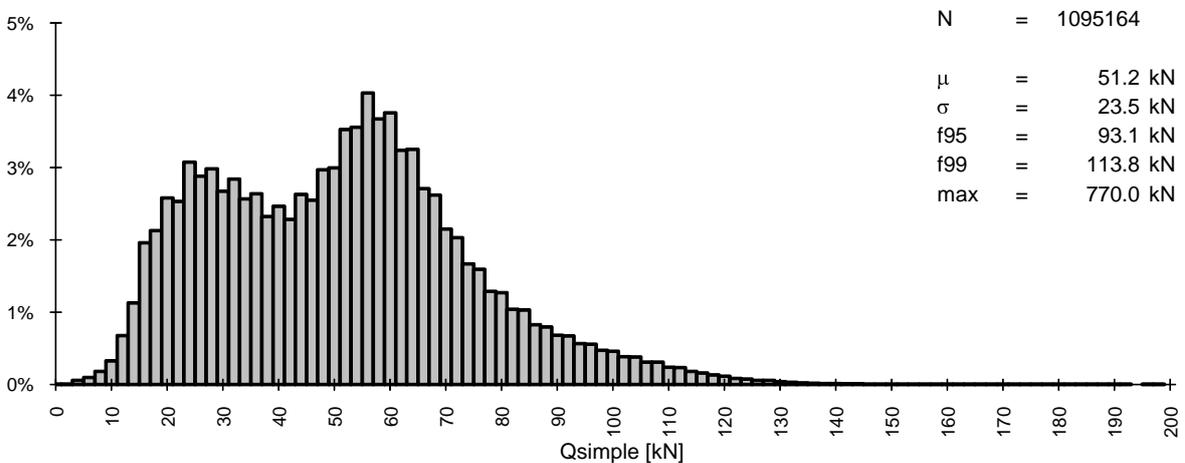
2008 Oberbüren

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüren

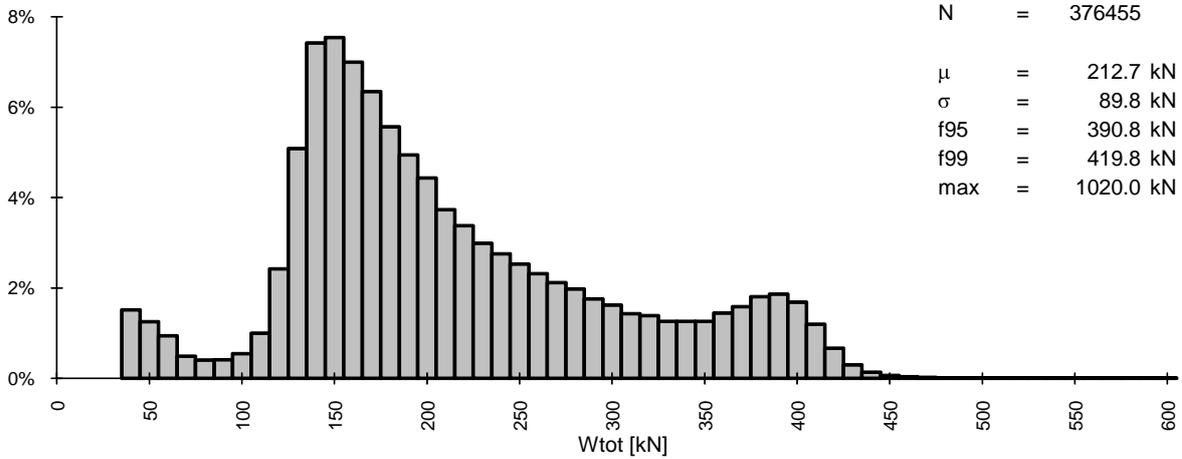
**Lastenzug / alle Einzelachsen**



### 4.3.7 Sattelzüge (SZ)

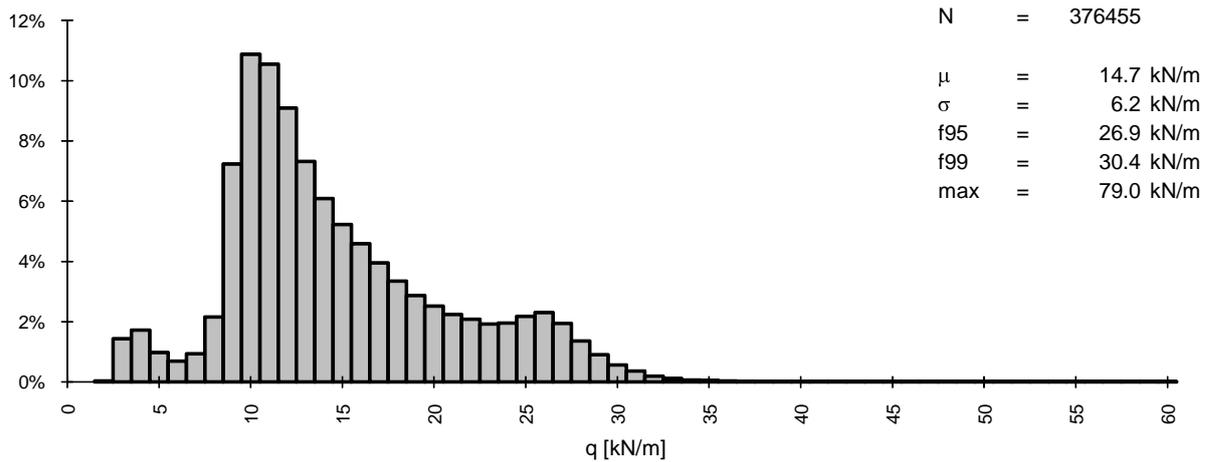
2008 Oberbüeren

**Sattelzug / Gesamtgewicht**



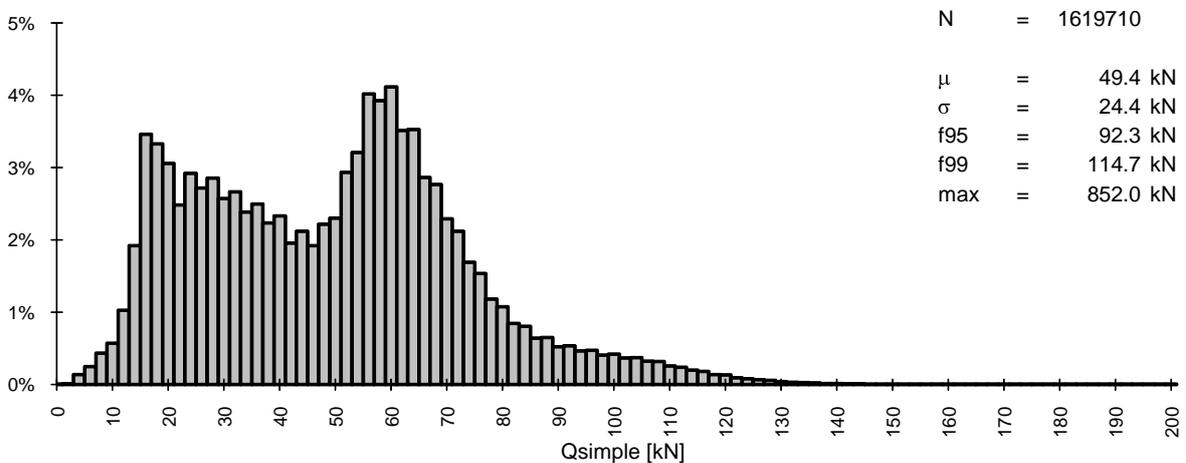
2008 Oberbüeren

**Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Oberbüeren

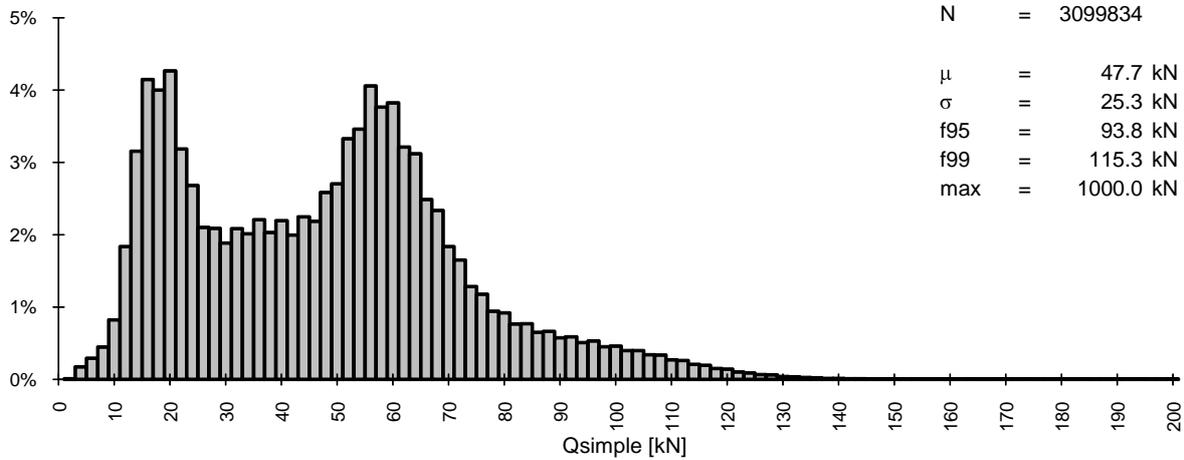
**Sattelzug / alle Einzelachsen**



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

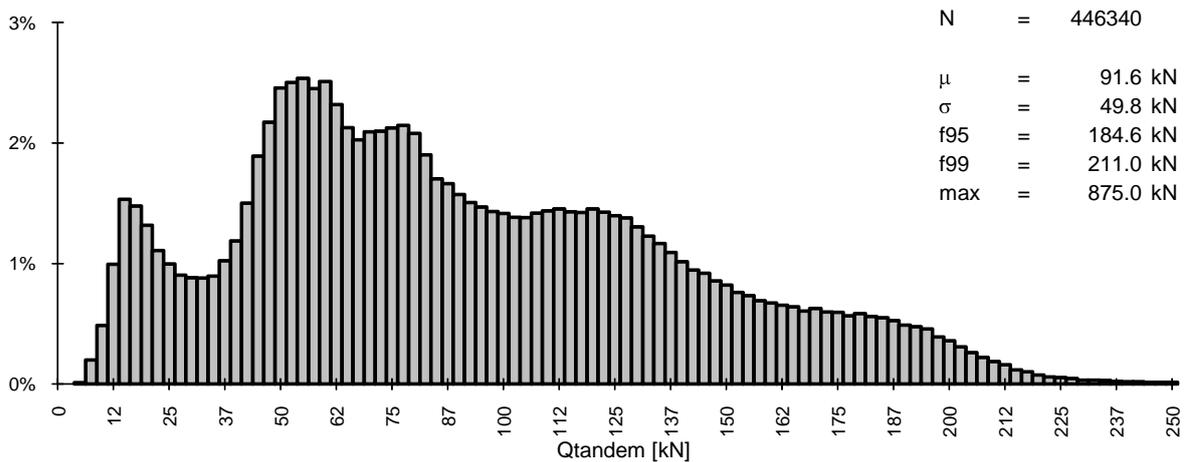
2008 Oberbüeren

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



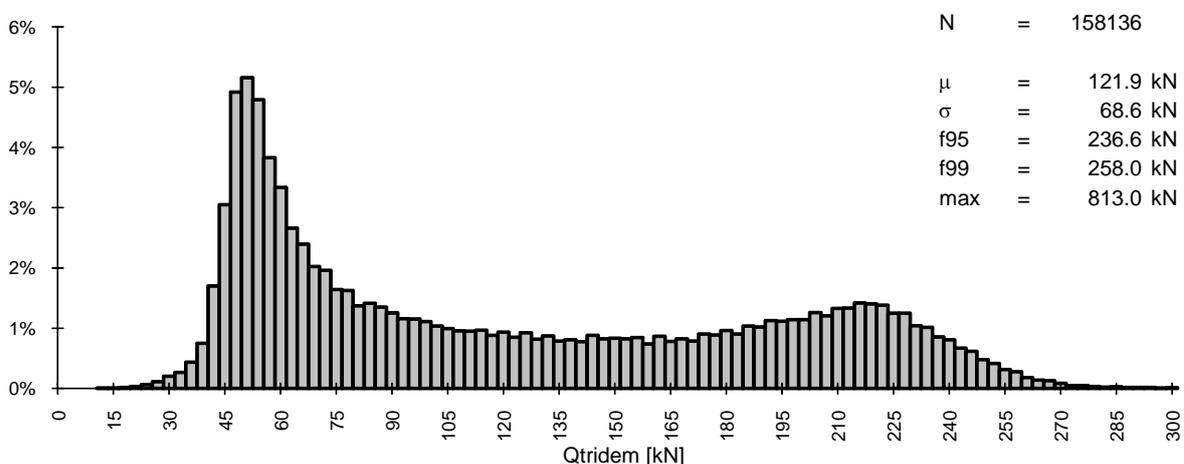
2008 Oberbüeren

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2008 Oberbüeren

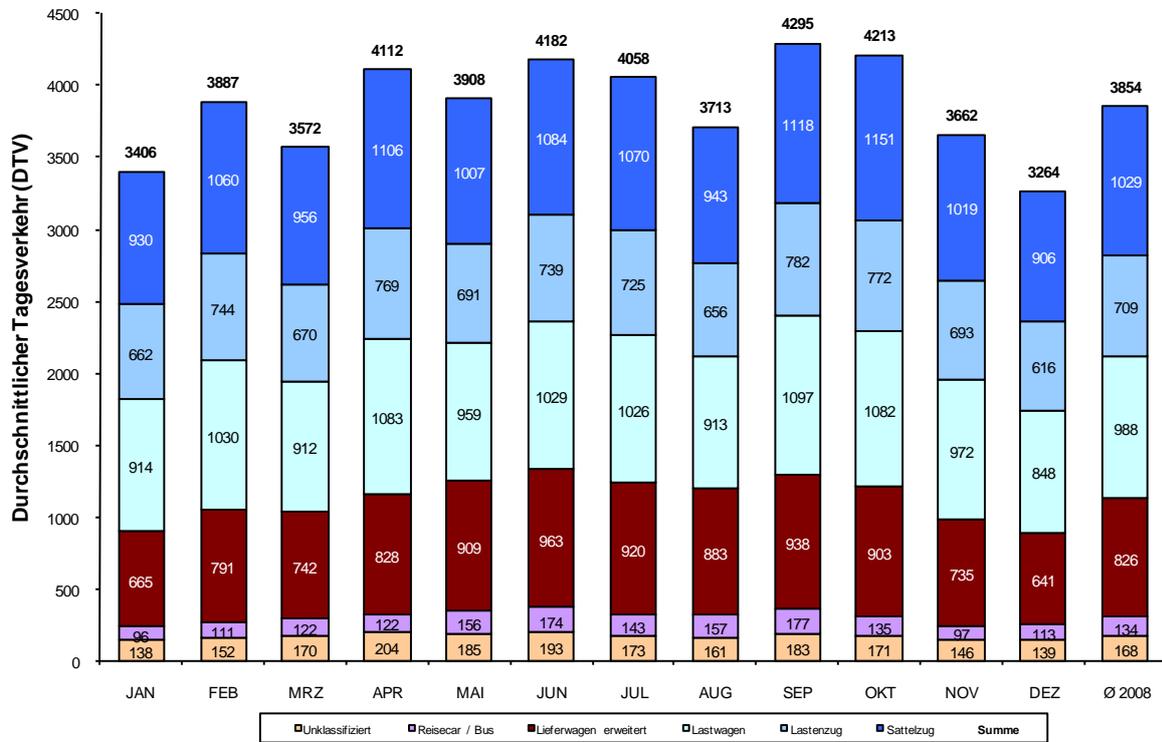
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



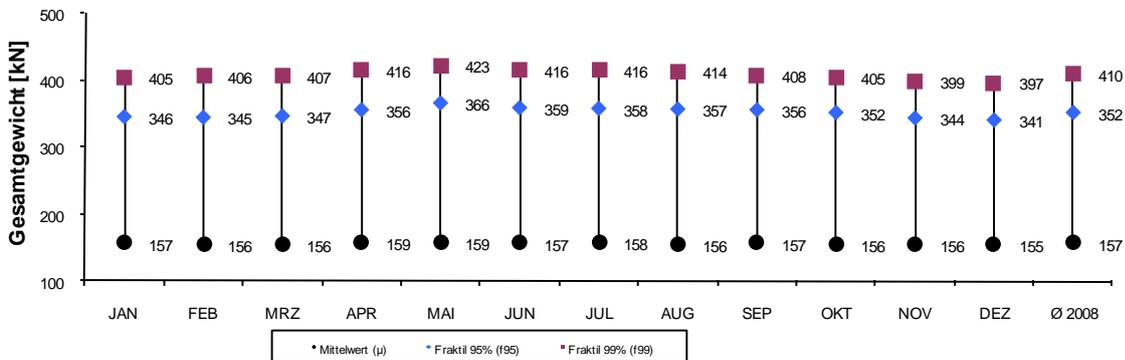
### 4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

#### 4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

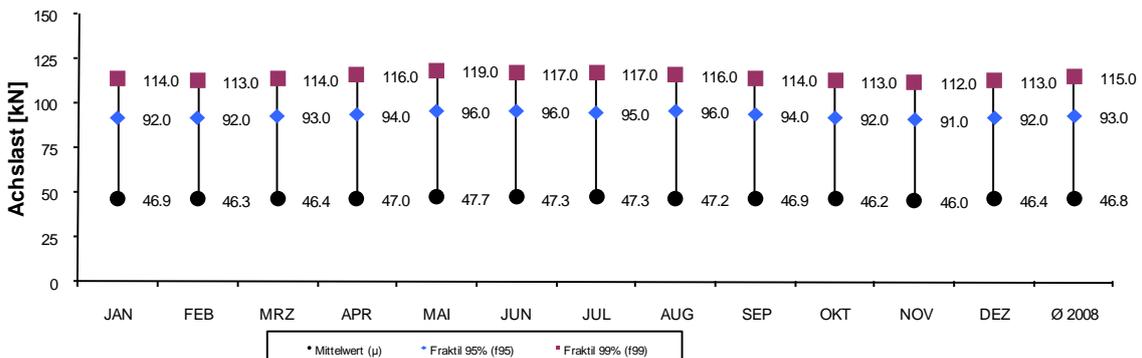
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

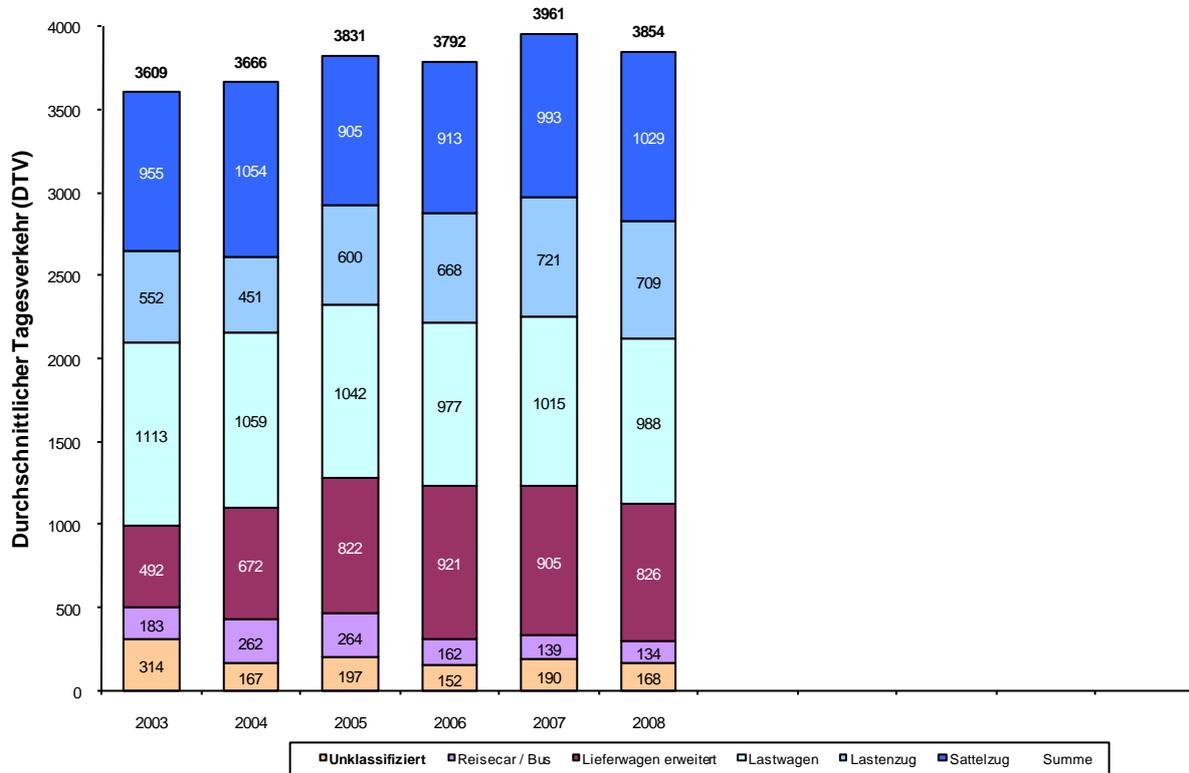


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

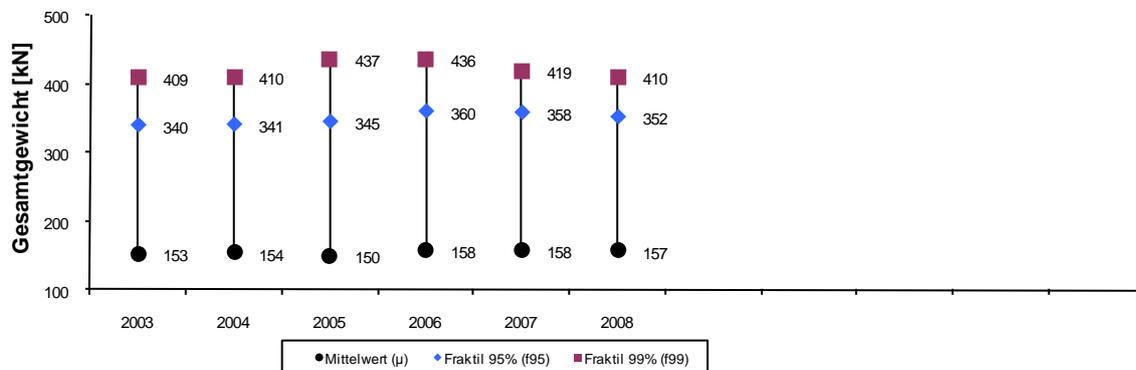


### 4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

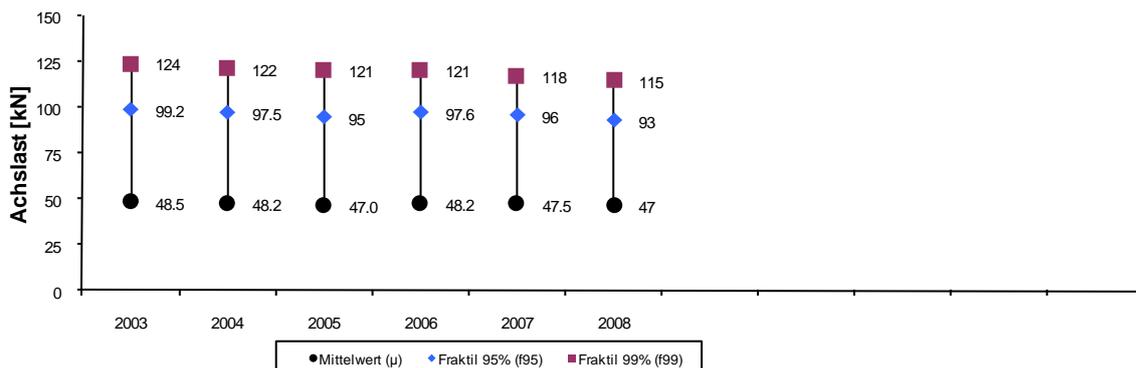
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### 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	47.7	47.7	93.8	115.3
Tandemachse	91.6	45.8	92.3	105.5
Tridemachse	121.9	40.63	78.9	86
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 47.7 kN, respektive 45.8 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 40.63 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	13.3 kN/m	26.7kN/m	37.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.8 kN/m <sup>2</sup>	7.6 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.

#### 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 Achsarten 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	54'203	<b>27</b>	0.000	3'110	<b>0</b>	0.000	0	<b>0</b>
2	0.006	539'781	<b>3'239</b>	0.001	23'752	<b>17</b>	0.000	38	<b>0</b>
3	0.020	370'432	<b>7'409</b>	0.003	17'354	<b>52</b>	0.001	659	<b>1</b>
4	0.070	326'529	<b>22'857</b>	0.008	17'793	<b>142</b>	0.002	2'290	<b>5</b>
5	0.150	363'327	<b>54'499</b>	0.020	35'810	<b>716</b>	0.005	15'289	<b>76</b>
6	0.290	571'786	<b>165'818</b>	0.030	44'620	<b>1'339</b>	0.010	27'065	<b>271</b>
7	0.530	402'871	<b>213'522</b>	0.060	38'233	<b>2'294</b>	0.020	11'197	<b>224</b>
8	1.000	185'103	<b>185'103</b>	0.100	37'725	<b>3'773</b>	0.030	8'270	<b>248</b>
9	1.520	106'392	<b>161'716</b>	0.140	30'525	<b>4'274</b>	0.040	8'513	<b>341</b>
10	2.400	78'909	<b>189'382</b>	0.200	25'994	<b>5'199</b>	0.060	5'411	<b>325</b>
11	3.660	54'220	<b>198'445</b>	0.280	25'089	<b>7'025</b>	0.080	4'729	<b>378</b>
12	5.400	29'741	<b>160'601</b>	0.400	25'699	<b>10'280</b>	0.110	5'910	<b>650</b>
13	7.760	11'129	<b>86'361</b>	0.540	24'576	<b>13'271</b>	0.140	4'104	<b>575</b>
14	10.870	3'488	<b>37'915</b>	0.730	20'087	<b>14'664</b>	0.190	3'909	<b>743</b>
15	14.910	977	<b>14'567</b>	0.960	15'800	<b>15'168</b>	0.240	5'240	<b>1'258</b>
16	20.060	329	<b>6'600</b>	1.260	12'744	<b>16'057</b>	0.300	3'810	<b>1'143</b>
17	26.540	81	<b>2'150</b>	1.630	11'280	<b>18'386</b>	0.380	3'917	<b>1'488</b>
18	34.590	98	<b>3'390</b>	2.080	10'460	<b>21'757</b>	0.480	5'602	<b>2'689</b>
19	-	-	-	2.640	9'484	<b>25'038</b>	0.590	4'680	<b>2'761</b>
20	-	-	-	3.300	7'520	<b>24'816</b>	0.720	5'355	<b>3'856</b>
21	-	-	-	4.090	4'343	<b>17'763</b>	0.880	7'811	<b>6'874</b>
22	-	-	-	5.030	3'587	<b>18'043</b>	1.060	6'573	<b>6'967</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	6'126	<b>7'780</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	5'886	<b>8'947</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'792	<b>5'054</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'595	<b>3'413</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	849	<b>2'131</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	210	<b>617</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	112	<b>384</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	78	<b>310</b>
Summe		3'099'396	<b>1'513'599</b>		445'585	<b>220'072</b>		158'020	<b>59'508</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'513'599 + 220'072 + 59'508 = 1'793'179 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'793'179 = 806'930 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 806'930 / 366 = 2'205 \text{ ESAL}$$

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

### 4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2008 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 4'295 Fahrzeugen. In den Monaten Januar, März, August, November und Dezember ist ein Rückgang des Schwerverkehrs messbar, wobei im Dezember ein deutliches Minimum auftritt.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt mit einem Anteil von 26.7% am häufigsten vor, gefolgt von der Kategorie „Lastwagen“ mit einem Anteil von 25.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.6% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 4.2.2), im Vorjahr waren es 2.1%.

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 Fraktilwerte f95 und f99 sind von April bis September etwas erhöht.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2008 passierten pro Tag durchschnittlich 3'854 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'961 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 2.7%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 4.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 4.4.2b) sinkt von 158 auf 157 kN um 0.6%. Der Fraktilwert f95 sinkt um 1.6%, der Fraktilwert f99 um 2.1%.

Bezüglich Achslast aller Fahrzeuge ist ebenfalls eine leichte Abnahme messbar (s. Diagramm 4.4.2c). Der Mittelwert nimmt von 47.5. kN auf 47.0 kN (-1%) ab, die Fraktilwerte f95 und f99 verändern sich um -3.1% respektive -2.5%.

Der durchschnittliche Tagesverkehr und die mittleren Achslast nehmen im Vergleich zu 2007 leicht ab. Dies wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 4.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 2'424 auf 2'205 ESAL (-9%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

#### Sechsjährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2008 von 3'609 auf 3'854 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 6.8%. Bis 2007 wächst der Schwerverkehr um 10%, danach nimmt er um 2.7% ab. Der Anteil der Fahrzeugtypen „Lieferwagen erweitert“ und „Lastenzüge“ steigt seit 2003 an (Anteil am

Schwerverkehr 2003: 13.6/15.3%, 2008: 21.4/18.4%) – „Lastwagen“ sind hingegen seltener unterwegs (Anteil am Schwerverkehr 2003: 30.8%, 2008: 25.6%).

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge ist 2003 deutlich höher als zwischen 2004 und 2008: Die Datenqualität hat sich somit verbessert.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs ist 2008 etwas höher als 2003 (+2.6%); die „Fraktile 95%“-Werte steigen um 3.5%. Die höchsten Werte treten im Jahr 2006 auf.

Die Achslasten nehmen zwischen 2003 und 2008 um 3% (Mittelwert) respektive 6.3% („Fraktile 95%“-Wert) kontinuierlich ab.

## 5 Schafisheim (A1)

### 5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 5.2 Übersicht Messresultate

#### 5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

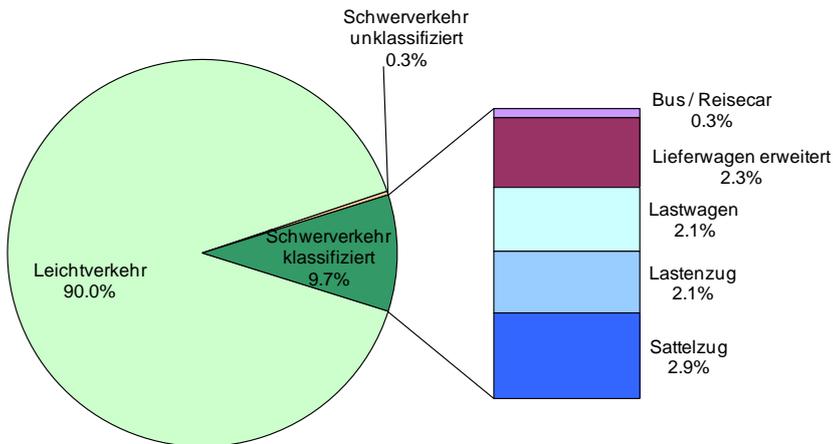
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Schafisheim (A1) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Schafisheim (A1) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	25'582'485	70'089	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	23'016'042	63'058	90.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'566'443	7'031	10.0	100
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	79'442	218	0.3	3.1
01 Bus / Reisecar	79'089	217	0.3	3.1
02 Motorrad	825	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	143'345	393	0.6	5.6
04 Personenwagen mit Anh.	68'693	188	0.3	2.7
05 Lieferwagen	188'805	517	0.7	7.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	125'072	343	0.5	4.9
07 Lieferwagen mit Auflieger	72'072	197	0.3	2.8
08 Lastwagen	546'658	1'498	2.1	21.3
09 Lastenzug	529'998	1'452	2.1	20.7
10 Sattelzug	732'444	2'007	2.9	28.5
Total	2'566'443	7'031	10.0	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	699'640	1'917	2.7	27.3
Fahrzeuge 8.0 - 18t	897'218	2'458	3.5	35.0
Fahrzeuge 18 - 28t	612'493	1'678	2.4	23.9
Fahrzeuge 28 - 40t	281'638	772	1.1	11.0
Fahrzeuge > 40t	75'454	207	0.3	2.9
Total	2'566'443	7'031	10.0	100.0

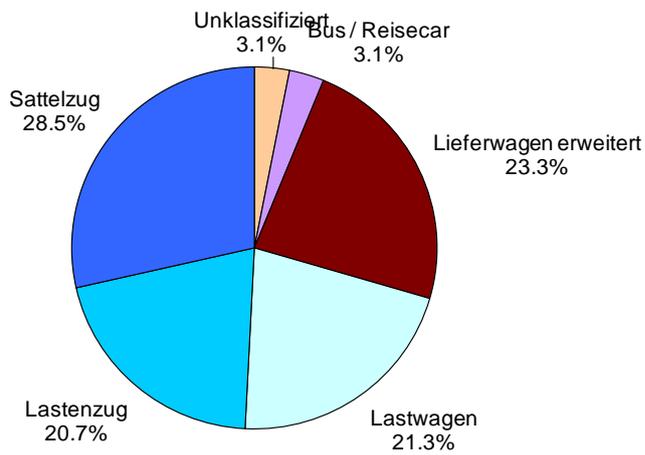
**Tabelle 5:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Schafisheim

## 5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

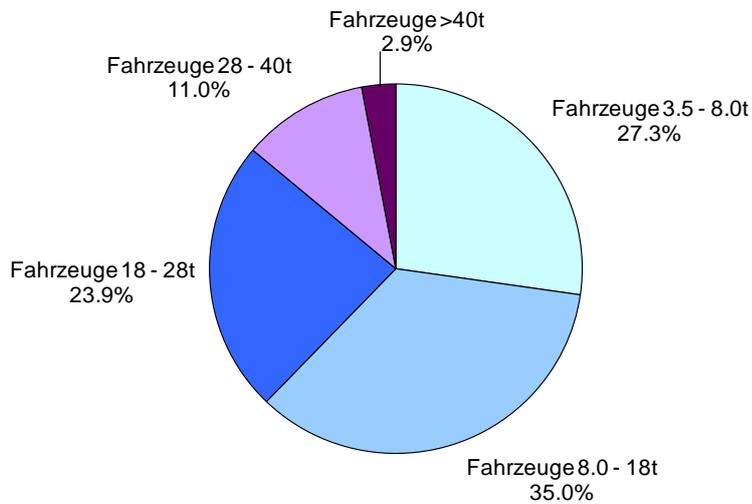
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 5.3 Messdiagramme

### 5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Schafisheim (A1) 2008 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+, 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).

