

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2009

Dezember 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
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
2	Denges (A1)	11
2.1	Vorhandene Messdaten	11
2.2	Übersicht Messresultate	11
2.3	Messdiagramme	13
2.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	21
2.5	Auswertung der Messdaten	23
3	Mattstetten (A1)	27
3.1	Vorhandene Messdaten	27
3.2	Übersicht Messresultate	27
3.3	Messdiagramme	29
3.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	37
3.5	Auswertung der Messdaten	39
4	Oberbüren (A1)	43
4.1	Vorhandene Messdaten	43
4.2	Übersicht Messresultate	43
4.3	Messdiagramme	45
4.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	53
4.5	Auswertung der Messdaten	55
5	Schafisheim (A1)	59
5.1	Vorhandene Messdaten	59
5.2	Übersicht Messresultate	59
5.3	Messdiagramme	61
5.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	69
5.5	Auswertung der Messdaten	71
6	Monte Ceneri (A2)	75
6.1	Vorhandene Messdaten	75
6.2	Übersicht Messresultate	75
6.3	Messdiagramme	77
6.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	85
6.5	Auswertung der Messdaten	87
7	Gotthardtunnel (A2)	91

7.1	Vorhandene Messdaten	91
7.2	Übersicht Messresultate	91
7.3	Messdiagramme	93
7.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	101
7.5	Auswertung der Messdaten	103
8	St Maurice (A9)	107
8.1	Vorhandene Messdaten	107
8.2	Übersicht Messresultate	107
8.3	Messdiagramme	109
8.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	117
8.5	Auswertung der Messdaten	119
9	Trübbach (A13)	122
9.1	Vorhandene Messdaten	122
10	Vergleich aller Zählerstandorte	123
10.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	123
10.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	124
10.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	125
10.4	Vergleich mit Normlasten	126
10.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	126
11	Schlussfolgerungen	127
	Literaturverzeichnis	130
A	Anhang	132
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	132
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	134
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	138
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	142
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	146
A6	Achsäquivalenzfaktoren	148

Bericht Nr.	3944-05	Revidiert am	
Erstellt am	10.12.2010	Verfasser	
Verfasser	MT, Su, pb	Geprüft	AK
		Freigegeben	14.12.2010
Ablage	2010-12-14-Gesamtbericht_2009.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 acht WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1).

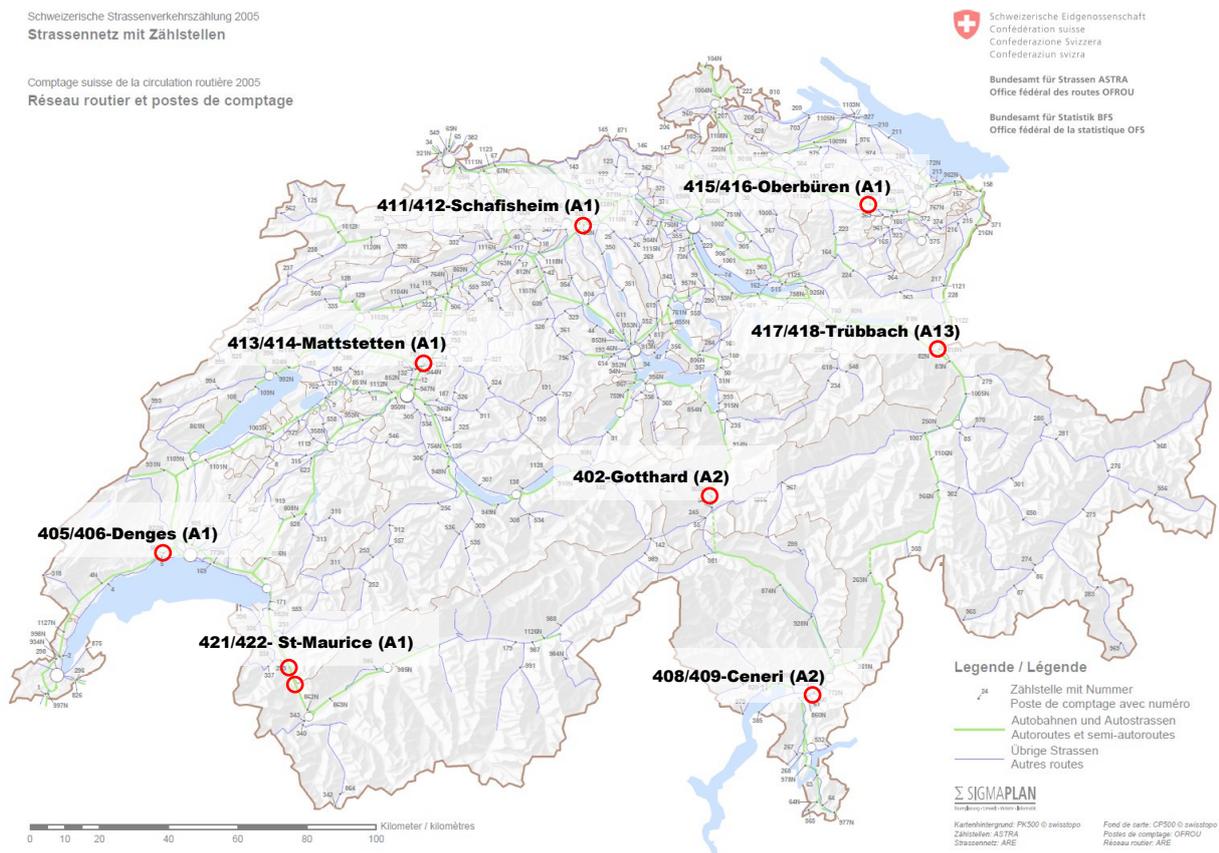


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2009 der acht 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 acht aufgeführten WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2009 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: St. Maurice (A9)
- Kapitel 9: Trübbach (A13)
- Kapitel 10: Vergleich aller Zählstellen
- Kapitel 11: Schlussfolgerungen
- Literaturverzeichnis
- Anhang

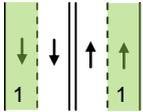
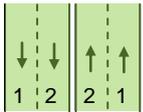
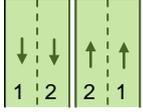
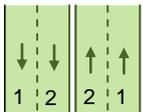
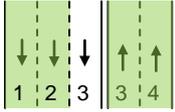
Die Kapitel 2 bis 9 sind gleich gegliedert, so enthält beispielsweise der Abschnitt X.3.2 jeweils die Auswertung des Gesamtschwerverkehrs der betreffenden Zählstelle.

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 2009 (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)	116		Mittelwert Messtage 405/406
405 Ri. Lausanne	FS 1	116	01.05.-31.12.	Ab 01.05.09 keine Daten wegen Baustelle
406 Ri. Morges	FS 1	116	01.05.-31.12.	
413/414 Mattstetten (A1) 	2x2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 413/414
413 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
414 Ri. Bern	FS 1;2	365	keine	
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	364.5		Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	364	22.05.07	
416 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
411/412 Schafisheim (A1) 	2x2 (4x WIM)	212		Mittelwert Messtage 411/412
411 Ri. Zürich	FS 1;2	212	01.08.-31.12.	Ab 01.08.09 keine Daten wegen Baustelle
412 Ri. Bern	FS 1;2	212	01.08-31.12.	
408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 411/412
408 Ri. Gotthard	FS 3;4	365	keine	
409 Ri. Chiasso	FS 1;2	365	keine	

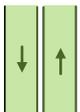
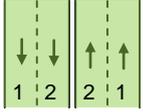
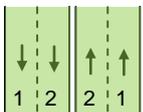
WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
402 Gotthard (A2) 	2x1 (2x WIM)	365		Mittelwert Messtage 402
421/422 St-Maurice (A9)  421 Ri. Sion 422 Ri. Lausanne		362 365 359	15.01.-20.01.	Mittelwert Messtage 421/422
417/418 Trübbach (A13)  417 Ri. Chur 418 Ri. St. Margrethen	2x2 (4x WIM) FS 1;2 FS 1;2			Keine Daten vorhanden

Tabelle 1: WIM – Anlagen, Messdaten 2009

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 2003-2008 [6] [7] [8] [9] [10] [11]
- 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 acht WIM-Anlagen im Verlaufe des Jahres 2009 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. Reiscars, Busse (CB)
 2. Motorräder (MR)
 3. Personenwagen (PW)
 4. Personenwagen mit Anhänger (PW+)
 5. Lieferwagen (LI)
 6. Lieferwagen mit Anhänger (LI+)
 7. Lieferwagen mit Auflieger (LA)
 8. Lastwagen (LW)
 9. Lastwagen mit Anhänger (Lastenzüge) (LZ)
 10. Lastwagen 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

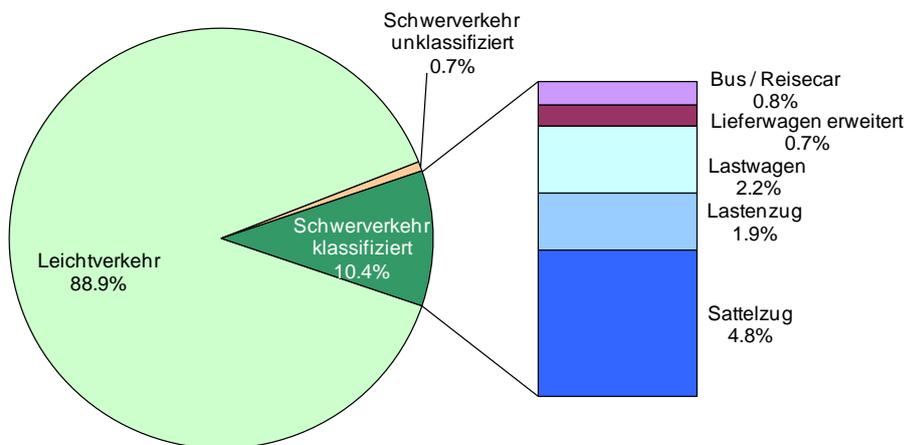


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

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

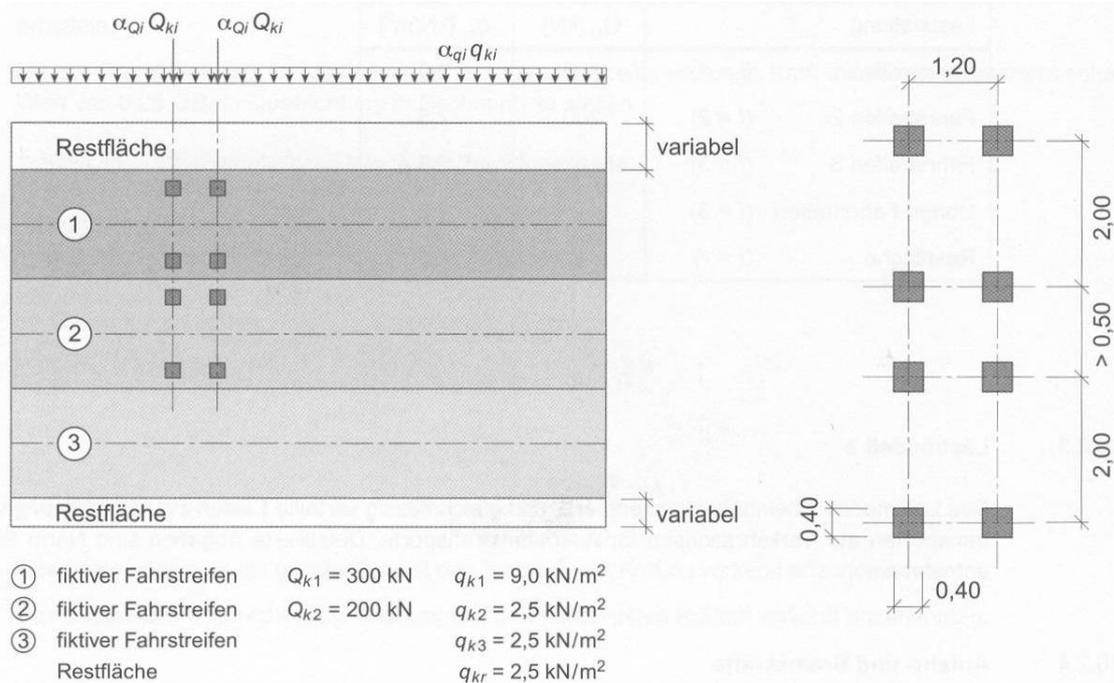


Abbildung 3: Lastmodell 1 der Norm SIA 261, Ziffer 10.2

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

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

1.8.6 Dynamischer Beiwert

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

1.8.7 Lastverteilung der gemessenen Verkehrslasten

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

1.8.8 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.8.9 Entwicklung des Schwerverkehrs

Für die Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Resultate mit den Werten aus den Vorjahren verglichen. Der Zählerstandort St-Maurice wurde 2009 neu eingeführt. Für die Station Trübbach sind 2009 keine Daten vorhanden.

2 Denges (A1)

2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

2.2 Übersicht Messresultate

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

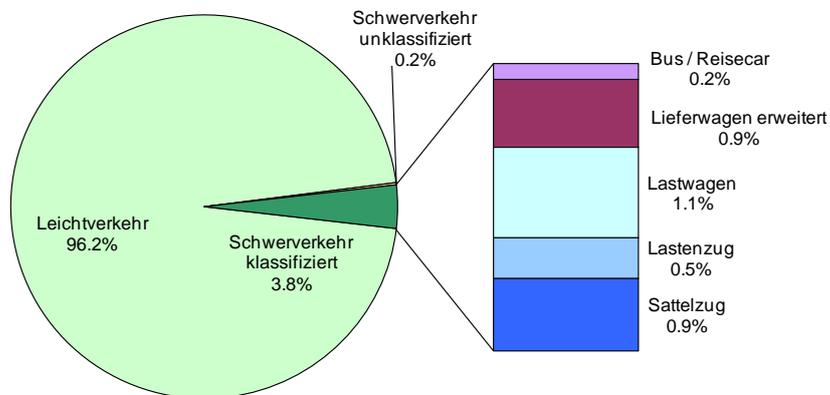
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 116)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	9'553'180	82'355	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	9'187'587	79'203	96.2	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	365'593	3'152	3.8	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	18'192	157	0.2	5.0
01 Bus / Reiseкар	19'543	168	0.2	5.3
02 Motorrad	58	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	15'163	131	0.2	4.1
04 Personenwagen mit Anh.	8'447	73	0.1	2.3
05 Lieferwagen	35'412	305	0.4	9.7
06 Lieferwagen mit Anh.	14'692	127	0.2	4.0
07 Lieferwagen mit Auflieger	7'904	68	0.1	2.2
08 Lastwagen	109'038	940	1.1	29.8
09 Lastenzug	49'025	423	0.5	13.4
10 Sattelzug	88'119	760	0.9	24.1
Total	365'593	3'152	3.8	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	98'783	852	1.0	27.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	142'734	1'230	1.5	39.0
Fahrzeuge 18 - 28t	75'378	650	0.8	20.6
Fahrzeuge 28 - 40t	36'271	313	0.4	9.9
Fahrzeuge > 40t	12'427	107	0.1	3.4
Total	365'593	3'152	3.8	100.0

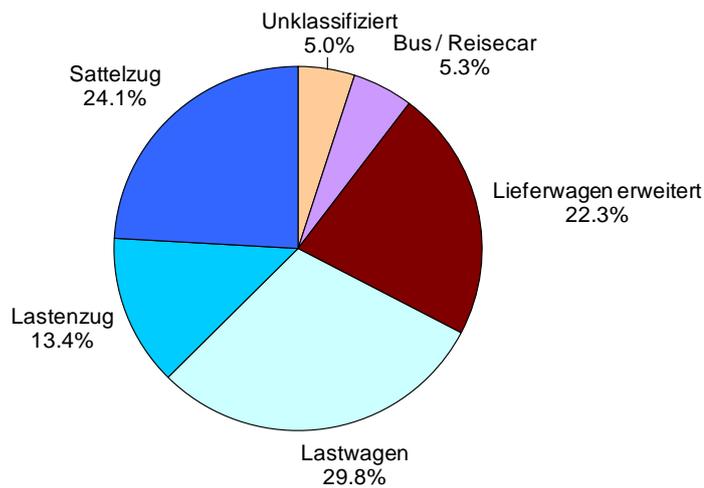
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

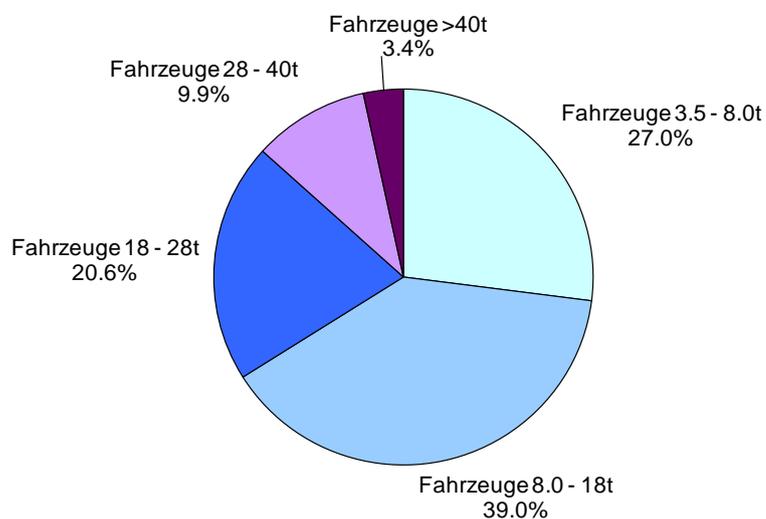
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



2.3 Messdiagramme

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Denges (A1) 2009 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).

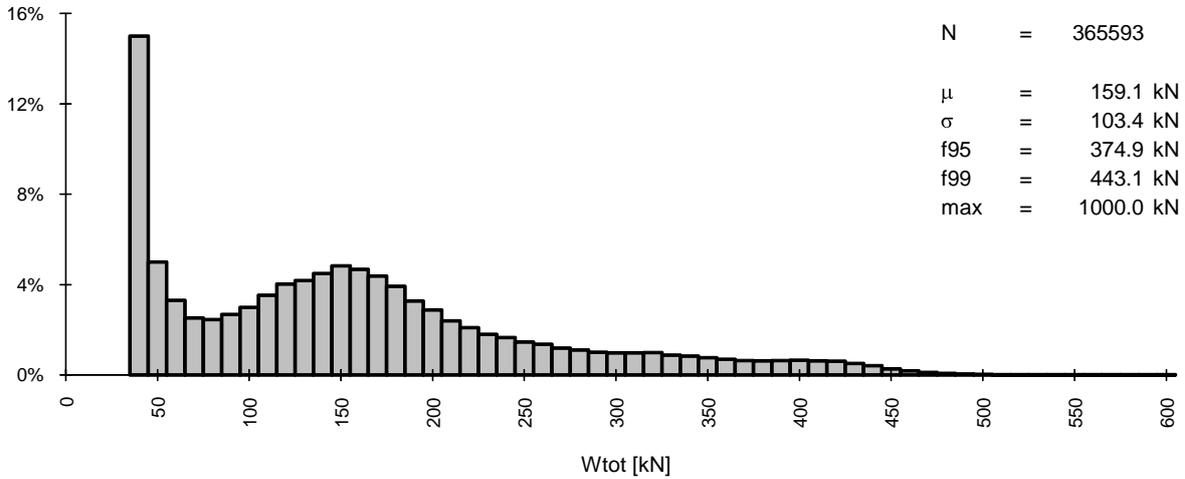
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

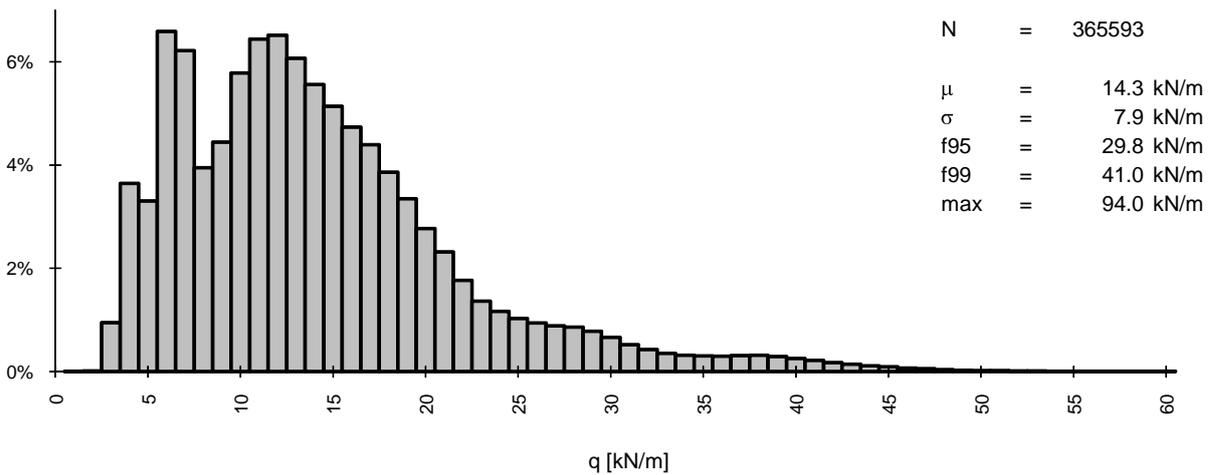
2009 Denges

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



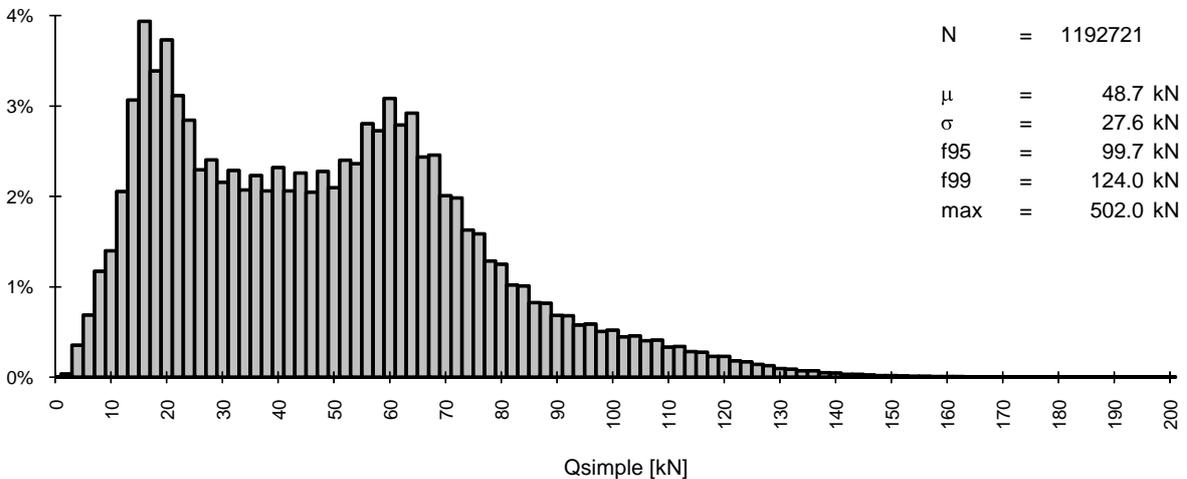
2009 Denges

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



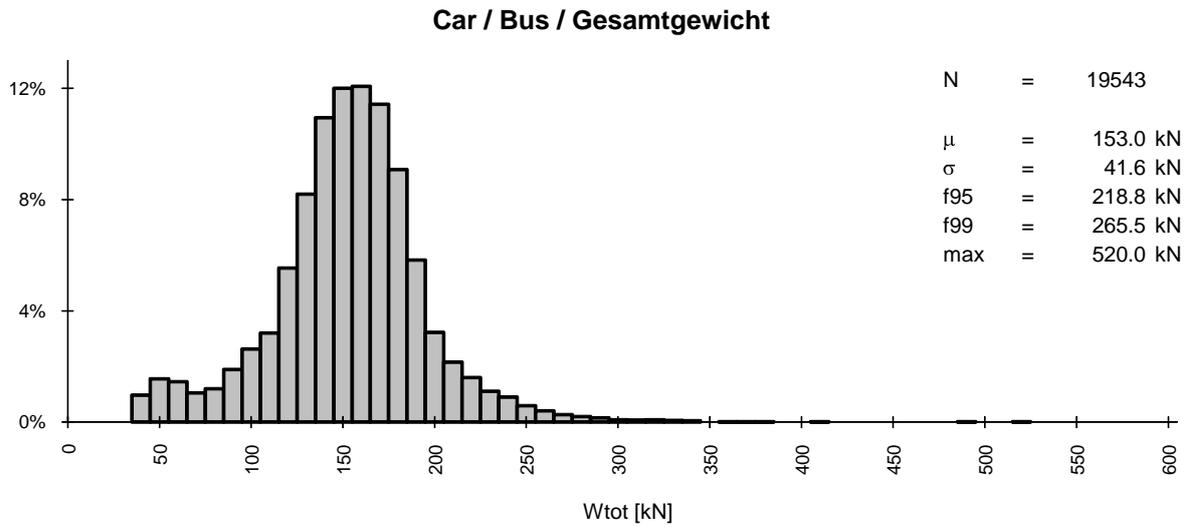
2009 Denges

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

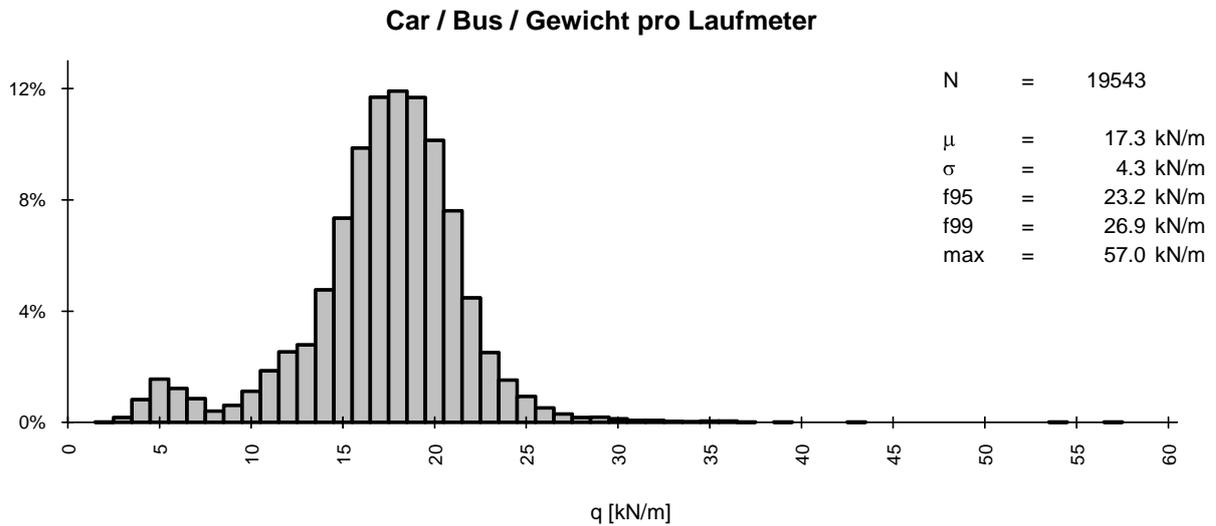


2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

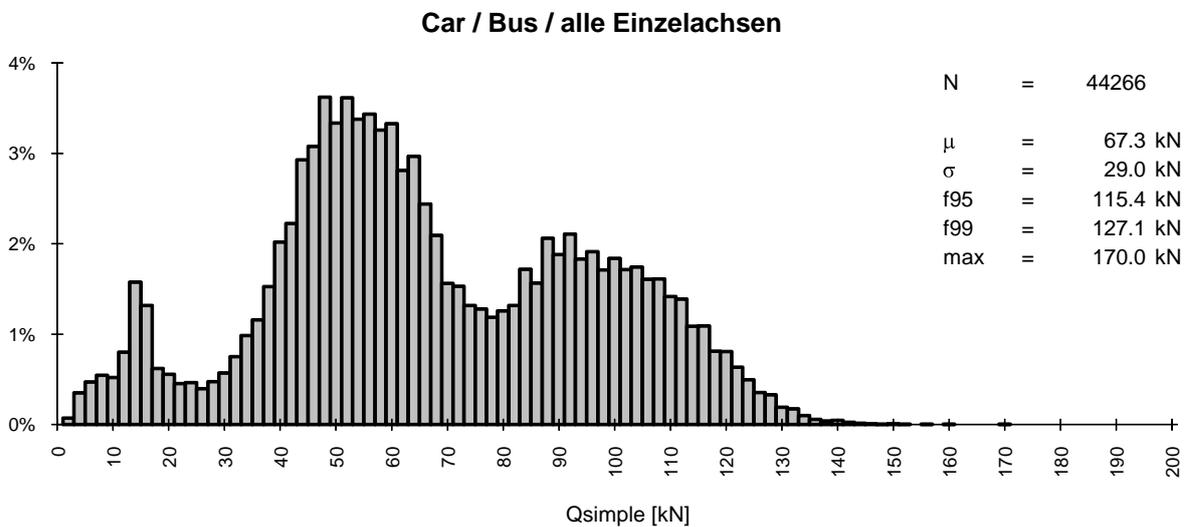
2009 Denges



2009 Denges



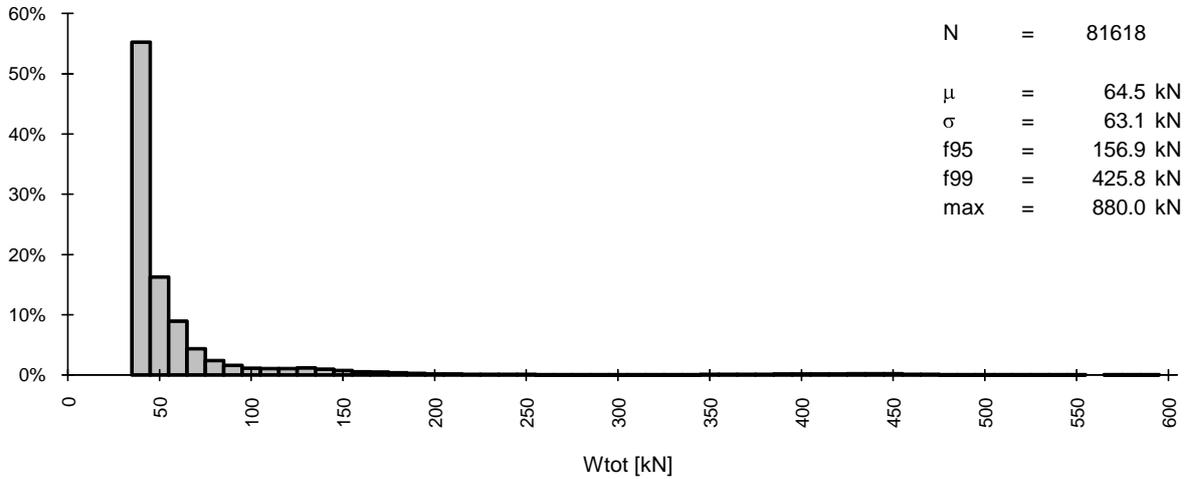
2009 Denges



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

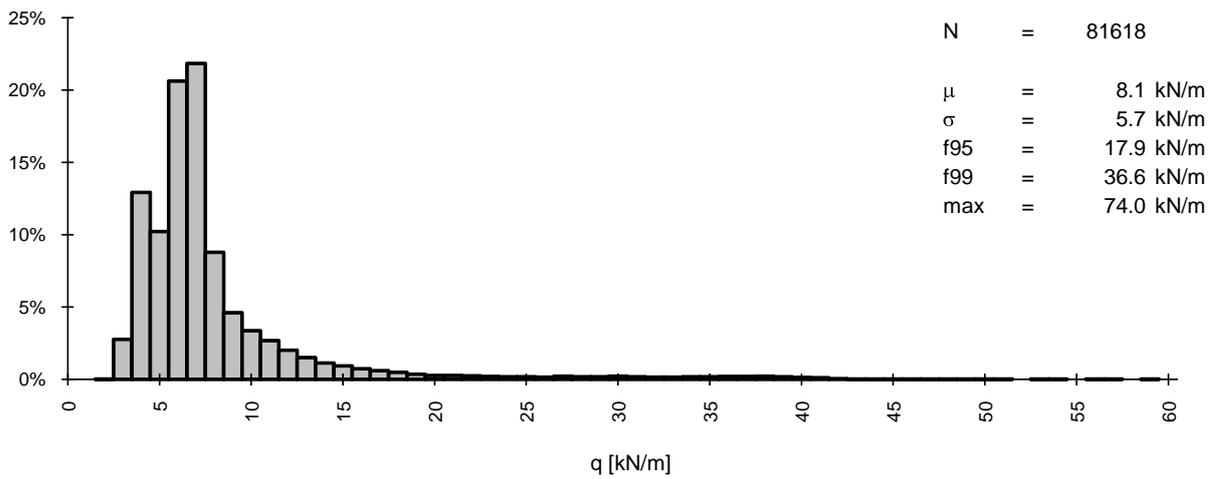
2009 Denges

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



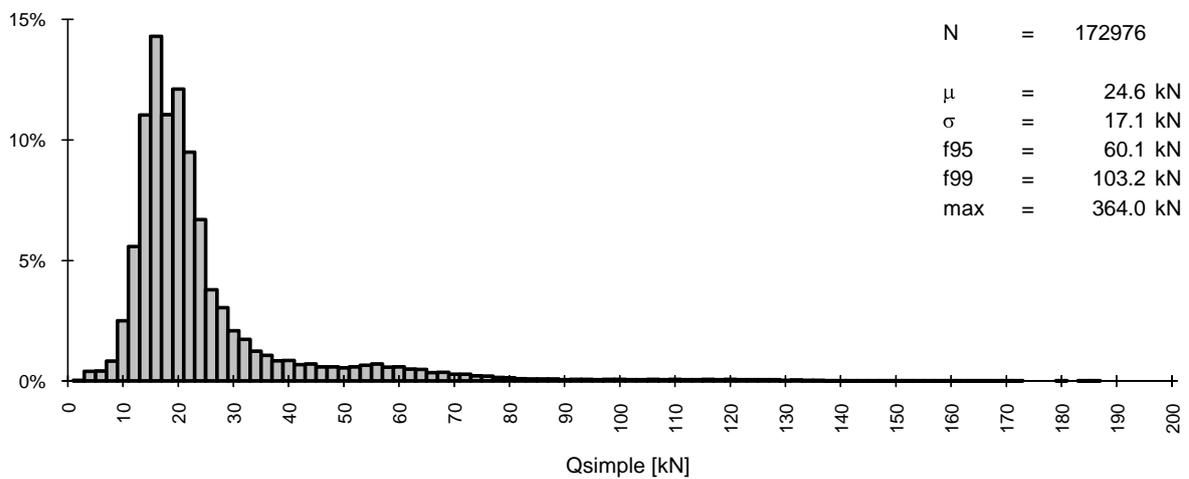
2009 Denges

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Denges

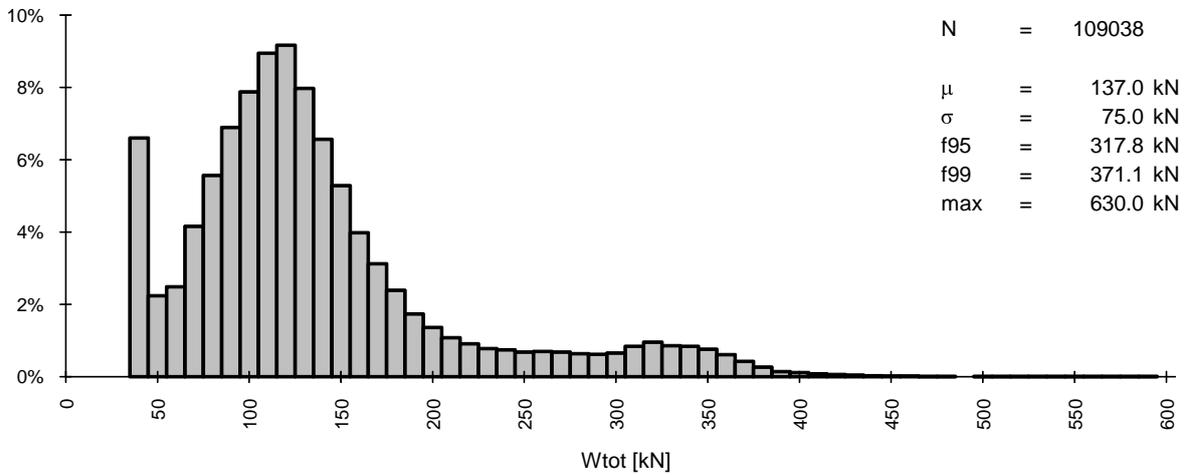
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