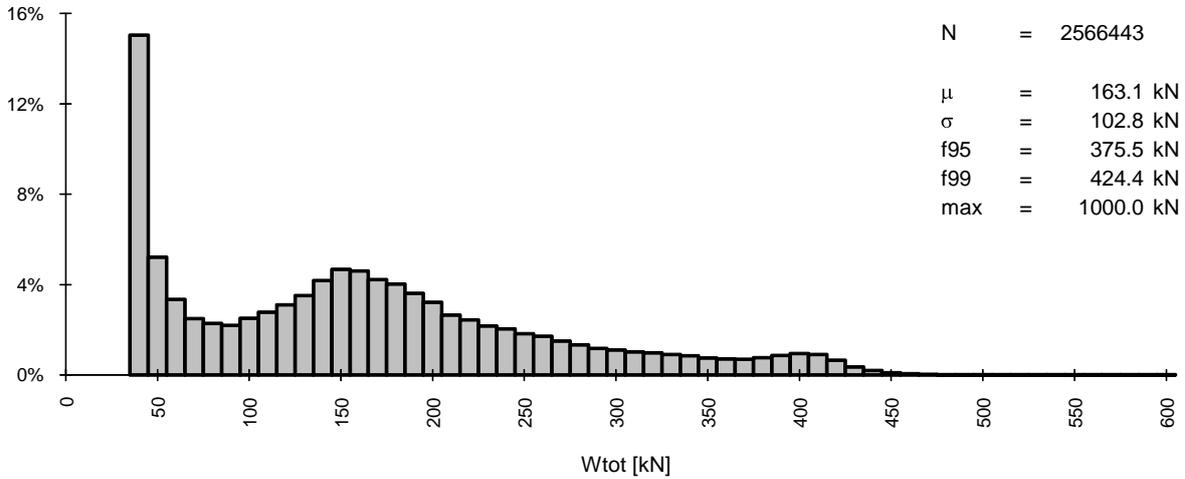
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

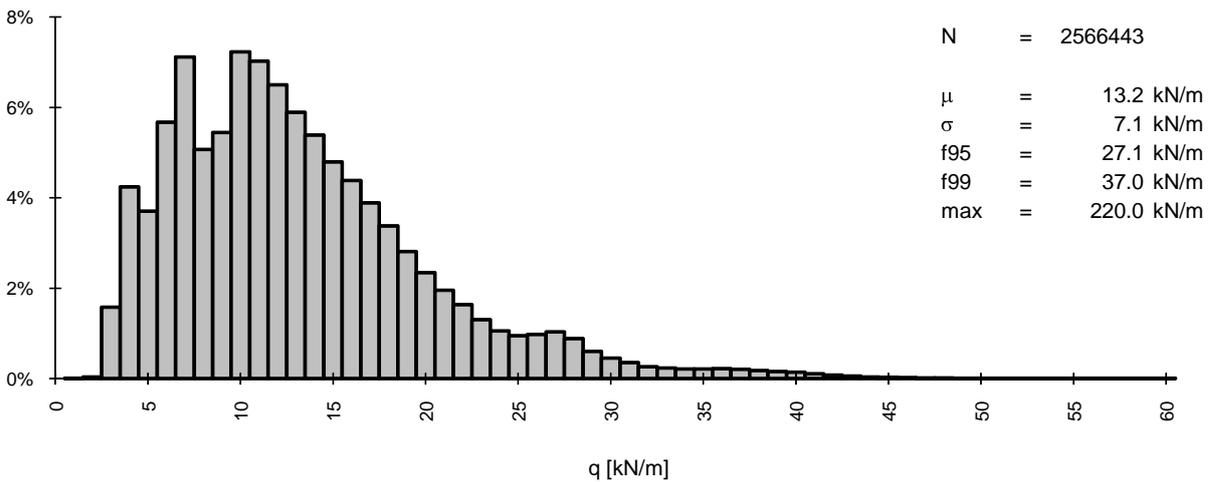
2008 Schafisheim

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



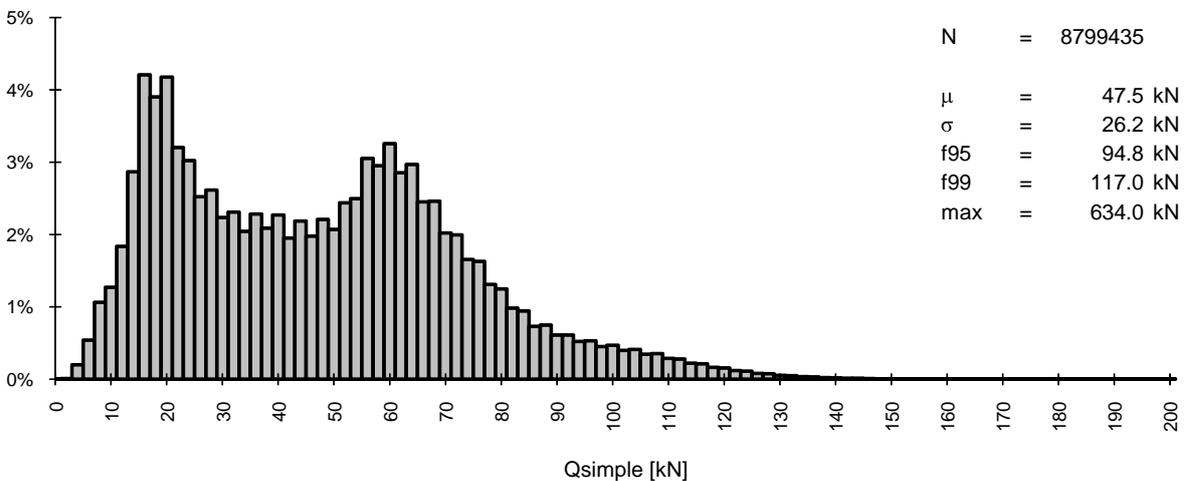
2008 Schafisheim

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



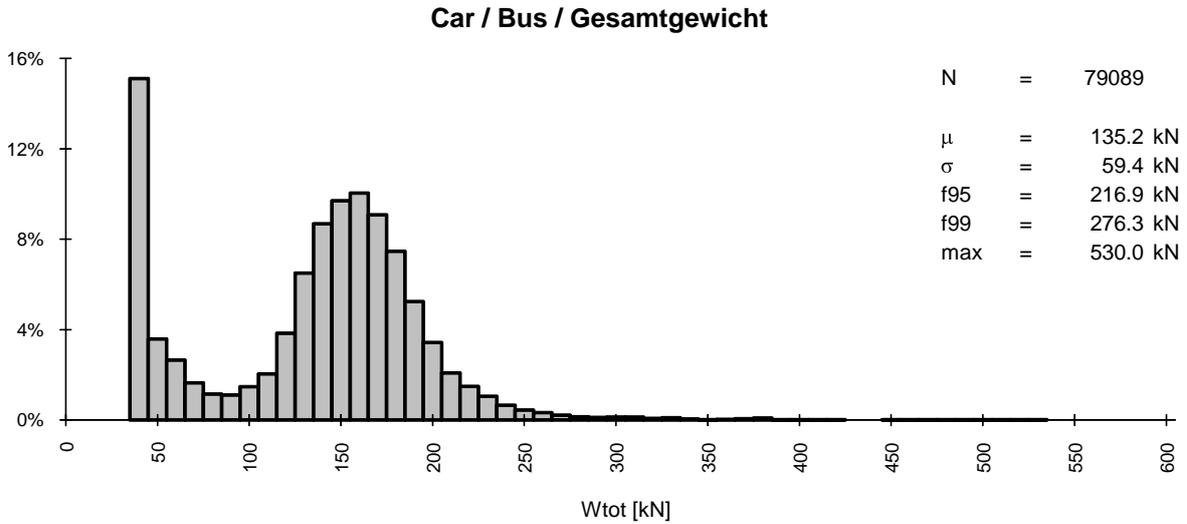
2008 Schafisheim

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

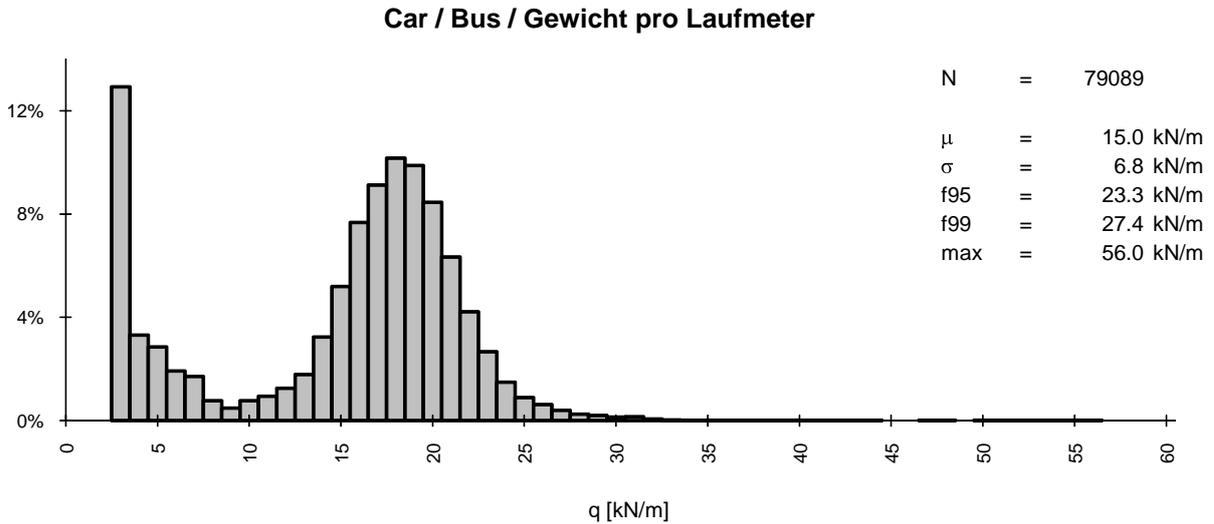


### 5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

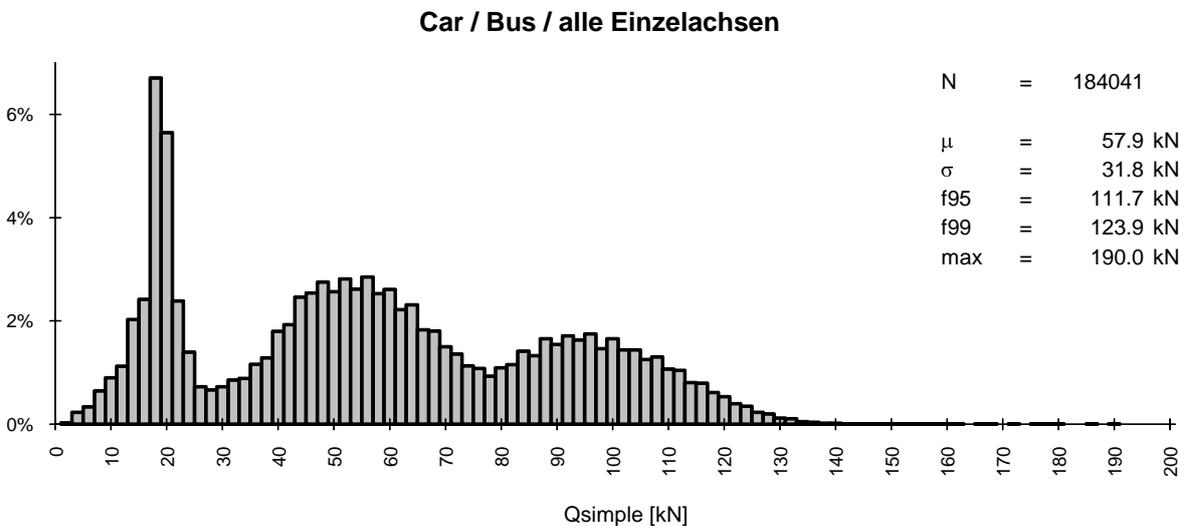
2008 Schafisheim



2008 Schafisheim



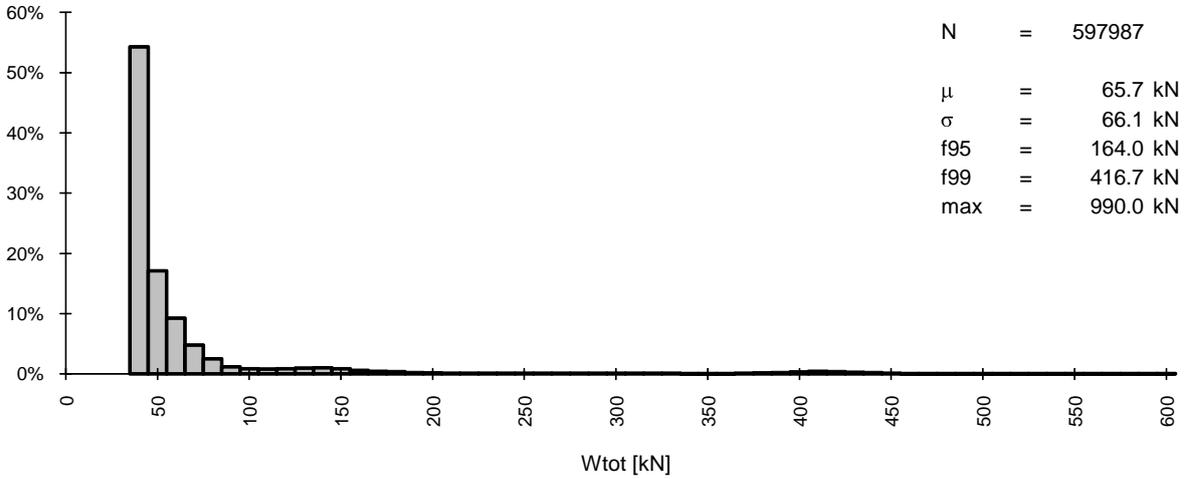
2008 Schafisheim



### 5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

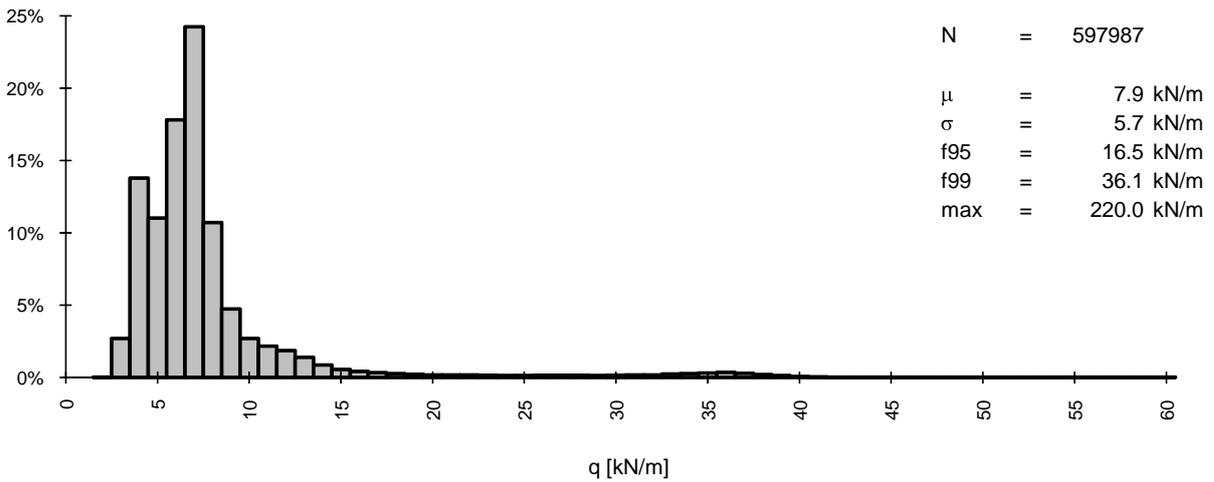
2008 Schafisheim

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



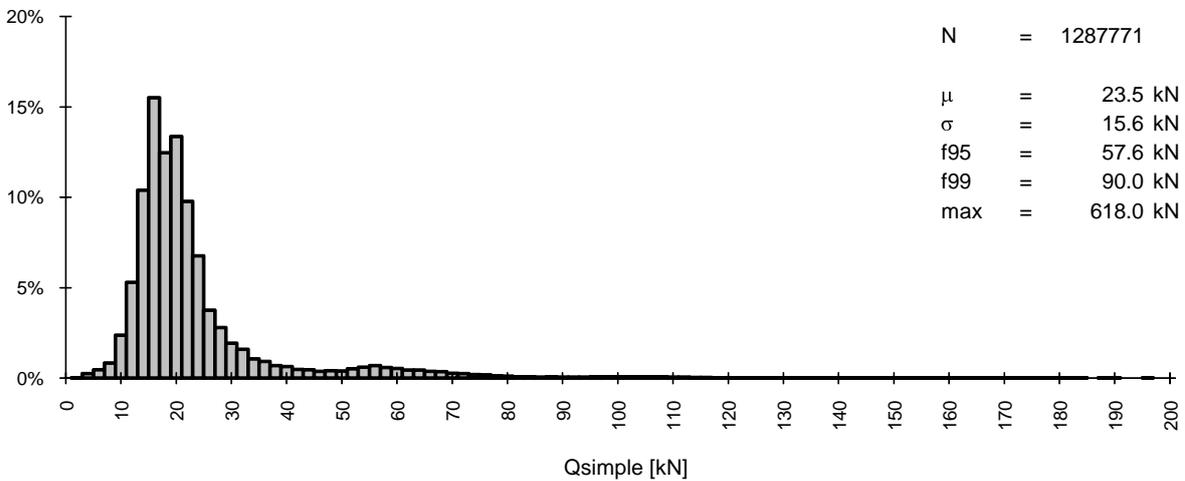
2008 Schafisheim

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Schafisheim

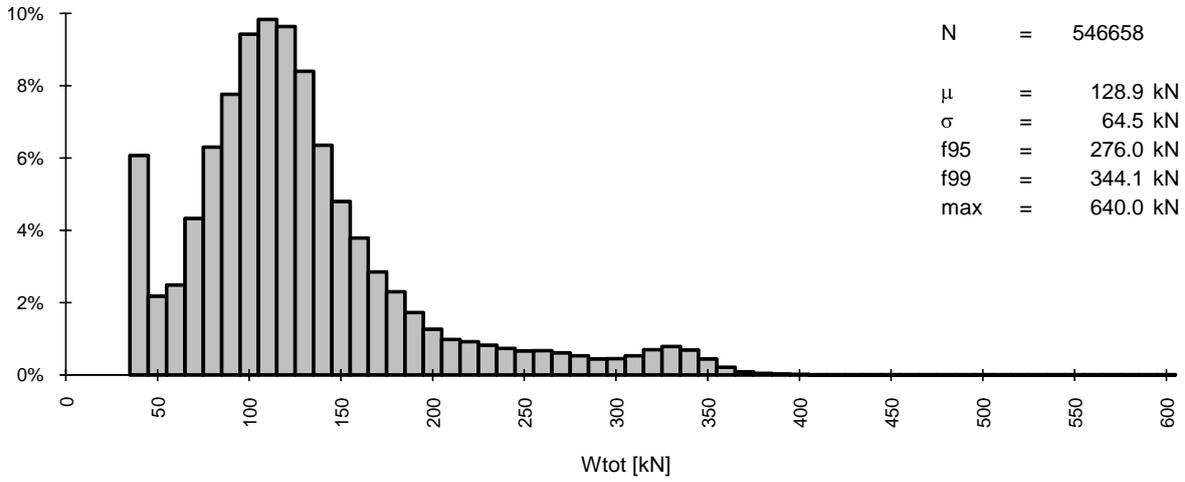
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 5.3.5 Lastwagen (LW)

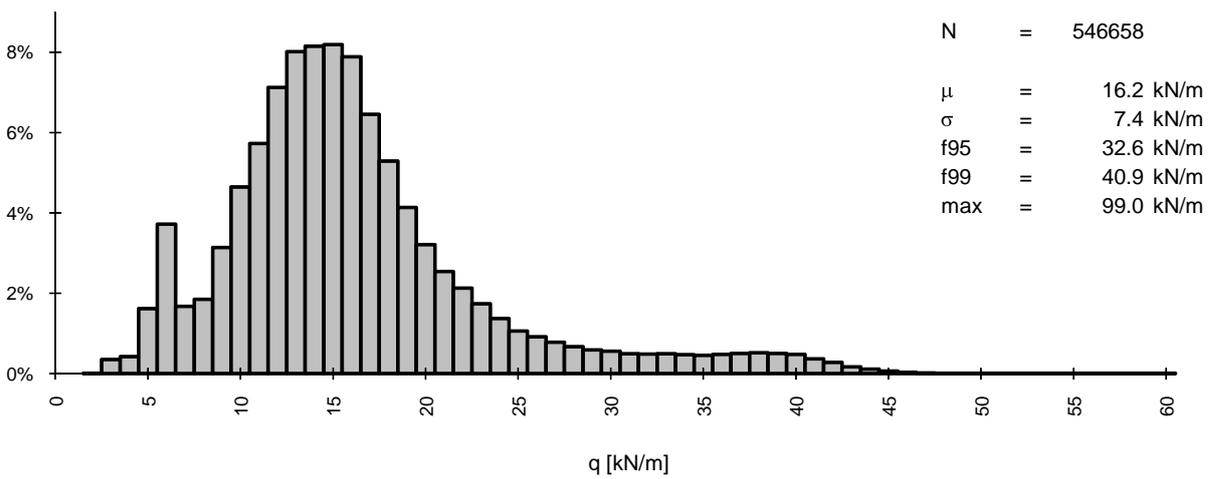
2008 Schafisheim

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



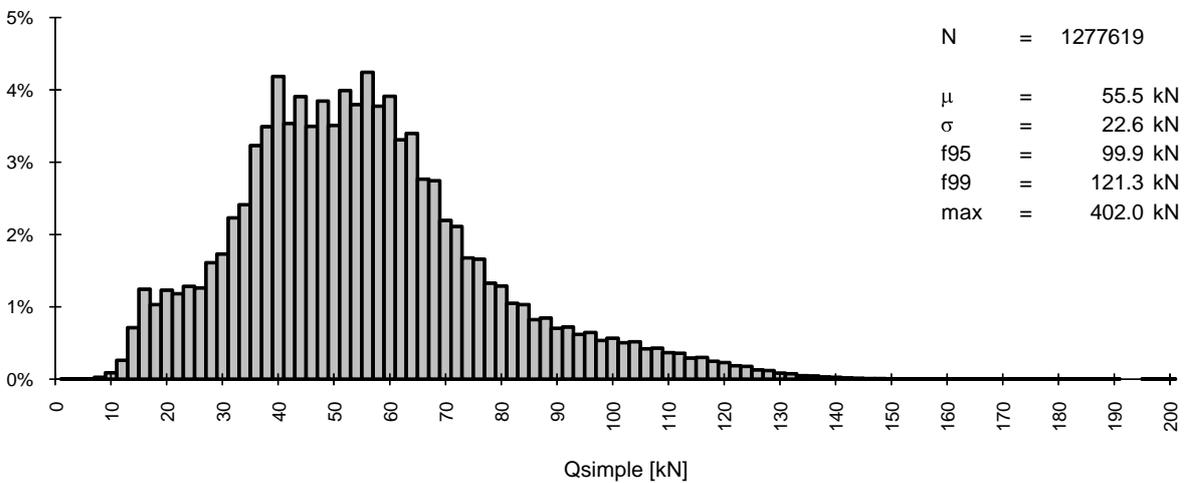
2008 Schafisheim

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Schafisheim

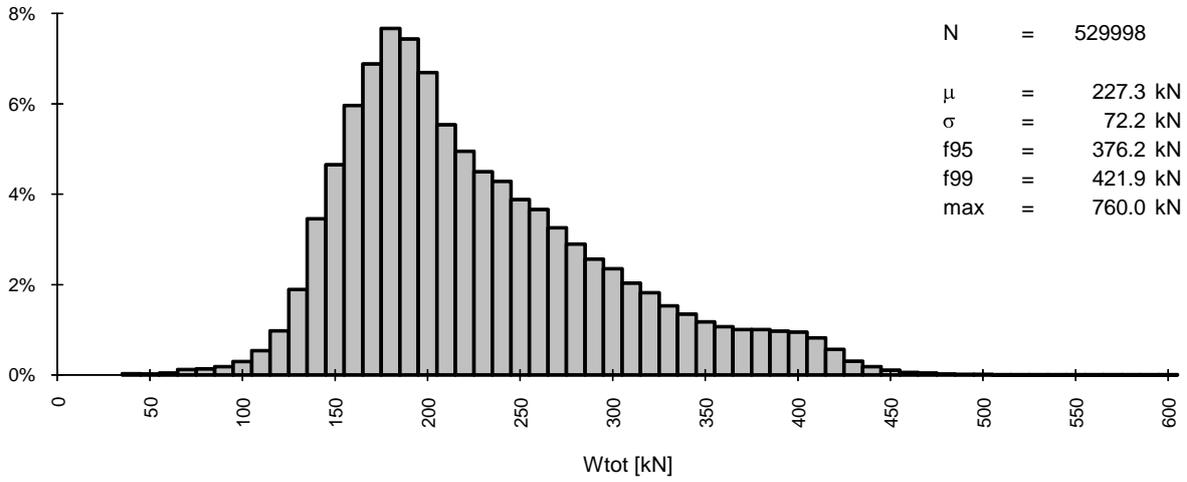
**Lastwagen / alle Einzelachsen**



### 5.3.6 Lastenzüge (LZ)

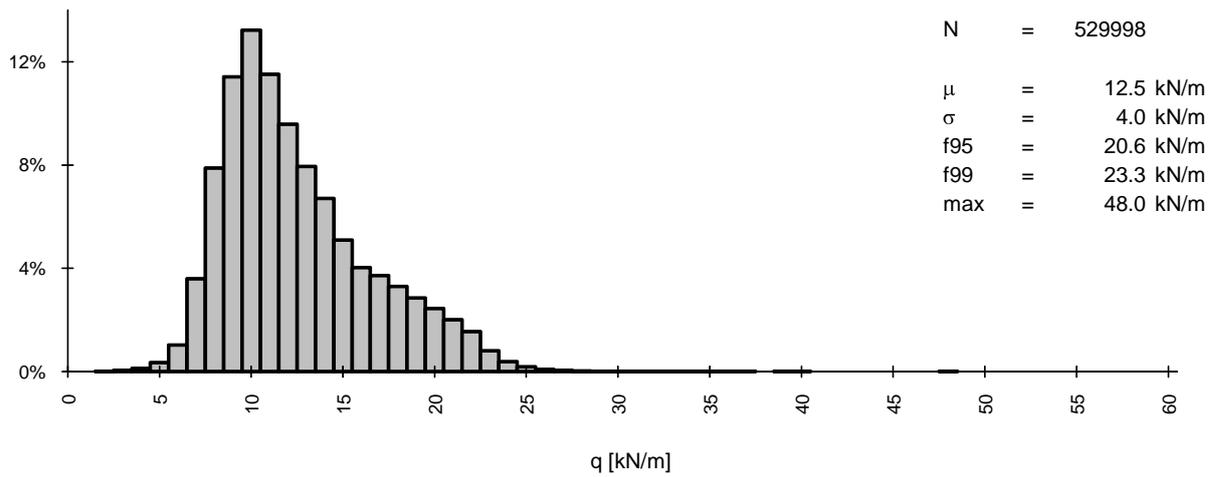
2008 Schafisheim

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



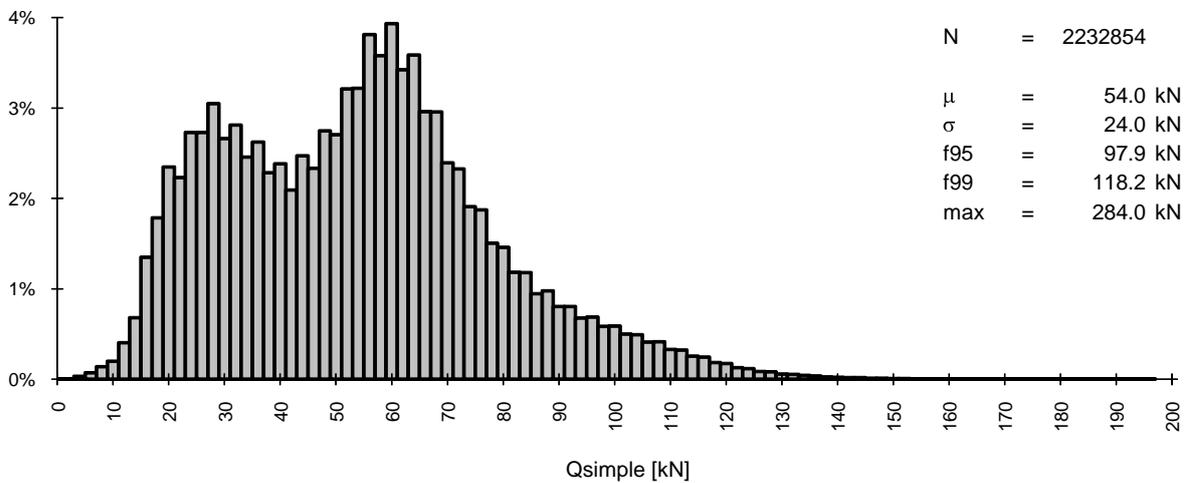
2008 Schafisheim

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Schafisheim

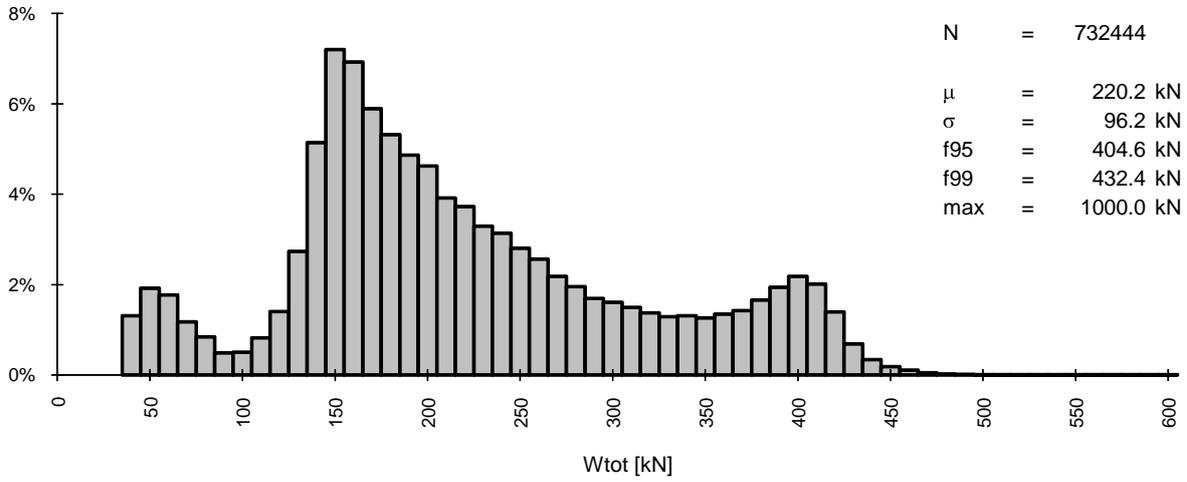
**Lastenzug / alle Einzelachsen**



### 5.3.7 Sattelzüge (SZ)

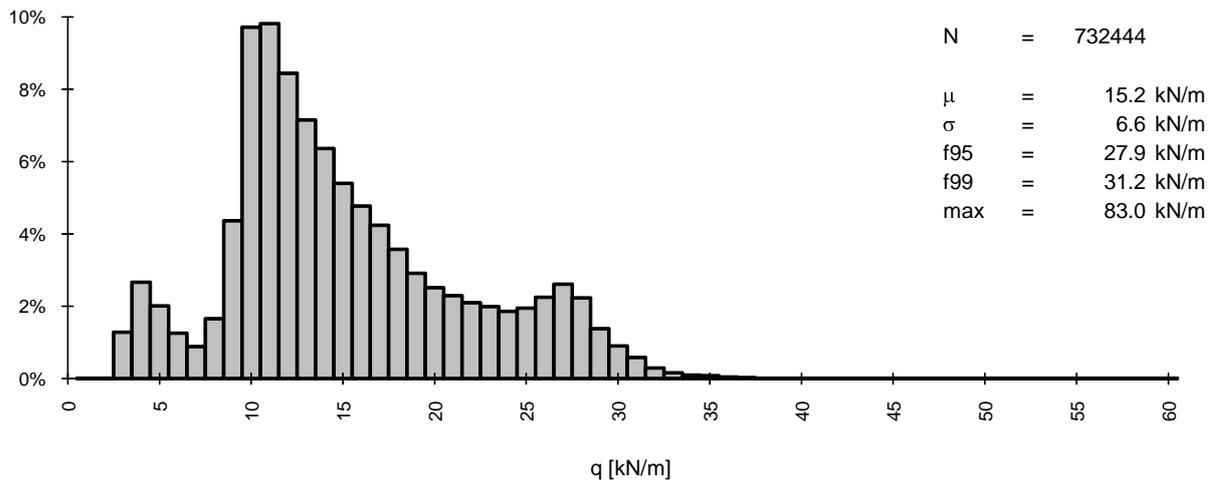
2008 Schafisheim

**Sattelzug / Gesamtgewicht**



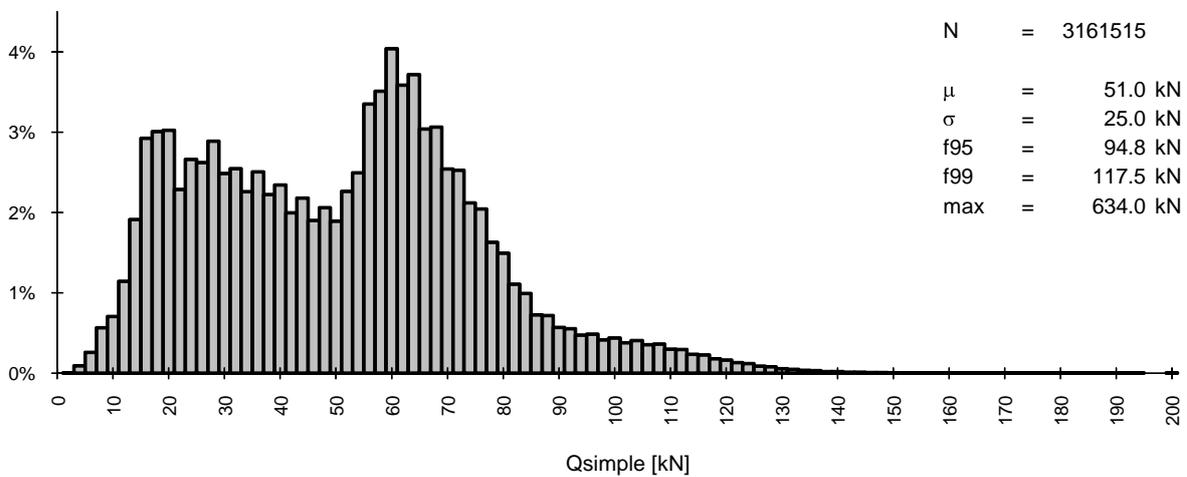
2008 Schafisheim

**Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Schafisheim

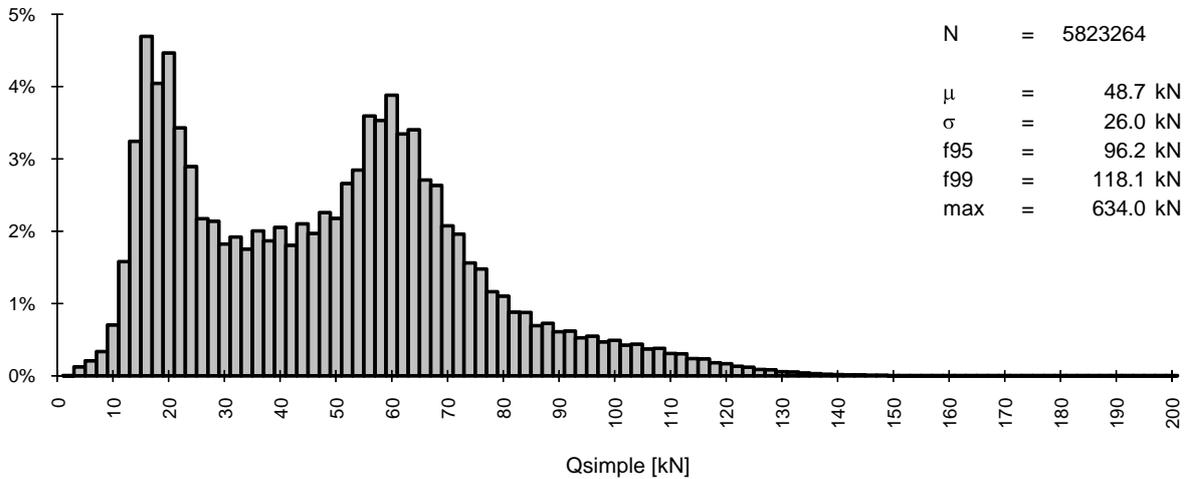
**Sattelzug / alle Einzelachsen**



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

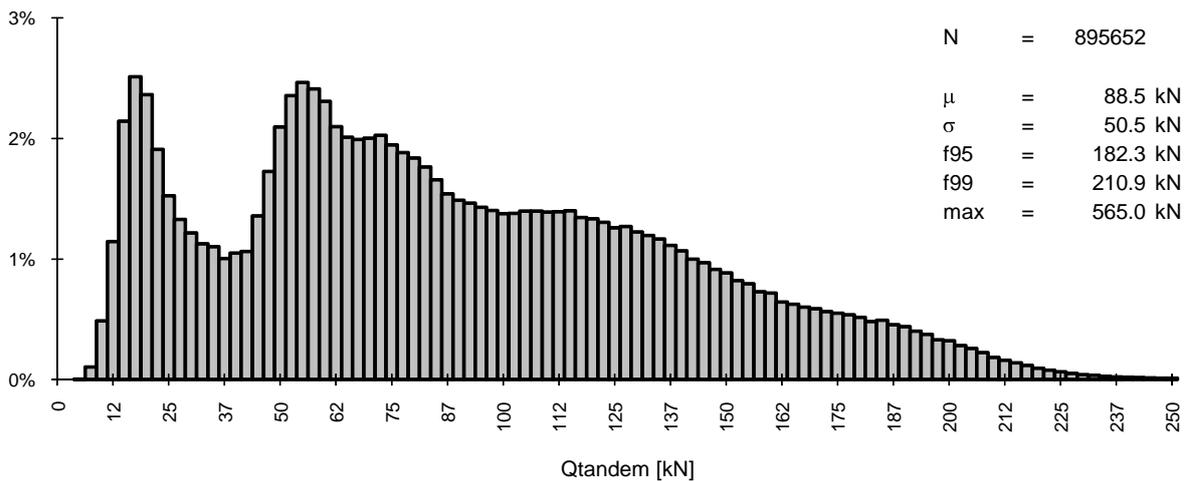
2008 Schafisheim

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



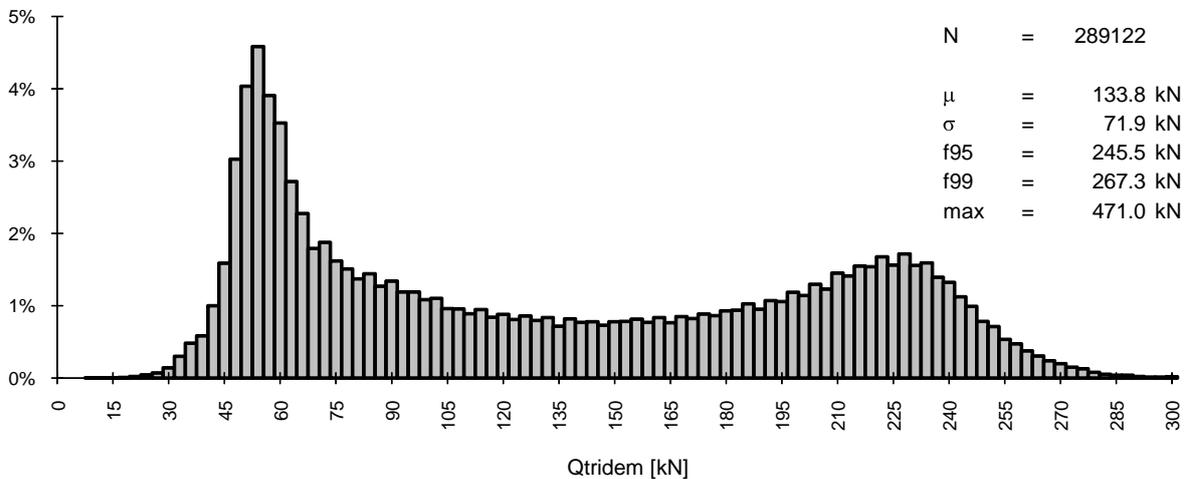
2008 Schafisheim

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2008 Schafisheim

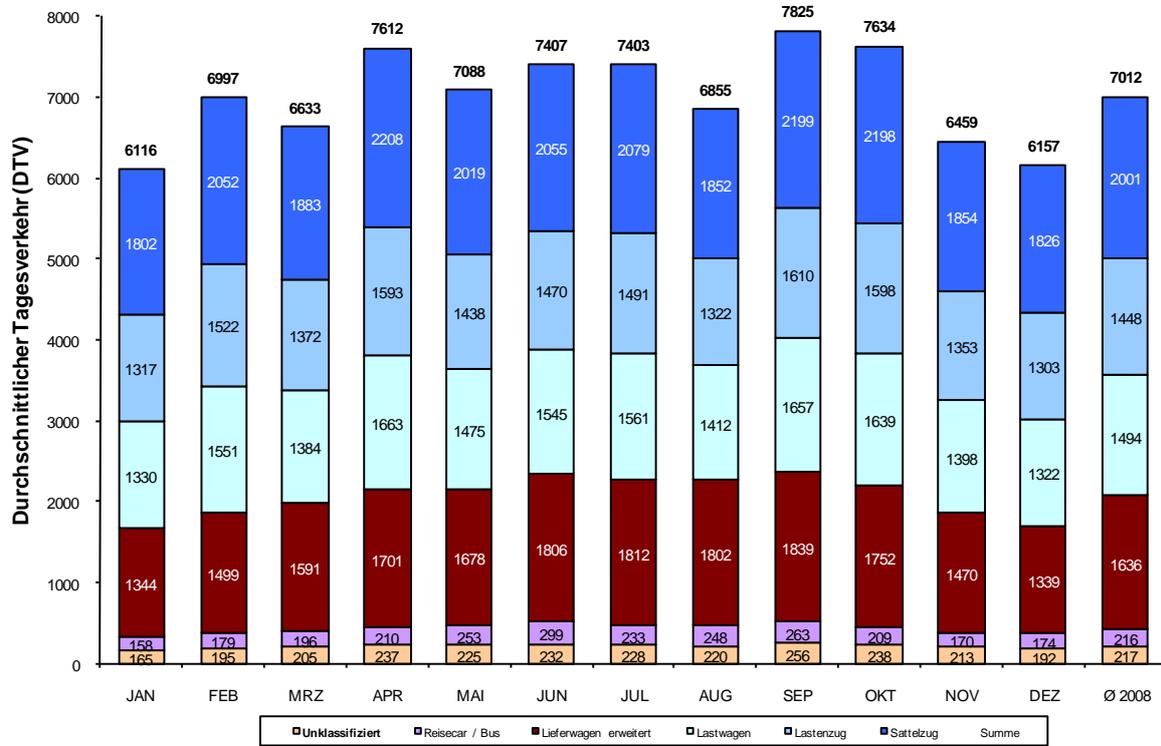
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



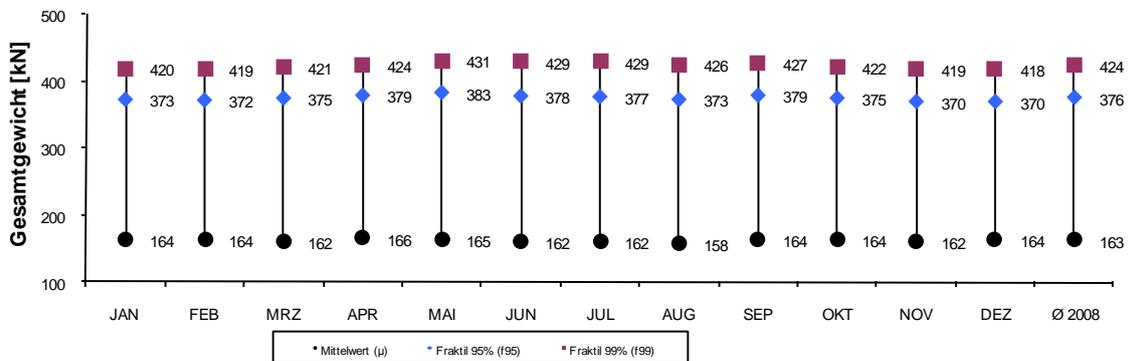
## 5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

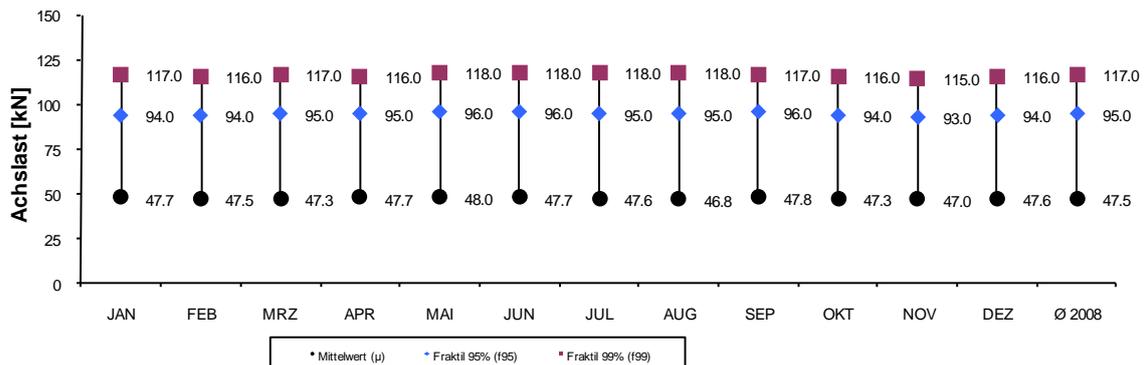
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

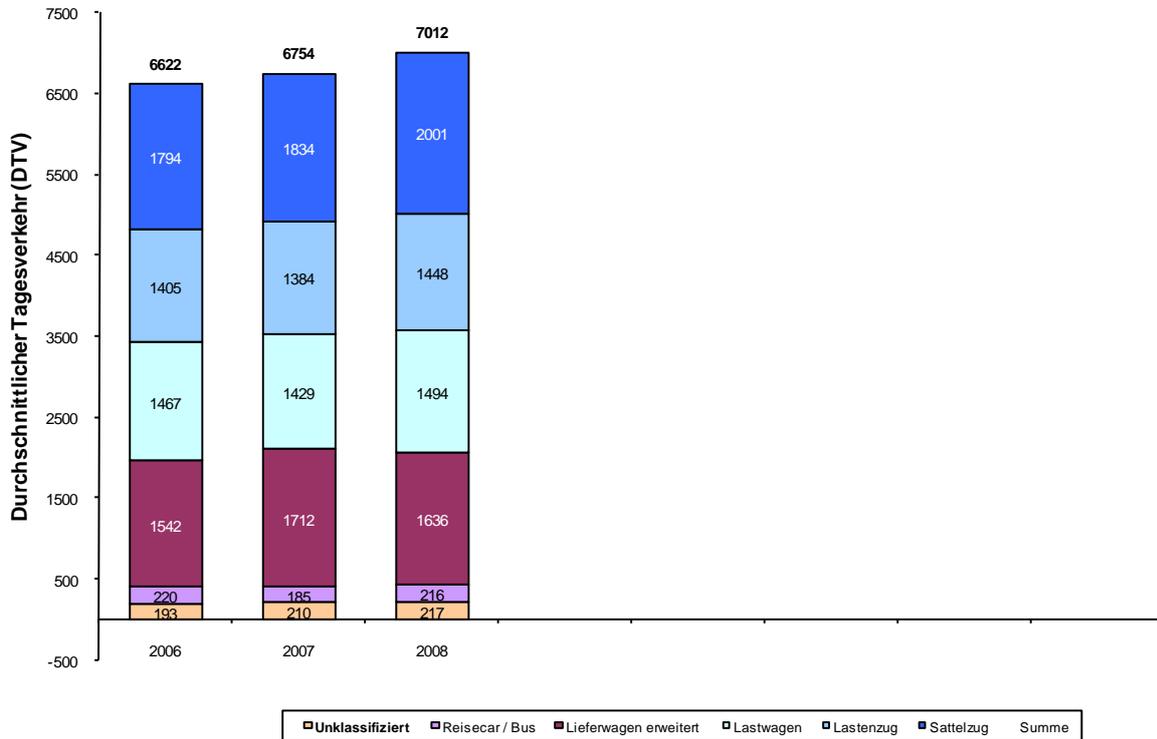


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

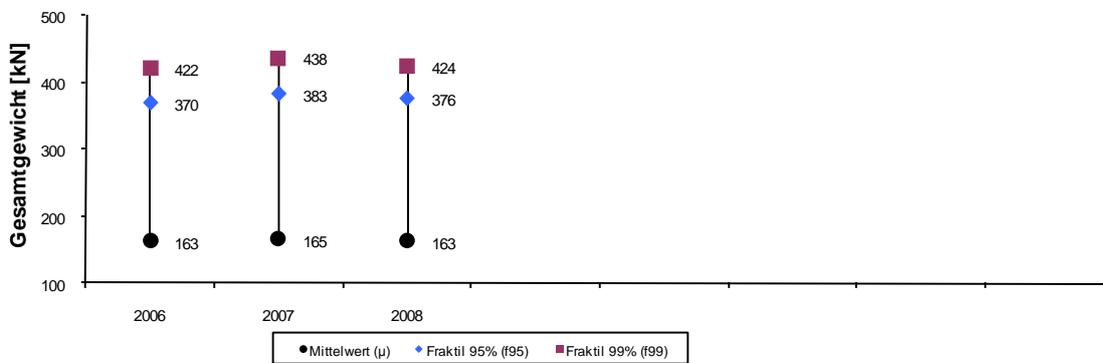


### 5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

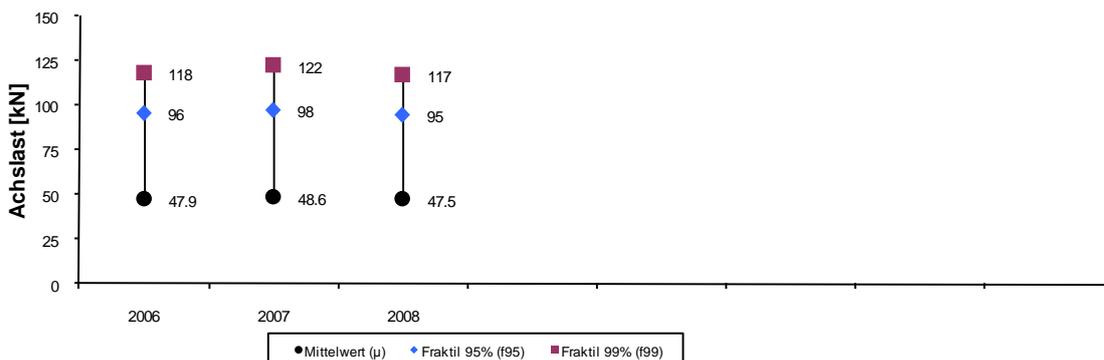
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### 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	48.7	48.7	96.2	118.1
Tandemachse	88.5	44.3	91.2	105
Tridemachse	134	44.6	81.8	89.1
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 48.7 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.25 kN, respektive 44.6 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	13.2 kN/m	27.1 kN/m	37.0 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.7 kN/m <sup>2</sup>	7.7 kN/m <sup>2</sup>	10.6 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	80'327	<b>40</b>	0.000	5'306	<b>1</b>	0.000	1	<b>0</b>
2	0.006	1'050'012	<b>6'300</b>	0.001	73'137	<b>51</b>	0.000	63	<b>0</b>
3	0.020	725'526	<b>14'511</b>	0.003	53'534	<b>161</b>	0.001	823	<b>1</b>
4	0.070	559'295	<b>39'151</b>	0.008	38'339	<b>307</b>	0.002	3'959	<b>8</b>
5	0.150	600'751	<b>90'113</b>	0.020	55'920	<b>1'118</b>	0.005	16'245	<b>81</b>
6	0.290	961'735	<b>278'903</b>	0.030	85'434	<b>2'563</b>	0.010	46'430	<b>464</b>
7	0.530	824'857	<b>437'174</b>	0.060	72'587	<b>4'355</b>	0.020	19'610	<b>392</b>
8	1.000	422'980	<b>422'980</b>	0.100	68'928	<b>6'893</b>	0.030	14'472	<b>434</b>
9	1.520	220'892	<b>335'756</b>	0.140	57'775	<b>8'089</b>	0.040	15'700	<b>628</b>
10	2.400	154'763	<b>371'431</b>	0.200	50'784	<b>10'157</b>	0.060	10'040	<b>602</b>
11	3.660	112'581	<b>412'046</b>	0.280	49'802	<b>13'945</b>	0.080	8'741	<b>699</b>
12	5.400	66'115	<b>357'021</b>	0.400	48'976	<b>19'590</b>	0.110	10'298	<b>1'133</b>
13	7.760	28'392	<b>220'322</b>	0.540	45'272	<b>24'447</b>	0.140	7'133	<b>999</b>
14	10.870	10'059	<b>109'341</b>	0.730	40'675	<b>29'693</b>	0.190	6'863	<b>1'304</b>
15	14.910	3'150	<b>46'967</b>	0.960	33'723	<b>32'374</b>	0.240	8'847	<b>2'123</b>
16	20.060	1'003	<b>20'120</b>	1.260	27'408	<b>34'534</b>	0.300	6'842	<b>2'053</b>
17	26.540	329	<b>8'732</b>	1.630	22'000	<b>35'860</b>	0.380	7'089	<b>2'694</b>
18	34.590	196	<b>6'780</b>	2.080	19'396	<b>40'344</b>	0.480	10'138	<b>4'866</b>
19	-	-	-	2.640	16'704	<b>44'099</b>	0.590	8'442	<b>4'981</b>
20	-	-	-	3.300	12'789	<b>42'204</b>	0.720	9'587	<b>6'903</b>
21	-	-	-	4.090	8'473	<b>34'655</b>	0.880	14'812	<b>13'035</b>
22	-	-	-	5.030	8'044	<b>40'461</b>	1.060	13'017	<b>13'798</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	14'336	<b>18'207</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	16'984	<b>25'816</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	8'386	<b>15'179</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	4'990	<b>10'679</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	3'256	<b>8'173</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'044	<b>3'069</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	398	<b>1'365</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	208	<b>828</b>
Summe		5'822'963	<b>3'177'687</b>		895'006	<b>425'898</b>		288'754	<b>140'512</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'177'687 + 425'898 + 140'512 = 3'744'098 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'744'098 = 1'684'843.7 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'684'843 / 365 = 4616 \text{ ESAL}$$

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

### 5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr am Standort Schafisheim (A1) unterliegt einer geringen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 7'825 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Januar, November und Dezember ist ein Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant, die Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ kommt in den Sommermonaten etwas häufiger vor als im Winter. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ weist am meisten Fahrten auf und erreicht einen mittleren Anteil am Schwerverkehr von 28.5%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.9% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2), im Vorjahr waren es 3.6%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c) bleiben relativ konstant. Die Fraktilwerte verhalten sich ähnlich.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2008 passierten durchschnittlich 7'012 schwere Lastfahrzeuge pro Tag die Zählstelle, im Vorjahr waren es 6'754, dies ergibt eine Zunahme von 3.8%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs verändert sich nur wenig (vgl. Diagramm 5.4.2. a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge sinkt von 165 kN auf 163 kN (-1%). Der Fraktilwert  $f_{95}$  sinkt um 1.8% von 383 kN auf 376 kN und der Fraktilwert  $f_{99}$  um 3.2% von 438 auf 424 (vgl. Diagramm 5.3.2. b).

Bei der Achslast aller Fahrzeuge (vgl. Diagramm 5.4.2. c) ist eine ähnliche Entwicklung feststellbar: der Mittelwert nimmt von 48.6 kN auf 47.5 kN (-2.2%) ab. Der Fraktilwert  $f_{95}$  bleibt konstant bei 96 kN und der Fraktilwert  $f_{99}$  sinkt von 122 kN auf 117 kN (-4.1%).

Die mittlere Achslast nimmt um 1.2% ab, dies wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 5.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt um 4.4% von 4'830 auf 4'616 ESAL ab, sie ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Sechsjährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

In Schafisheim werden erst ab 2006 Daten aufgezeichnet.

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr nimmt zwischen 2006 und 2008 zu (+5.9%), wobei der Anteil der „Sattelzügen“ am Schwerverkehr von 27% auf 28.5% steigt. Die Anteile der anderen Fahrzeugtypen bleiben etwa konstant.

Das Gesamtgewicht und die mittlere Achslast bleiben über die drei Jahre hinweg etwa konstant.



## 6 Monte Ceneri (A2)

### 6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 6.2 Übersicht Messresultate

#### 6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

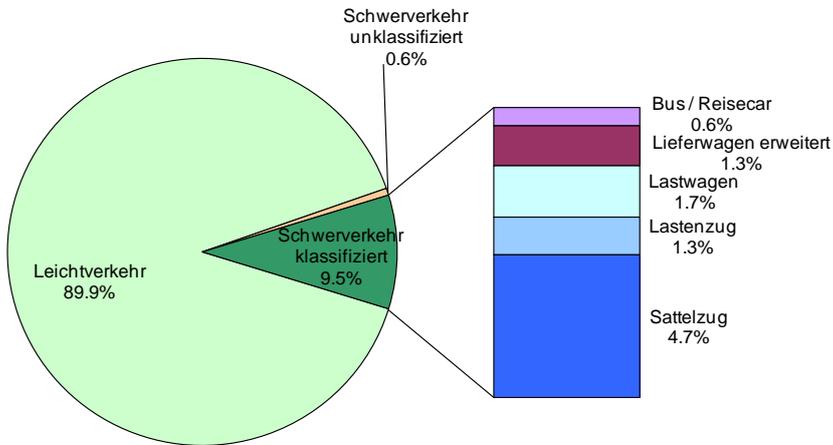
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	15'701'400	42'900	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	14'119'095	38'577	89.9	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'582'305	4'323	10.1	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	91'747	251	0.6	5.8
01 Bus / Reiseкар	94'236	257	0.6	6.0
02 Motorrad	1'329	4	0.0	0.1
03 Personenwagen	37'702	103	0.2	2.4
04 Personenwagen mit Anh.	8'492	23	0.1	0.5
05 Lieferwagen	98'130	268	0.6	6.2
06 Lieferwagen mit Anh.	36'926	101	0.2	2.3
07 Lieferwagen mit Auflieger	24'000	66	0.2	1.5
08 Lastwagen	259'992	710	1.7	16.4
09 Lastenzug	196'407	537	1.3	12.4
10 Sattelzug	733'344	2'004	4.7	46.3
Total	1'582'305	4'323	10.1	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	230'938	631	1.5	14.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	434'026	1'186	2.8	27.4
Fahrzeuge 18 - 28t	445'080	1'216	2.8	28.1
Fahrzeuge 28 - 40t	443'881	1'213	2.8	28.1
Fahrzeuge >40t	28'380	78	0.2	1.8
Total	1'582'305	4'323	10.1	100.0

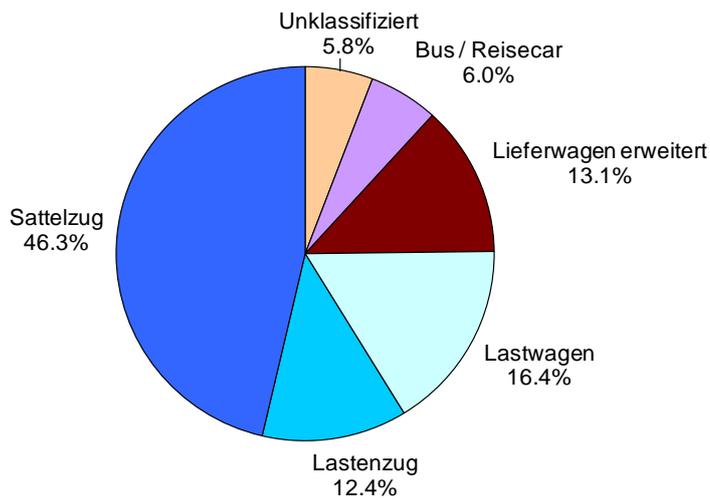
**Tabelle 6:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

## 6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

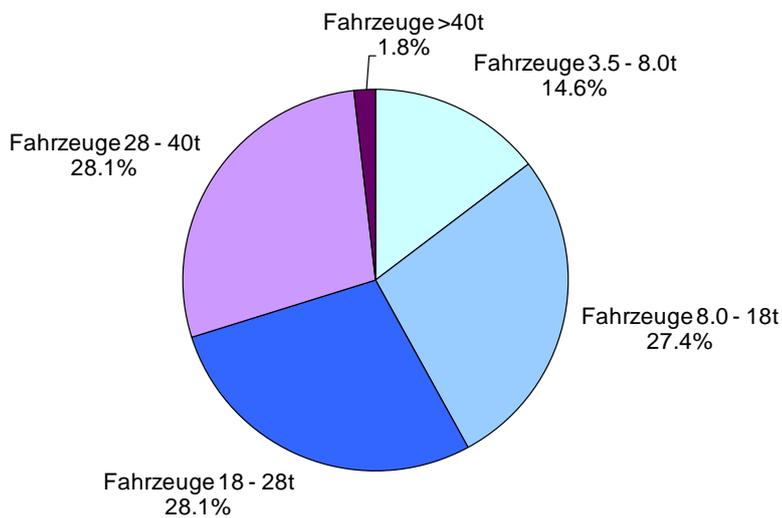
### Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



### Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



### Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 6.3 Messdiagramme

### 6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2008 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+, 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).