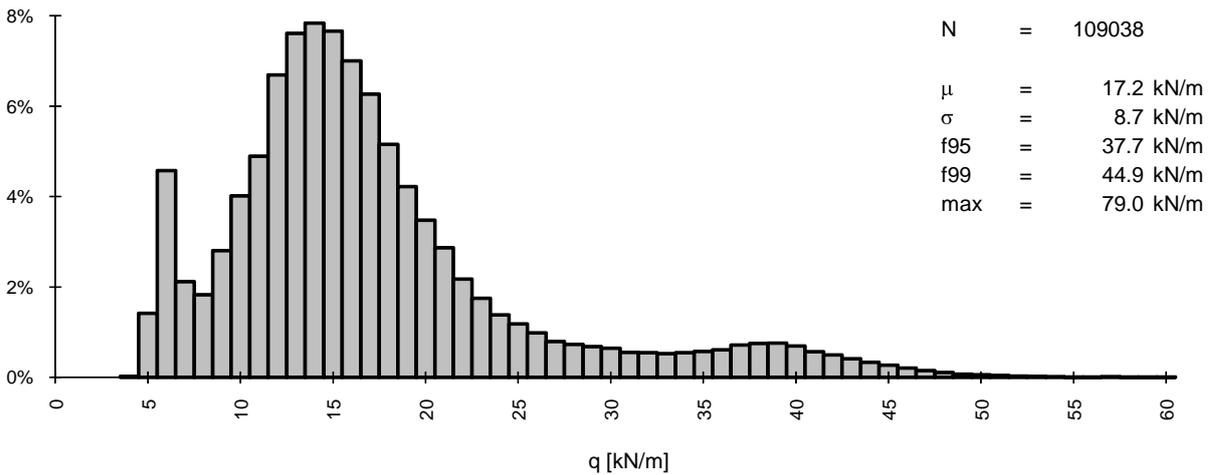
2009 Denges

Lastwagen / Gesamtgewicht



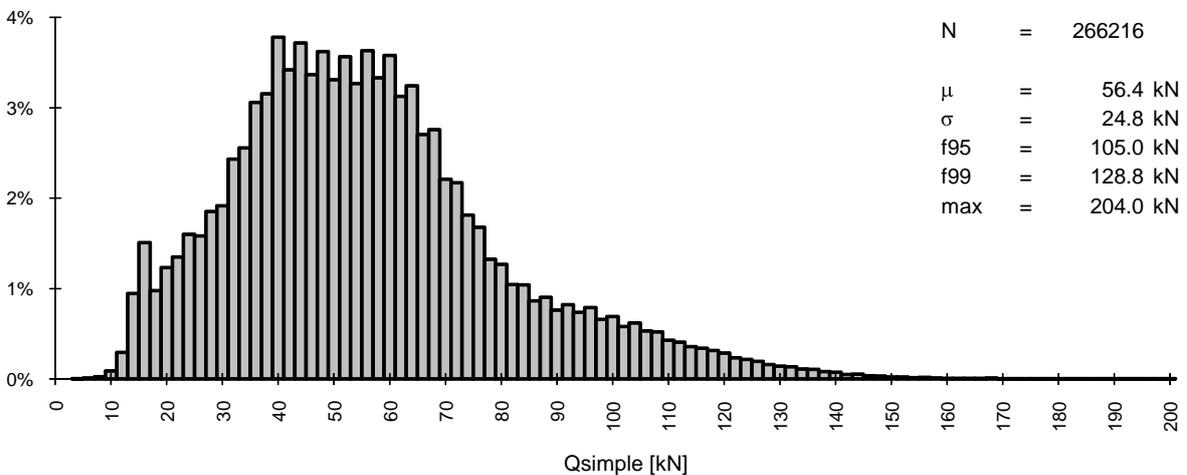
2009 Denges

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



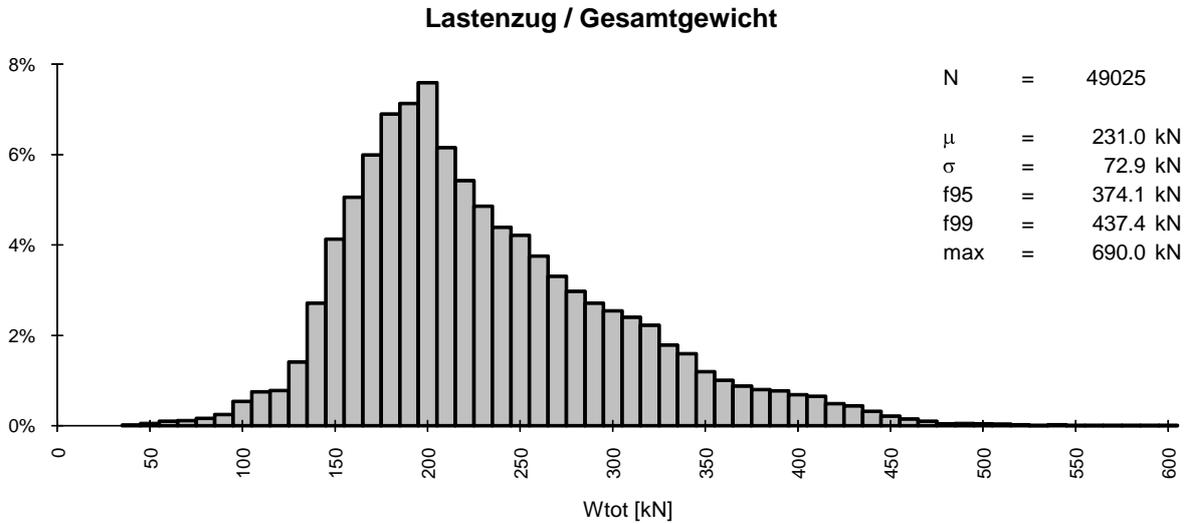
2009 Denges

Lastwagen / alle Einzelachsen

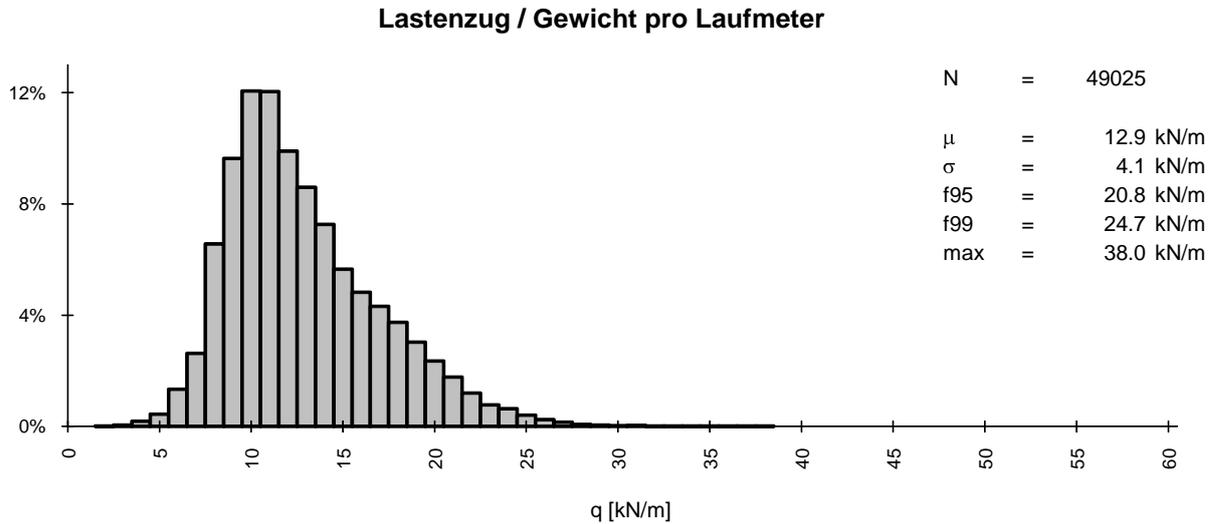


2.3.6 Lastenzüge (LZ)

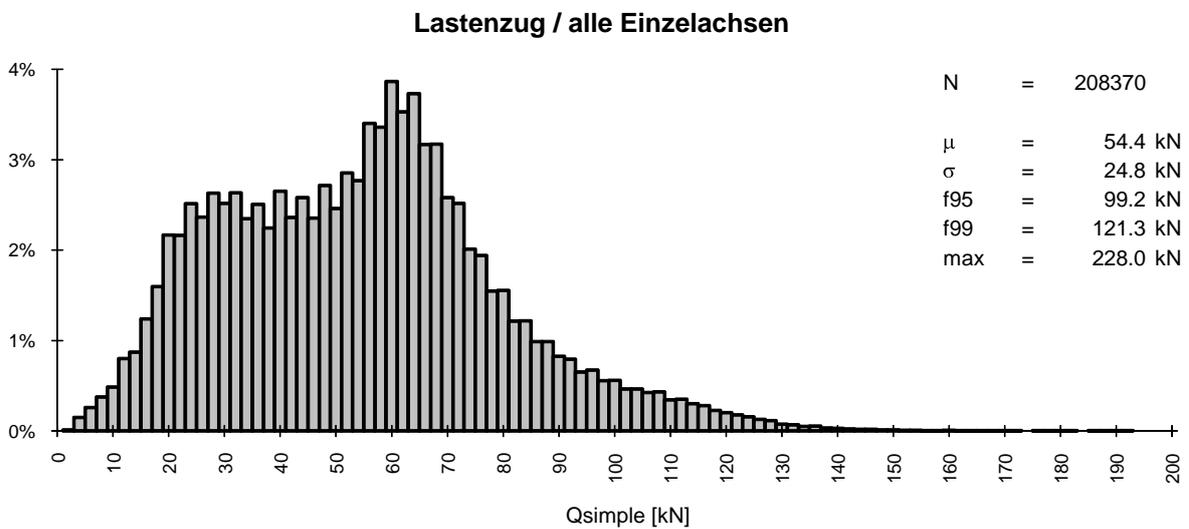
2009 Denges



2009 Denges



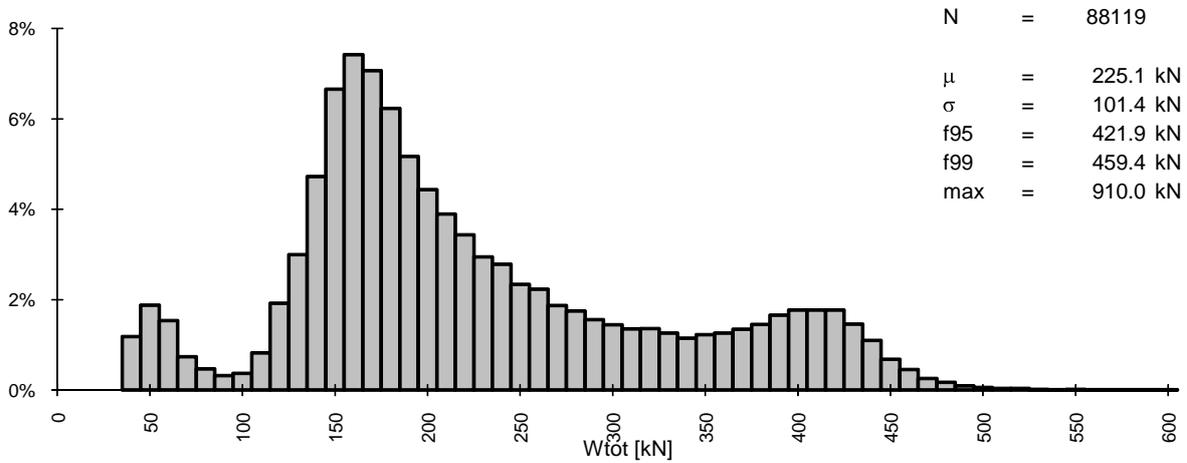
2009 Denges



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

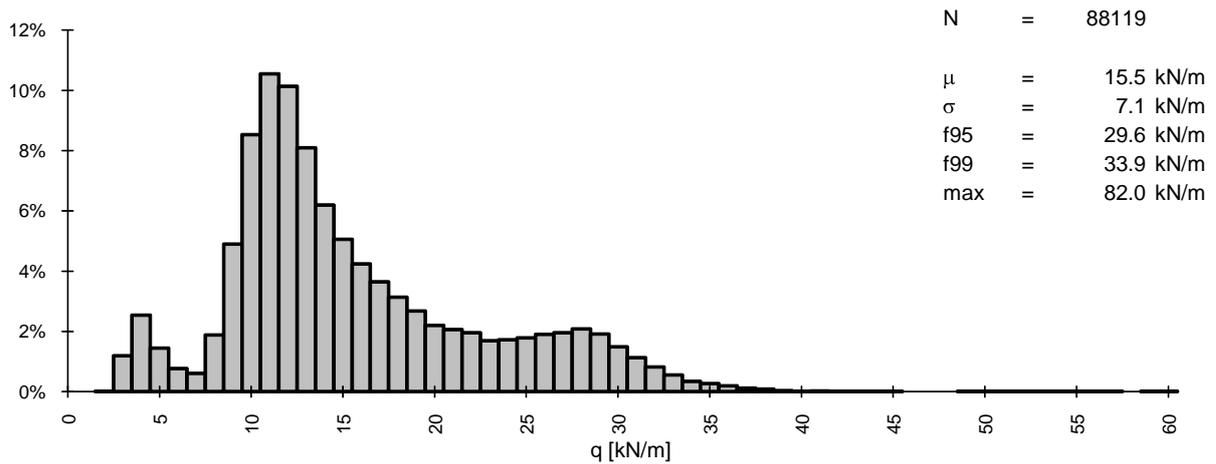
2009 Denges

Sattelzug / Gesamtgewicht



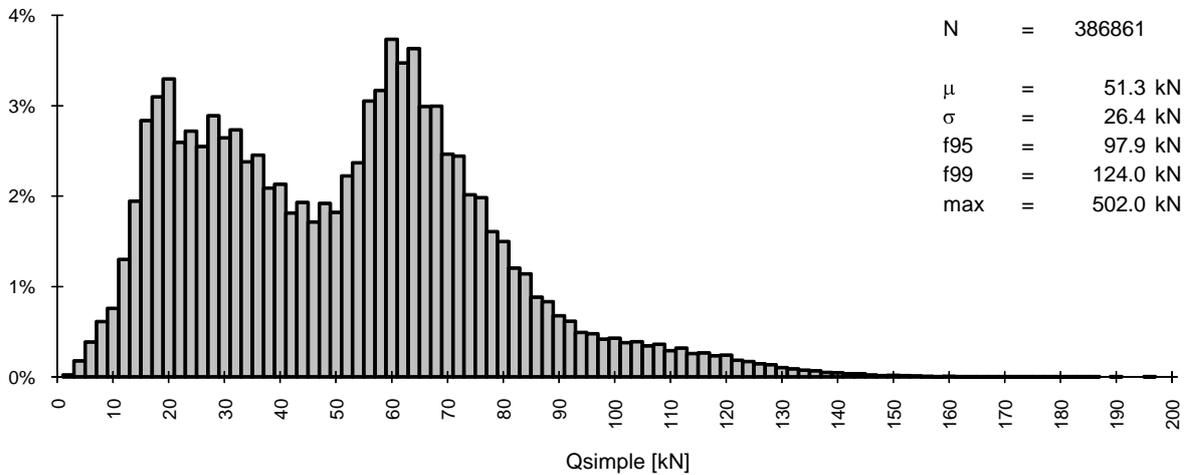
2009 Denges

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2009 Denges

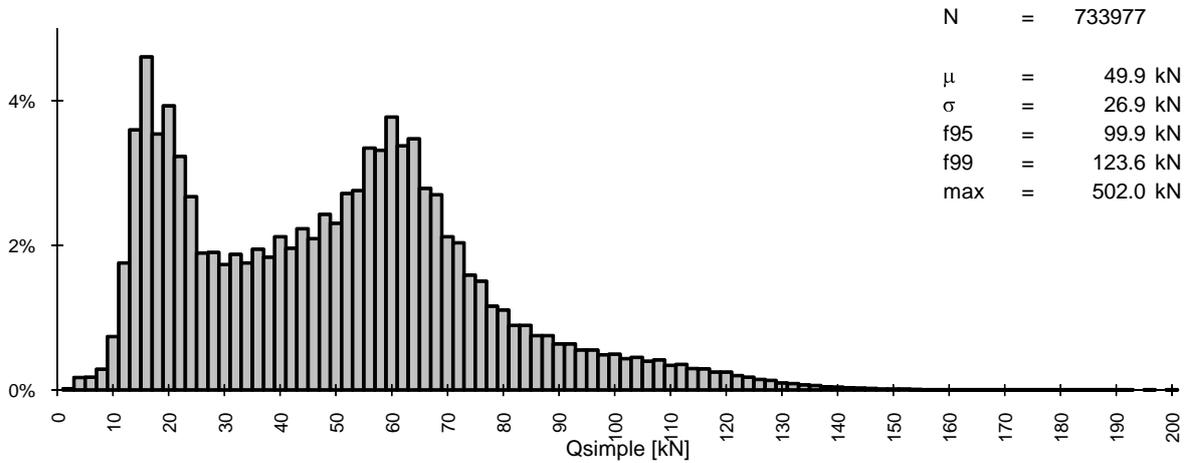
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

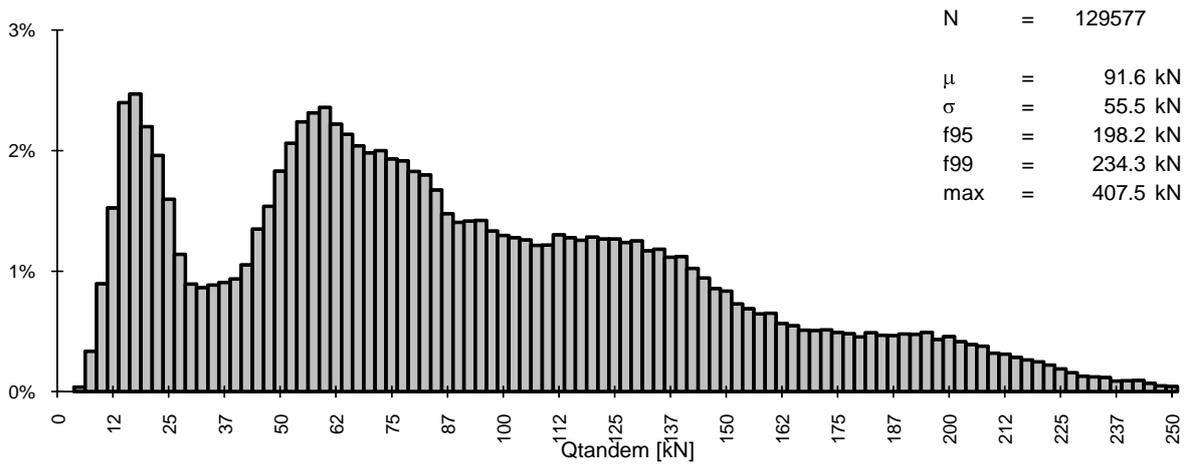
2009 Denges

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



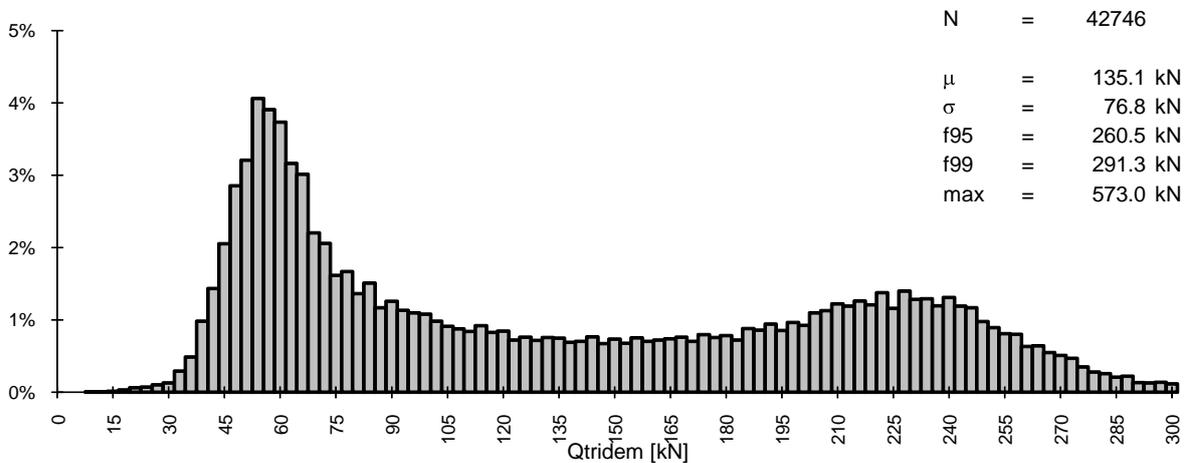
2009 Denges

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Denges

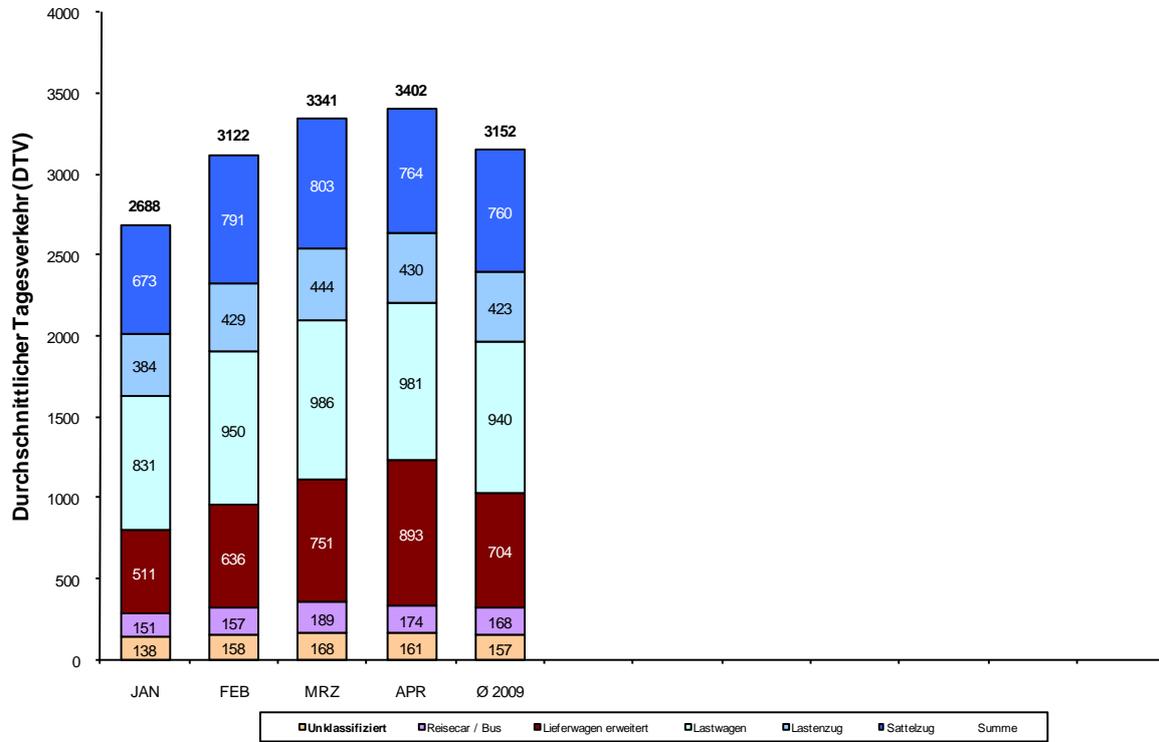
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



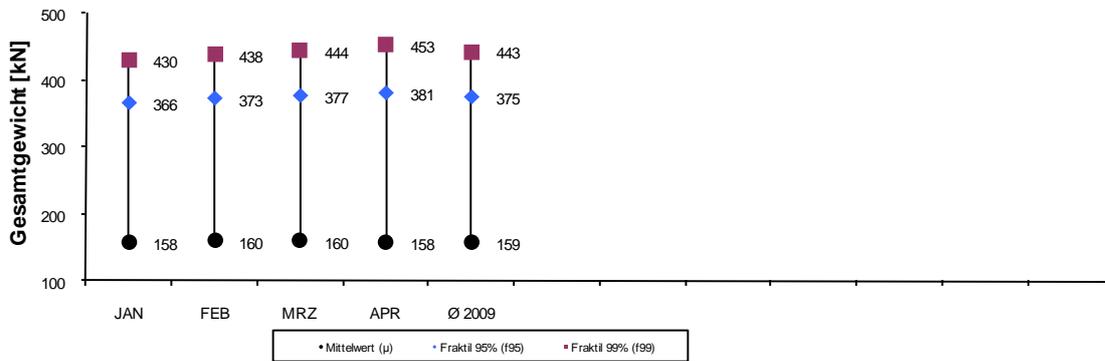
2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

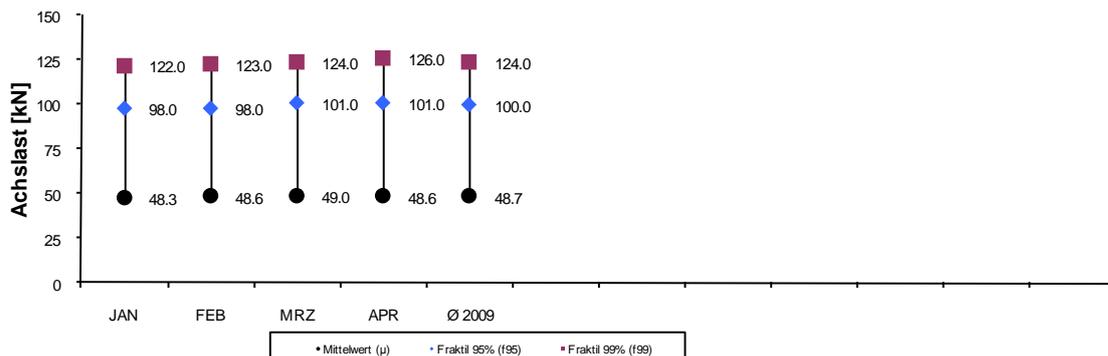
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

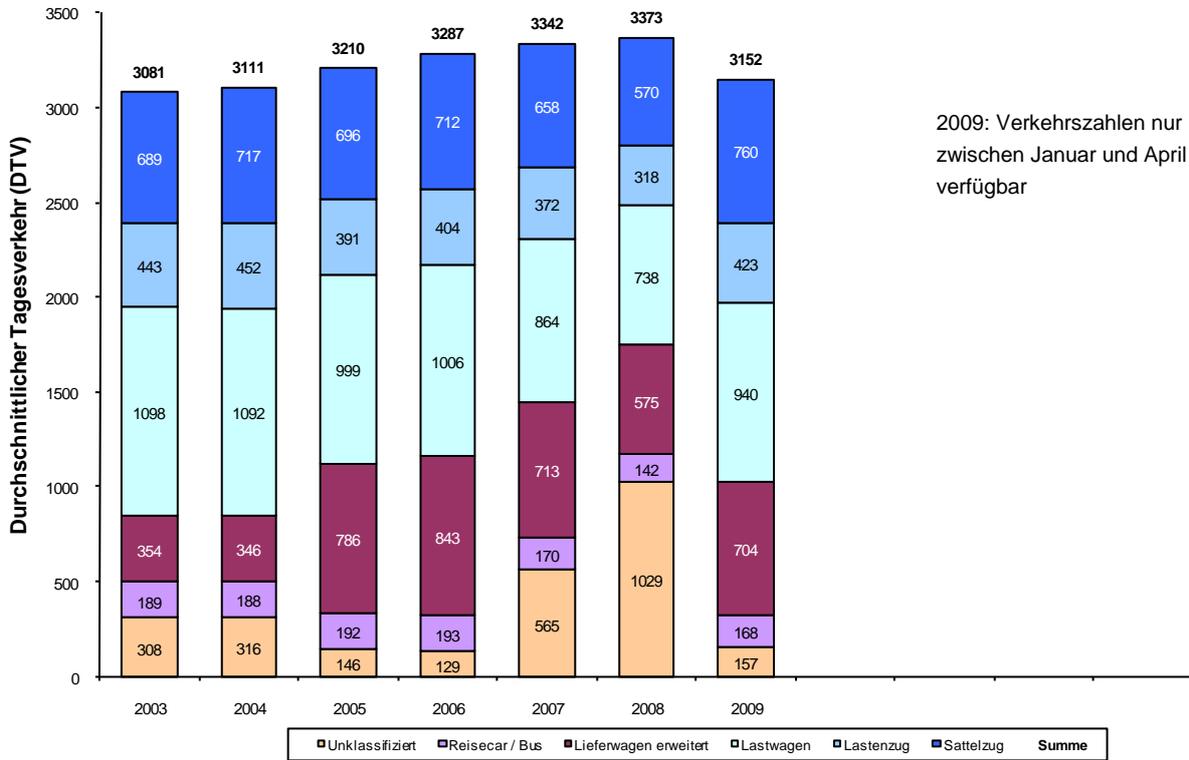


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

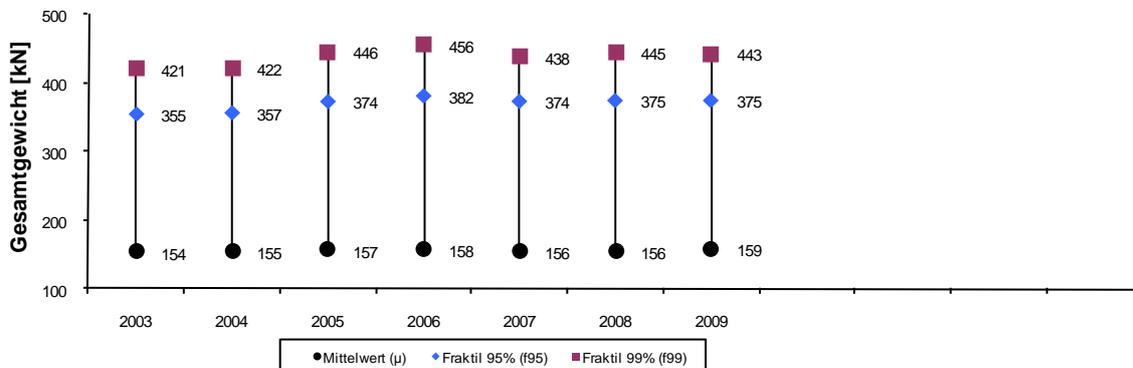


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

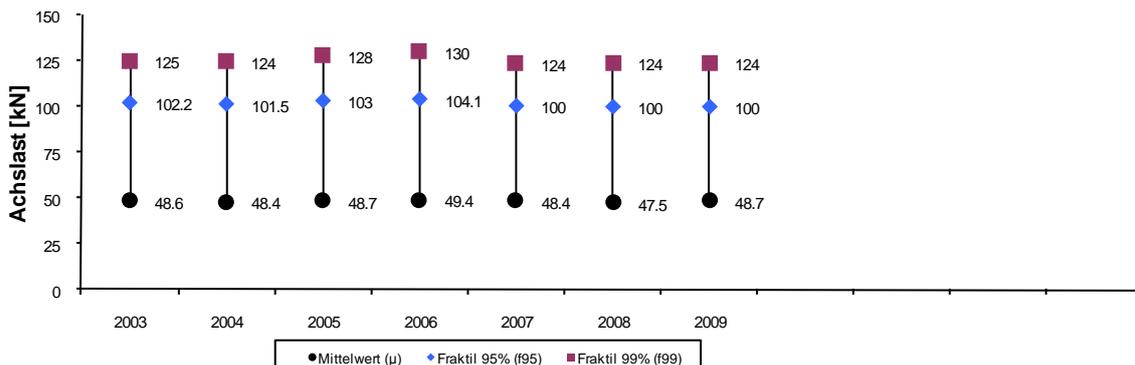
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



2.5 Auswertung der Messdaten

2.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.9	49.9	99.9	123.6
Tandemachse	91.6	45.8	99.1	117.2
Tridemachse	135.1	45	83.8	97.1
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 49.9 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 45.8 kN, respektive 45 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachslasten massgebend. Der Wert von $Q_{k2} = 100$ kN wird von etwas weniger 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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	14.3 kN/m	29.8 kN/m	41.0 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.08 kN/m ²	8.5 kN/m ²	11.71 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

2.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	10'222	5	0.000	1'642	0	0.000	3	0
2	0.006	127'987	768	0.001	11'132	8	0.000	23	0
3	0.020	83'958	1'679	0.003	7'242	22	0.001	156	0
4	0.070	70'009	4'901	0.008	4'649	37	0.002	754	2
5	0.150	80'881	12'132	0.020	7'477	150	0.005	2'714	14
6	0.290	116'797	33'871	0.030	11'624	349	0.010	6'376	64
7	0.530	106'131	56'249	0.060	10'854	651	0.020	3'584	72
8	1.000	54'310	54'310	0.100	9'944	994	0.030	2'285	69
9	1.520	28'858	43'864	0.140	8'232	1'152	0.040	2'265	91
10	2.400	20'063	48'151	0.200	7'086	1'417	0.060	1'415	85
11	3.660	15'012	54'944	0.280	6'436	1'802	0.080	1'185	95
12	5.400	10'602	57'251	0.400	6'633	2'653	0.110	1'468	161
13	7.760	5'557	43'122	0.540	6'511	3'516	0.140	941	132
14	10.870	2'309	25'099	0.730	5'945	4'340	0.190	940	179
15	14.910	812	12'107	0.960	4'738	4'548	0.240	1'231	295
16	20.060	298	5'978	1.260	3'516	4'430	0.300	911	273
17	26.540	112	2'972	1.630	2'764	4'505	0.380	950	361
18	34.590	53	1'833	2.080	2'515	5'231	0.480	1'301	624
19	-	-	-	2.640	2'463	6'502	0.590	1'053	621
20	-	-	-	3.300	2'411	7'956	0.720	1'180	850
21	-	-	-	4.090	1'946	7'959	0.880	1'869	1'645
22	-	-	-	5.030	3'203	16'111	1.060	1'566	1'660
23	-	-	-	-	-	-	1.270	1'684	2'139
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'173	3'303
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'427	2'583
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'071	2'292
27	-	-	-	-	-	-	2.510	996	2'500
28	-	-	-	-	-	-	2.940	468	1'376
29	-	-	-	-	-	-	3.430	295	1'012
30	-	-	-	-	-	-	3.980	222	884
Summe		733'971	459'237		128'963	74'336		42'506	23'379

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 459'237 + 74'336 + 23'379 = 556'952 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 556'952 = 27'846 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 27'846 / 116 = 2'401 \text{ ESAL}$$

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

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2009 der Zählstelle Denges (A1) zeigen die Entwicklung des Schwerverkehrs nur von Januar bis April, dies muss bei der Interpretation der Zahlen berücksichtigt werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 2.4.1). Im April ist das grösste Schwerverkehrsaufkommen mit 3'402 Fahrzeugen pro Tag gemessen worden. Im Januar war das Schwerverkehrsaufkommen deutlich kleiner.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 29.8%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2)

Die Mittelwerte von Gesamtgewicht und mittlerer Achslast bleiben in den Monaten Januar bis April etwa konstant. Die Fraktilwerte f95 und f99 hingegen steigen in diesem Zeitraum kontinuierlich an (s. Diagramme 2.4.1b und 2.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Zwischen Januar und April des Jahres 2009 passierten pro Tag durchschnittlich 3'152 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'373 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 2.4.2a). Die beobachtete Abnahme der Verkehrszahlen muss jedoch relativiert werden, da die Maxima in Denges normalerweise in den Sommermonaten auftreten – dafür liegen im Jahr 2009 aber keine Messdaten vor. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert. Die Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge nimmt allerdings stark ab.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2b) steigt im Vergleich zum Vorjahr um rund 2% von 156 auf 159 kN an, die Fraktilwerte f95 und f99 blieben hingegen konstant.

Die Achslast verhält sich ähnlich (s. Diagramm 2.4.2c): Der Mittelwert steigt um 2.5% von 47.5 auf 48.7 kN, die Fraktilwerte f95 und f99 blieben konstant.

Die Zunahme der mittleren Achslast wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 2.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 1'923 auf 2'401 ESAL (+25%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 9.5% zugenommen; zwischen 2008 und 2009 ist er wieder zurückgegangen – wahrscheinlich aufgrund der fehlenden Daten ab Mai 2009. Über die gesamten sieben Jahre resultiert eine Zunahme des Schwerverkehrs von 3'081 auf 3'152 Fahrzeuge pro Tag (+2.3%).

Die Anzahl „Lieferwagen erweitert“ hat zwischen 2004 und 2005 stark von 346 auf 786 Fahrten pro Tag zugenommen – seither ist kein eindeutiger Trend auszumachen. „Lastwagen“, „Lastenzüge“ und „Sattelzüge“ verkehren 2008 deutlich seltener als 2003: „Lastwagen“ -33%, „Lastenzüge“ -28% und „Sattelzüge“ -17%. Zwischen 2008 und 2009 ist hier ein gegenläufiger Trend mit einer deutlichen Zunahme aller drei Kategorien feststellbar.

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge ist 2007 und 2008 besonders hoch: 17% und 31% am gesamten Schwerverkehr. 2009 geht der Anteil auf 5% zurück.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2009 um 3.2%, das „Fraktil 95%“ um 5.6% zugenommen. Ein deutlicher Anstieg des Gesamtgewichts tritt zwischen 2003 und 2006 auf, zwischen 2006 und 2009 gibt es keinen eindeutigen Trend. Die Fraktilwerte haben insgesamt etwas stärker zugenommen als das Gesamtgewicht: Dies deutet auf eine Zunahme der schwersten Fahrzeuge hin. Ab 2008 ist diese Entwicklung wieder etwas rückläufig.

Die Achslasten verändern sich zwischen 2003 und 2009 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 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

3.2 Übersicht Messresultate

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

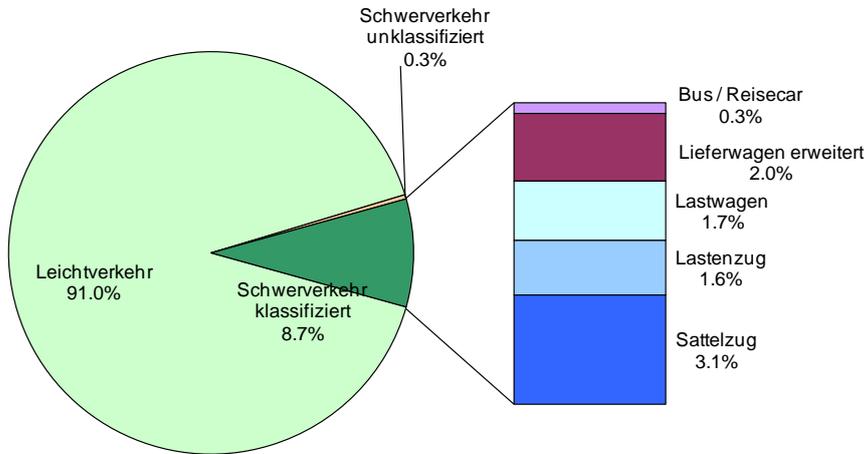
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	27'939'290	76'546	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	25'424'119	69'655	91.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'515'171	6'891	9.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	96'630	265	0.3	3.8
01 Bus / Reiseкар	88'118	241	0.3	3.5
02 Motorrad	765	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	108'964	299	0.4	4.3
04 Personenwagen mit Anh.	98'669	270	0.4	3.9
05 Lieferwagen	176'795	484	0.6	7.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	106'144	291	0.4	4.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	53'569	147	0.2	2.1
08 Lastwagen	467'204	1'280	1.7	18.6
09 Lastenzug	439'834	1'205	1.6	17.5
10 Sattelzug	878'479	2'407	3.1	34.9
Total	2'515'171	6'891	9.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	623'595	1'708	2.2	24.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	829'995	2'274	3.0	33.0
Fahrzeuge 18 - 28t	654'622	1'793	2.3	26.0
Fahrzeuge 28 - 40t	334'332	916	1.2	13.3
Fahrzeuge >40t	72'627	199	0.3	2.9
Total	2'515'171	6'891	9.0	100.0

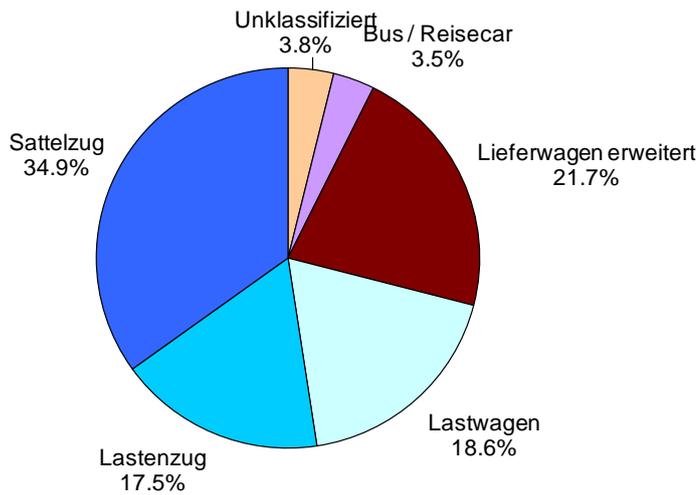
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehr

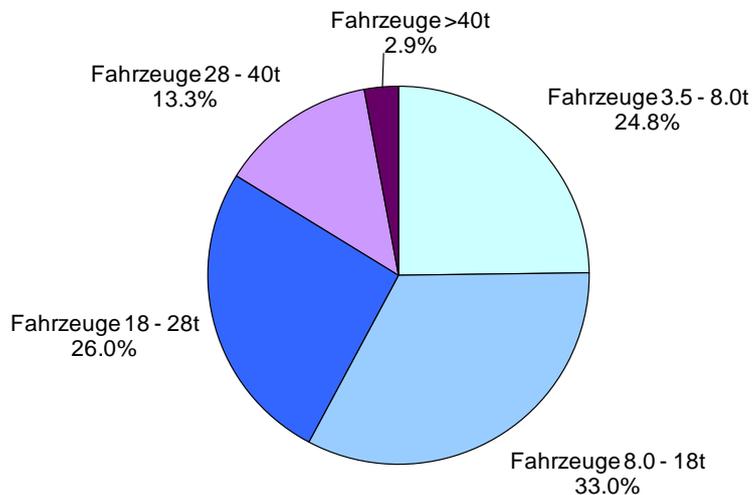
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 Messdiagramme

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Mattstetten (A1) 2009 sind folgendermassen strukturiert:

- 3.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 3.3.3 Reisedeckungs 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).

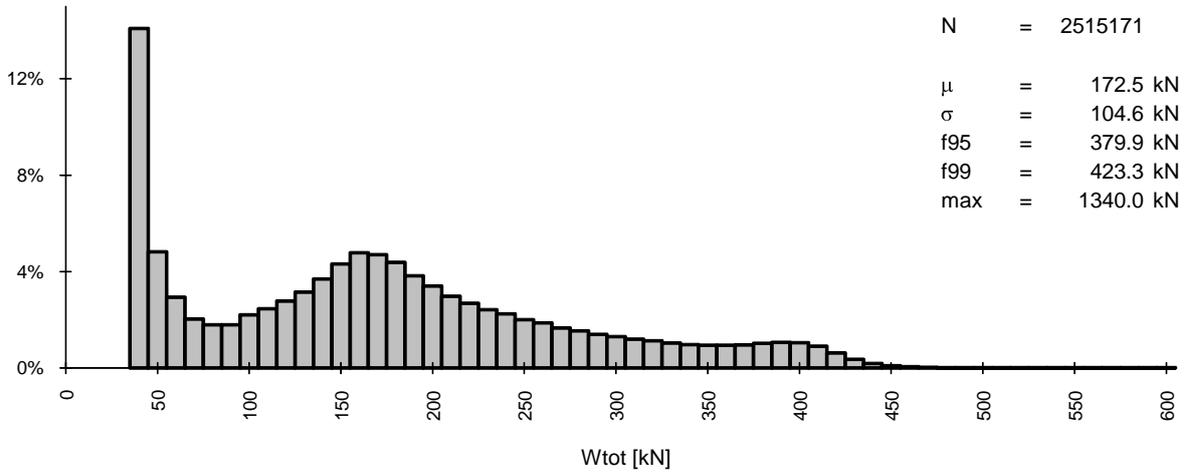
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