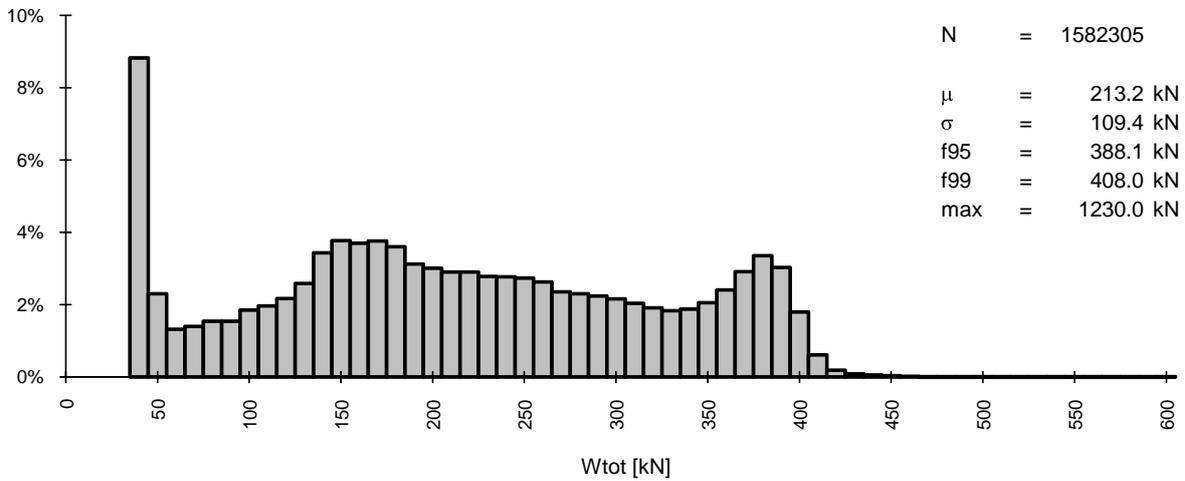
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

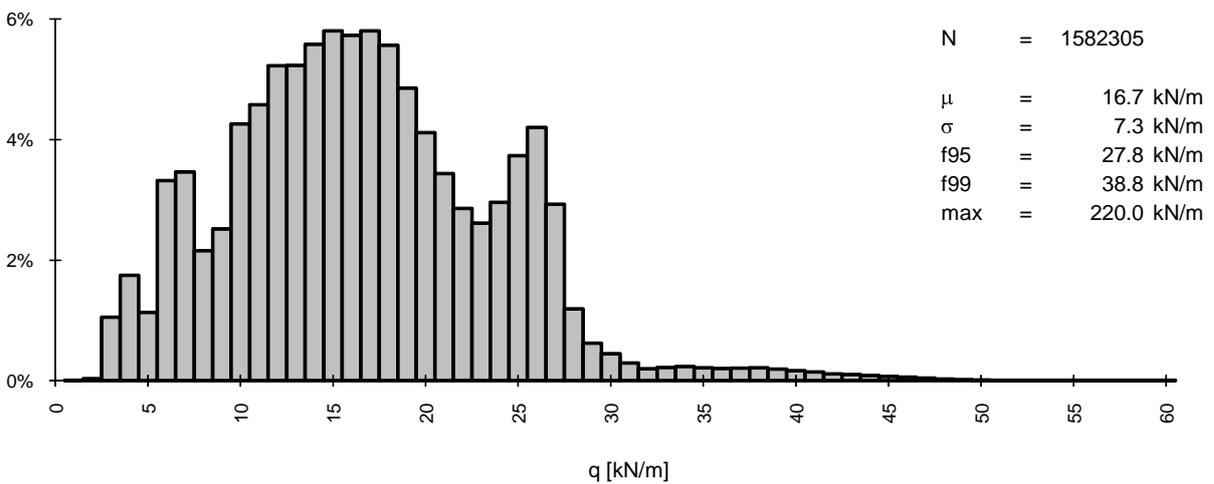
2008 Ceneri

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



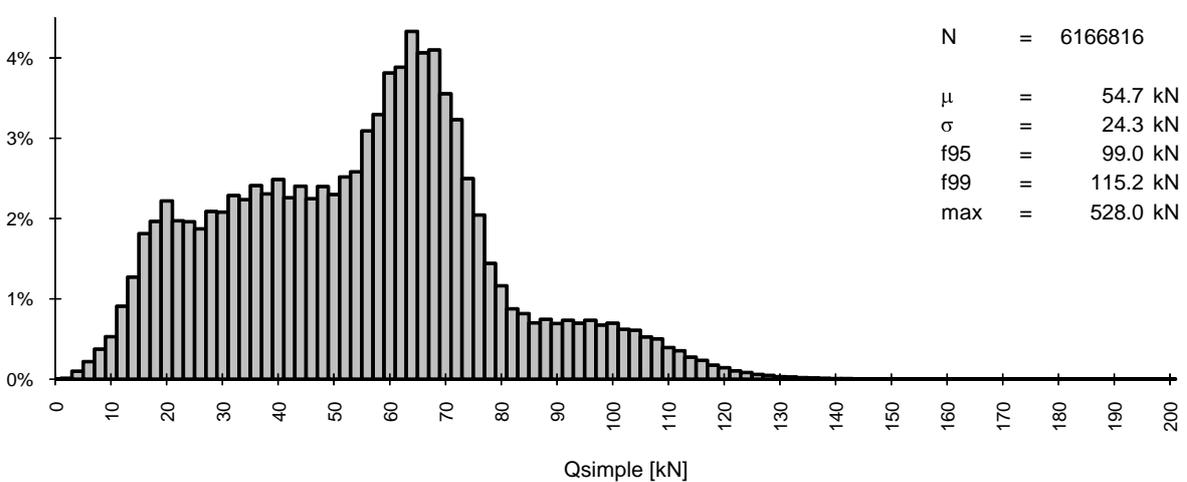
2008 Ceneri

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



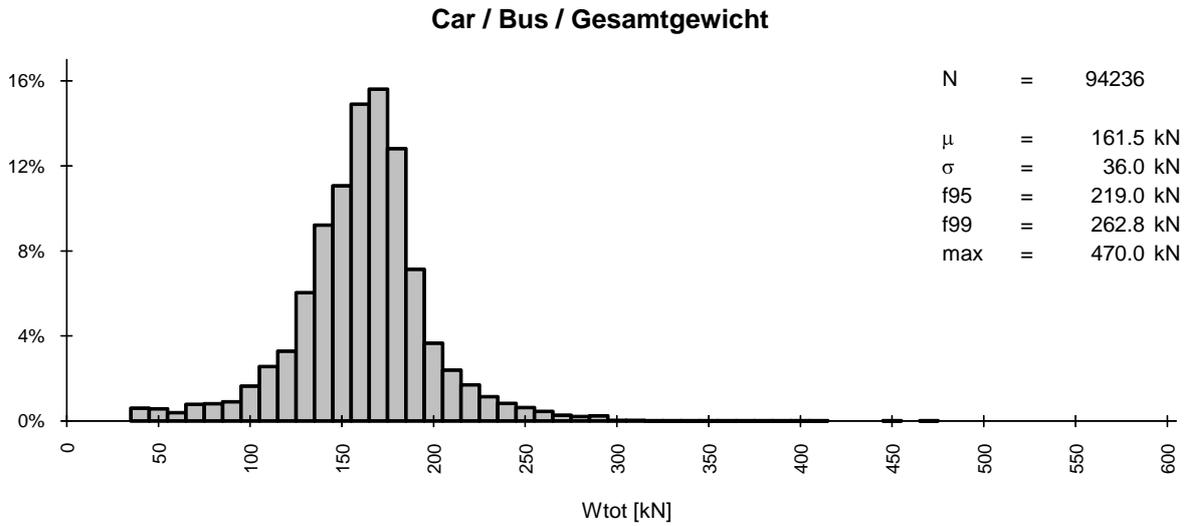
2008 Ceneri

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

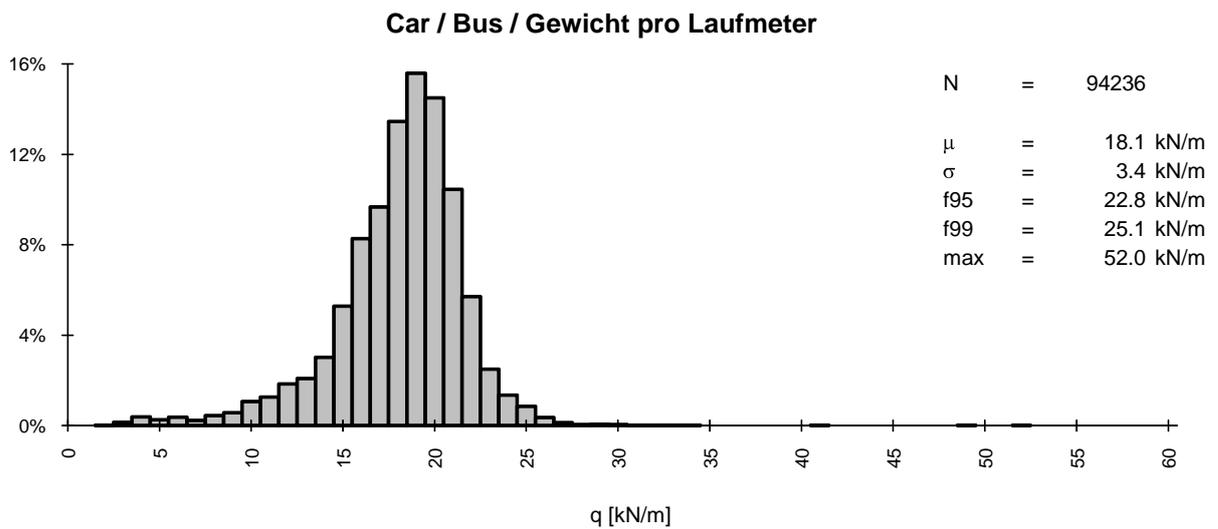


### 6.3.3 Reise cars und Busse (CB)

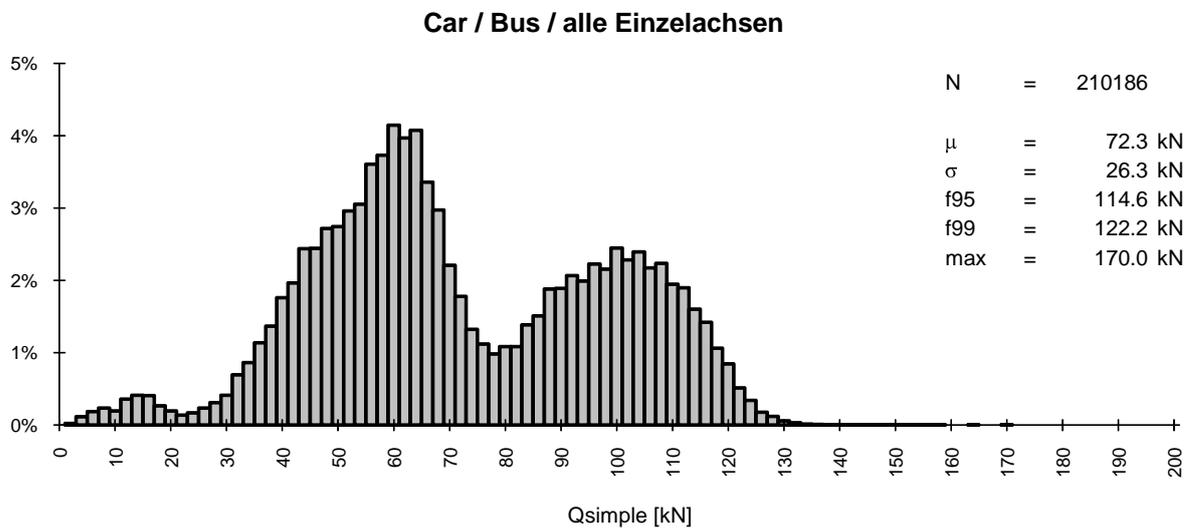
2008 Ceneri



2008 Ceneri



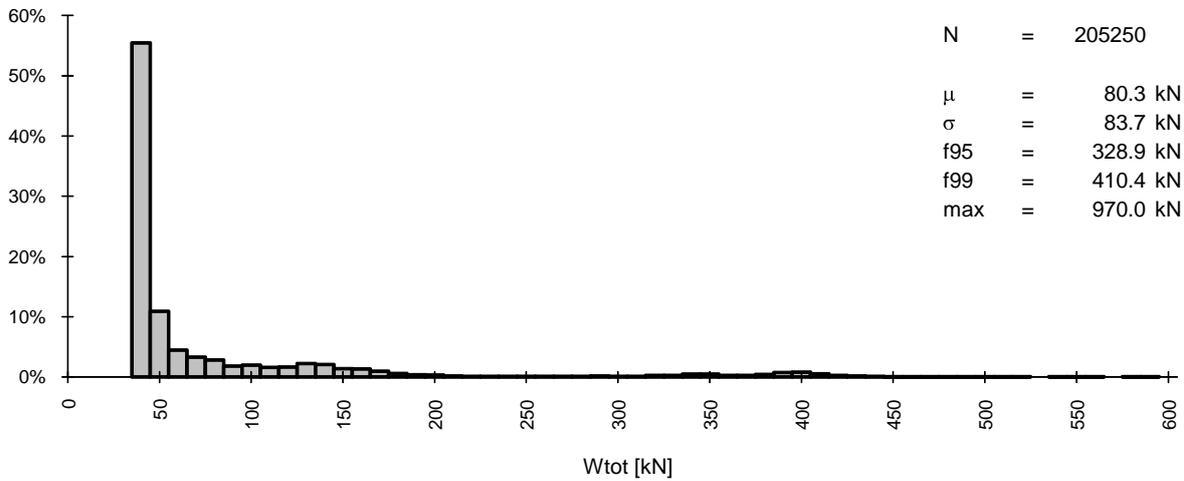
2008 Ceneri



### 6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

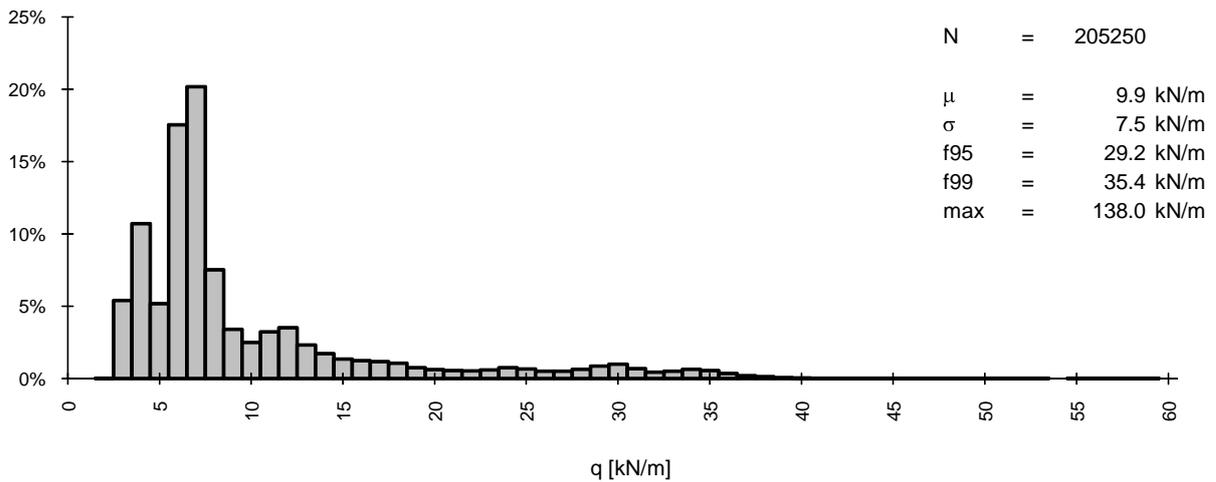
2008 Ceneri

**Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht**



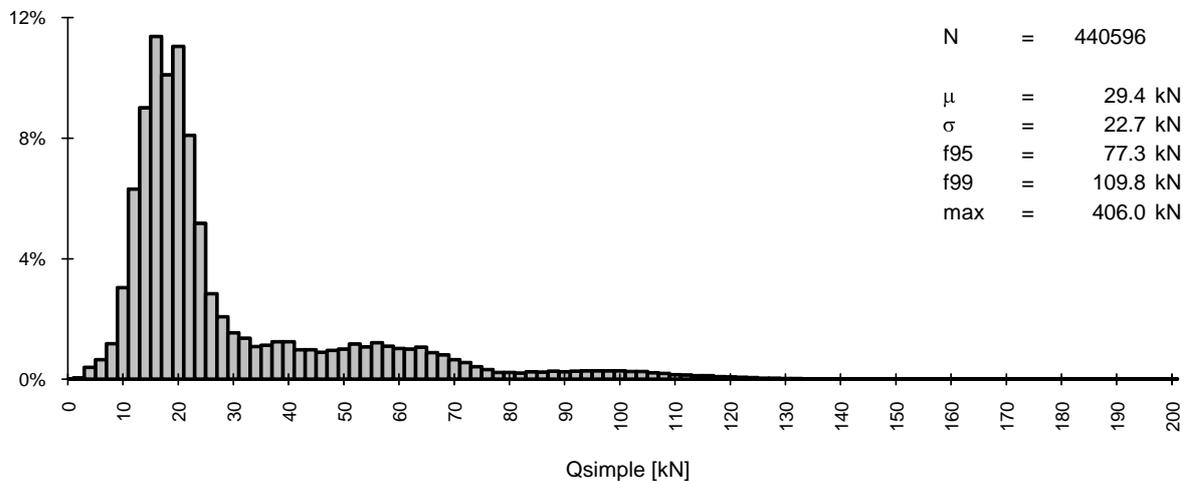
2008 Ceneri

**Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Ceneri

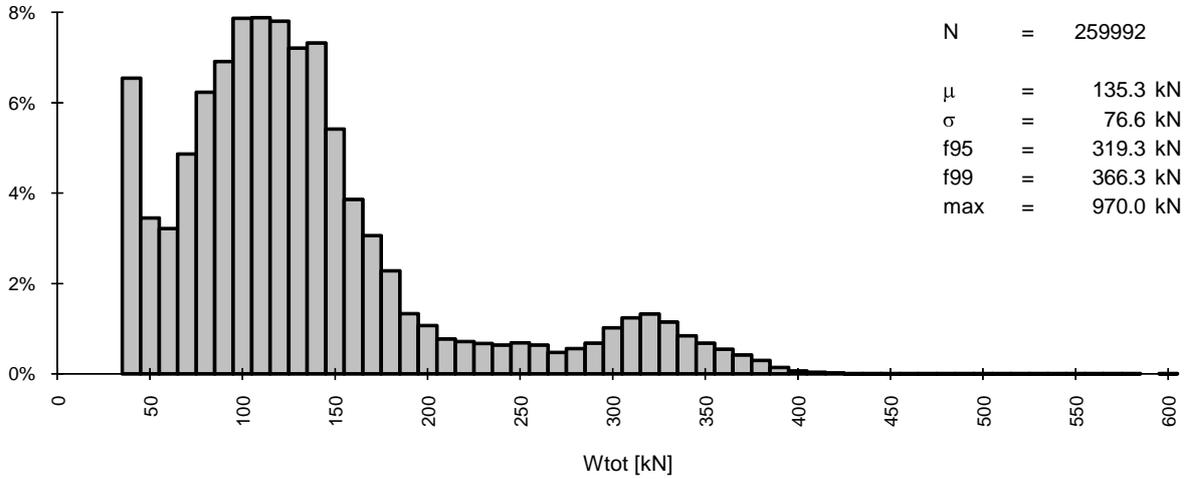
**Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen**