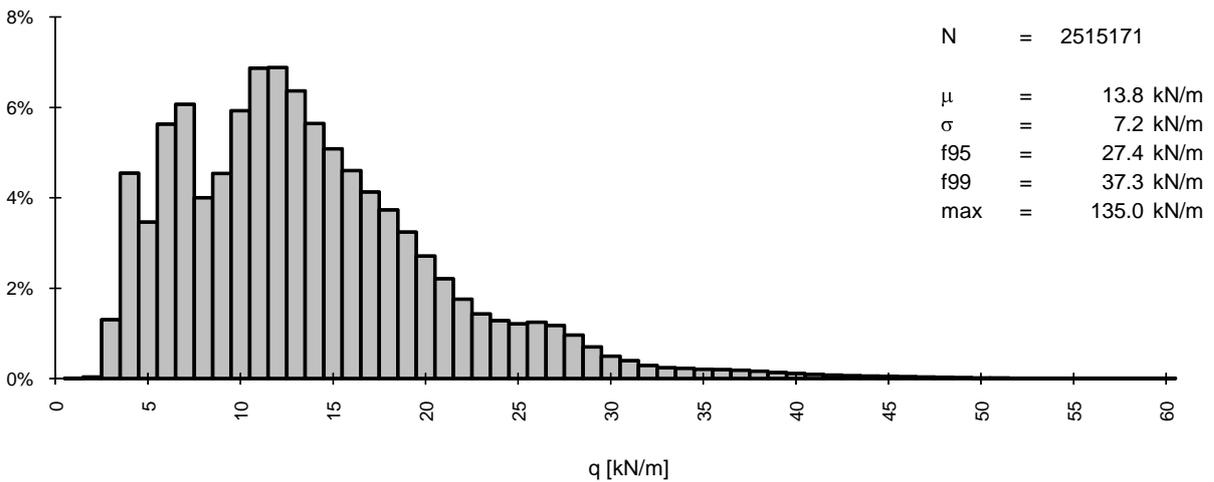
2009 Mattstetten

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



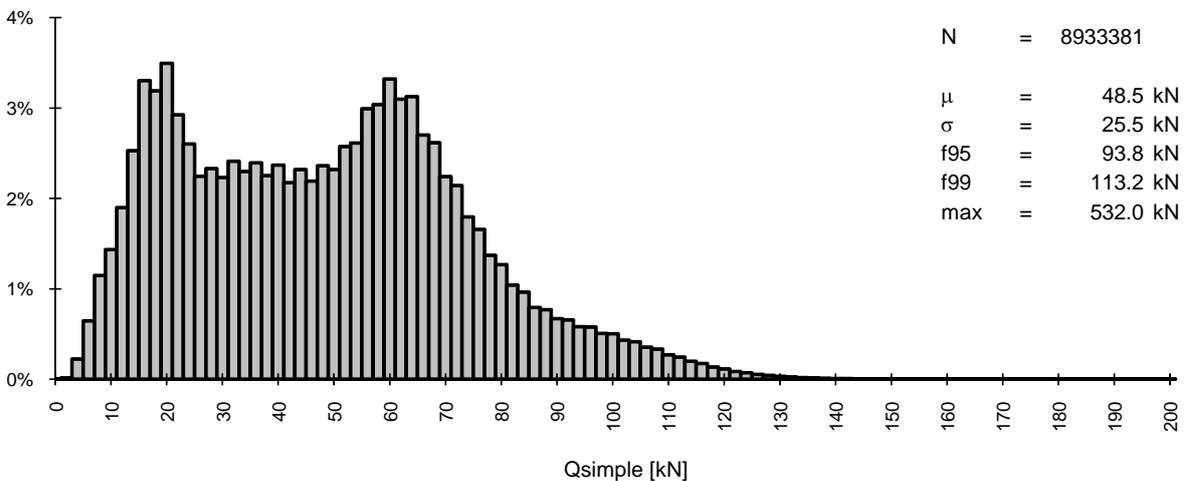
2009 Mattstetten

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



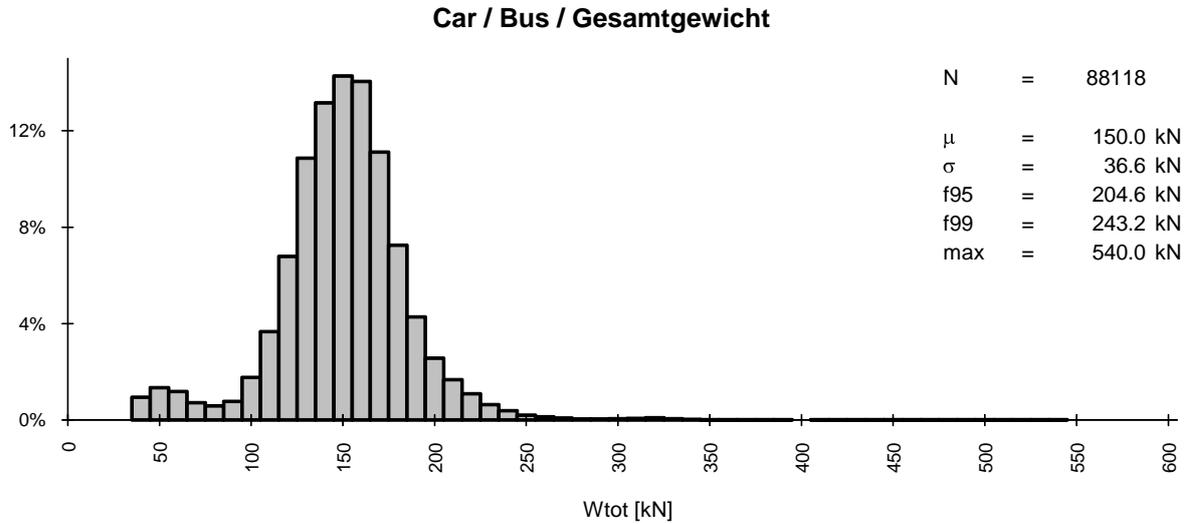
2009 Mattstetten

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

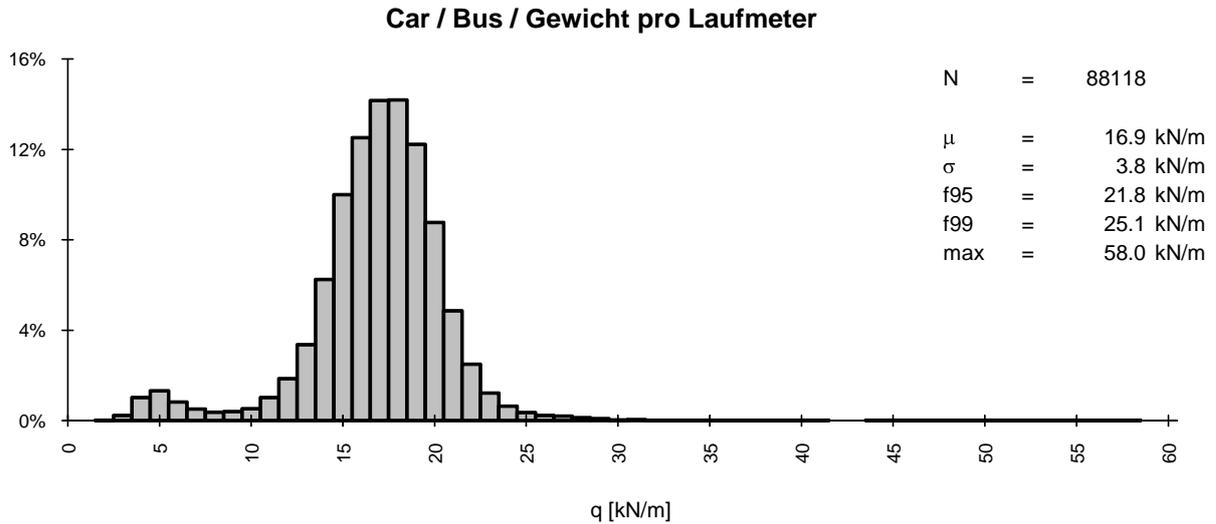


3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

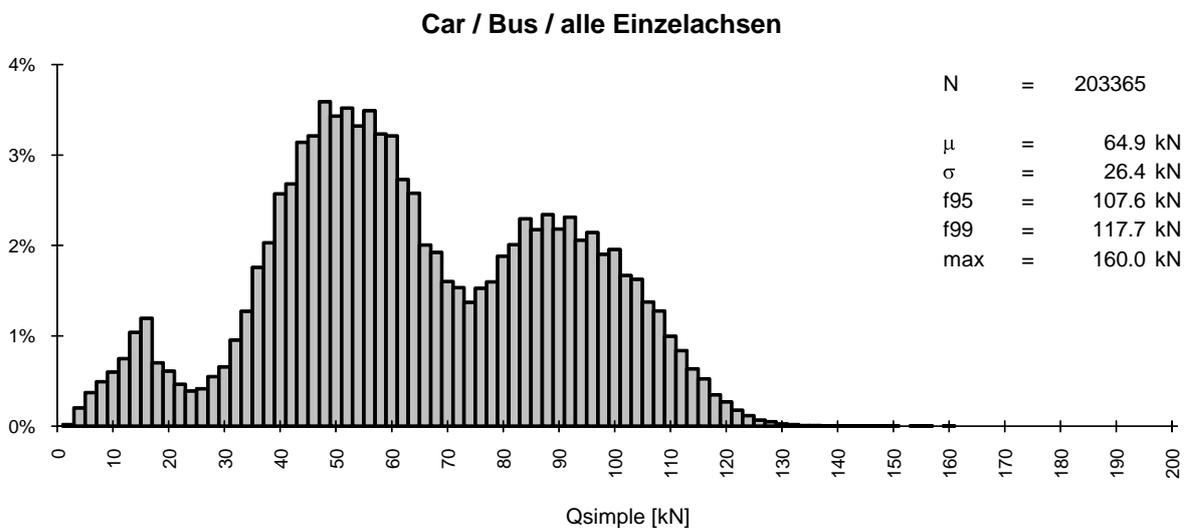
2009 Mattstetten



2009 Mattstetten



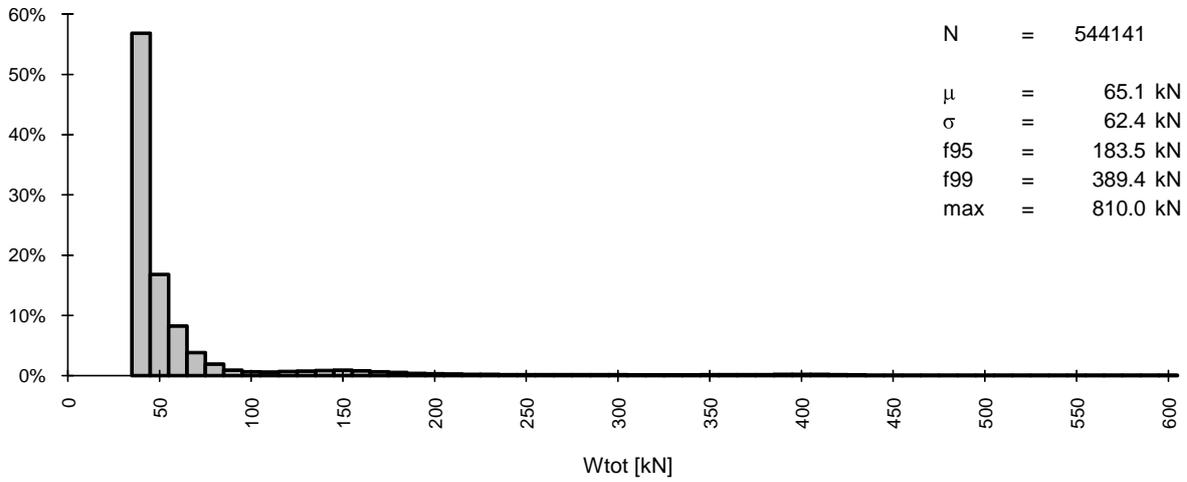
2009 Mattstetten



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

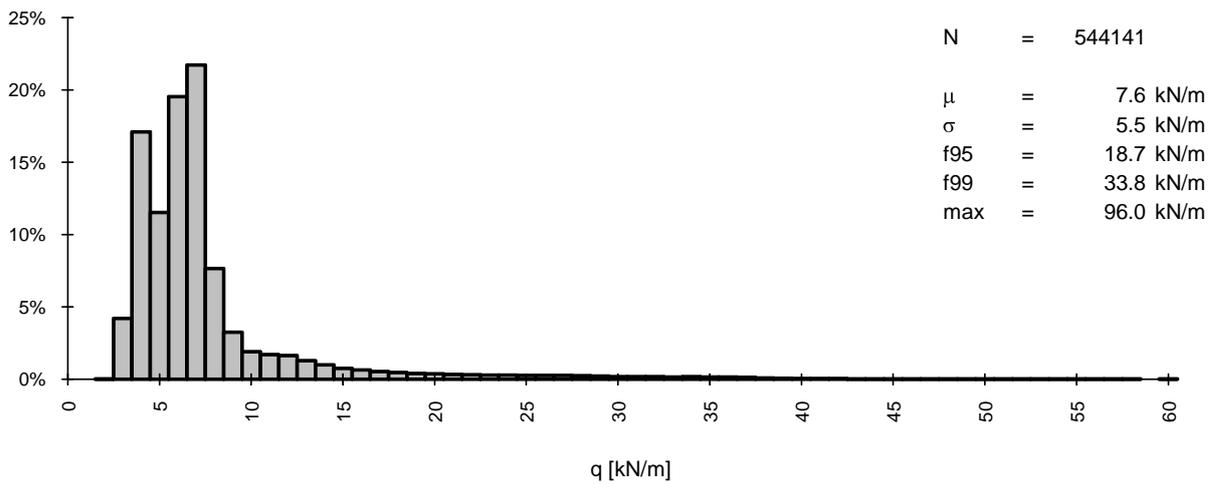
2009 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



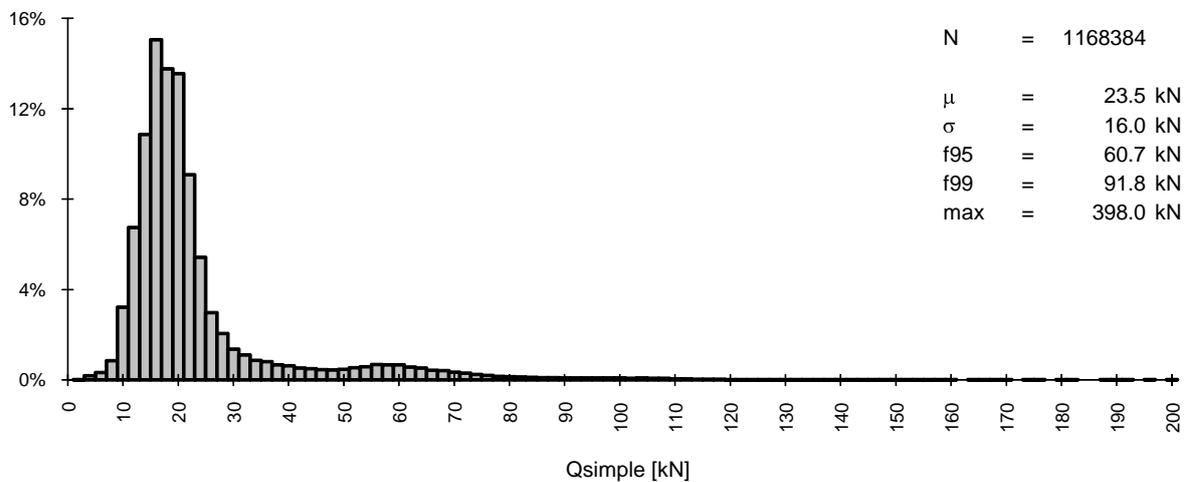
2009 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Mattstetten

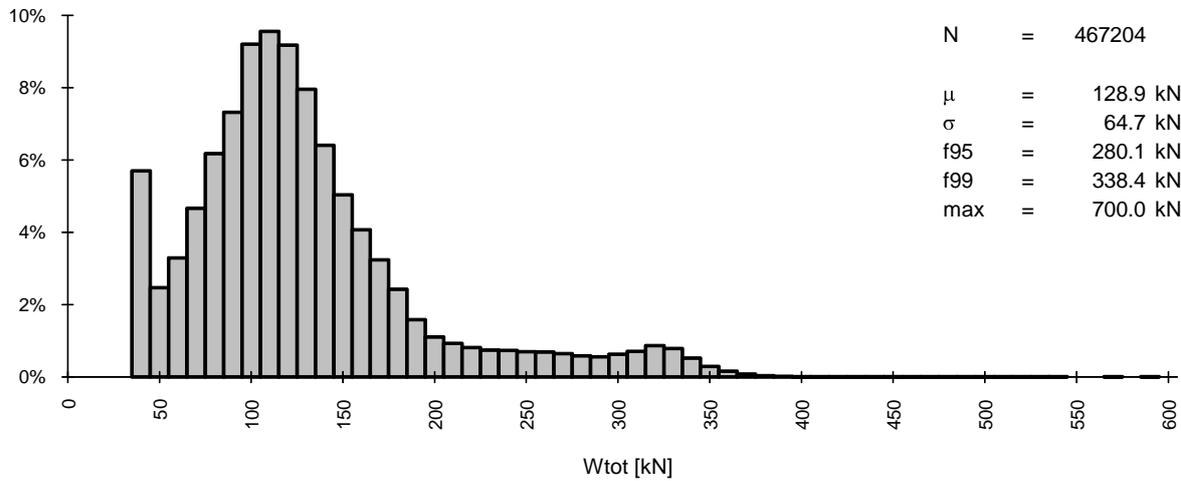
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