### 6.3.5 Lastwagen (LW)

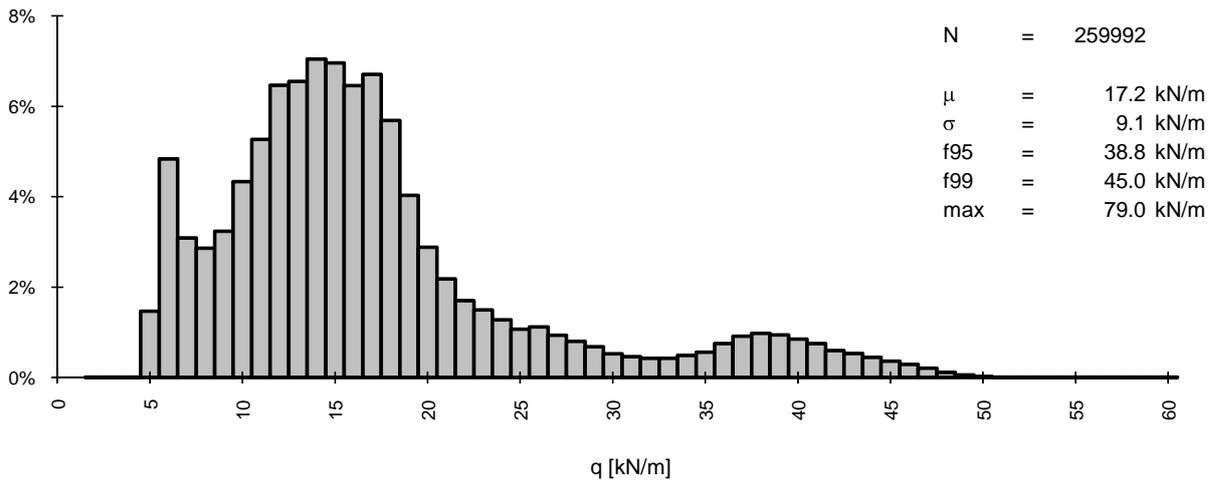
2008 Ceneri

**Lastwagen / Gesamtgewicht**



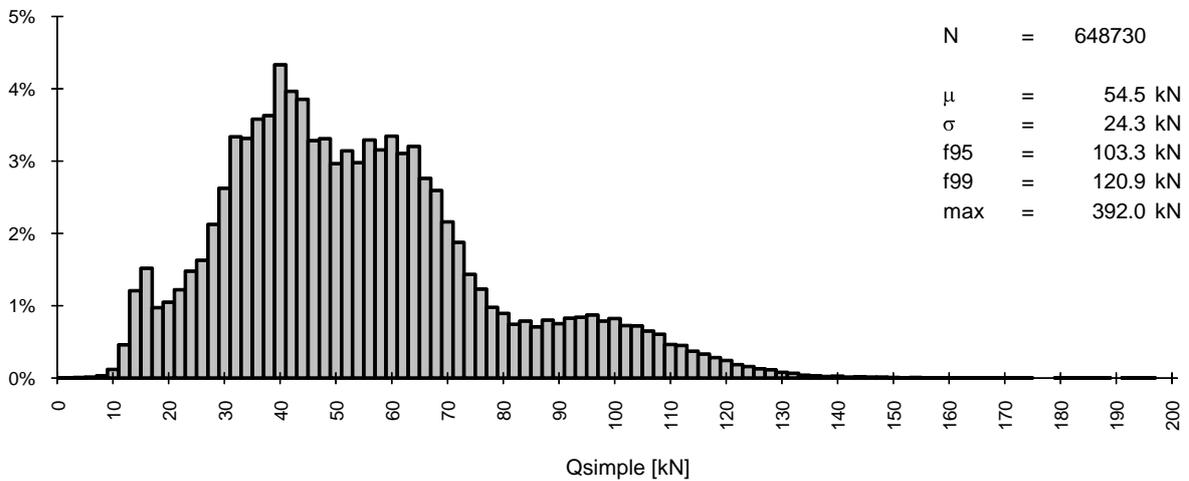
2008 Ceneri

**Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter**



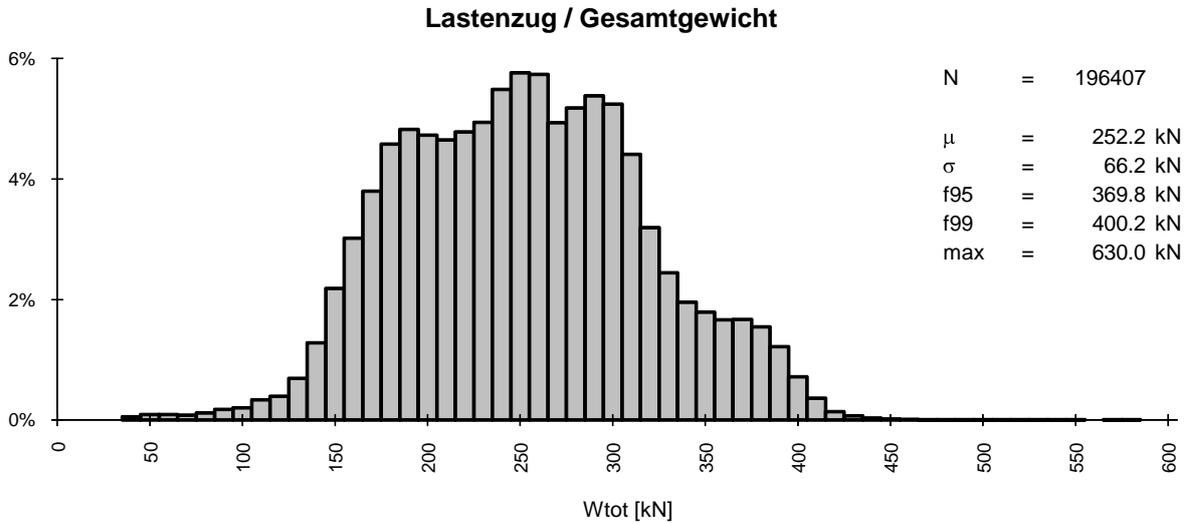
2008 Ceneri

**Lastwagen / alle Einzelachsen**

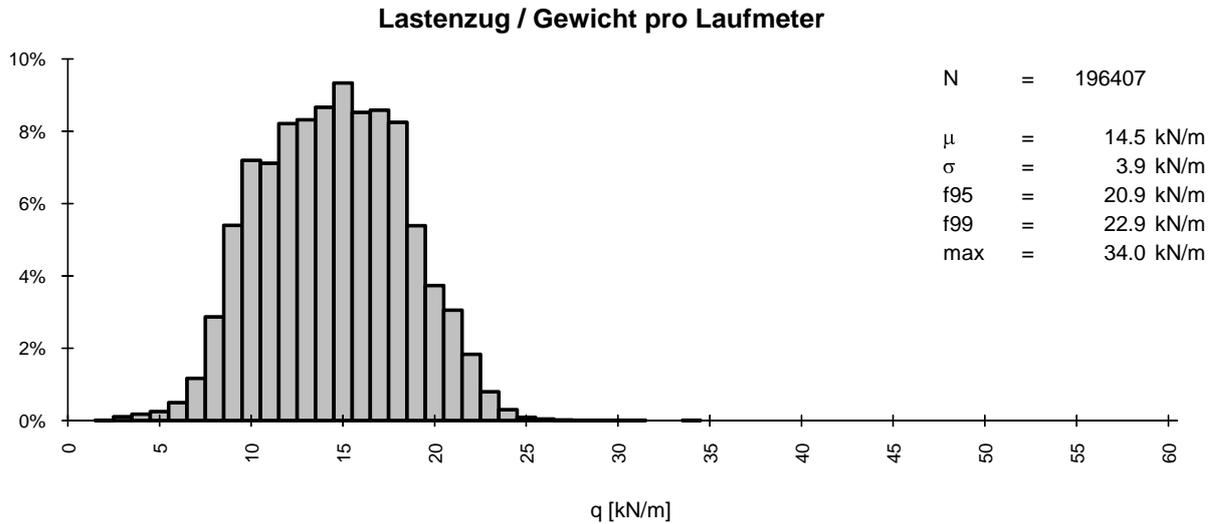


### 6.3.6 Lastenzüge (LZ)

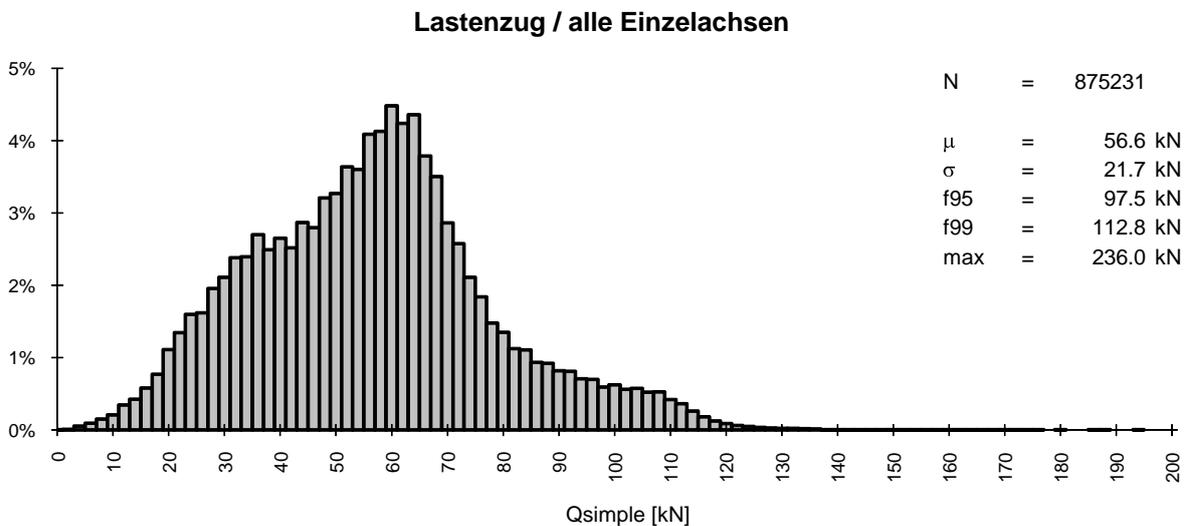
2008 Ceneri



2008 Ceneri

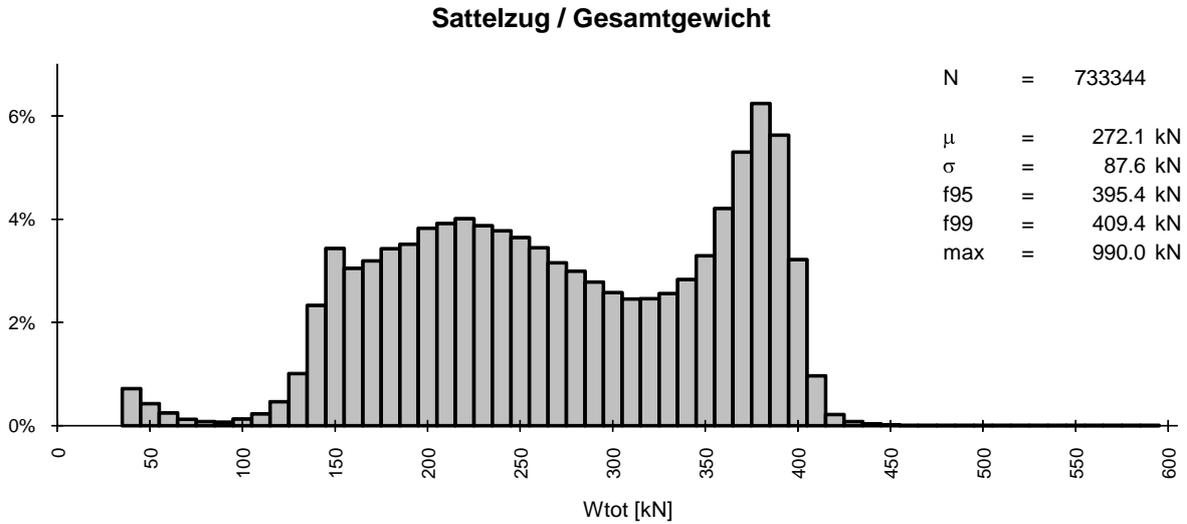


2008 Ceneri

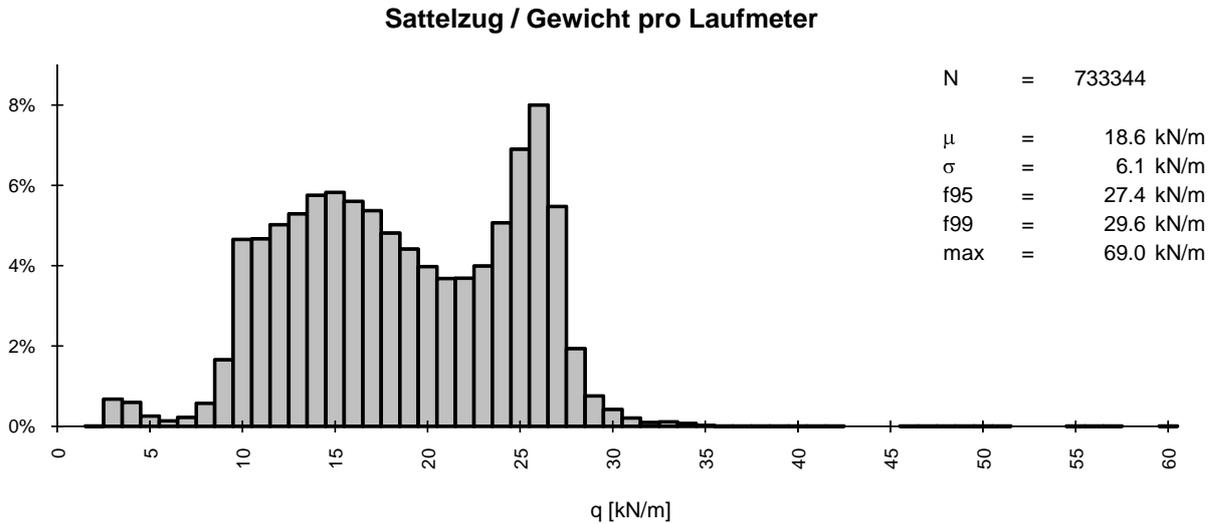


### 6.3.7 Sattelzüge (SZ)

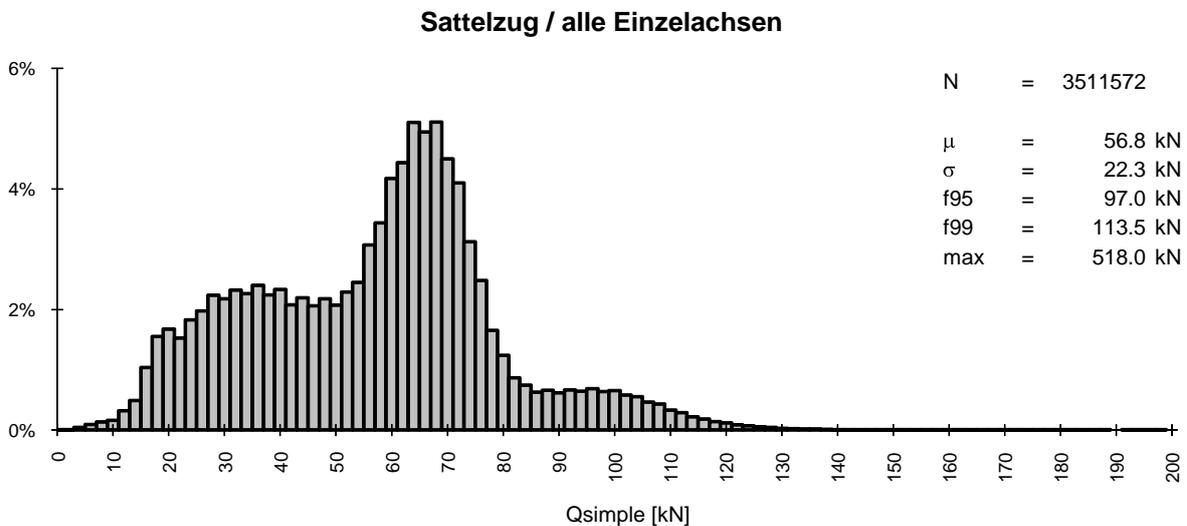
2008 Ceneri



2008 Ceneri



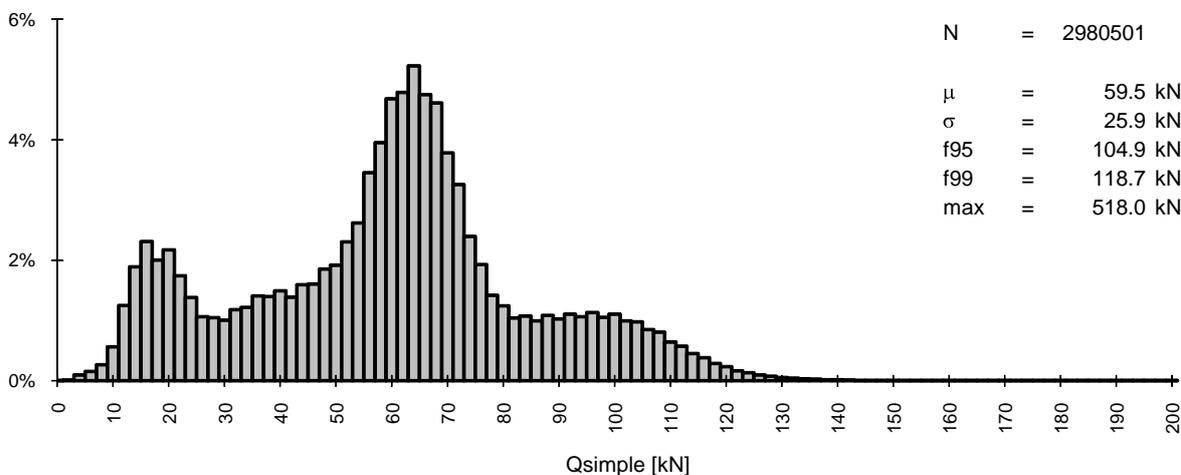
2008 Ceneri



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

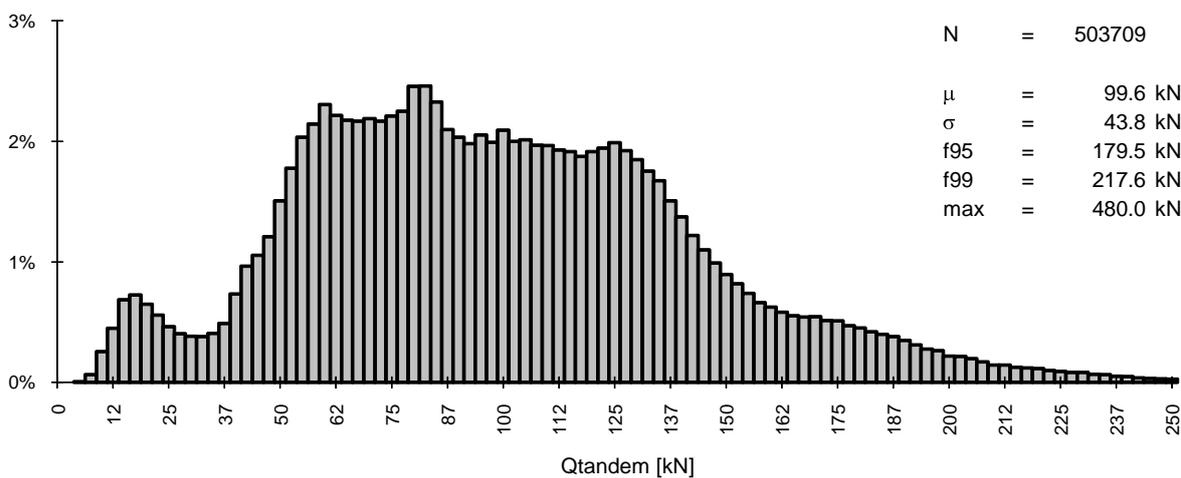
2008 Ceneri

**Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



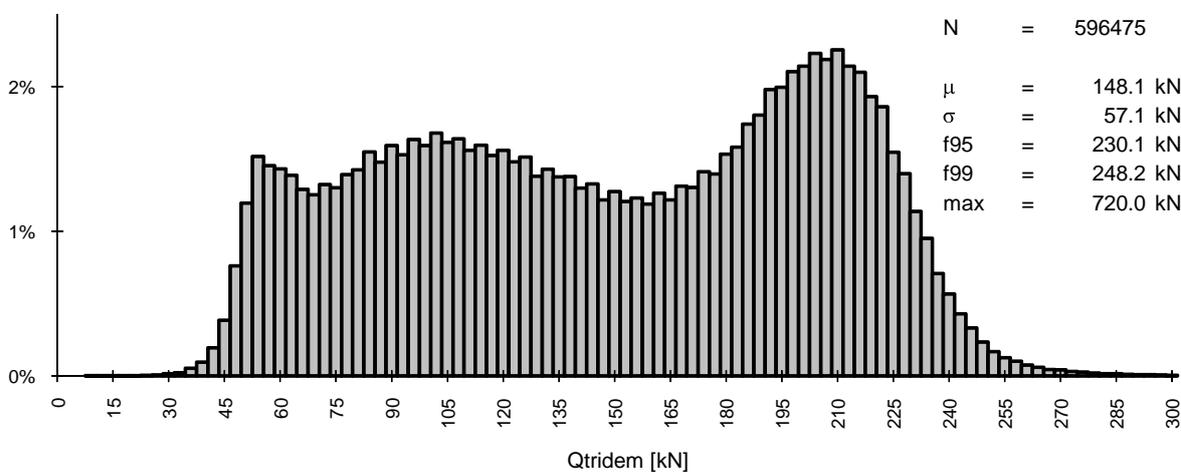
2008 Ceneri

**Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



2008 Ceneri

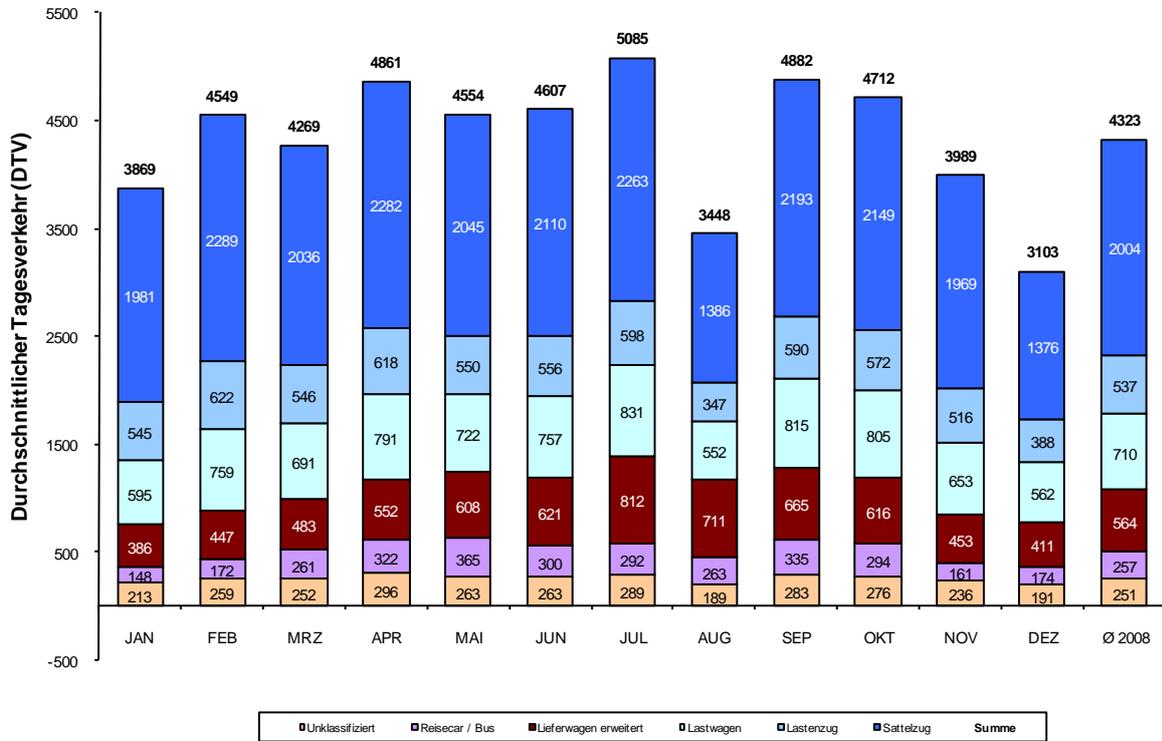
**Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)**



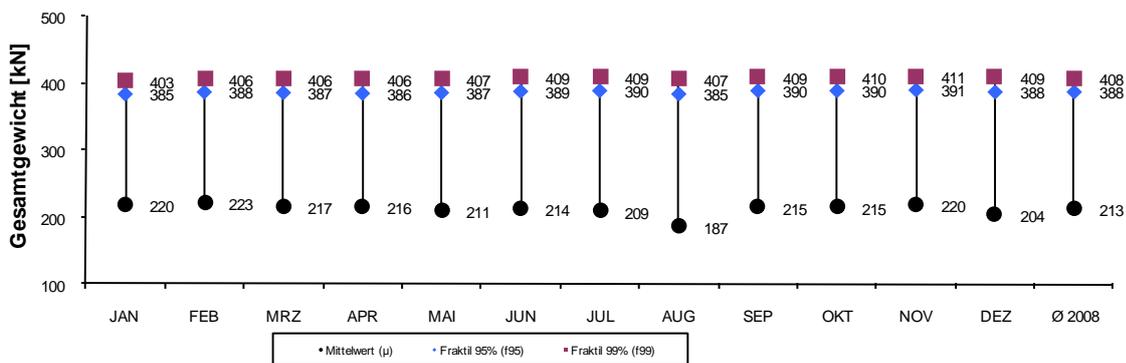
## 6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

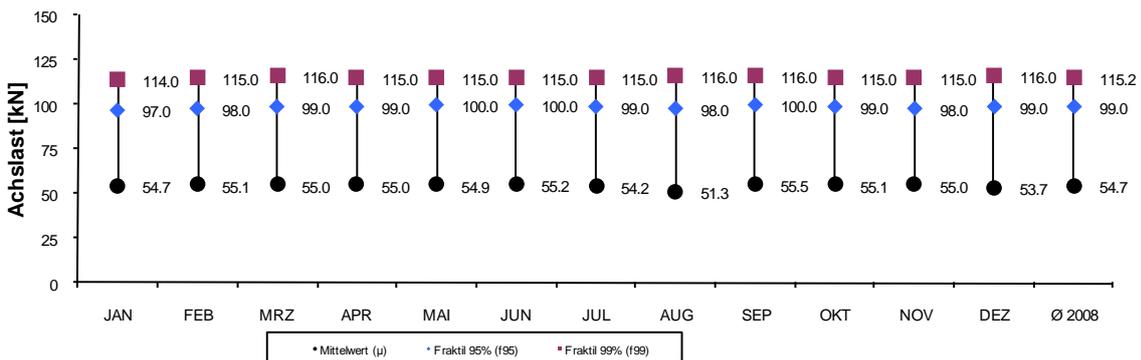
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

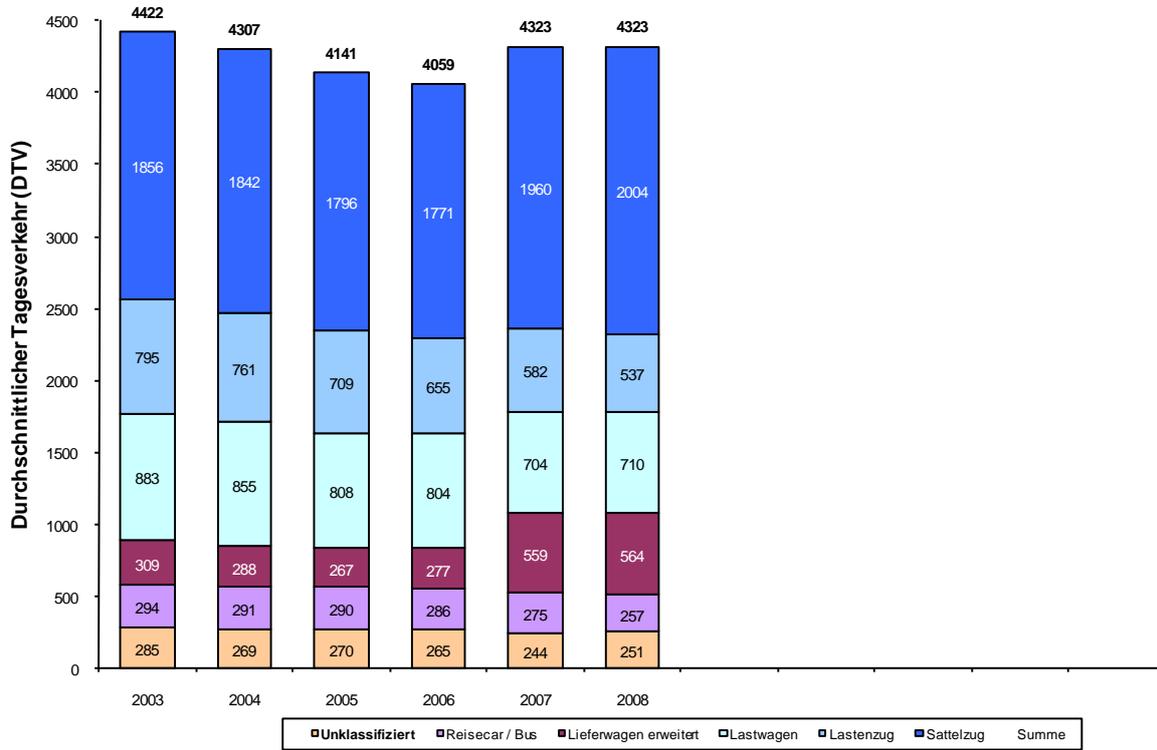


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

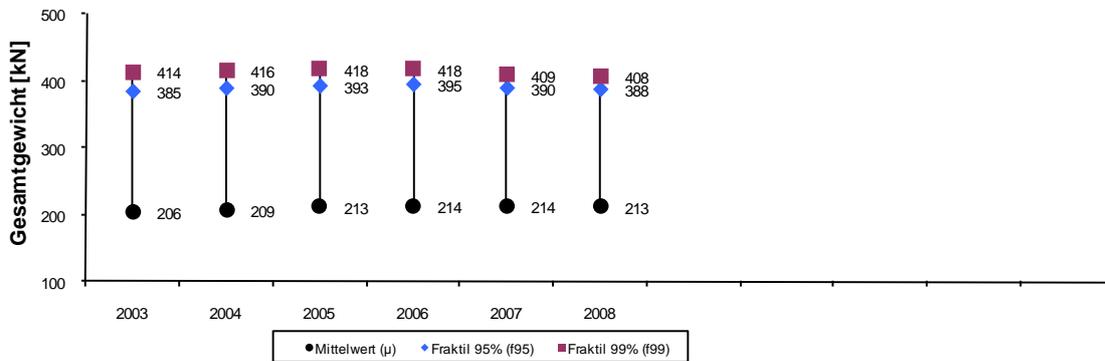


### 6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

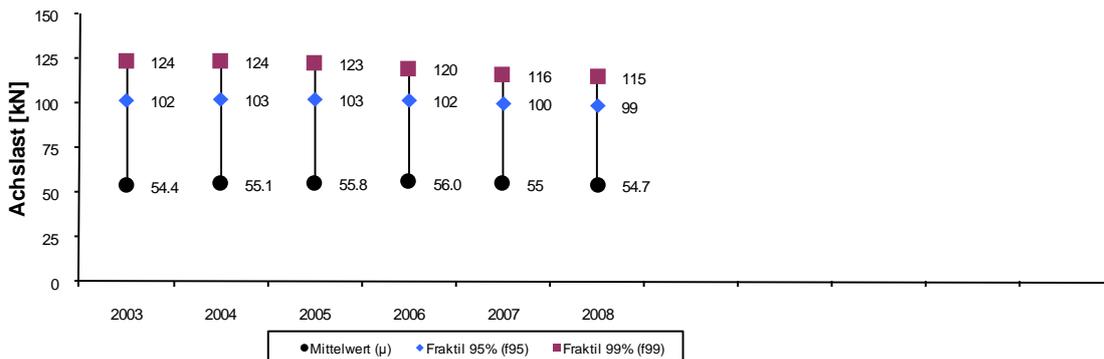
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



#### 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	59.5	59.5	105	119
Tandemachse	99.6	49.8	89.8	109
Tridemachse	148	49.4	76.7	82.7
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 59.5 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 49.8 kN, respektive 49.3 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	16.7 kN/m	27.8 kN/m	38.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.77 kN/m <sup>2</sup>	7.94 kN/m <sup>2</sup>	11.1 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	32'588	<b>16</b>	0.000	1'640	<b>0</b>	0.000	1	<b>0</b>
2	0.006	286'930	<b>1'722</b>	0.001	12'635	<b>9</b>	0.000	17	<b>0</b>
3	0.020	185'792	<b>3'716</b>	0.003	9'113	<b>27</b>	0.001	173	<b>0</b>
4	0.070	199'587	<b>13'971</b>	0.008	10'134	<b>81</b>	0.002	1'032	<b>2</b>
5	0.150	249'045	<b>37'357</b>	0.020	23'860	<b>477</b>	0.005	8'011	<b>40</b>
6	0.290	506'903	<b>147'002</b>	0.030	41'585	<b>1'248</b>	0.010	33'397	<b>334</b>
7	0.530	690'157	<b>365'783</b>	0.060	44'048	<b>2'643</b>	0.020	23'451	<b>469</b>
8	1.000	305'167	<b>305'167</b>	0.100	45'771	<b>4'577</b>	0.030	23'970	<b>719</b>
9	1.520	155'506	<b>236'369</b>	0.140	44'915	<b>6'288</b>	0.040	36'074	<b>1'443</b>
10	2.400	162'663	<b>390'391</b>	0.200	40'904	<b>8'181</b>	0.060	28'376	<b>1'703</b>
11	3.660	127'433	<b>466'405</b>	0.280	40'019	<b>11'205</b>	0.080	29'438	<b>2'355</b>
12	5.400	57'550	<b>310'770</b>	0.400	38'444	<b>15'378</b>	0.110	37'233	<b>4'096</b>
13	7.760	15'538	<b>120'575</b>	0.540	38'816	<b>20'961</b>	0.140	26'085	<b>3'652</b>
14	10.870	3'984	<b>43'306</b>	0.730	31'763	<b>23'187</b>	0.190	24'957	<b>4'742</b>
15	14.910	1'003	<b>14'955</b>	0.960	21'176	<b>20'329</b>	0.240	30'542	<b>7'330</b>
16	20.060	300	<b>6'018</b>	1.260	14'333	<b>18'060</b>	0.300	21'630	<b>6'489</b>
17	26.540	85	<b>2'256</b>	1.630	11'199	<b>18'254</b>	0.380	22'624	<b>8'597</b>
18	34.590	99	<b>3'424</b>	2.080	9'789	<b>20'361</b>	0.480	33'674	<b>16'164</b>
19	-	-	-	2.640	7'798	<b>20'587</b>	0.590	30'584	<b>18'045</b>
20	-	-	-	3.300	5'379	<b>17'751</b>	0.720	36'268	<b>26'113</b>
21	-	-	-	4.090	3'663	<b>14'982</b>	0.880	52'591	<b>46'280</b>
22	-	-	-	5.030	6'119	<b>30'779</b>	1.060	36'838	<b>39'048</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	28'680	<b>36'424</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	20'063	<b>30'496</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	5'942	<b>10'755</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'373	<b>5'078</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'331	<b>3'341</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	467	<b>1'373</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	265	<b>909</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	182	<b>724</b>
Summe		2'980'330	<b>2'469'203</b>		503'103	<b>255'363</b>		596'269	<b>276'720</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'469'203 + 255'363 + 276'720 = 3'001'286 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'001'286 = 1'350'579 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'350'578.7 / 366 = 3'690 \text{ ESAL}$$

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

### 6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2008 der Zählstelle Monte Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 6.4.1a). Im Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 5'085 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember, Januar sowie in dem Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Verkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant, die Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ kommt in den Sommermonaten etwas häufiger vor als im Winter. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 46.3%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.8% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2), im Vorjahr waren es 2.2%.

Beim Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 6.4.1.b) sind nur geringe Schwankungen bemerkbar. Einzig das mittlere Gesamtgewicht im August ist merklich tiefer als in den anderen Monaten.

Auch die Achslast aller Fahrzeuge ist übers gesamte Jahr konstant (s. Diagramm 6.4.1.c), einzig der im Vergleich etwas tiefere Mittelwert im August fällt auf.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2008 passierten durchschnittlich 4'323 schwere Lastfahrzeuge pro Tag die Zählstelle, genauso viele wie im Vorjahr. Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt etwa konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2b) sinkt im Vergleich zum Vorjahr kaum (-0.5%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sinken ebenfalls nur um 0.5% respektive um 0.2%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2.c) sinkt im Vergleich zum Vorjahr von 55 auf 54.7 kN (-0.5%). Die Fraktilwerte sinken um 1% (99kN, f95) und 0.9% (115kN, f99).

Die mittlere Achslast nimmt im Vergleich zum Vorjahr etwas ab, daher nimmt auch die äquivalente Verkehrslast von 3'813 auf 3'690 ESAL ab (-3.2%). Die Verkehrslast ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Sechsjährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2008 um insgesamt 2.2% abgenommen; einzig im Jahr 2007 gab es eine deutliche Zunahme im Vergleich zum Vorjahr. Der Anteil der Fahrzeugkategorien „Lastwagen“ (20% auf 16.4%) und „Lastenzüge“ (18% auf 12.4%) ist rückläufig, derjenige von „Lieferwagen erweitert“ (7% auf 13%) und „Sattelzug“ (42% auf 46.4%) wächst.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 3.4% zugenommen. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte sind etwa konstant, weisen im Jahr 2006 jedoch ein Maximum auf.

Der Mittelwert der mittleren Achslast bleiben zwischen 2003 und 2008 konstant. Die „Fraktil 95%“-Werte hingegen nehmen um 2.9%, die „Fraktil 99%“-Werte um 7.3% ab. Es treten also deutlich weniger Ausreisser nach oben auf.

## 7 Gotthardtunnel (A2)

### 7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2008 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

### 7.2 Übersicht Messresultate

#### 7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

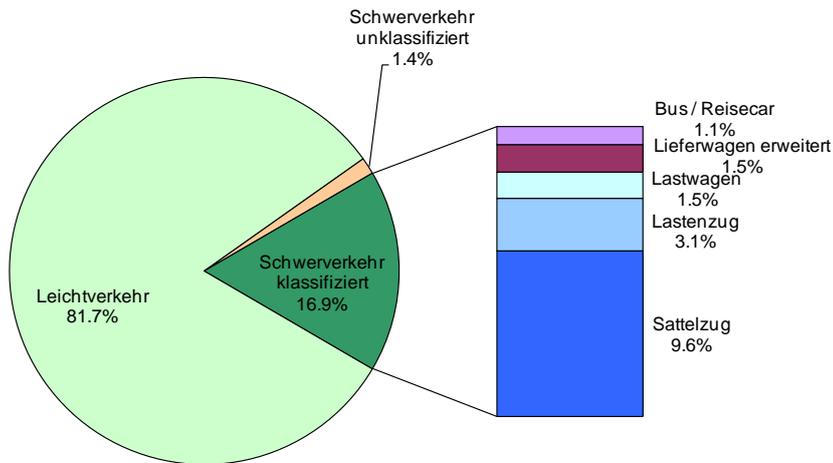
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2008 ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2008	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
<b>Zusammensetzung des Gesamtverkehrs</b>				
Gesamtverkehr	6'064'620	16'570	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'956'315	13'542	81.7	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'108'305	3'028	18.3	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie</b>				
00 Unklassifiziert	85'010	232	1.4	7.7
01 Bus / Reiseкар	67'275	184	1.1	6.1
02 Motorrad	26	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'564	4	0.0	0.1
04 Personenwagen mit Anh.	13'640	37	0.2	1.2
05 Lieferwagen	34'646	95	0.6	3.1
06 Lieferwagen mit Anh.	31'411	86	0.5	2.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	12'611	34	0.2	1.1
08 Lastwagen	93'087	254	1.5	8.4
09 Lastenzug	186'713	510	3.1	16.8
10 Sattelzug	582'322	1'591	9.6	52.5
Total	1'108'305	3'028	18.3	100.0
<b>Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht</b>				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	130'679	357	2.2	11.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	207'623	567	3.4	18.7
Fahrzeuge 18 - 28t	360'687	985	5.9	32.5
Fahrzeuge 28 - 40t	368'271	1'006	6.1	33.2
Fahrzeuge > 40t	41'045	112	0.7	3.7
Total	1'108'305	3'028	18.3	100.0

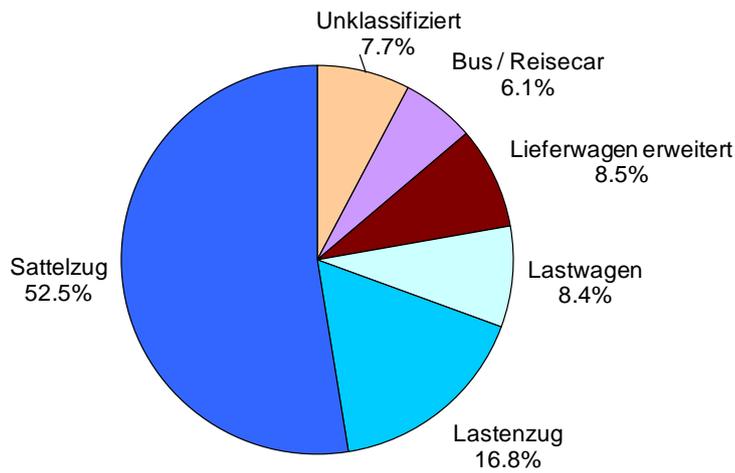
**Tabelle 7:** Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

## 7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

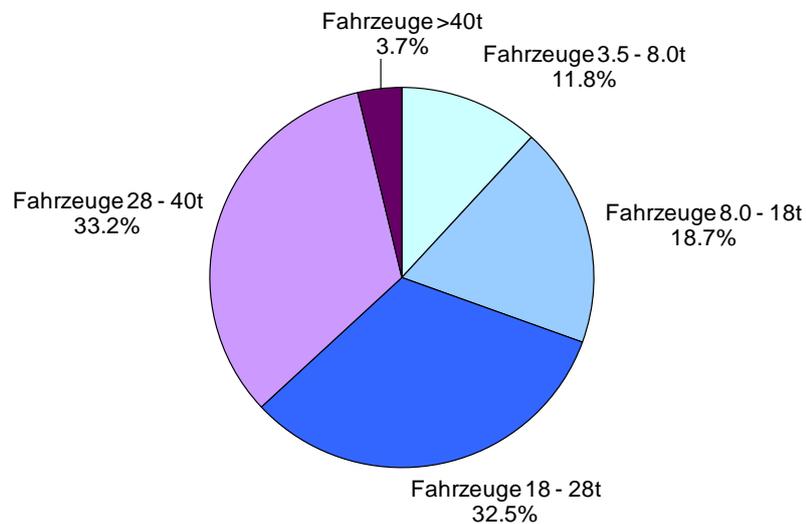
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



## 7.3 Messdiagramme

### 7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2008 sind folgendermassen strukturiert:

- 7.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge  $\geq 3.5t$ )
- 7.3.3 Reisedeckungs 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+, 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).

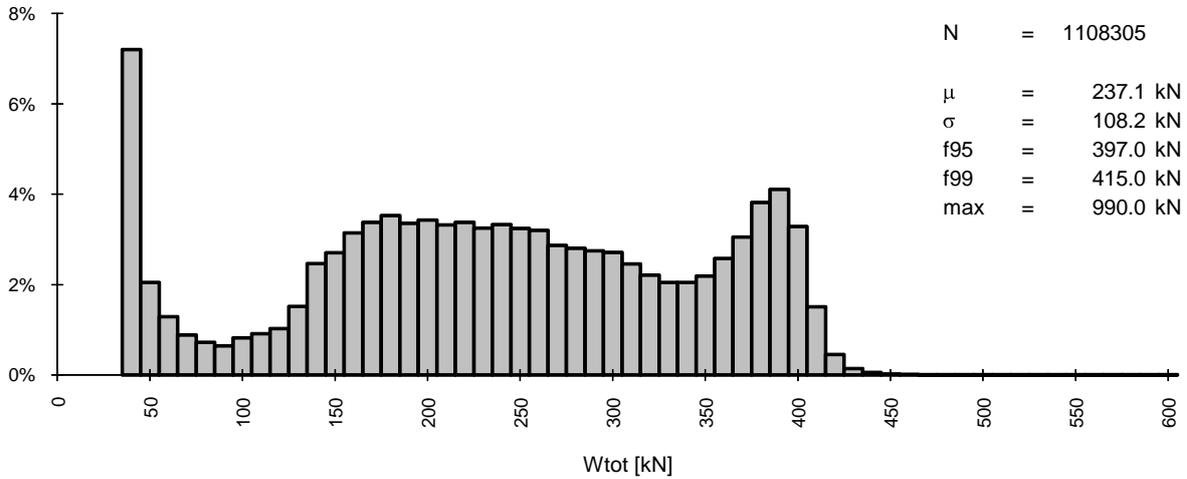
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$ )

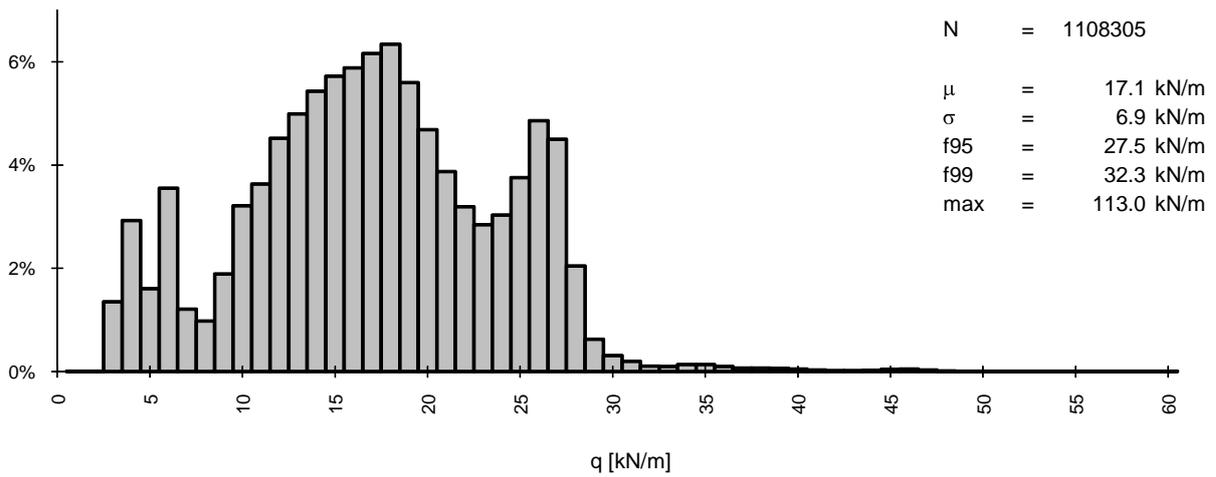
2008 Gotthard

**Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht**



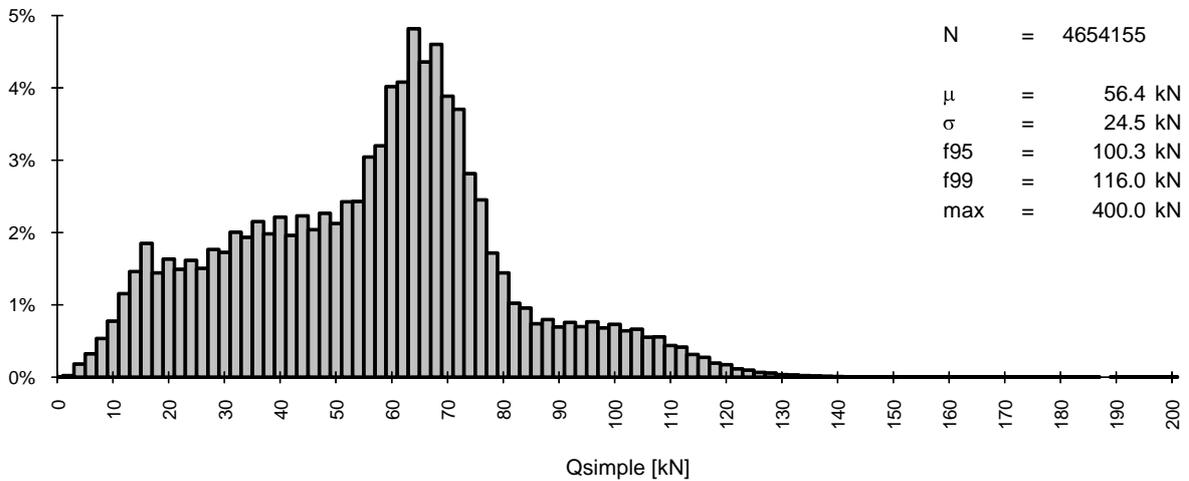
2008 Gotthard

**Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Gotthard

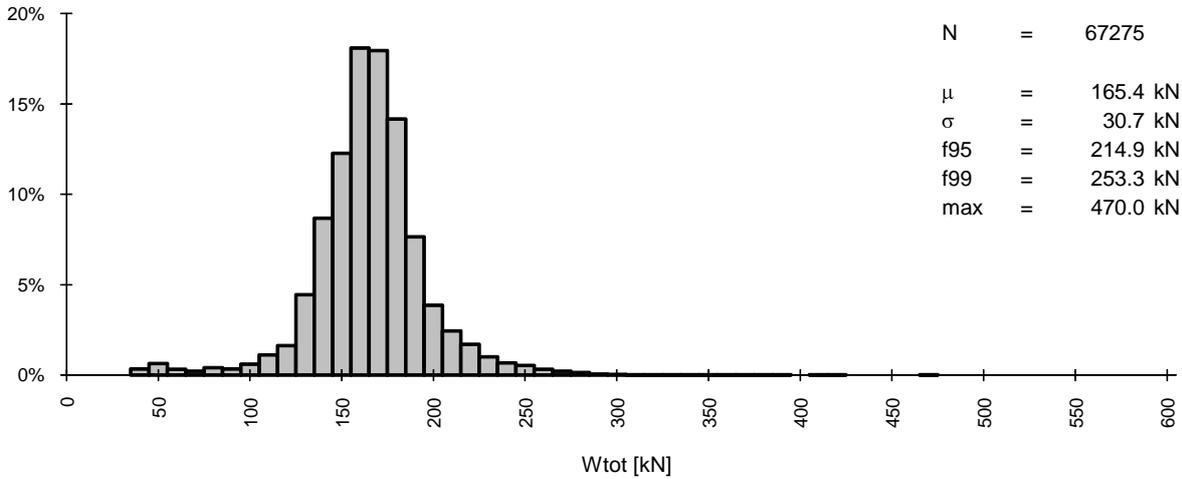
**Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)**