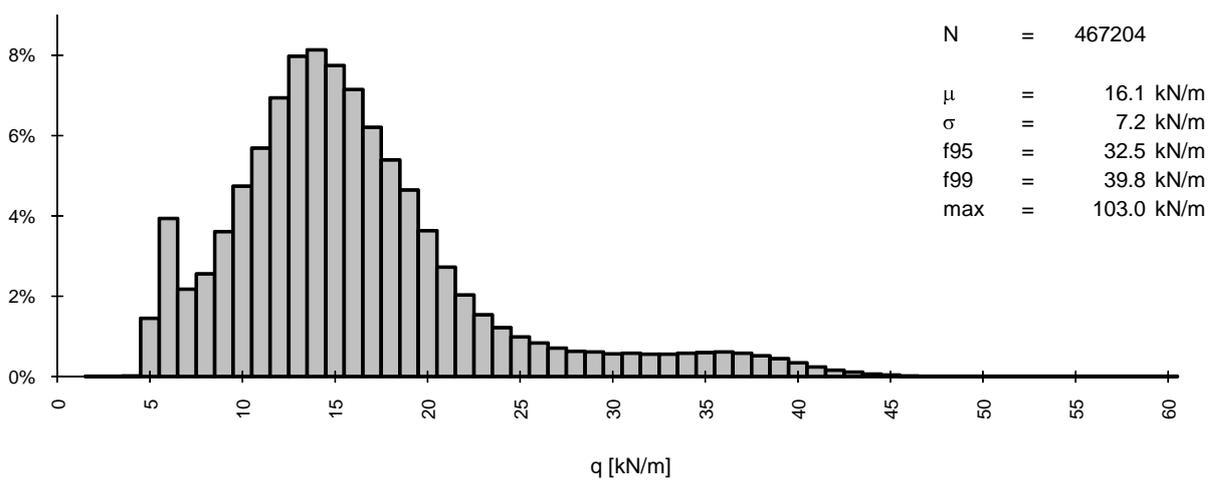
2009 Mattstetten

Lastwagen / Gesamtgewicht



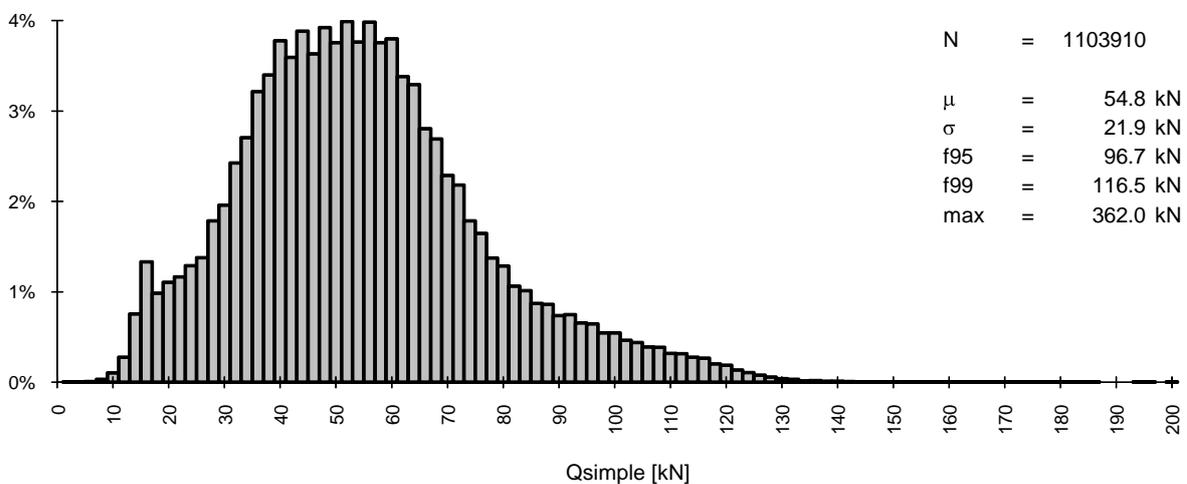
2009 Mattstetten

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 Mattstetten

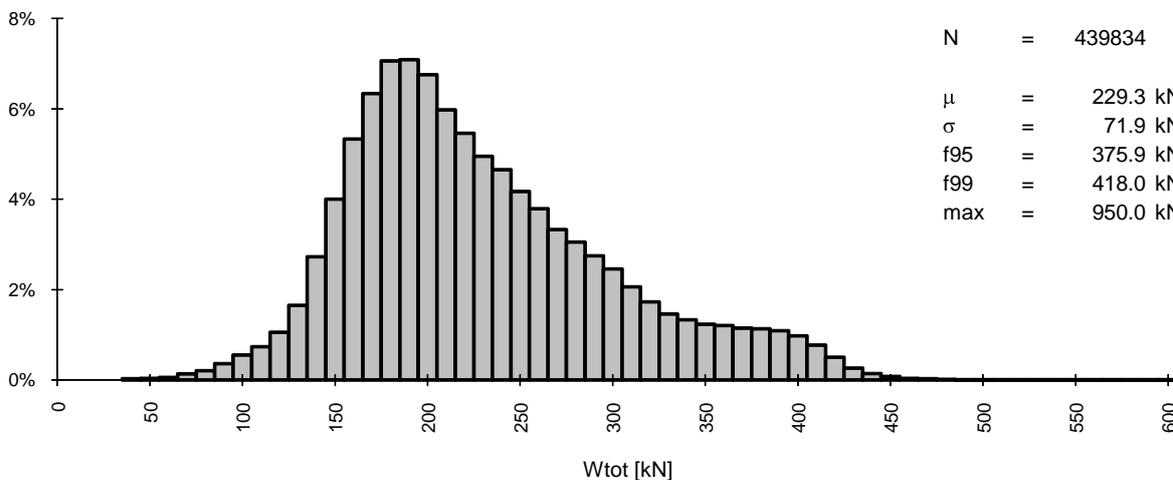
Lastwagen / alle Einzelachsen



3.3.6 Lastenzüge (LZ)

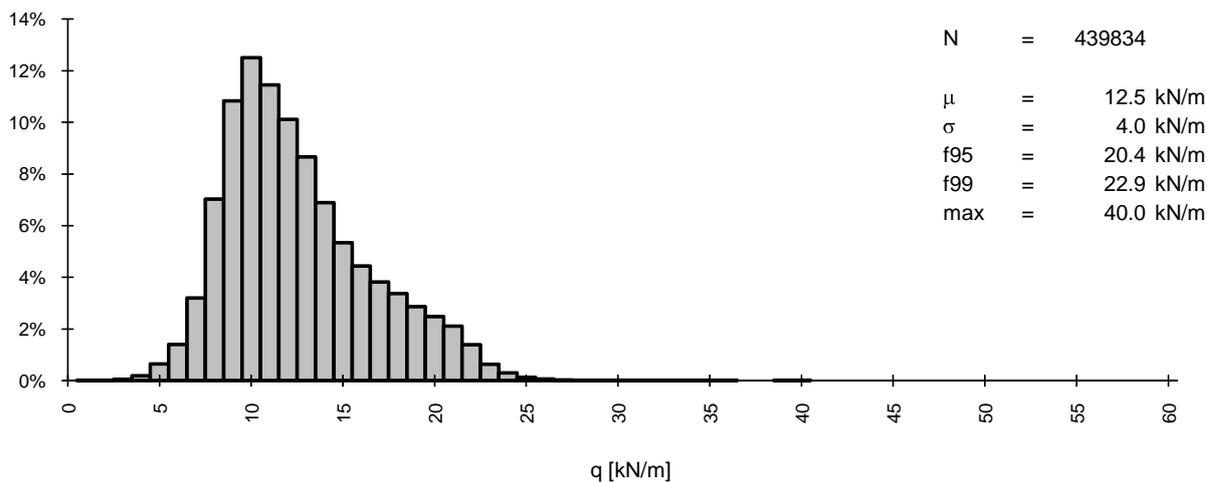
2009 Mattstetten

Lastenzug / Gesamtgewicht



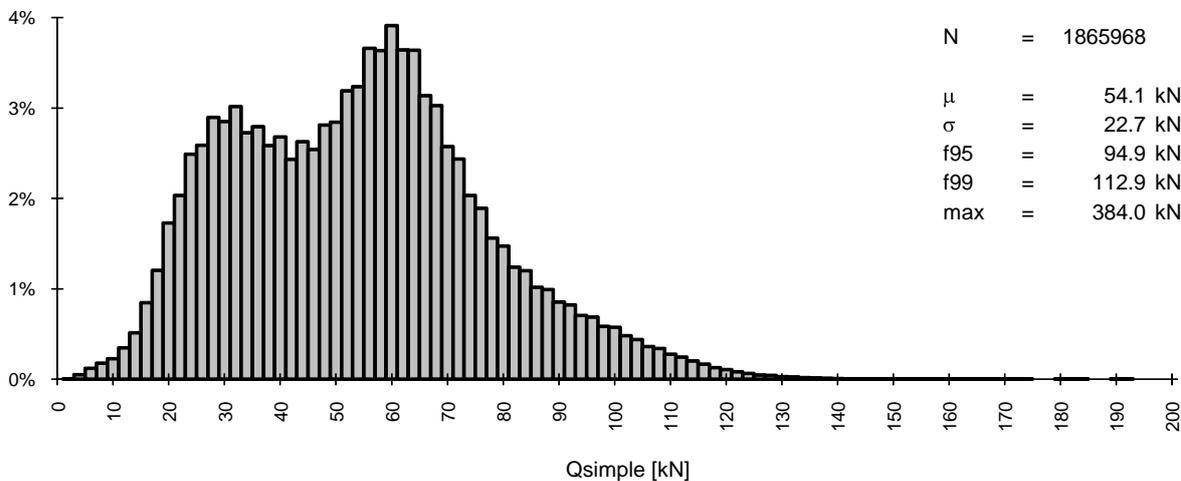
2009 Mattstetten

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



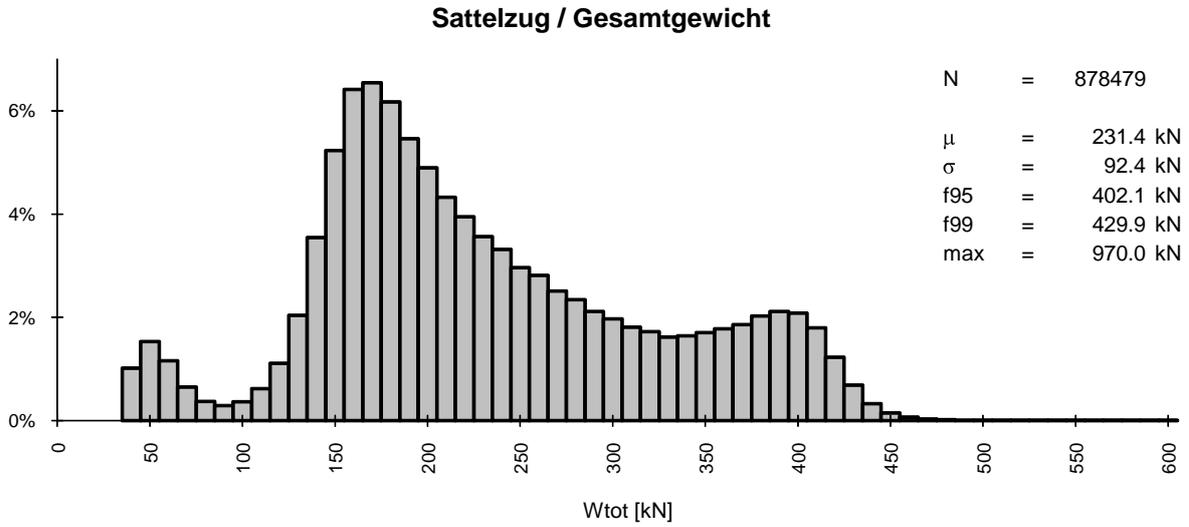
2009 Mattstetten

Lastenzug / alle Einzelachsen

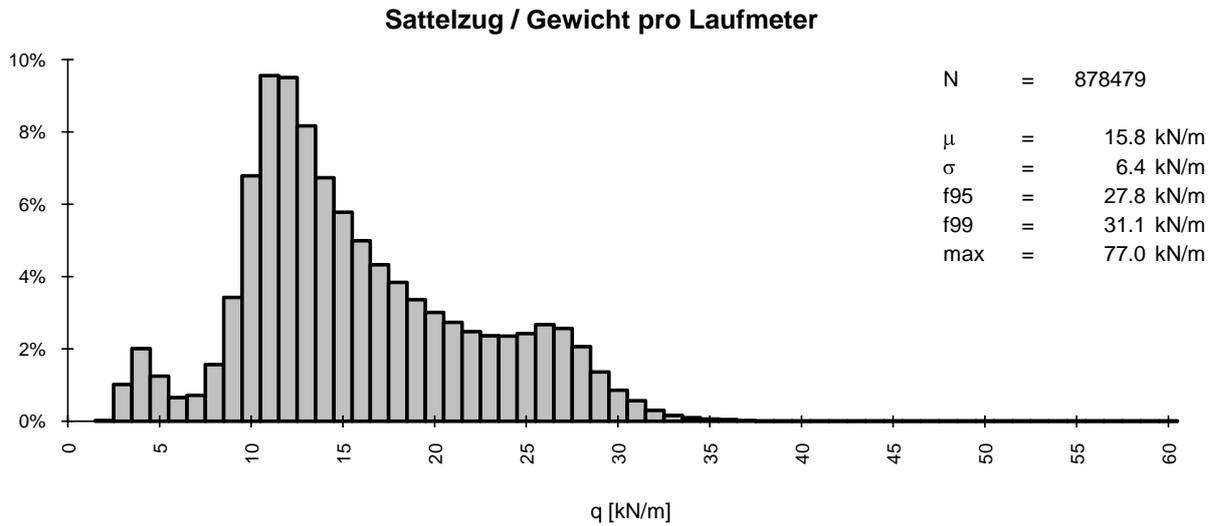


3.3.7 Sattelzüge (SZ)

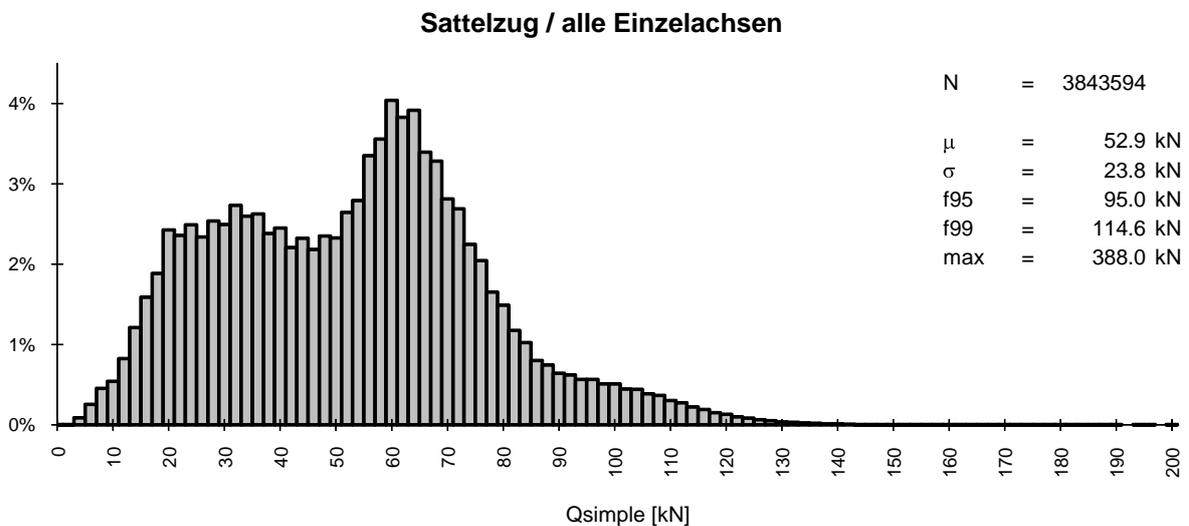
2009 Mattstetten



2009 Mattstetten



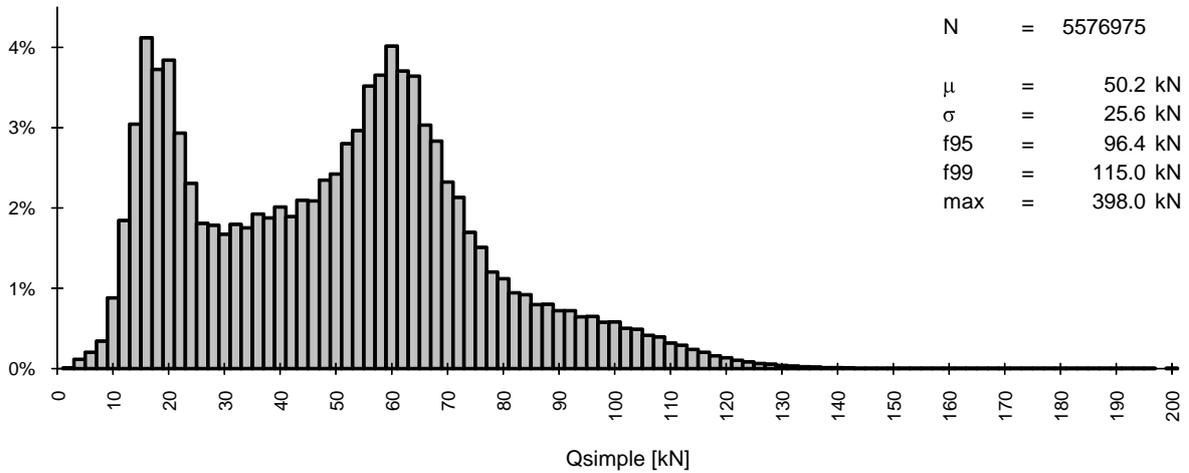
2009 Mattstetten



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

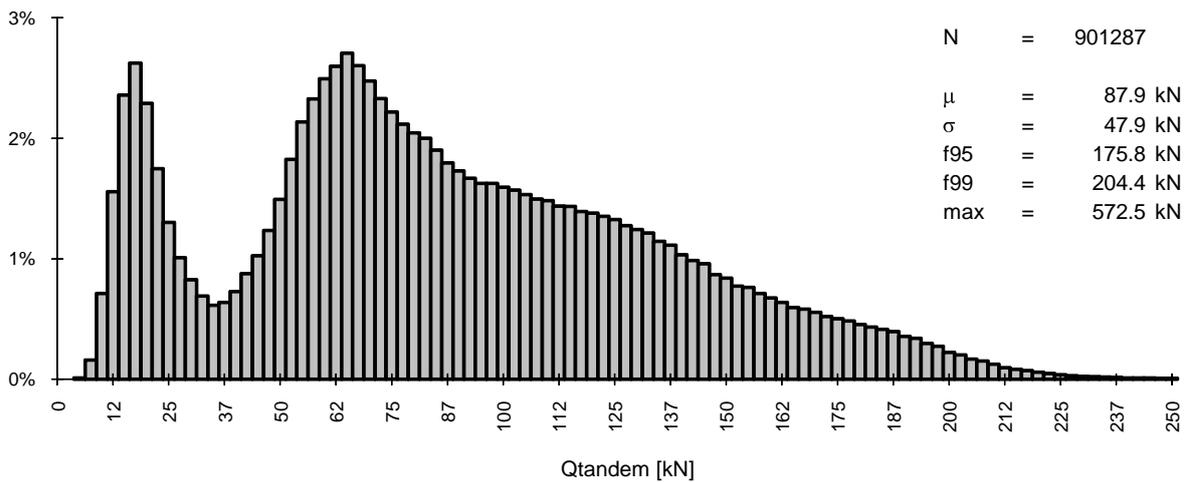
2009 Mattstetten

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



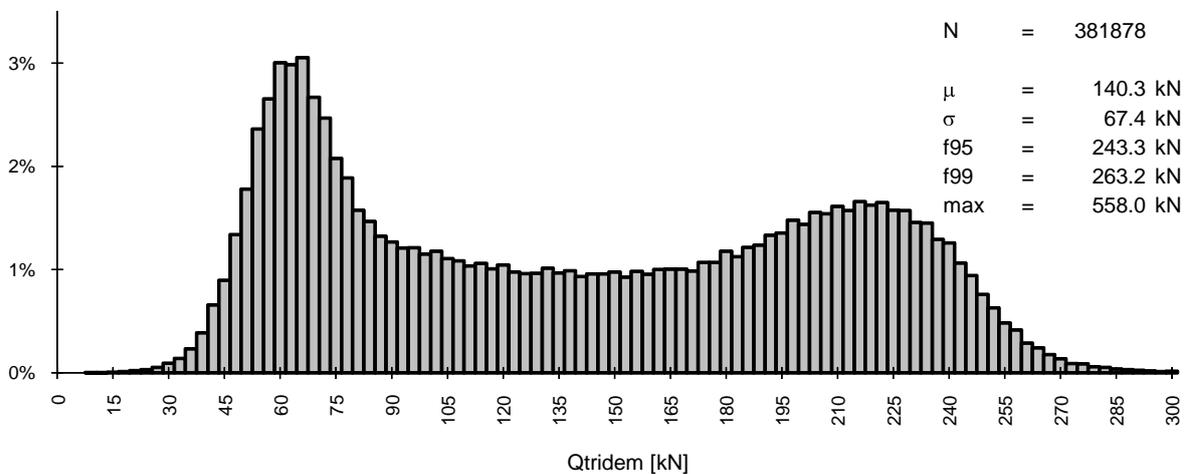
2009 Mattstetten

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Mattstetten

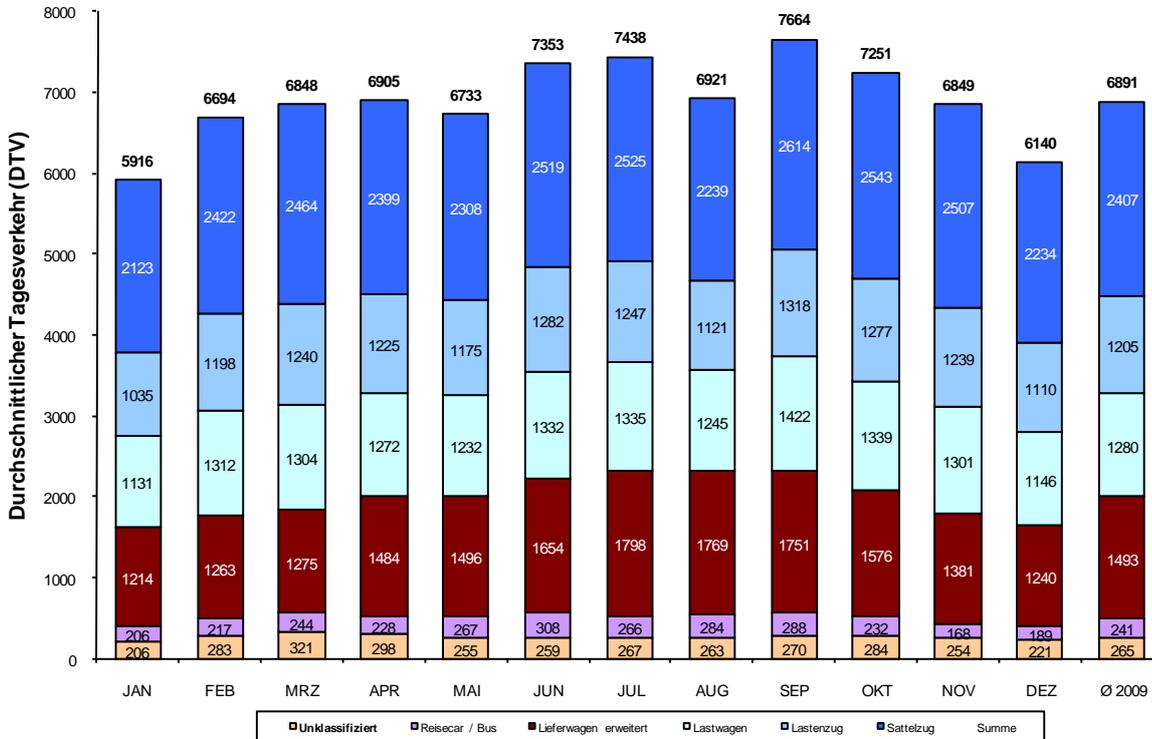
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



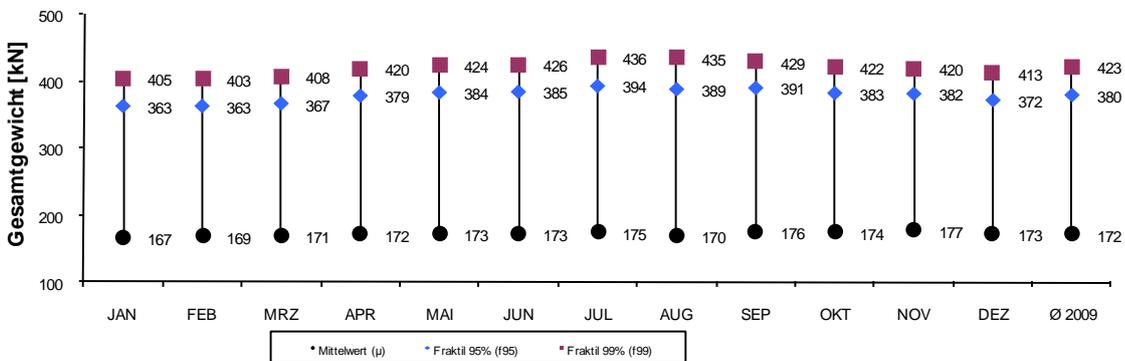
3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

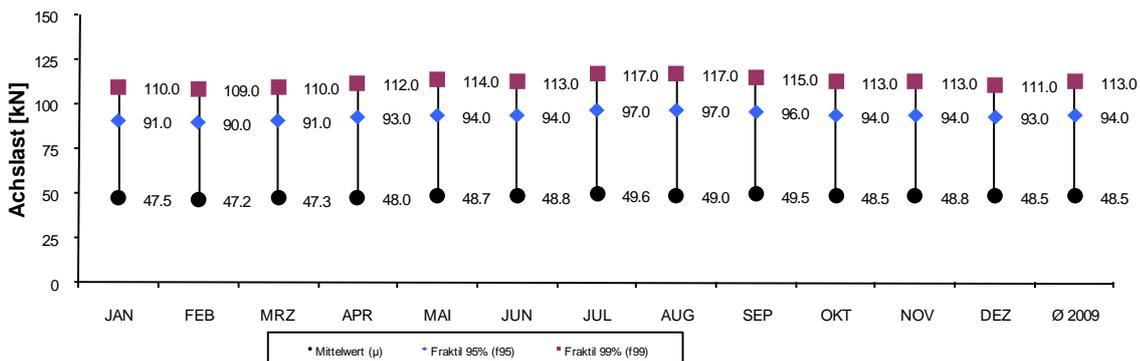
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