### 7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

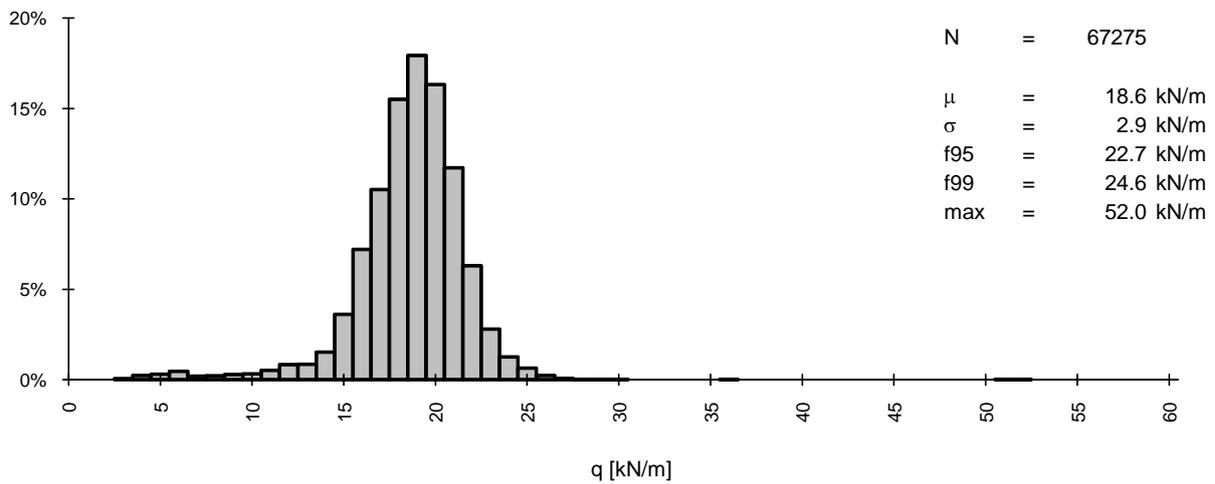
2008 Gotthard

**Car / Bus / Gesamtgewicht**



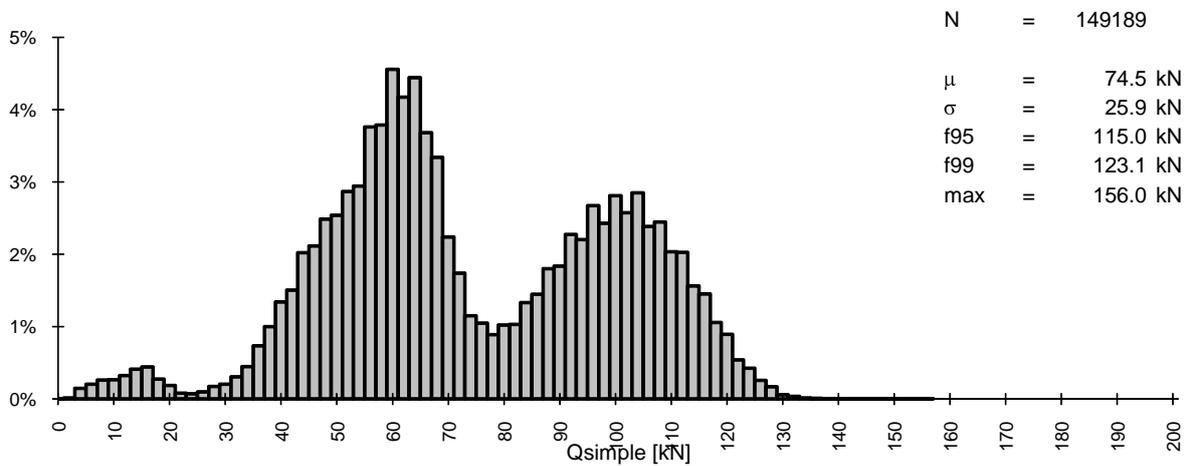
2008 Gotthard

**Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Gotthard

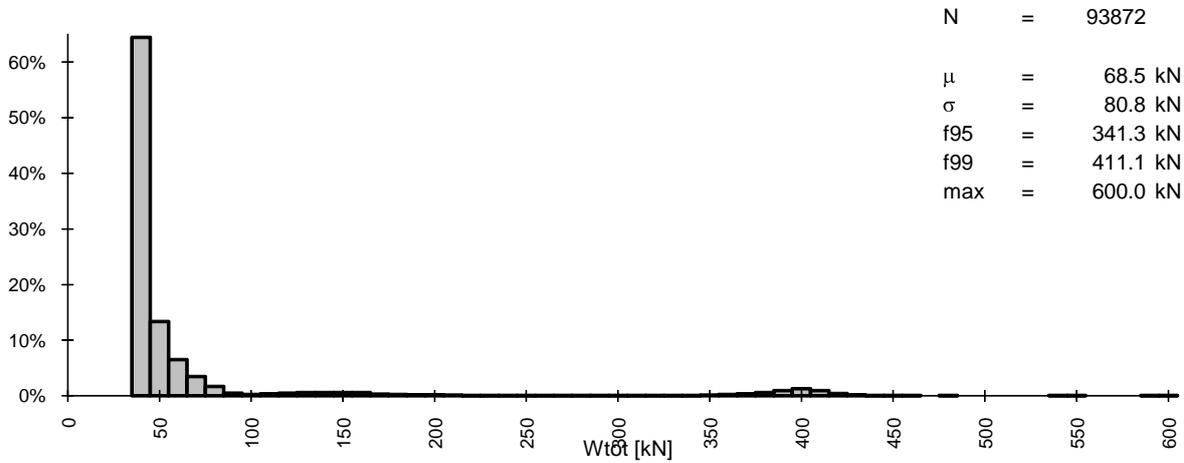
**Car / Bus / alle Einzelachsen**



### 7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

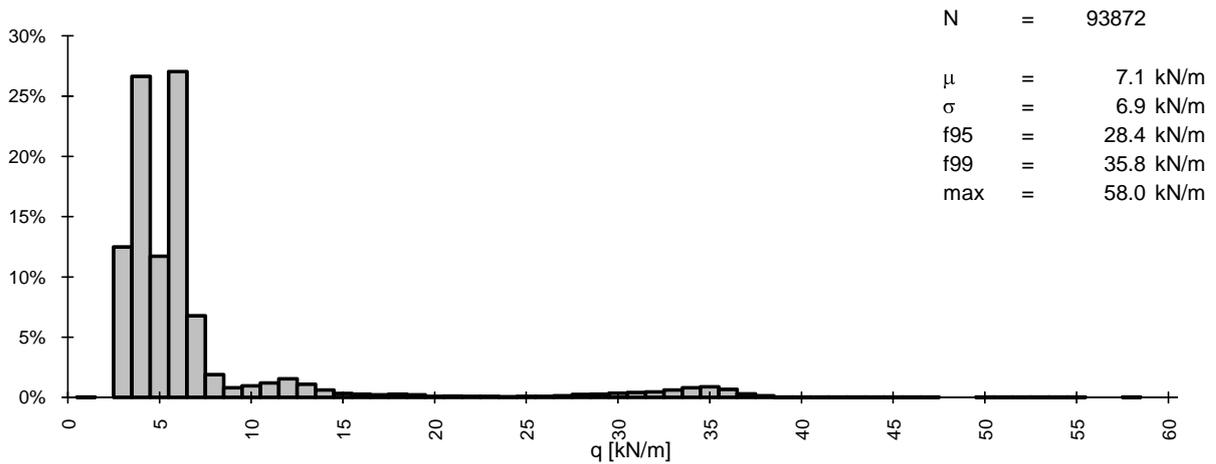
2008 Gotthard

#### Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



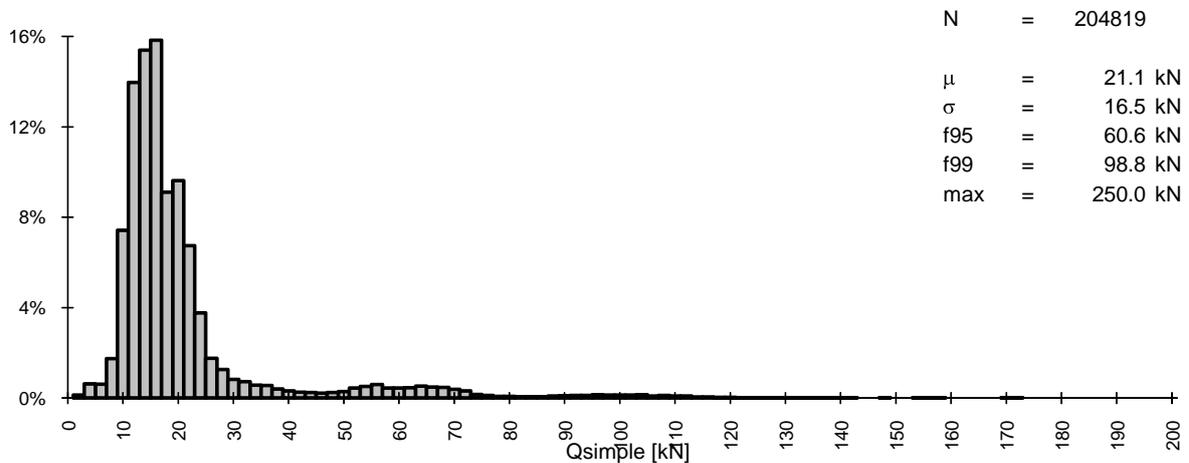
2008 Gotthard

#### Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2008 Gotthard

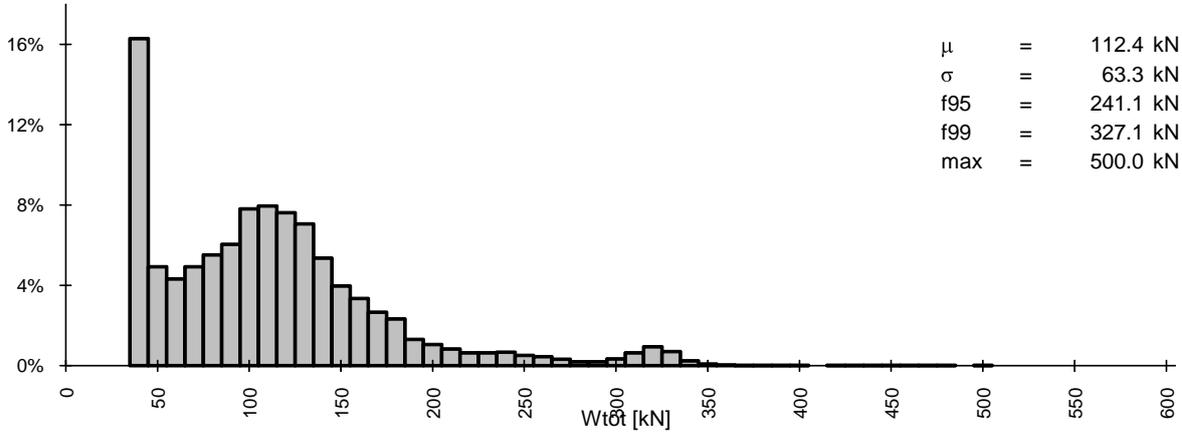
#### Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



### 7.3.5 Lastwagen (LW)

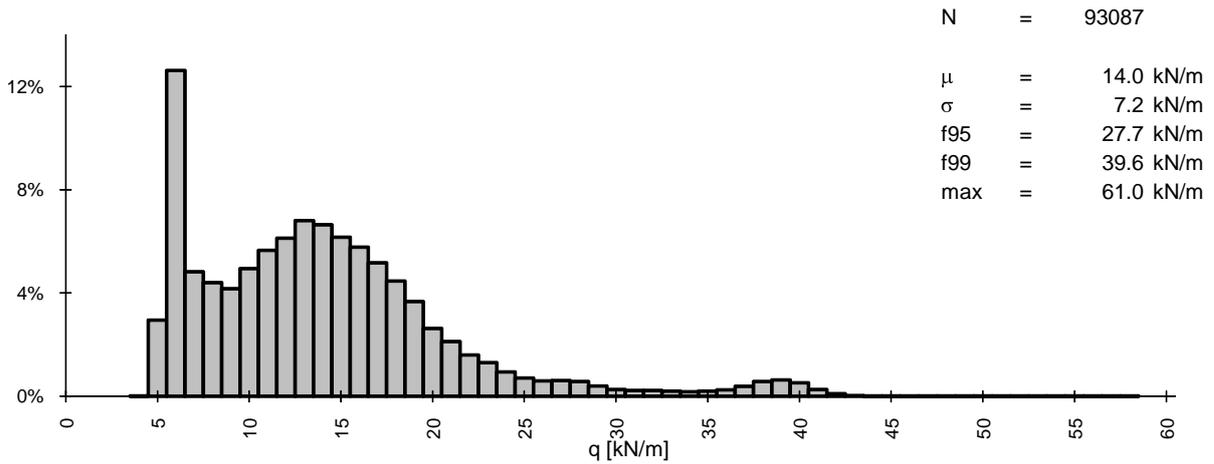
2008 Gotthard

#### Lastwagen / Gesamtgewicht



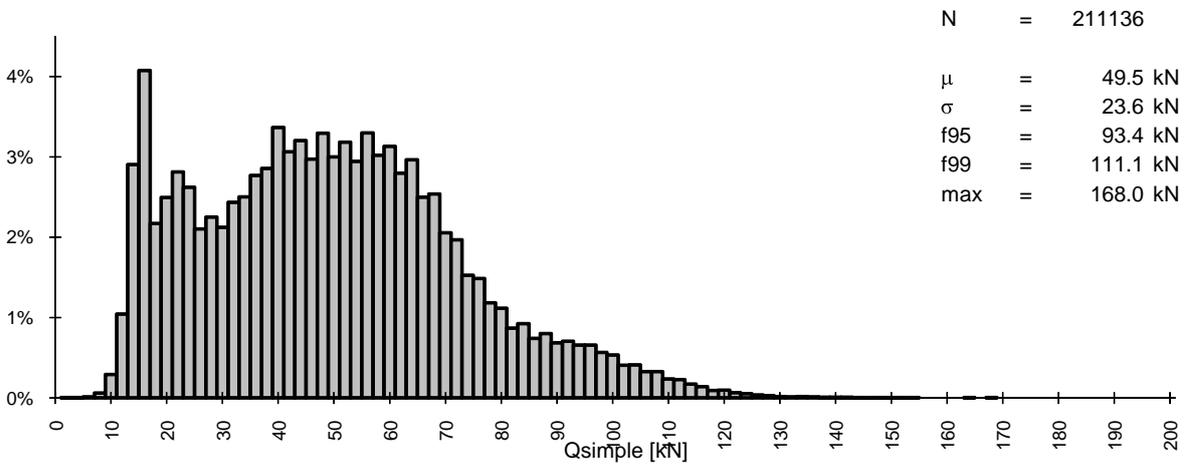
2008 Gotthard

#### Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2008 Gotthard

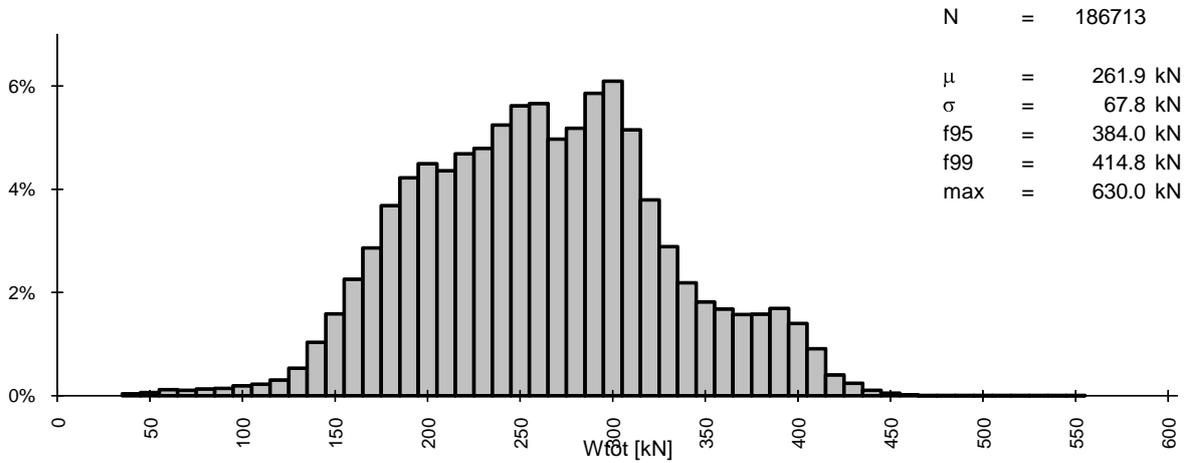
#### Lastwagen / alle Einzelachsen



### 7.3.6 Lastenzüge (LZ)

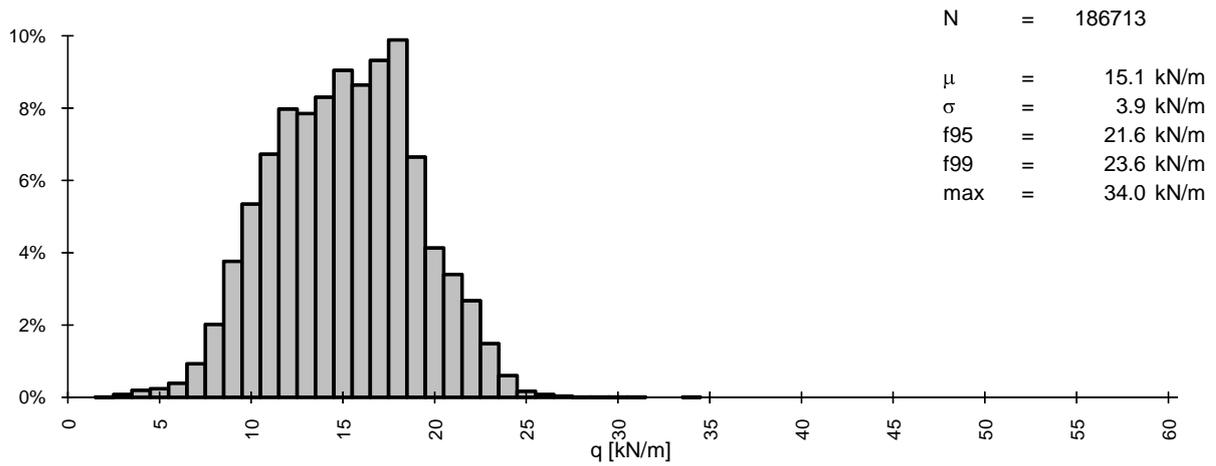
2008 Gotthard

**Lastenzug / Gesamtgewicht**



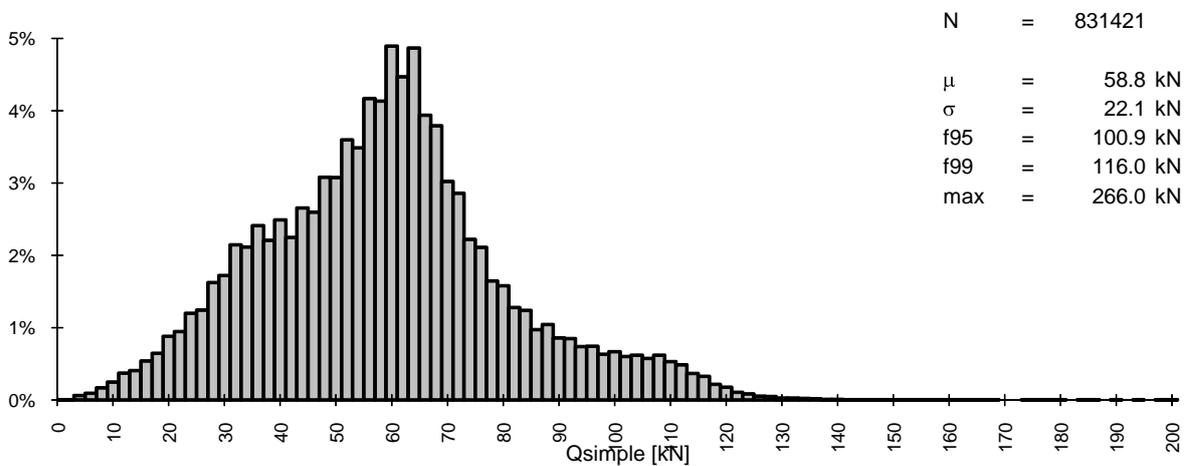
2008 Gotthard

**Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Gotthard

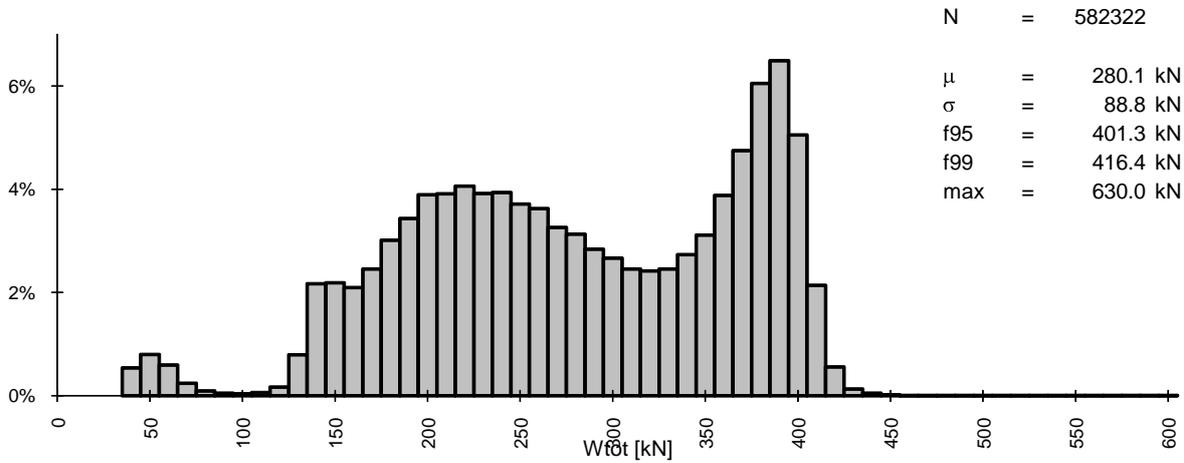
**Lastenzug / alle Einzelachsen**



### 7.3.7 Sattelzüge (SZ)

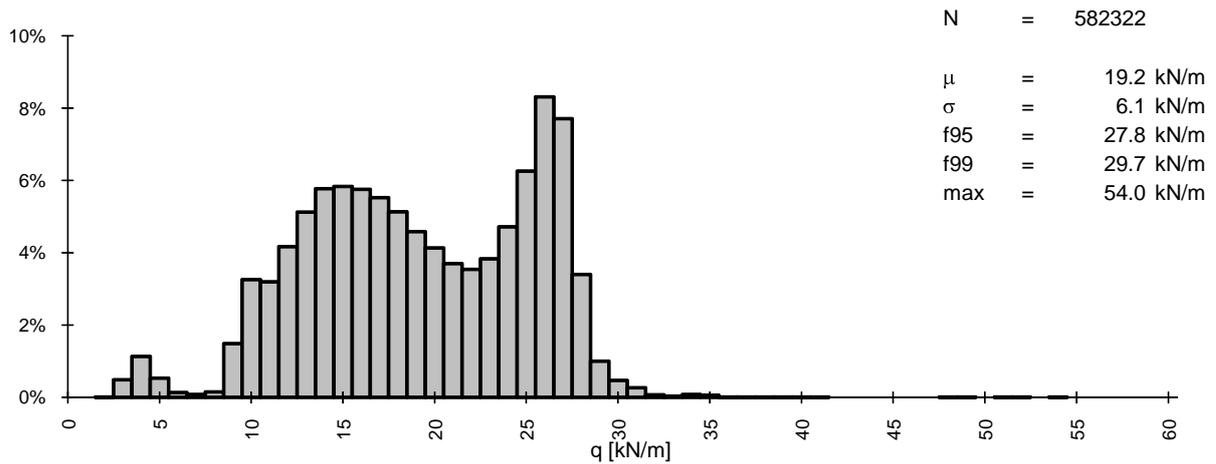
2008 Gotthard

**Sattelzug / Gesamtgewicht**



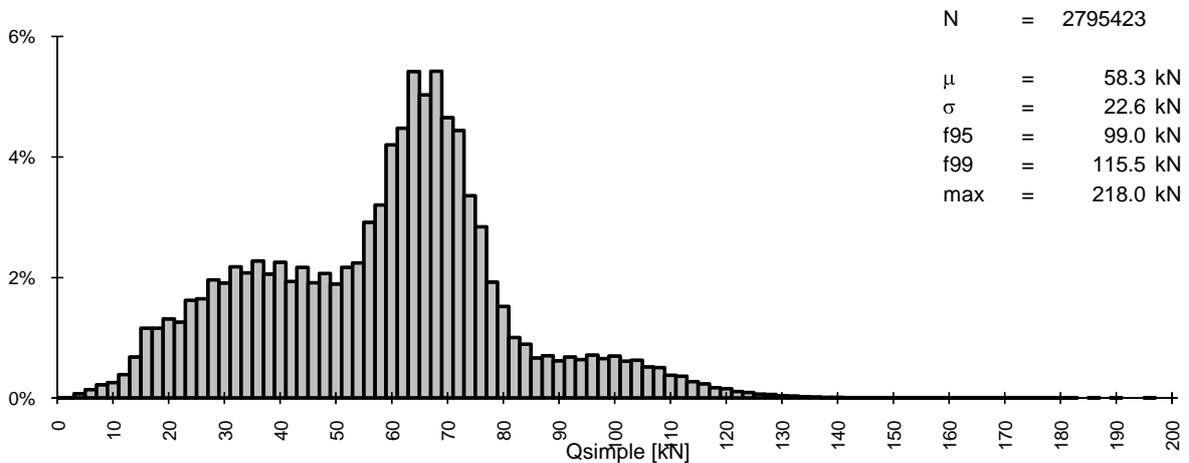
2008 Gotthard

**Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter**



2008 Gotthard

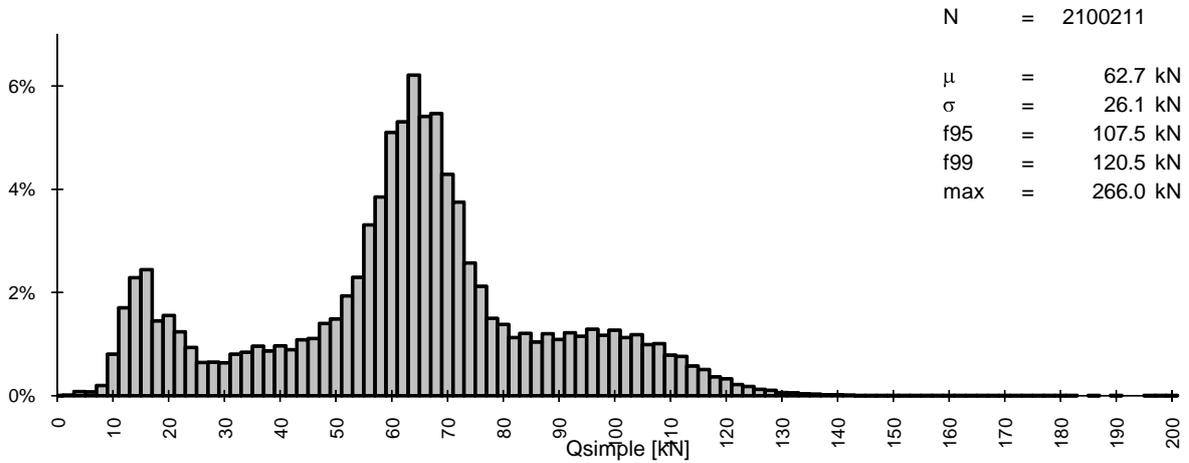
**Sattelzug / alle Einzelachsen**



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

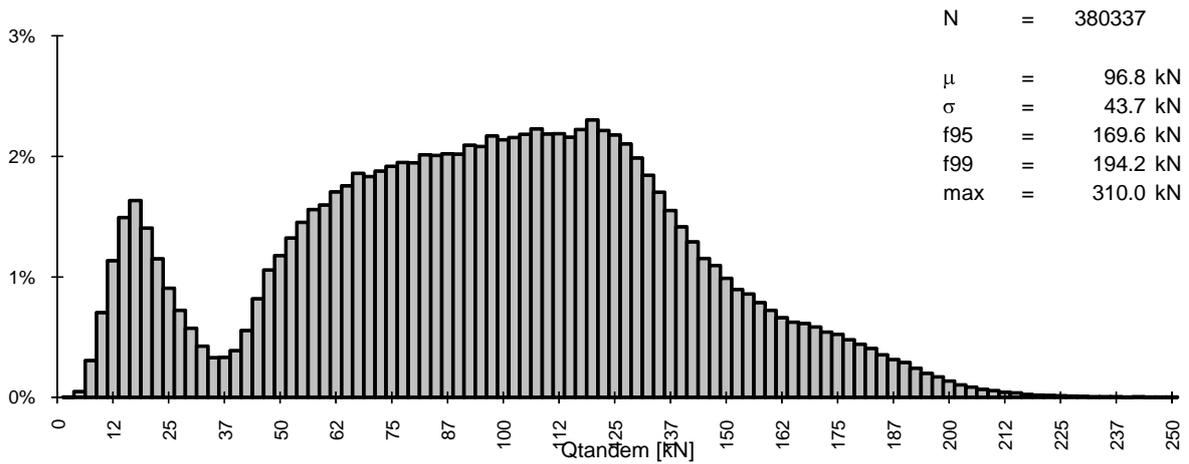
2008 Gotthard

#### Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



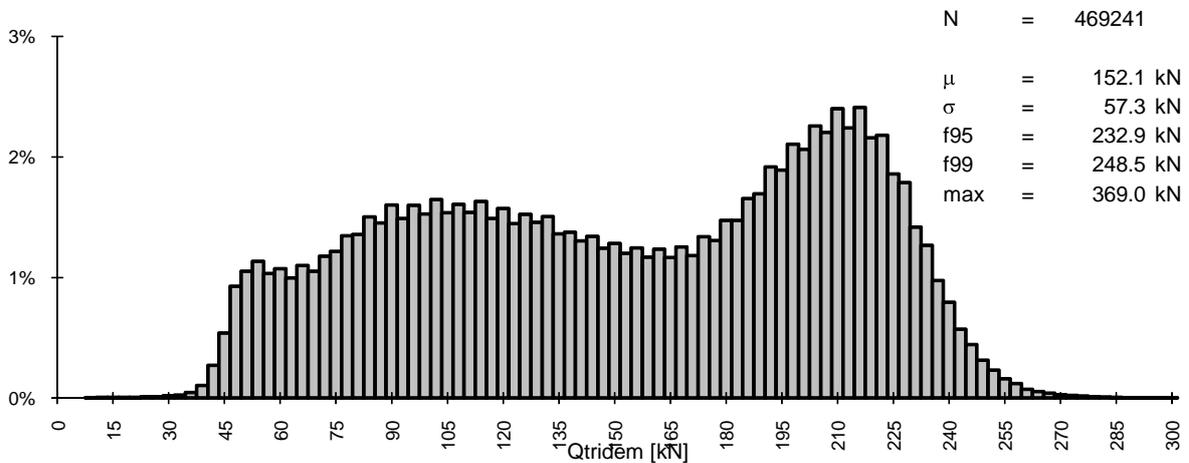
2008 Gotthard

#### Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2008 Gotthard

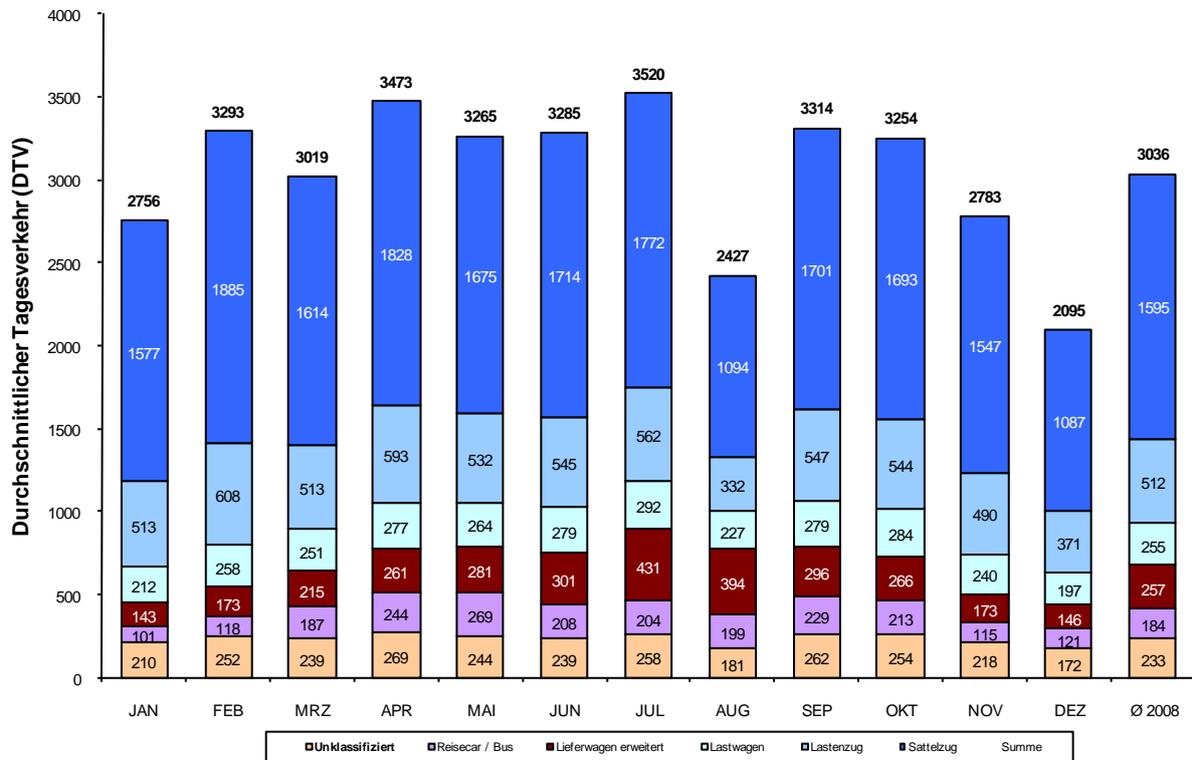
#### Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



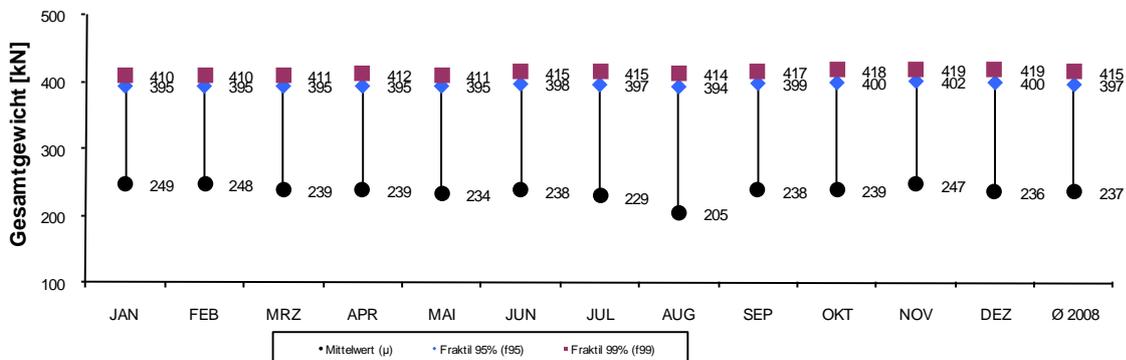
## 7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

### 7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

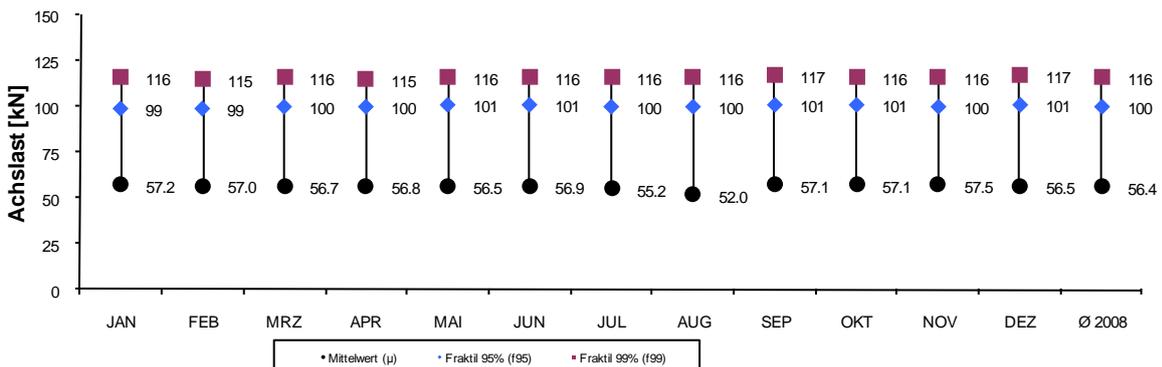
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

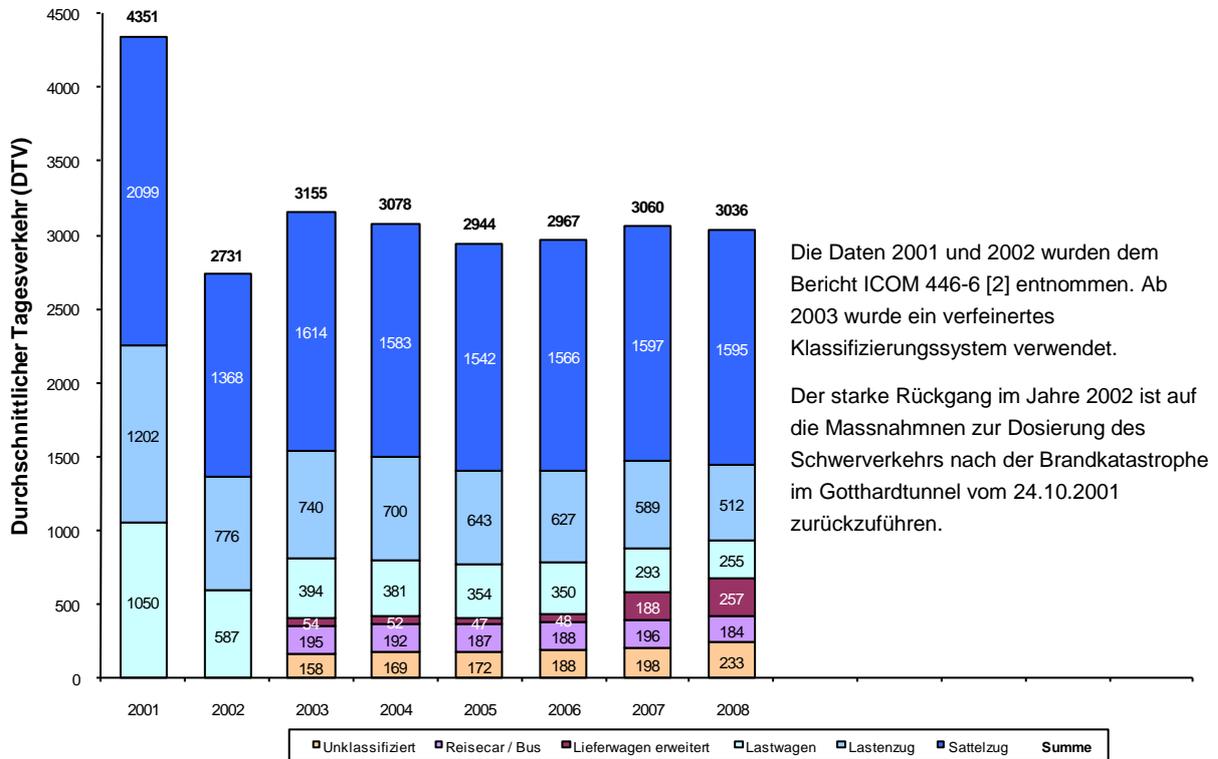


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge  $\geq 3.5t$

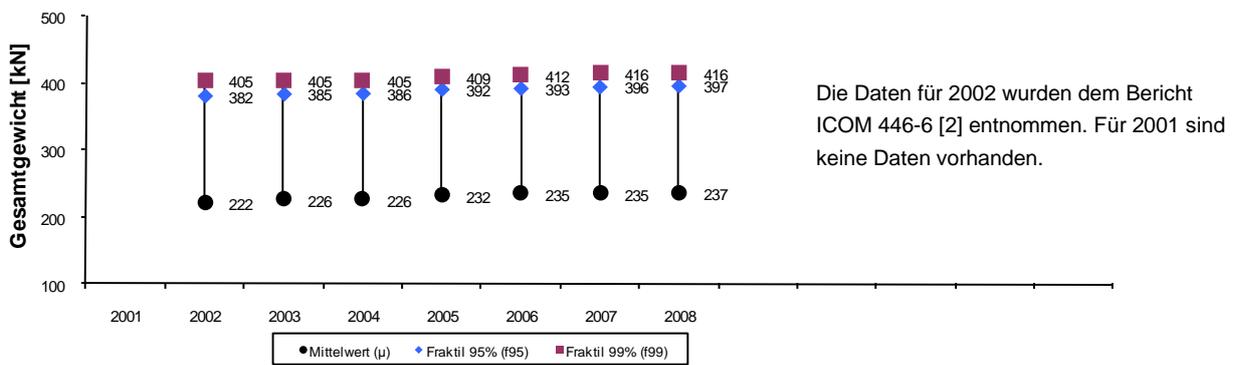


### 7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

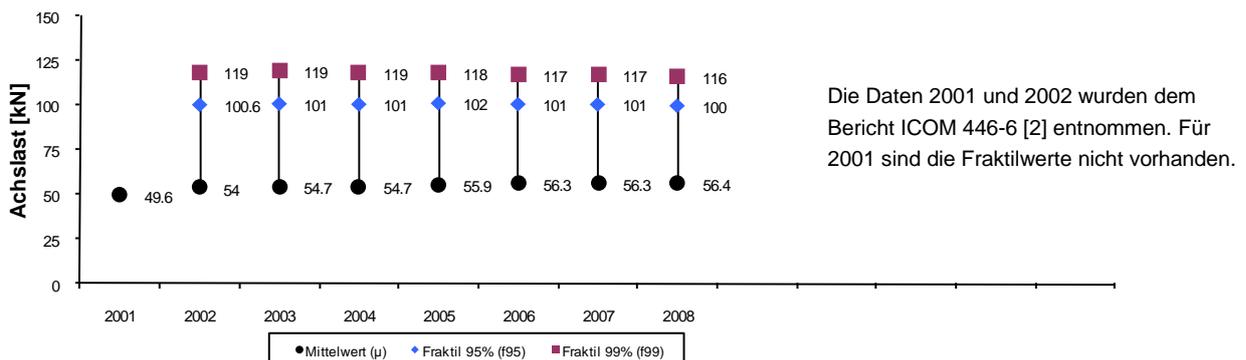
#### a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



## 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	62.7	62.7	107.5	120.5
Tandemachse	96.8	48.4	84.8	97.1
Tridemachse	152.1	50.7	77.6	82.83
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 62.7kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.4 kN und 50.7kN 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	17.1 kN/m	27.5 kN/m	32.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.9 kN/m <sup>2</sup>	7.9 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	24'773	<b>12</b>	0.000	4'027	<b>0</b>	0.000	7	<b>0</b>
2	0.006	198'418	<b>1'191</b>	0.001	21'546	<b>15</b>	0.000	87	<b>0</b>
3	0.020	86'327	<b>1'727</b>	0.003	12'755	<b>38</b>	0.001	223	<b>0</b>
4	0.070	93'422	<b>6'540</b>	0.008	5'619	<b>45</b>	0.002	811	<b>2</b>
5	0.150	125'586	<b>18'838</b>	0.020	13'714	<b>274</b>	0.005	8'156	<b>41</b>
6	0.290	346'133	<b>100'379</b>	0.030	22'564	<b>677</b>	0.010	20'152	<b>202</b>
7	0.530	560'383	<b>297'003</b>	0.060	27'201	<b>1'632</b>	0.020	14'770	<b>295</b>
8	1.000	238'058	<b>238'058</b>	0.100	29'258	<b>2'926</b>	0.030	17'550	<b>527</b>
9	1.520	119'226	<b>181'224</b>	0.140	30'666	<b>4'293</b>	0.040	27'764	<b>1'111</b>
10	2.400	128'200	<b>307'680</b>	0.200	32'268	<b>6'454</b>	0.060	21'656	<b>1'299</b>
11	3.660	107'184	<b>392'293</b>	0.280	33'303	<b>9'325</b>	0.080	22'490	<b>1'799</b>
12	5.400	53'462	<b>288'695</b>	0.400	33'753	<b>13'501</b>	0.110	29'245	<b>3'217</b>
13	7.760	14'471	<b>112'295</b>	0.540	32'260	<b>17'420</b>	0.140	20'790	<b>2'911</b>
14	10.870	3'458	<b>37'588</b>	0.730	24'760	<b>18'075</b>	0.190	19'916	<b>3'784</b>
15	14.910	826	<b>12'316</b>	0.960	17'218	<b>16'529</b>	0.240	24'264	<b>5'823</b>
16	20.060	205	<b>4'112</b>	1.260	12'411	<b>15'638</b>	0.300	16'960	<b>5'088</b>
17	26.540	47	<b>1'247</b>	1.630	9'445	<b>15'395</b>	0.380	17'161	<b>6'521</b>
18	34.590	27	<b>934</b>	2.080	7'548	<b>15'700</b>	0.480	24'877	<b>11'941</b>
19	-	-	-	2.640	5'188	<b>13'696</b>	0.590	22'634	<b>13'354</b>
20	-	-	-	3.300	2'845	<b>9'389</b>	0.720	27'755	<b>19'984</b>
21	-	-	-	4.090	1'195	<b>4'888</b>	0.880	41'871	<b>36'846</b>
22	-	-	-	5.030	760	<b>3'823</b>	1.060	31'962	<b>33'880</b>
23	-	-	-	-	-	-	1.270	27'334	<b>34'714</b>
24	-	-	-	-	-	-	1.520	20'898	<b>31'765</b>
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'236	<b>11'287</b>
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'388	<b>5'110</b>
27	-	-	-	-	-	-	2.510	895	<b>2'246</b>
28	-	-	-	-	-	-	2.940	234	<b>688</b>
29	-	-	-	-	-	-	3.430	82	<b>281</b>
30	-	-	-	-	-	-	3.980	43	<b>171</b>
Summe		2'100'206	<b>2'002'131</b>		380'304	<b>169'733</b>		469'211	<b>234'888</b>

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'002'131 + 169'733 + 234'888 = 2'406'752 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'406'752 = 1'203'376 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'203'376 / 366 = 3'288 \text{ ESAL}$$

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

### 7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

#### Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2008 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 7.4.1a). Im Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 3'520 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Januar, November und Dezember sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert während des Jahres: In den Wintermonaten (Januar, Februar, März, November und Dezember) ist der Anteil der Kategorie „Sattelzug“ höher als in den Sommermonaten. Bei den Fahrzeugen der Kategorie „Lieferwagen erweitert“ verhält es sich genau umgekehrt; im Juli und August wird die maximale Anzahl erreicht, die um Faktor 3 grösser ist als im Januar und Dezember.

Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 52.5%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.7% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 7.2.2), im Vorjahr waren es 3.4%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 7.4.1b und 7.4.1c) variieren nur geringfügig, wobei jeweils ein deutliches Minimum im August auftritt.

#### Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2008 passierten pro Tag durchschnittlich 3'036 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'060 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 7.4.2a). Dies entspricht einer geringen Abnahme von 0.8%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 7.4.2b) nimmt von 235 auf 237 kN (+0.9%) zu. Der Fraktilwert f95 steigt von 396 auf 397 kN (+0.3%), der f99-Wert bleibt konstant. Auch die Achslasten verändern sich nur geringfügig: Die mittlere Achslast (s. Diagramm 7.4.2c) steigt von 56.3 auf 56.4 kN (0.2%), die Fraktilwerte f95 und f99 nehmen von 101 auf 100 (-1%) respektive 117 auf 116 ab (-0.9%).

Die mittlere Achslast verändert sich gegenüber dem Vorjahr nur minimal, gleichzeitig nimmt die Anzahl Einzelachsen mit einer hohen Last ab (s. Abs. 7.5.2). Aus diesem Grund nimmt die tägliche äquivalente Verkehrslast von 3'460 ESAL auf 3'288 ESAL ab (-5%), ist aber weiterhin der Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

#### Sechsjährliche 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 sieben Jahren von 3'155 auf 3'171 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einer Veränderung von +0.5%. Die tiefsten Werte traten 2005 (2'944 Fahrzeuge) auf, die höchsten Werte 2008 (3'171 Fahrzeuge) und 2003 (3'155 Fahrzeuge). Der „Sattelzug“ ist der am häufigsten auftretende Fahrzeugtyp, sein Anteil am Schwerverkehr ist über die sechs Jahre konstant. Die Anteile von „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nehmen kontinuierlich ab – von 12.5% auf 8.3% respektive 23.5% auf 16.8%; demgegenüber fahren „Lieferwagen erweitert“ deutlich häufiger: der Anteil am Schwerverkehr beträgt 2003 1.7%, 2008 bereits 8.4%. Zwischen 2006 und 2007 ist ein sprunghafter Anstieg des Anteils „Lieferwagen erweitert“ feststellbar.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge >3.5 t steigt zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 6.8% an. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte steigen mit 3.9% und 2.7% etwas weniger stark an. Der Anteil der Fahrzeuge über 40 to Gesamtgewicht steigt von 1.4% (2003) auf 3.7% (2008).

Die mittlere Achslast nimmt zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 3.1% zu. Die „Fraktil 95%“-Werte bleiben konstant und die „Fraktil 99%“-Werte nehmen um 2.5% ab.

## **8 Trübbach (A13)**

### **8.1 Vorhandene Messdaten**

Die Sensoren an der Zählstation Trübbach waren während des ganzen Jahres 2008 defekt und zeichneter deshalb keine brauchbaren Daten auf.



## 9 Vergleich aller Zählerstandorte

### 9.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2008 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV am Zählerstandort.

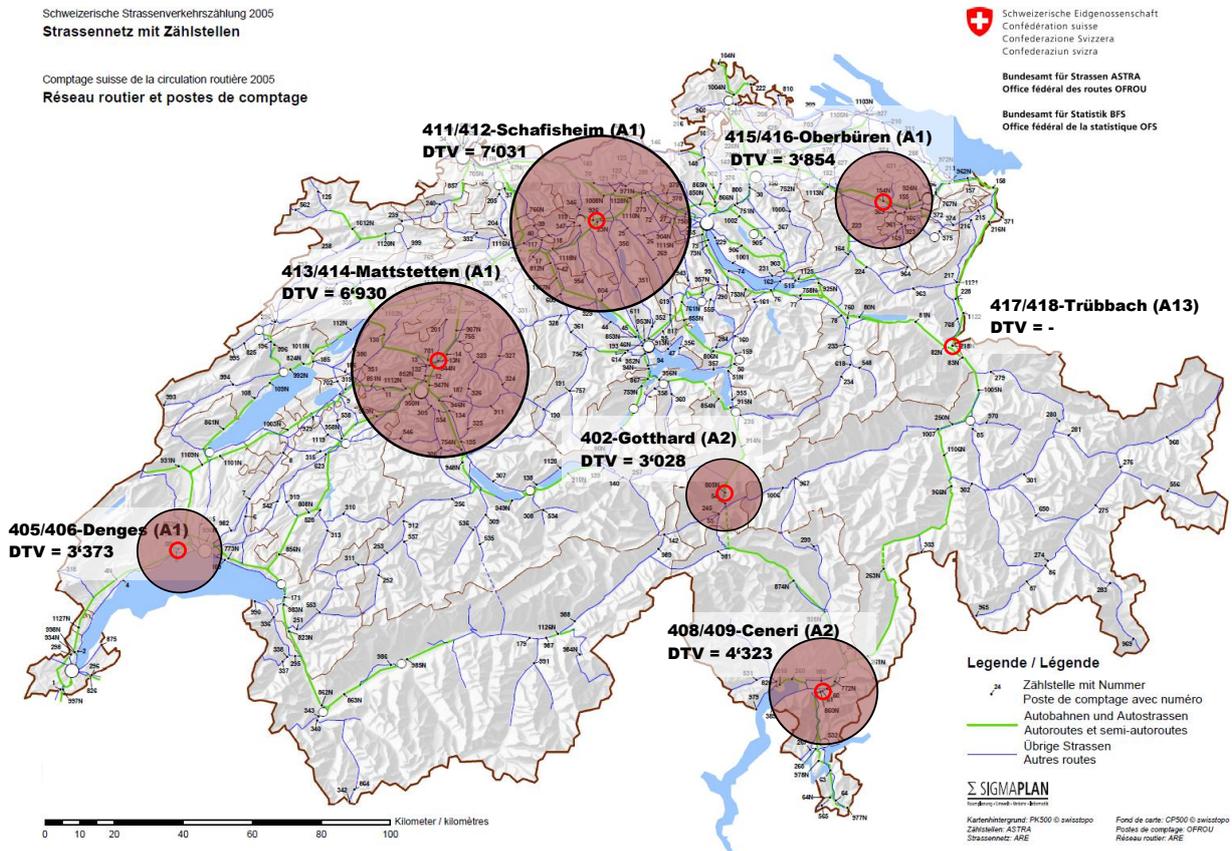


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

DTV	Denges	Mattstetten	Oberbüren	Schafisheim	Ceneri	Gotthard	Trübbach
Gesamtverkehr	83'759	75'257	50'611	70'089	42'900	16'570	-
Schwerverkehr	3'373	6'930	3'854	7'031	4'323	3'028	-
% Schwerverkehr	4.0	9.2	7.6	10.0	10.1	18.3	-

Am Zählerstandort Schafisheim (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 7'031 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen in Gotthard (A2) mit 3'028 Fahrzeugen pro Tag.

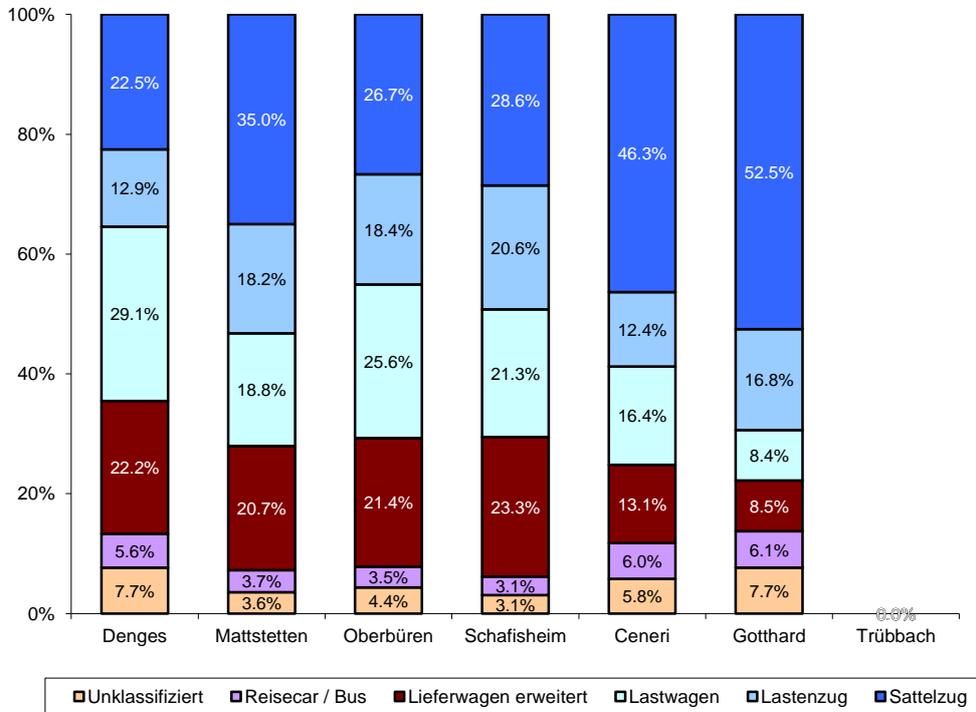
Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (18.3%) und Ceneri (10.1%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (4.0%).

Die Diagramme der folgenden Abschnitte zeigen Vergleichswerte der sieben Zählerstandorte bezüglich Zusammensetzung des Schwerverkehrs (Abs. 9.2), Gesamtgewicht und mittlere

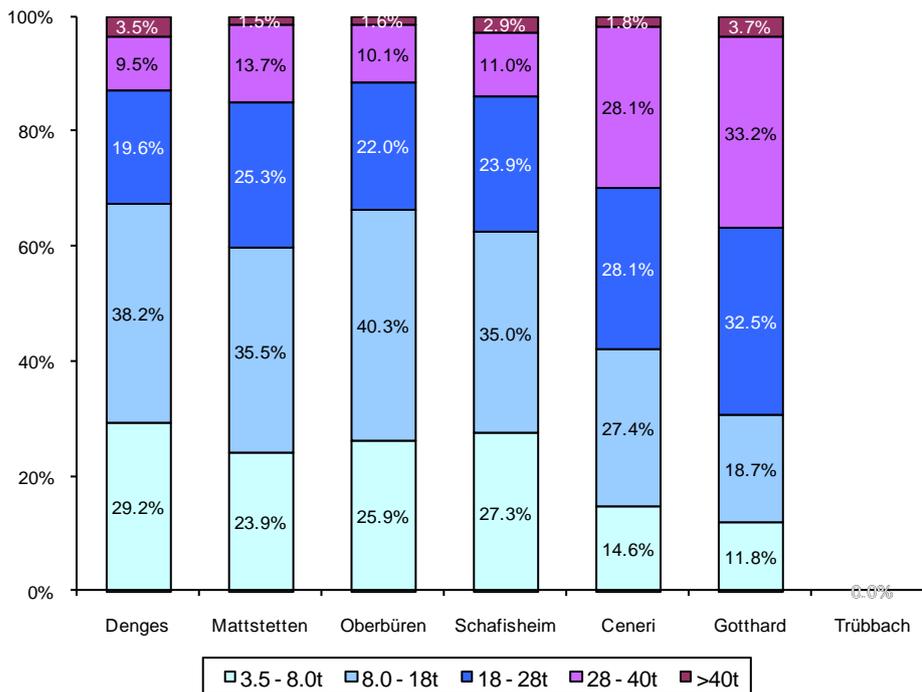
Achslast (Abs. 9.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 9.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 9.5).

## 9.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs

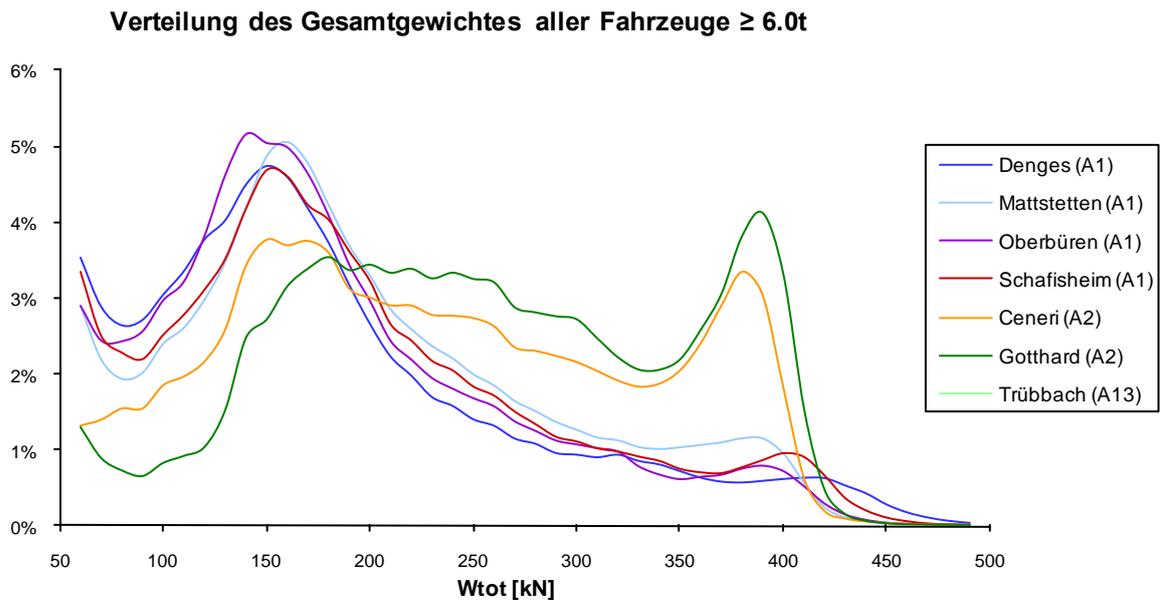
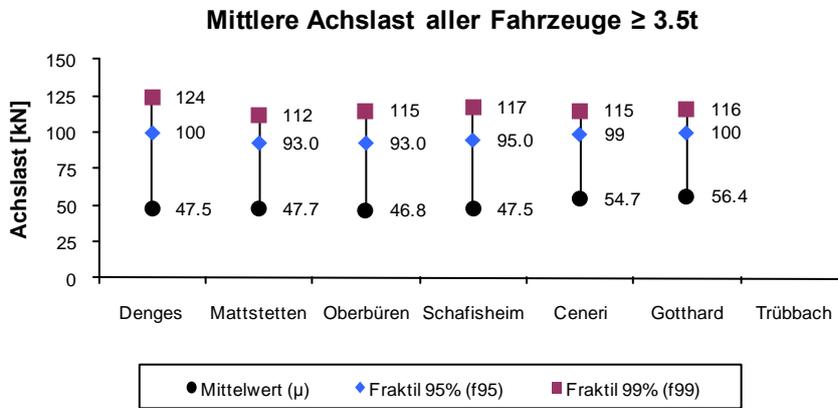
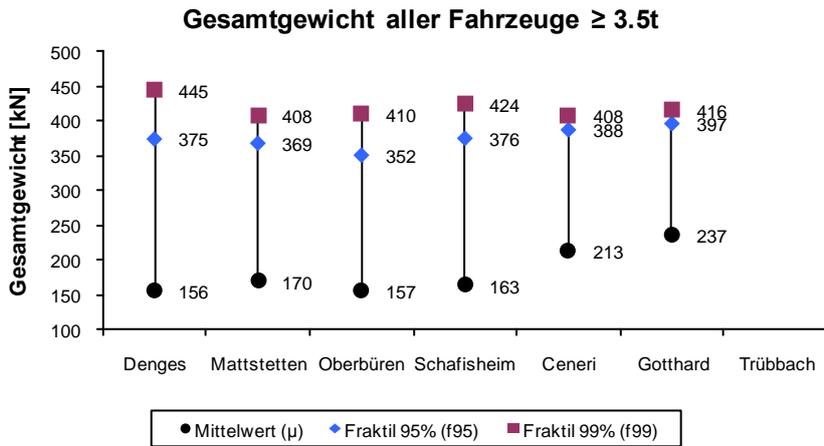
**Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie**



**Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse**



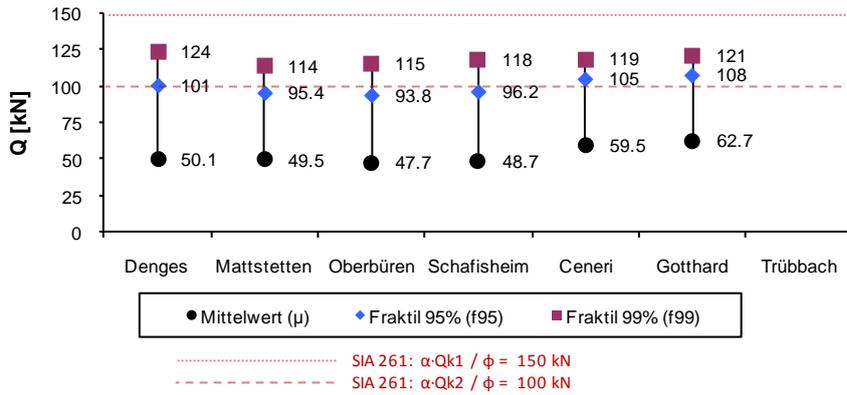
### 9.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast