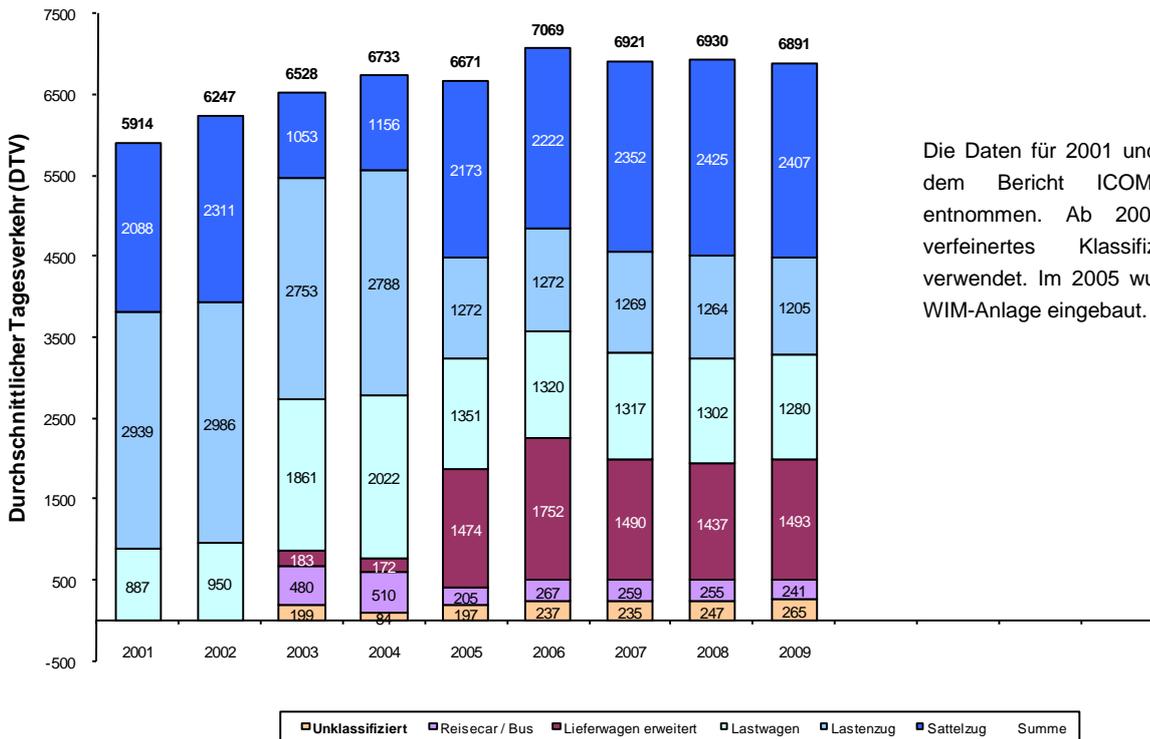


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



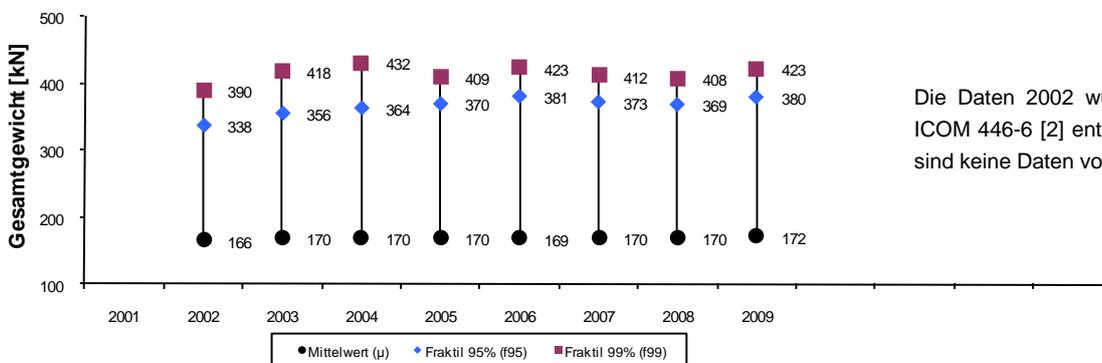
3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



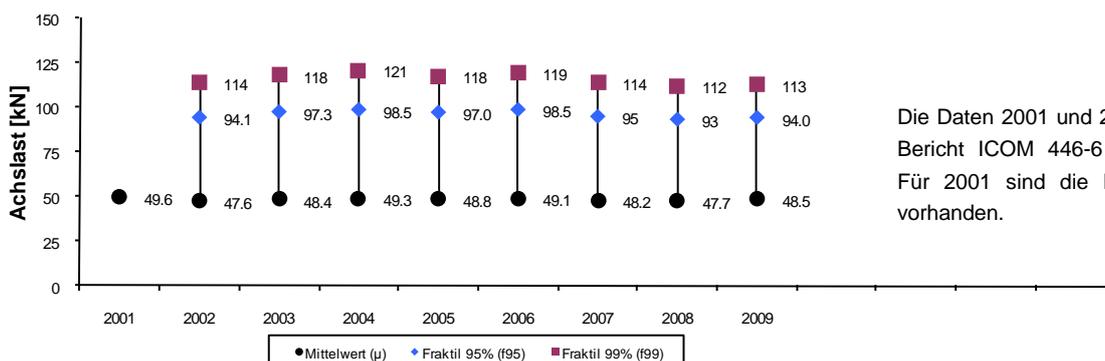
Die Daten für 2001 und 2002 wurden dem Bericht ICOM 446-6 [2] entnommen. Ab 2003 wurde ein verfeinertes Klassifizierungssystem verwendet. Im 2005 wurde eine neue WIM-Anlage eingebaut.

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



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

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



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

3.5 Auswertung der Messdaten

3.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte α_{Qi} , α_{qi} und α_{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 Achsarten 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).

Achsart	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	50.2	50.2	96.4	115.0
Tandemachse	87.9	43.95	87.9	102.2
Tridemachse	140.3	46.7	81.1	87.7
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 50.2 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.9 kN, respektive 46.7 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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.8 kN/m	27.4 kN/m	37.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.94 kN/m ²	7.82 kN/m ²	10.65 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

3.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	86'595	43	0.000	7'944	1	0.000	4	0
2	0.006	924'401	5'546	0.001	79'570	56	0.000	89	0
3	0.020	585'912	11'718	0.003	44'009	132	0.001	755	1
4	0.070	522'302	36'561	0.008	24'073	193	0.002	2'913	6
5	0.150	604'898	90'735	0.020	41'698	834	0.005	11'041	55
6	0.290	945'579	274'218	0.030	79'138	2'374	0.010	37'398	374
7	0.530	866'296	459'137	0.060	93'564	5'614	0.020	33'229	665
8	1.000	427'053	427'053	0.100	78'497	7'850	0.030	24'555	737
9	1.520	233'354	354'698	0.140	66'932	9'370	0.040	21'501	860
10	2.400	177'190	425'256	0.200	58'690	11'738	0.060	13'628	818
11	3.660	118'465	433'582	0.280	54'797	15'343	0.080	12'867	1'029
12	5.400	57'580	310'932	0.400	50'838	20'335	0.110	15'836	1'742
13	7.760	19'539	151'623	0.540	46'818	25'282	0.140	11'076	1'551
14	10.870	5'660	61'524	0.730	40'605	29'642	0.190	11'332	2'153
15	14.910	1'448	21'590	0.960	32'915	31'598	0.240	14'606	3'505
16	20.060	411	8'245	1.260	26'354	33'206	0.300	10'935	3'281
17	26.540	115	3'052	1.630	21'351	34'802	0.380	11'502	4'371
18	34.590	87	3'009	2.080	17'674	36'762	0.480	16'439	7'891
19	-	-	-	2.640	14'424	38'079	0.590	13'664	8'062
20	-	-	-	3.300	10'236	33'779	0.720	15'893	11'443
21	-	-	-	4.090	5'840	23'886	0.880	23'449	20'635
22	-	-	-	5.030	4'984	25'070	1.060	18'524	19'635
23	-	-	-	-	-	-	1.270	18'302	23'244
24	-	-	-	-	-	-	1.520	20'832	31'665
25	-	-	-	-	-	-	1.810	10'560	19'114
26	-	-	-	-	-	-	2.140	5'832	12'480
27	-	-	-	-	-	-	2.510	3'217	8'075
28	-	-	-	-	-	-	2.940	911	2'678
29	-	-	-	-	-	-	3.430	461	1'581
30	-	-	-	-	-	-	3.980	278	1'106
Summe		5'576'885	3'078'522		900'951	385'945		381'629	188'755

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'078'522 + 385'945 + 188'755 = 3'653'222 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'653'222 = 1'643'950 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'643'950 / 365 = 4'504 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2009 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 September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 7'664 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 34.9%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.9% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2).

Die Mittel- und Fraktilwerte (f95 und f99) von Gesamtgewicht und mittlerer Achslast weisen in den Sommermonaten (Juni bis September) die höchsten Werte auf und sind jeweils zum Jahresbeginn deutlich tiefer (s. Diagramme 3.4.1b und 3.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten pro Tag durchschnittlich 6'891 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 6'930 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer geringen Abnahme von -0.6%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 3.4.2. b) steigt im Vergleich zum Vorjahr leicht (+1.2%), die Fraktilwerte f95 und f99 etwas stärker um 2.9% respektive 3.6%.

Die Achslast weist eine geringe Zunahme des Mittelwerts um 1.7%, und die Fraktilwerte f95 und f99 um 1.1% respektive 0.9% auf (s. Diagramm 3.4.2. c).

Die geringe Zunahme der Achslast wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 3.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 4'276 auf 4'504 ESAL(+5.3%); sie ist der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen sieben Jahren von 6'528 auf 6'891 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 5.6%. 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“, „Lastenzug“ und „Lieferwagen erweitert“ etwa gleichbleibend ist und 2. der DTV von „Sattelzug“ insgesamt um 10.8% zunimmt.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs bleibt zwischen 2003 und 2009 etwa konstant. Der „Fraktile 95%“-Wert variiert in den sieben Jahren, nimmt insgesamt aber leicht zu (+6.5%). Dies deutet auf eine Gewichtszunahme der schwersten Fahrzeuge hin.

Die Achslasten verändern sich zwischen 2003 und 2009 nur wenig.

4 Oberbüren (A1)

4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

4.2 Übersicht Messresultate

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

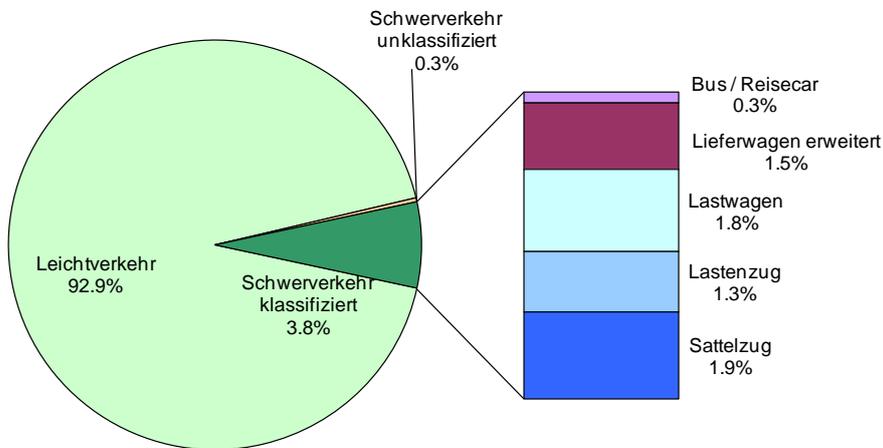
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in der Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 364.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	18'939'485	51'889	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	17'598'799	48'216	92.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'340'686	3'673	7.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	60'184	165	0.3	4.5
01 Bus / Reisedar	47'433	130	0.3	3.5
02 Motorrad	492	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	58'636	161	0.3	4.4
04 Personenwagen mit Anh.	13'292	36	0.1	1.0
05 Lieferwagen	105'209	288	0.6	7.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	59'926	164	0.3	4.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	40'205	110	0.2	3.0
08 Lastwagen	341'812	936	1.8	25.5
09 Lastenzug	248'167	680	1.3	18.5
10 Sattelzug	365'330	1'001	1.9	27.2
Total	1'340'686	3'673	7.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	344'191	943	1.8	25.7
Fahrzeuge 8.0 - 18t	569'787	1'561	3.0	42.5
Fahrzeuge 18 - 28t	281'221	770	1.5	21.0
Fahrzeuge 28 - 40t	132'419	363	0.7	9.9
Fahrzeuge >40t	13'068	36	0.1	1.0
Total	1'340'686	3'673	7.1	100.0

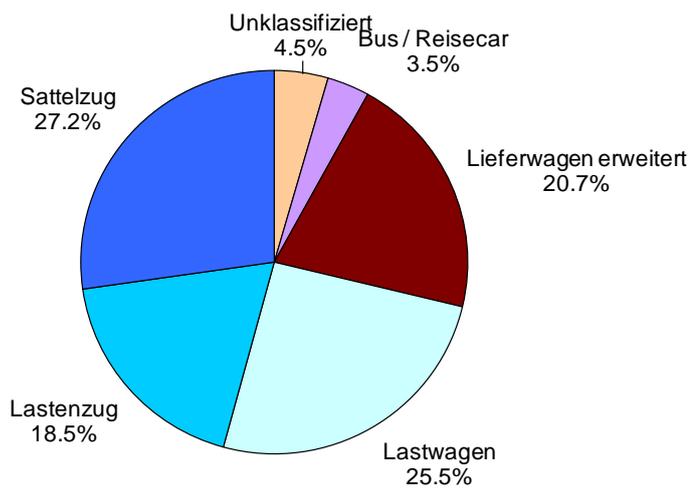
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

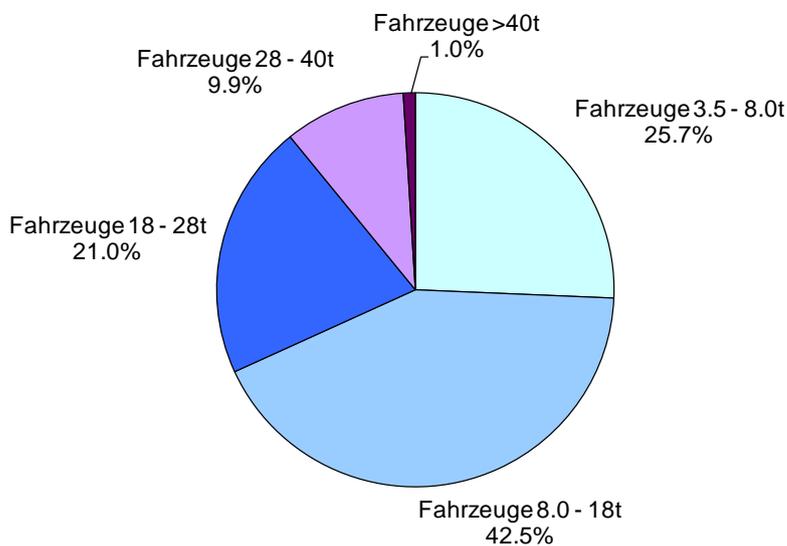
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 Messdiagramme

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2009 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).

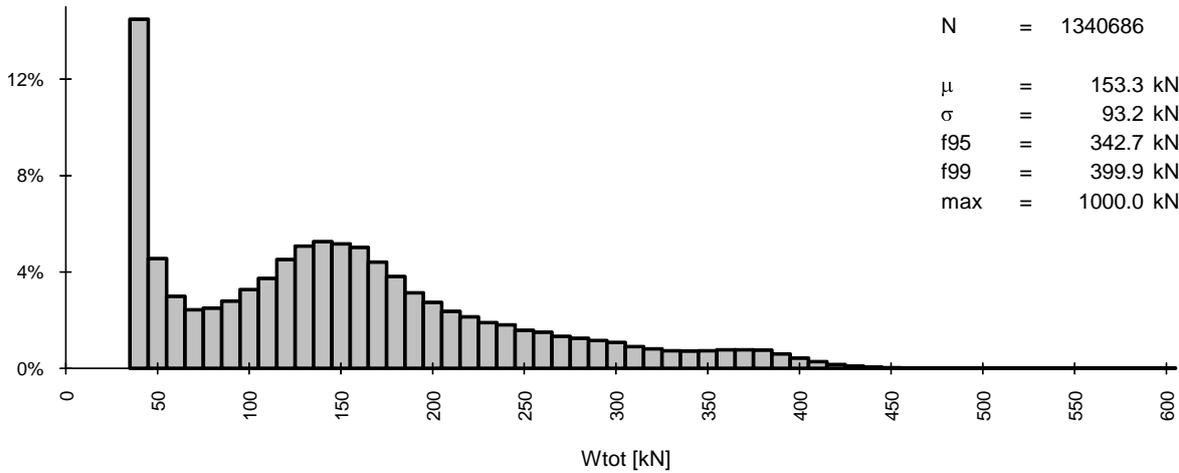
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

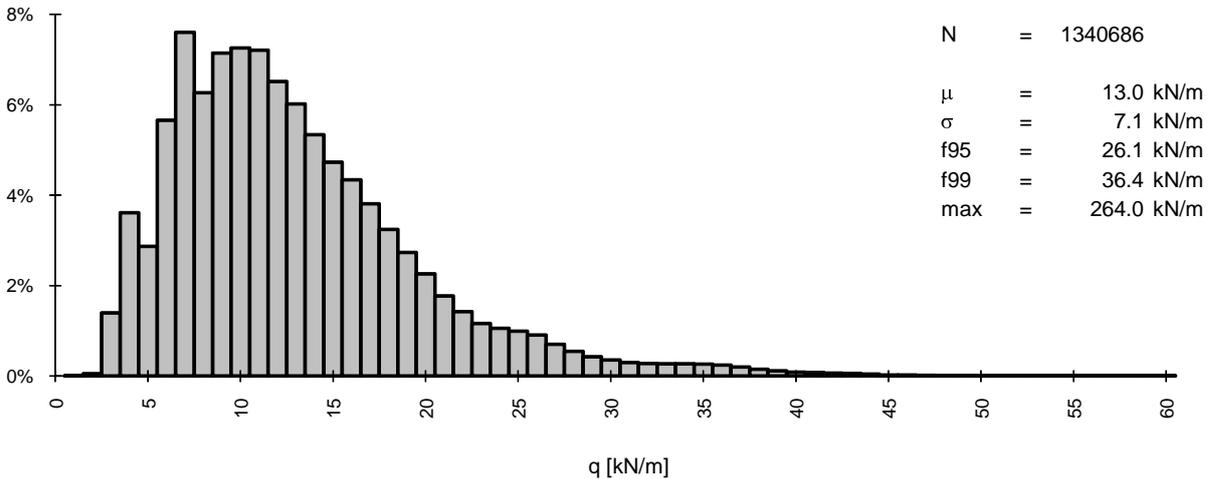
2009 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



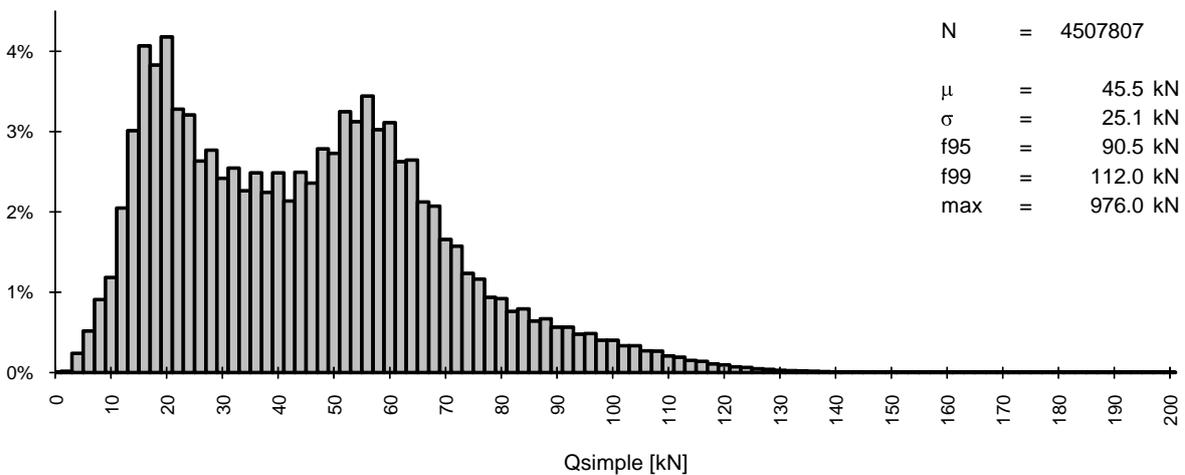
2009 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbüren

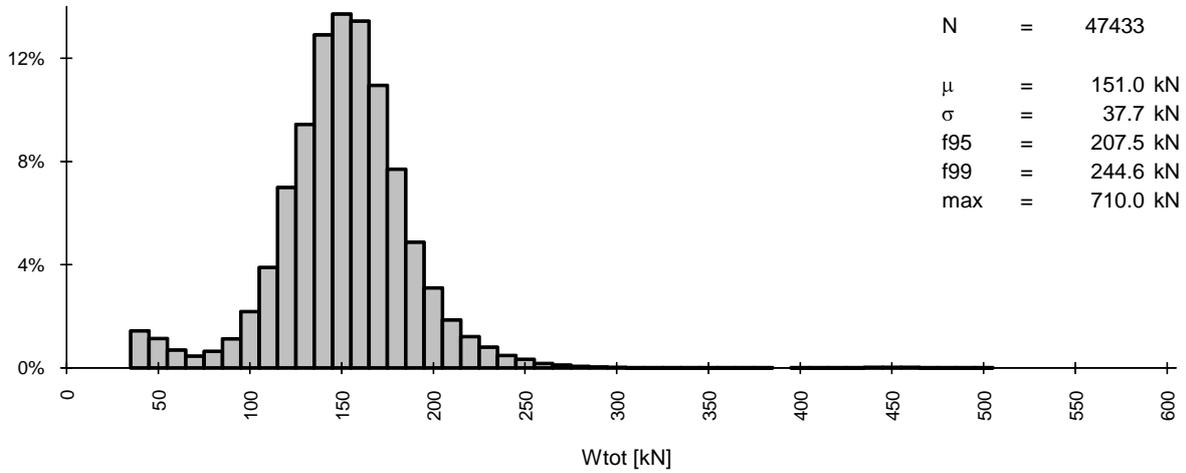
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