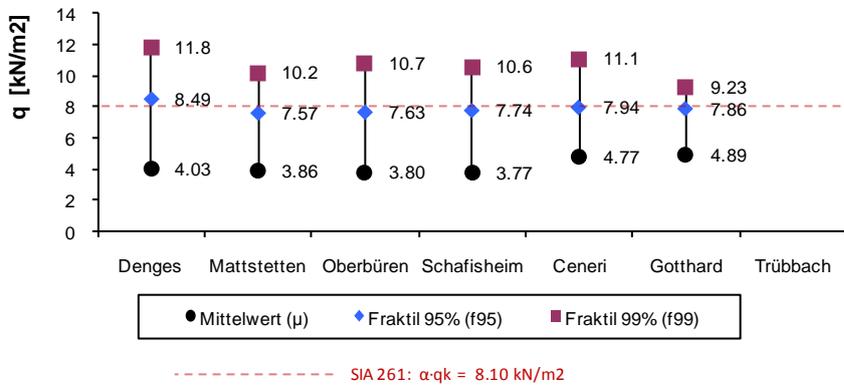
Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

### 9.4 Vergleich mit Normlasten

#### a) konzentrierte Lasten

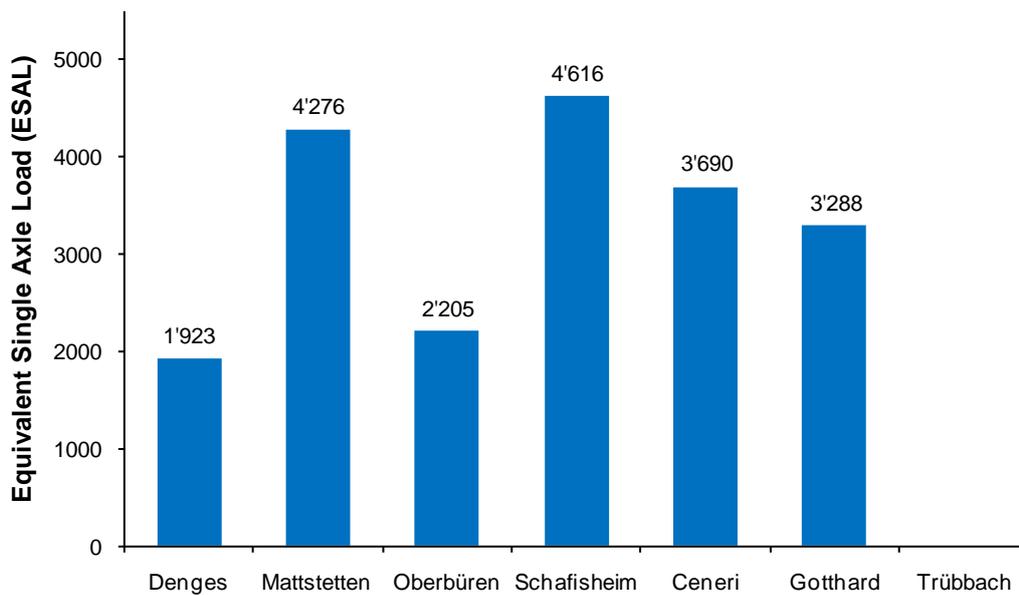


#### b) gleichmässig verteilte Lasten



### 9.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

#### Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



## 10 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2008 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2008 variiert zwischen 3'028 (Gotthard, A2) und 7'031 (Schafisheim, A1) Fahrzeugen pro Tag. Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthard (18.3%) und Ceneri (10.1%), gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Denges, Mattstetten, Oberbüren und Schafisheim) ist die Zusammensetzung des Schwerverkehrs relativ ausgeglichen, während 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, und Oberbüren 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 Abnahme des Schwerverkehrs von rund 7.3% feststellbar. Die grösste Zunahme tritt am Standort Schafisheim (+4.1%) auf, die grösste Abnahme am Standort Oberbüren (-2.8%). Insgesamt nimmt das mittlere Gesamtgewicht im Vergleich zum Vorjahr um knapp 0.6% zu, während die mittlere Achslast aller gemessenen Fahrzeuge um rund 1.4% abnimmt.
- Für den Sechsjahresvergleich können nur die Stationen Denges, Mattstetten, Oberbüren, Ceneri und Gotthard einbezogen werden. Die Stationen Schafisheim (Aufzeichnungsbeginn 2006) und Trüebbach (Datenlücke für 2008) verfügen über keine vollständigen Datenreihen. Das jährliche Verkehrsaufkommen als Summe der fünf Stationen hat zwischen 2003 und 2008 um 3.4% zugenommen; die Zunahme ist kontinuierlich, einzig in den Jahren 2005 und 2008 ist ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die stärkste DTV-Zunahme zwischen 2003 und 2008 tritt in Denges auf mit +9.5%, die stärkste Abnahme am Gotthard mit -4%. In Denges und am Gotthard nimmt der Anteil an Fahrzeugen über 40 to von 1.9% auf 3.5% respektive 1.4% auf 3.7% zu. In Trüebbach nimmt der Anteil an Fahrzeugen über 40 to leicht ab. An den Stationen Denges, Mattstetten, Oberbüren, Ceneri und Gotthard steigen das mittlere Gesamtgewicht, die mittlere Achslast und die äquivalente Verkehrslast zwischen

2003 und 2006 an; ab 2007 sind sie rückläufig. Über die sechs Jahre steigt das Gesamtgewicht insgesamt um 2.6% an, die Achslast bleibt konstant und die äquivalente Verkehrslast nimmt um 8.9% ab.

## **Bächtold & Moor AG**

Bern, 15. November 2011



## 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.
- [10] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2007, Bächtold & Moor AG, Bern, September 2010.



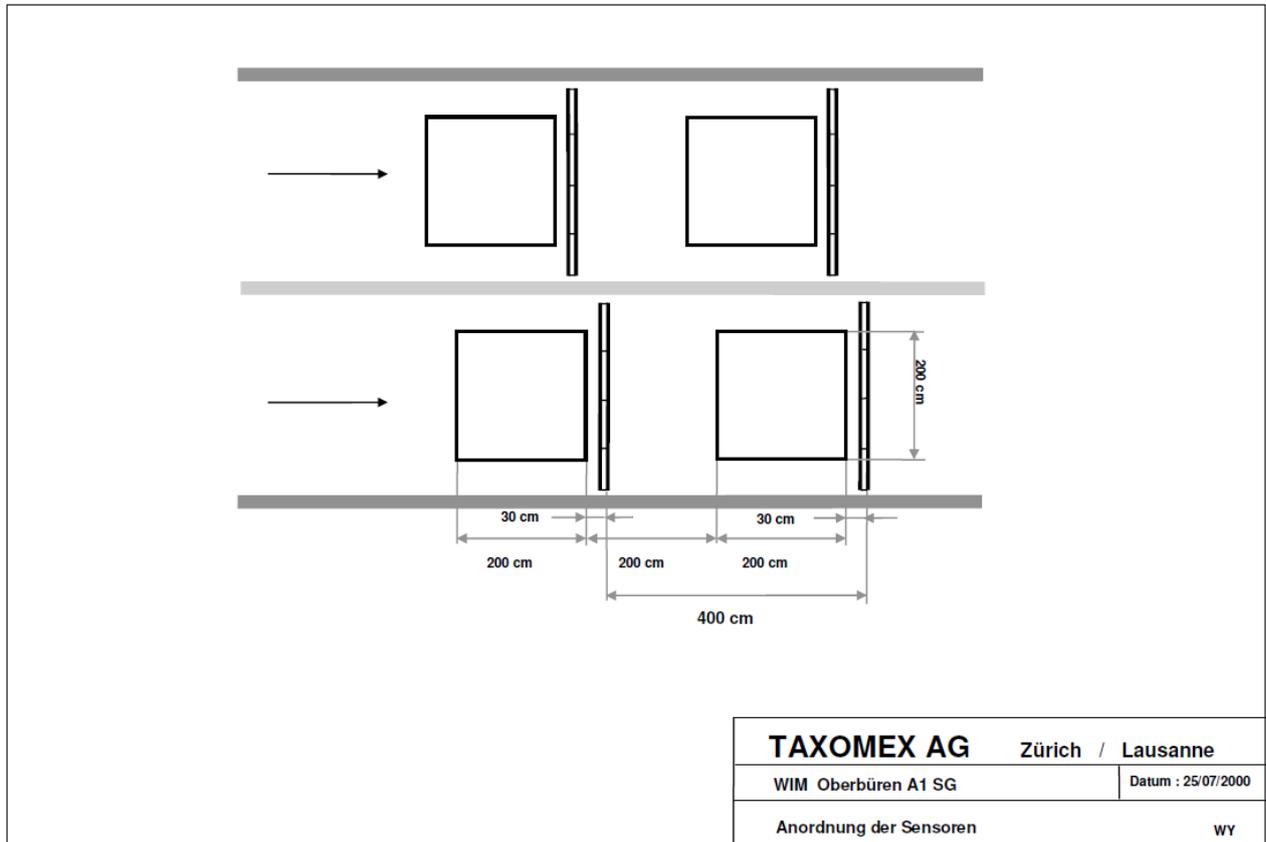




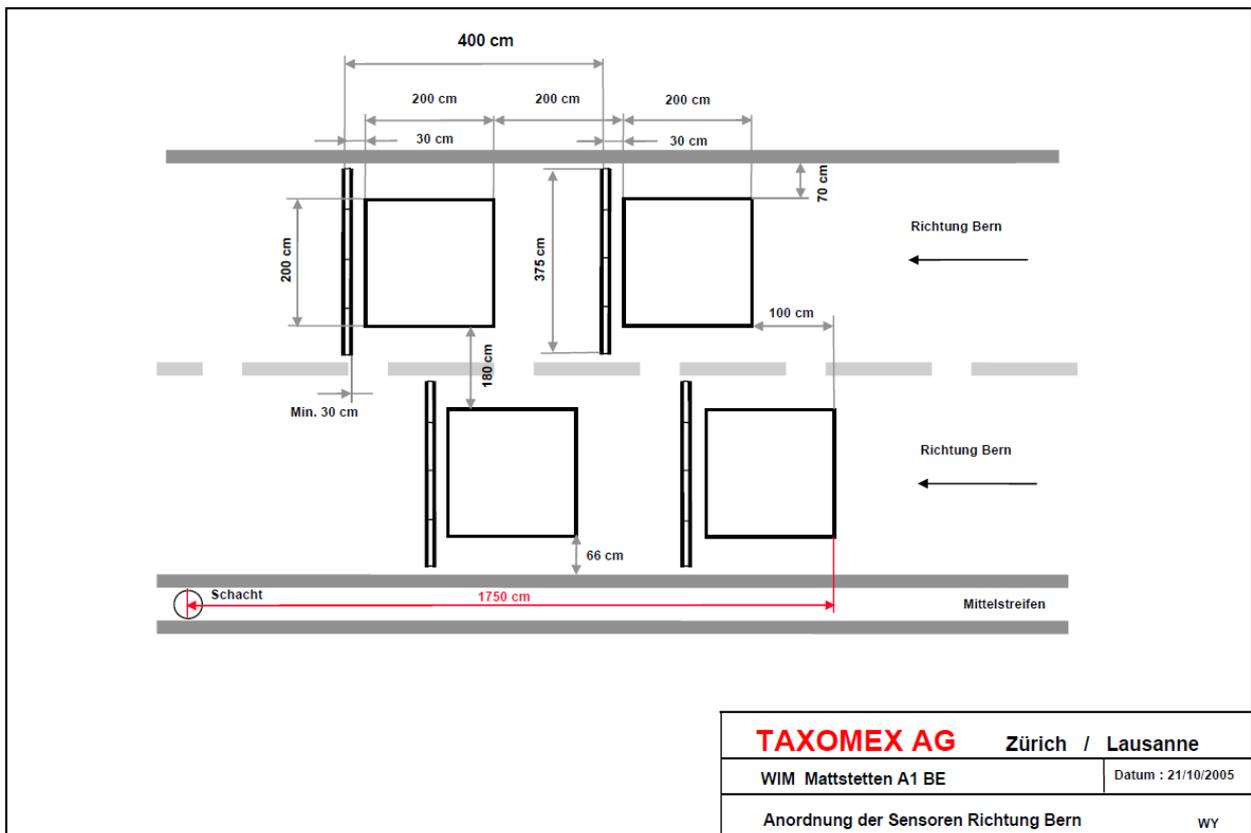
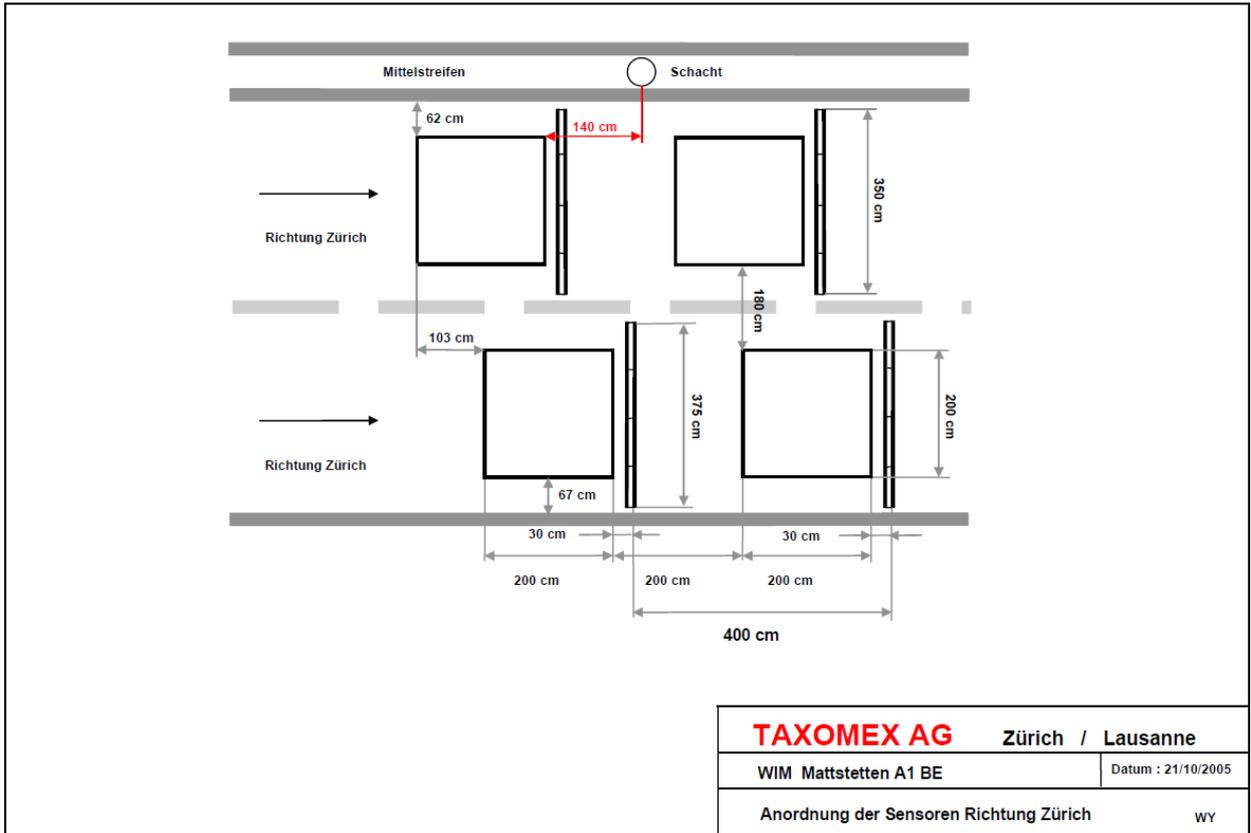
## A2 Sensor-Layouts WIM-Anlagen

### Standard-Layout

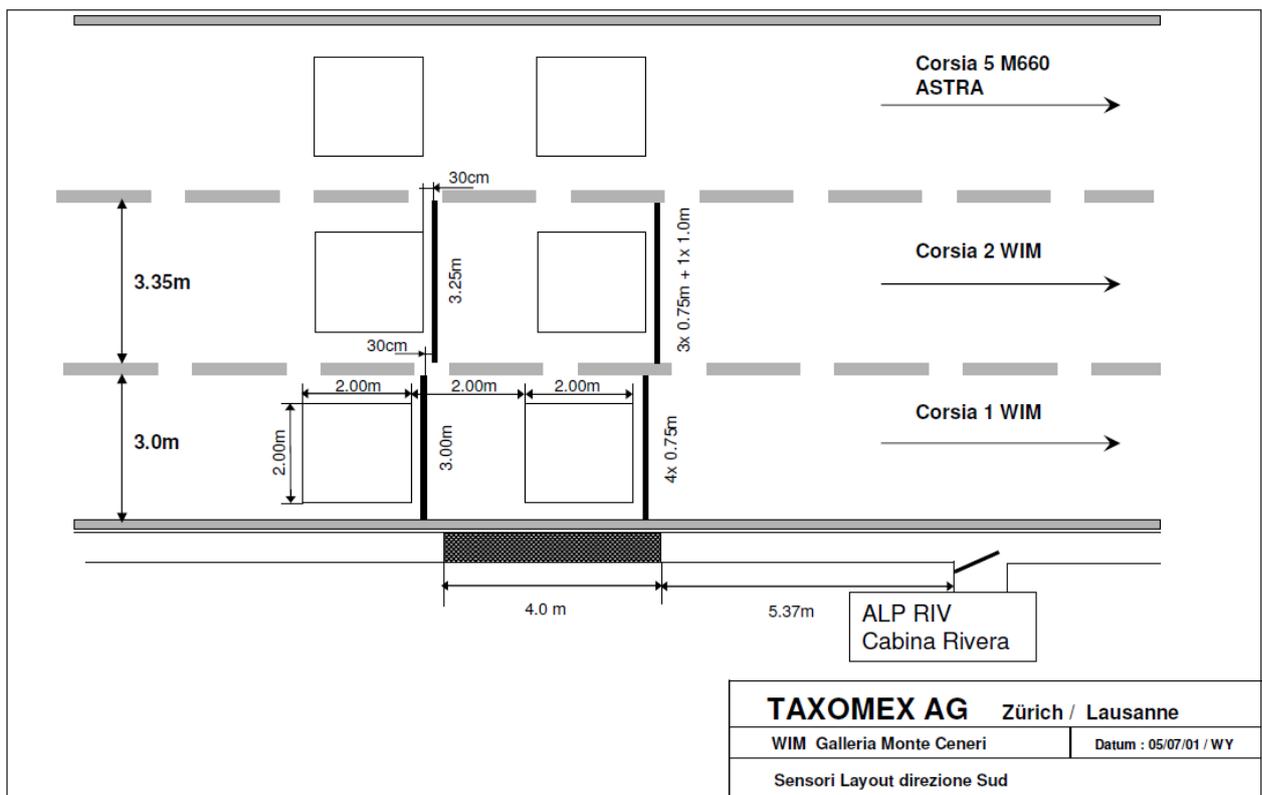
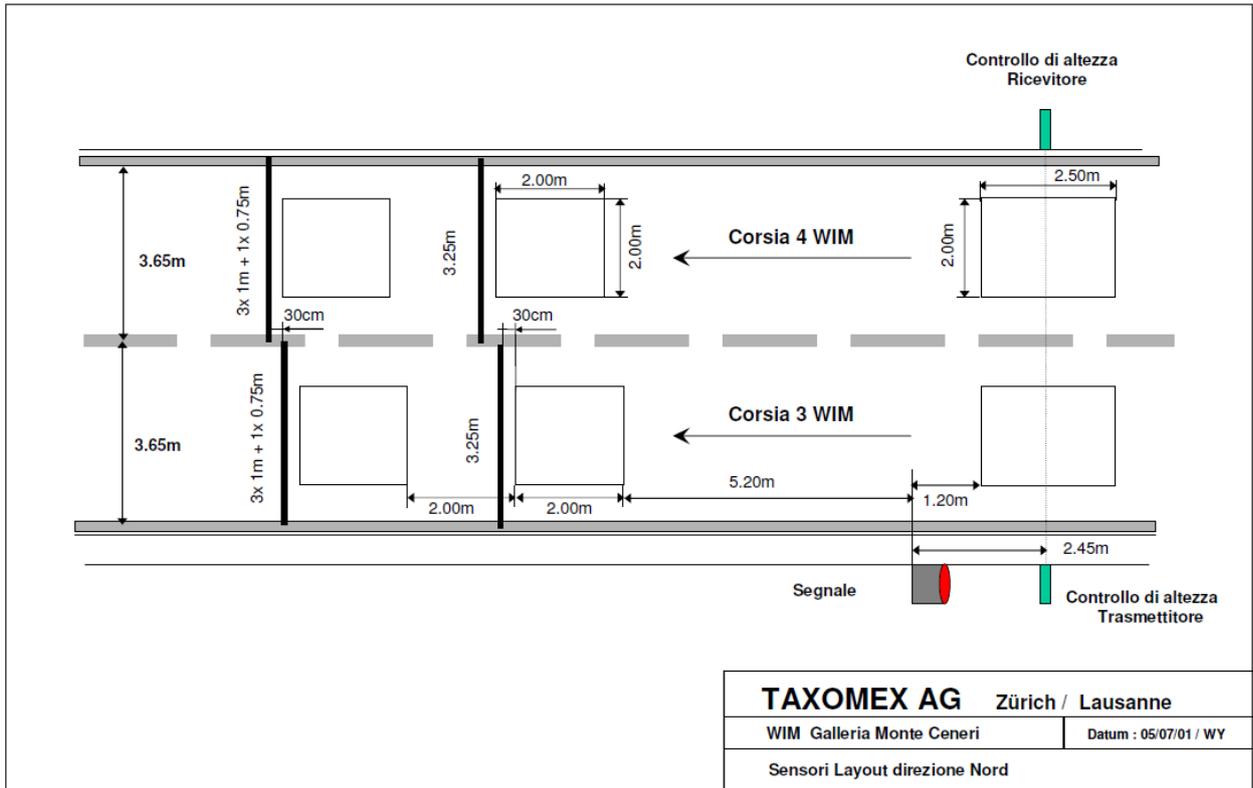
Die Standorte Denges, Oberbüren, Ceneri, Gotthard und Trübbach sind mit dem Standard-Layout gem. Beispiel Oberbüren ausgerüstet. Die Sensor-Layouts der Standorte Mattstetten und Ceneri sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.



**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														

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	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+ (7)
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	25795	4.143	69183	2.728	36607	2.596	57146	2.227	74676	4.719	53998	4.872		
01	521	o-----o + ---o---	1252	0.201	2366	0.093	1330	0.094	4105	0.160	730	0.046	90	0.008		
01	522	o-----o + ---oo--	583	0.094	2446	0.096	619	0.044	3450	0.134	1497	0.095	1018	0.092		
01	530	o-----oo	4826	0.775	18520	0.730	9878	0.700	13918	0.542	16676	1.054	11825	1.067		
01	531	o-----oo + ---o---	50	0.008	398	0.016	350	0.025	218	0.008	321	0.020	27	0.002		
01	532	o-----oo + ---oo--	160	0.026	441	0.017	139	0.010	242	0.009	333	0.021	315	0.028		
01	540	o-----ooo	120	0.019	25	0.001	4	0.000	10	0.000	3	0.000	2	0.000		
01	570	o-----o-o-----o	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	75	0.012	731	0.029	624	0.044	825	0.032	1329	0.084	26	0.002		
<b>Personenwagen (PW)</b>																
03	100	o-----o	28638	4.599	107867	4.253	64467	4.571	143345	5.585	37702	2.383	1564	0.141		
<b>Personenwagen mit Anhänger (PW+)</b>																
04	101	o-----o + ---o---	6868	1.103	38009	1.499	6502	0.461	30857	1.202	5640	0.356	8466	0.764		
04	102	o-----o + ---oo--	10989	1.765	51754	2.040	7935	0.563	37836	1.474	2852	0.180	5174	0.467		
<b>Lieferwagen (LI)</b>																
05	210	o-----o	63392	10.181	160879	6.343	116290	8.245	188805	7.357	98130	6.202	34646	3.126		
<b>Lieferwagen mit Anhänger (LI+)</b>																
06	211	o-----o + ---o---	11785	1.893	66796	2.634	38130	2.703	63340	2.468	20257	1.280	14041	1.267		
06	212	o-----o + ---oo--	13686	2.198	46056	1.816	25527	1.810	61732	2.405	16669	1.053	17370	1.567		
<b>Lieferwagen mit Auflieger (LA)</b>																
07	119	o-----o + ---o---	3260	0.524	6672	0.263	22810	1.617	20902	0.814	4725	0.299	3896	0.352		
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		
07	121	o-----o + ---o---	1408	0.226	5229	0.206	4873	0.346	9069	0.353	924	0.058	806	0.073		
07	122	o-----o + ---oo--	272	0.044	4746	0.187	281	0.020	2508	0.098	931	0.059	32	0.003		
07	126	o-----o + ---oo--	3707	0.595	20041	0.790	7968	0.565	16611	0.647	6389	0.404	2252	0.203		
07	129	o-----o + ---ooo	3024	0.486	11222	0.442	4453	0.316	11874	0.463	10394	0.657	3325	0.300		
07	131	o-----oo + ---o---	247	0.040	1716	0.068	837	0.059	2760	0.108	199	0.013	514	0.046		
07	132	o-----oo + ---oo--	7	0.001	212	0.008	9	0.001	84	0.003	54	0.003	1	0.000		
07	136	o-----oo + ---oo--	637	0.102	3731	0.147	1694	0.120	7953	0.310	372	0.024	1683	0.152		
07	139	o-----oo + ---ooo	25	0.004	388	0.015	2	0.000	311	0.012	12	0.001	102	0.009		
<b>Lastwagen (LW)</b>																
08	219	o-----o	16345	2.625	32479	1.281	24621	1.746	43927	1.712	24529	1.550	18278	1.649		
08	220	o-----o	110643	17.770	330674	13.037	242966	17.227	377136	14.695	153050	9.673	55591	5.016		
08	230	o-----oo	21454	3.446	52894	2.085	46659	3.308	60479	2.357	34264	2.165	13148	1.186		
08	240	o-----ooo	2231	0.358	5102	0.201	1154	0.082	2294	0.089	4099	0.259	301	0.027		
08	250	oo-----o	2193	0.352	6917	0.273	4583	0.325	6408	0.250	1816	0.115	326	0.029		
08	260	oo-----oo	25789	4.142	48289	1.904	41604	2.950	56414	2.198	42234	2.669	5443	0.491		
<b>Lastenzug (LZ)</b>																
09	419	o-----o + ---oo--	145	0.023	950	0.037	386	0.027	611	0.024	355	0.022	468	0.042		
09	421	o-----o + ---o---	689	0.111	3952	0.156	2516	0.178	4711	0.184	2782	0.176	2343	0.211		
09	422	o-----o + o-----o	43664	7.013	300185	11.835	178393	12.648	346056	13.484	42428	2.681	37033	3.341		
09	423	o-----o + o-----o	1377	0.221	7591	0.299	5363	0.380	8016	0.312	3985	0.252	3528	0.318		
09	424	o-----o + o-----oo	66	0.011	19	0.001	25	0.002	8	0.000	186	0.012	4	0.000		
09	426	o-----o + ---oo--	15572	2.501	56232	2.217	23463	1.664	70098	2.731	59675	3.771	61138	5.516		
-	427	o-----o + ---oo--	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		
09	428	o-----o + oo-----o	110	0.018	603	0.024	385	0.027	351	0.014	280	0.018	162	0.015		
09	431	o-----oo + ---o---	101	0.016	1220	0.048	904	0.064	841	0.033	1167	0.074	367	0.033		
09	432	o-----oo + o-----o	11778	1.892	72489	2.858	37146	2.634	80835	3.150	28287	1.788	28744	2.594		
09	433	o-----oo + o-----oo	652	0.105	1043	0.041	1080	0.077	1477	0.058	1308	0.083	485	0.044		
09	434	o-----oo + o-----ooo	53	0.009	17	0.001	2	0.000	8	0.000	53	0.003	7	0.001		
09	436	o-----oo + ---oo--	2863	0.460	12990	0.512	6971	0.494	11023	0.430	55529	3.509	51809	4.675		
09	438	o-----oo + oo-----o	87	0.014	1138	0.045	258	0.018	884	0.034	16	0.001	31	0.003		
09	441	o-----oo + ---o---	2	0.000	3	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		
09	442	o-----oo + o-----o	30	0.005	415	0.016	191	0.014	109	0.004	6	0.000	8	0.001		
09	443	o-----oo + o-----oo	9	0.001	11	0.000	33	0.002	45	0.002	0	0.000	3	0.000		
09	444	o-----oo + o-----ooo	0	0.000	3	0.000	3	0.000	4	0.000	1	0.000	0	0.000		
09	446	o-----oo + ---oo--	45	0.007	54	0.002	25	0.002	51	0.002	14	0.001	12	0.001		
09	448	o-----oo + oo-----o	1	0.000	4	0.000	3	0.000	1	0.000	0	0.000	2	0.000		
09	451	oo-----o + ---o---	1	0.000	0	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		
09	452	oo-----o + o-----o	76	0.012	258	0.010	234	0.017	296	0.012	83	0.005	126	0.011		
09	453	oo-----o + o-----oo	7	0.001	18	0.001	6	0.000	9	0.000	8	0.001	2	0.000		
09	454	oo-----o + o-----ooo	0	0.000	1	0.000	0	0.000	1	0.000	2	0.000	1	0.000		
09	456	oo-----o + ---oo--	8	0.001	35	0.001	27	0.002	79	0.003	8	0.001	11	0.001		
09	458	oo-----o + oo-----o	0	0.000	3	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000		
09	481	oo-----o + ---o---	8	0.001	15	0.001	40	0.003	26	0.001	8	0.001	7	0.001		
09	482	oo-----o + o-----o	370	0.059	2969	0.117	1602	0.114	3402	0.133	142	0.009	280	0.025		
09	483	oo-----o + o-----oo	269	0.043	330	0.013	338	0.024	656	0.026	43	0.003	91	0.008		
09	484	oo-----o + o-----ooo	3	0.000	14	0.001	1	0.000	1	0.000	4	0.000	6	0.001		
09	486	oo-----o + ---oo--	133	0.021	197	0.008	183	0.013	246	0.010	31	0.002	39	0.004		
09	488	oo-----o + oo-----o	35	0.006	46	0.002	26	0.002	153	0.006	5	0.000	6	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---	1040	0.167	9678	0.382	6813	0.483	14618	0.570	5804	0.367	1539	0.139		
10	320	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		
10	321	o-----o + ---o---	12115	1.946	50187	1.979	43803	3.106	50757	1.978	6053	0.383	4640	0.419		
10	322	o-----o + ---o-o	7280	1.169	58346	2.300	17408	1.234	43200	1.683	16971	1.073	2958	0.267		
10	326	o-----o + -----oo	51326	8.243	374279	14.756	144548	10.249	329630	12.844	116069	7.335	102400	9.239		
10	329	o-----o + -----ooo	59227	9.512	366657	14.456	150164	10.647	270728	10.549	579692	36.636	463744	41.843		
10	331	o----oo + ---o---	203	0.033	959	0.038	1450	0.103	798	0.031	402	0.025	195	0.018		
10	332	o----oo + -----o-o	1787	0.287	12370	0.488	3593	0.255	9064	0.353	2575	0.163	1294	0.117		
10	336	o----oo + -----oo	1767	0.284	10845	0.428	6603	0.468	9976	0.389	3770	0.238	3828	0.345		
10	339	o----oo + -----ooo	1109	0.178	4244	0.167	2073	0.147	3673	0.143	2008	0.127	1724	0.156		
		<b>Schwerverkehr klassifiziert</b>	<b>573469</b>	<b>92.103</b>	<b>2446153</b>	<b>96.443</b>	<b>1348977</b>	<b>95.645</b>	<b>2487001</b>	<b>96.905</b>	<b>1490558</b>	<b>94.202</b>	<b>1023295</b>	<b>92.33</b>	<b>0</b>	
		<b>Schwerverkehr unklassifiziert</b>	<b>49168</b>	<b>7.90</b>	<b>90219</b>	<b>3.56</b>	<b>61423</b>	<b>4.36</b>	<b>79442</b>	<b>3.10</b>	<b>91747</b>	<b>5.80</b>	<b>85010</b>	<b>7.67</b>	<b>0</b>	
		<b>Schwerverkehr Total</b>	<b>622637</b>	<b>100.00</b>	<b>2536372</b>	<b>100.00</b>	<b>1410400</b>	<b>100.00</b>	<b>2566443</b>	<b>100.00</b>	<b>1582305</b>	<b>100.00</b>	<b>1108305</b>	<b>100.00</b>	<b>0</b>	
		<b>N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2008</b>														
		<b>%: Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr</b>														
		<b>Denges: wegen Ausfall der Klassierung sind nur Daten zwischen Juli und Dezember aufgeführt.</b>														

## 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.