4.3.3 Reiscars und Busse (CB)

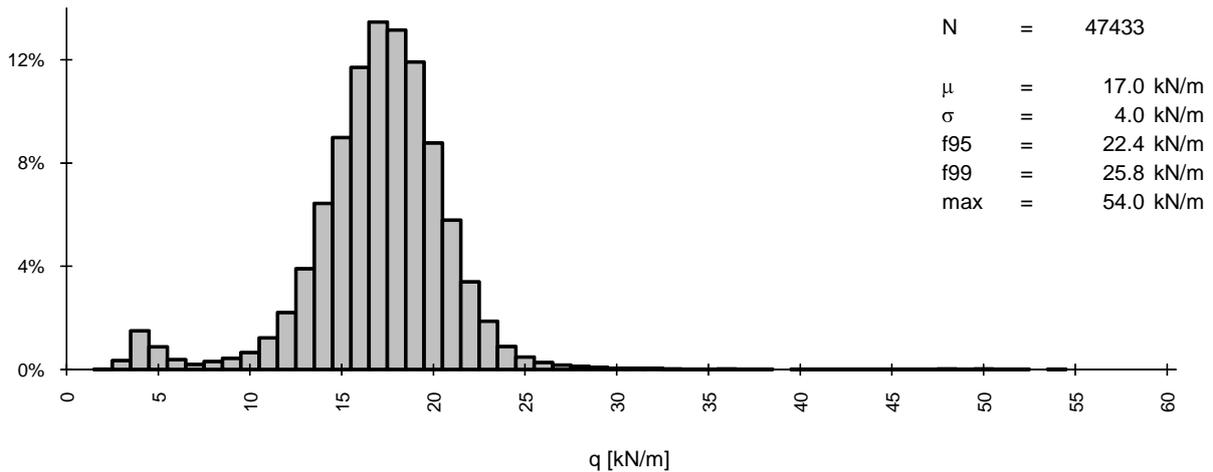
2009 Oberbüeren

Car / Bus / Gesamtgewicht



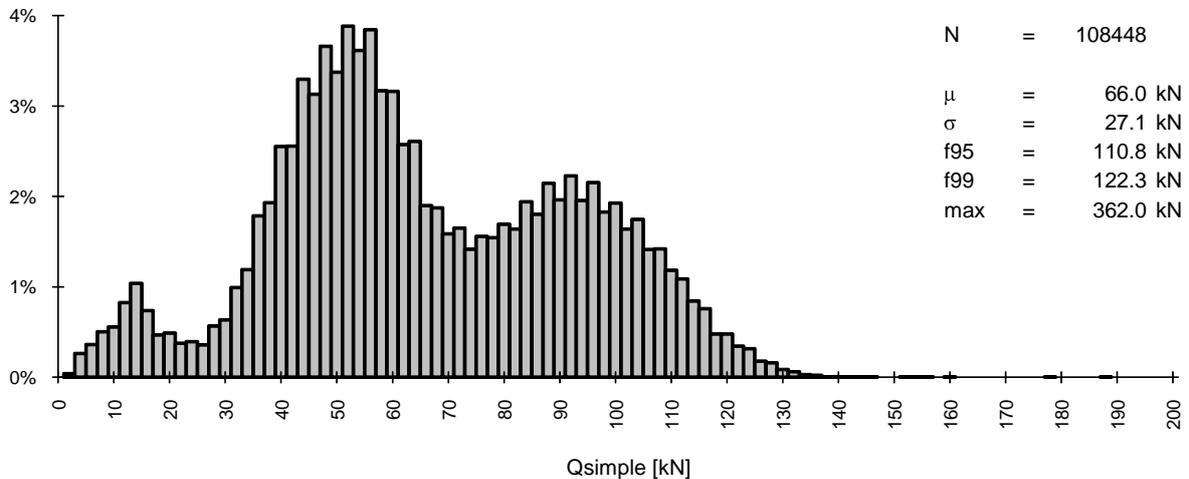
2009 Oberbüeren

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbüeren

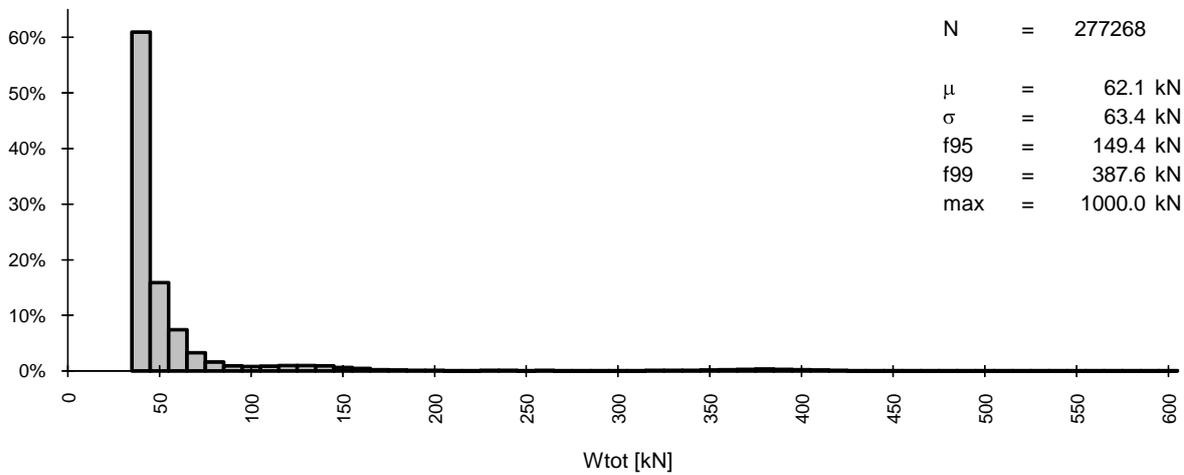
Car / Bus / alle Einzelachsen



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

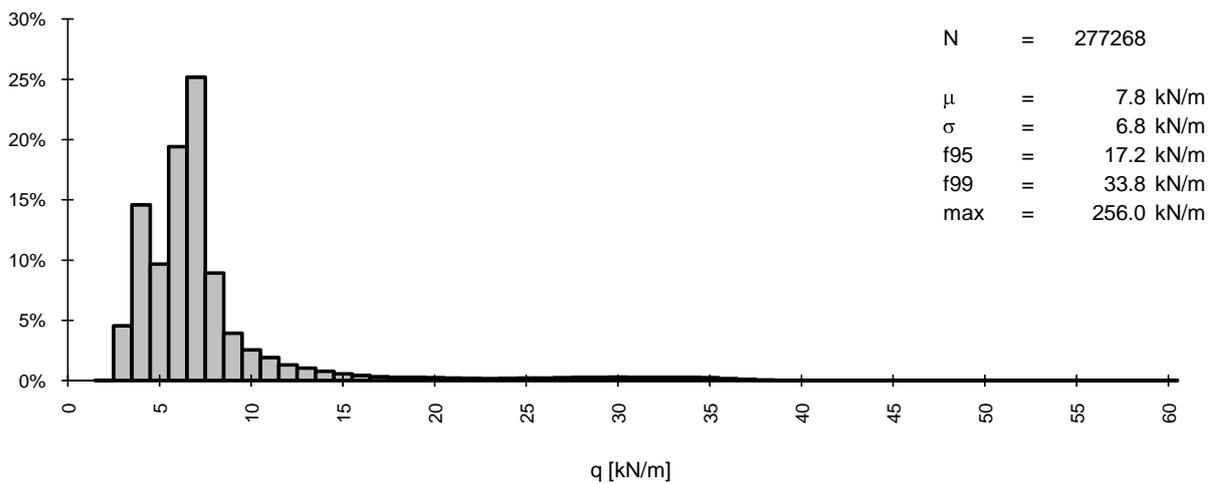
2009 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



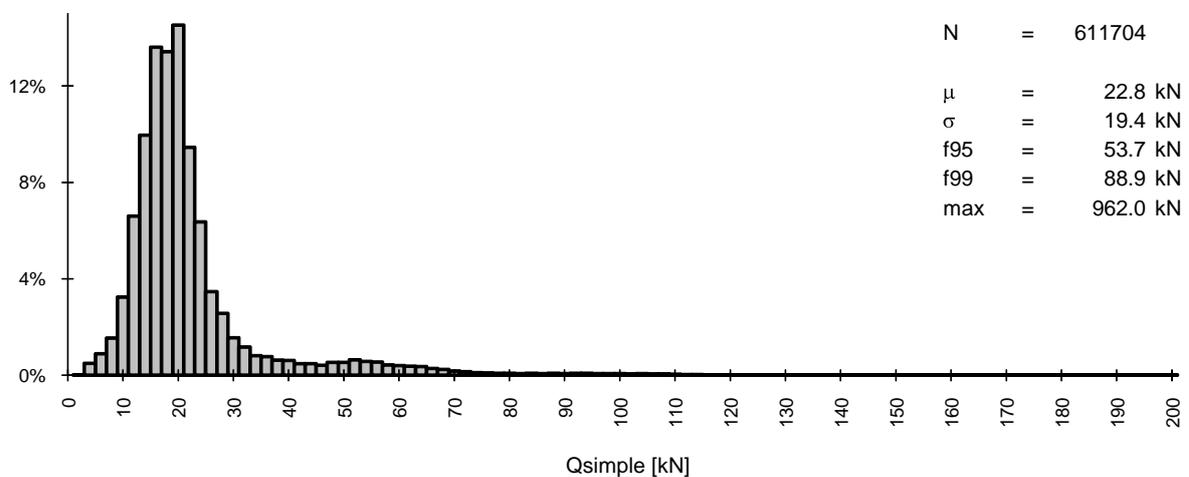
2009 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbüren

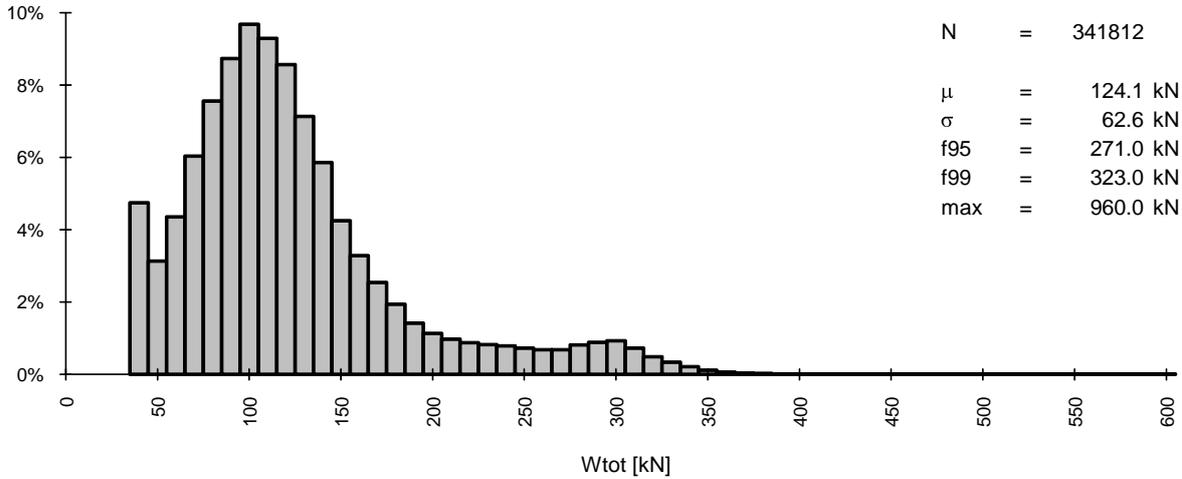
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

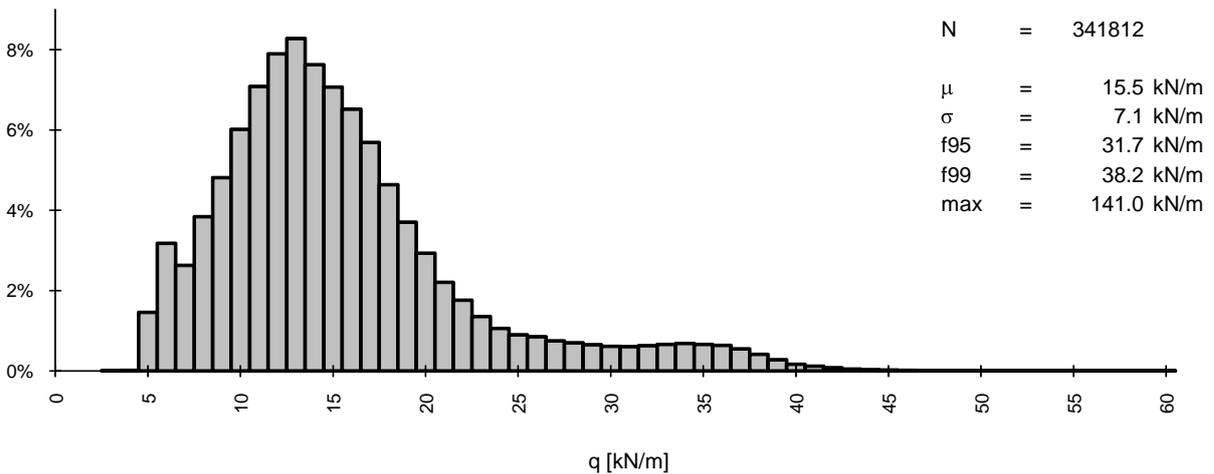
2009 Oberbueren

Lastwagen / Gesamtgewicht



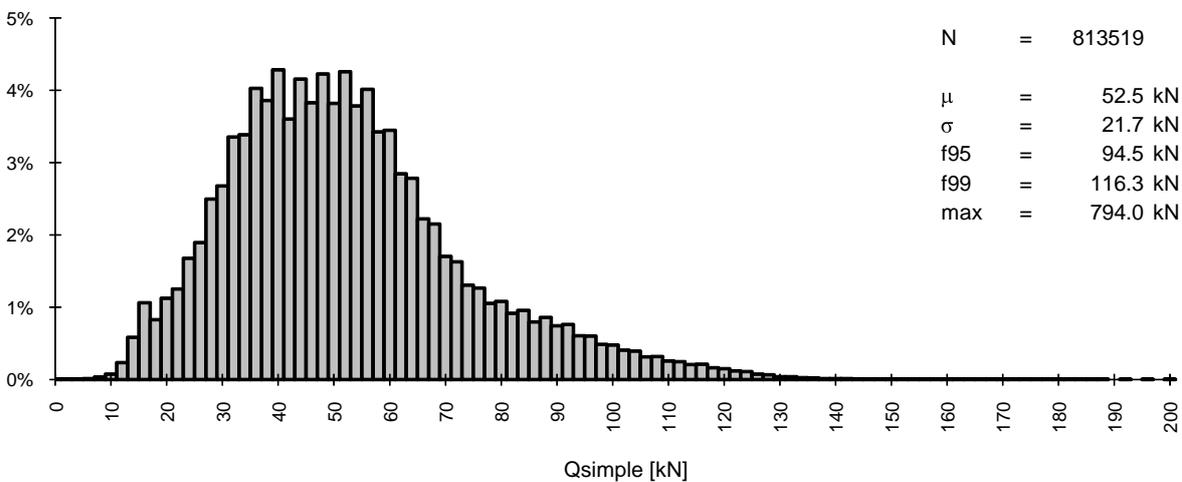
2009 Oberbueren

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbueren

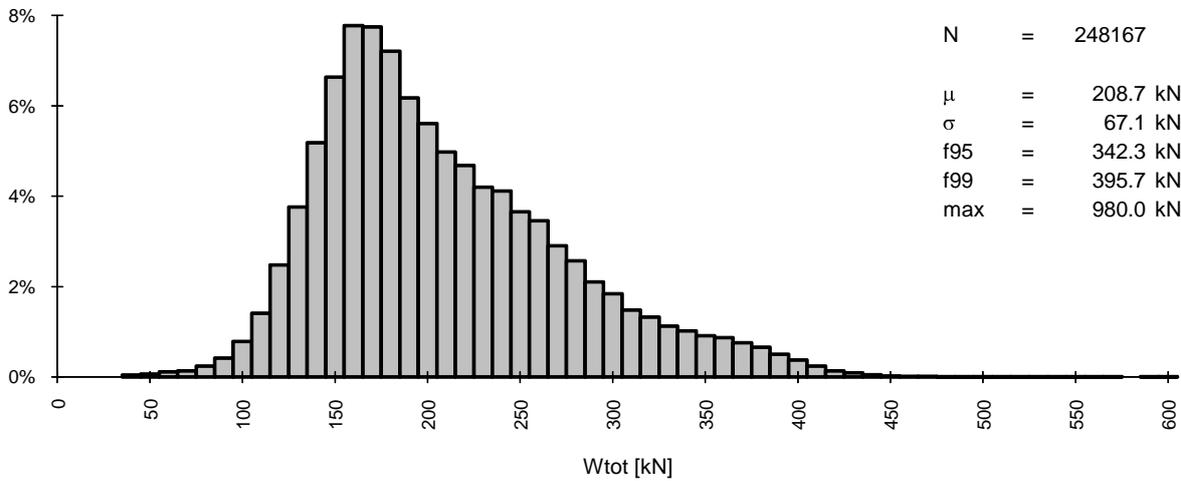
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (LZ)

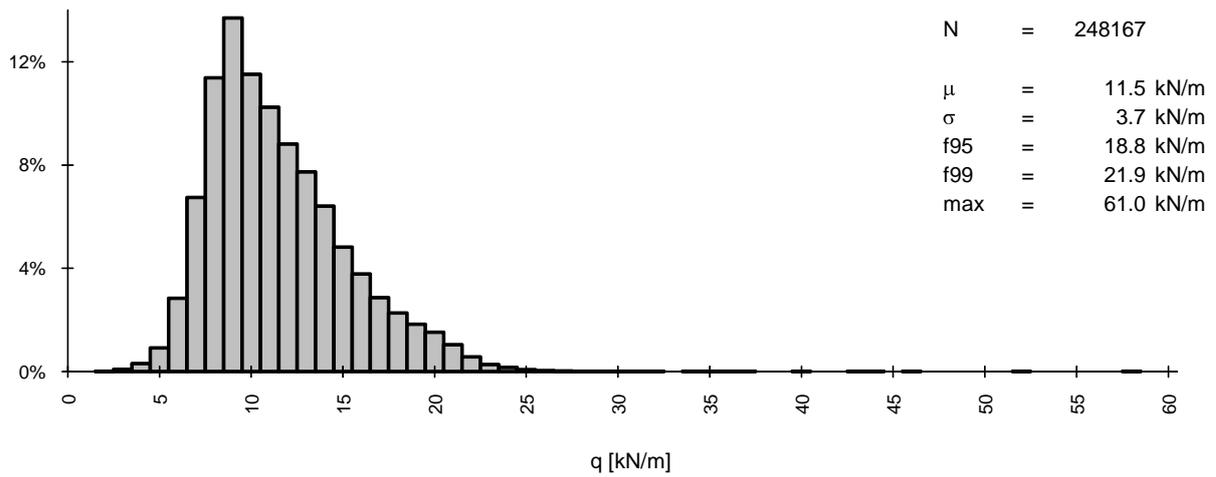
2009 Oberbüren

Lastenzug / Gesamtgewicht



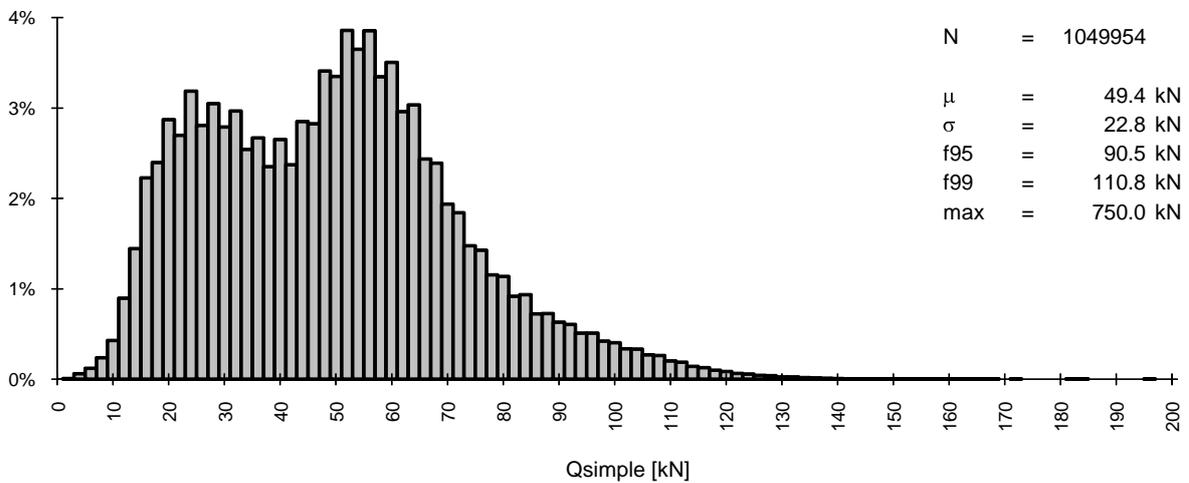
2009 Oberbüren

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbüren

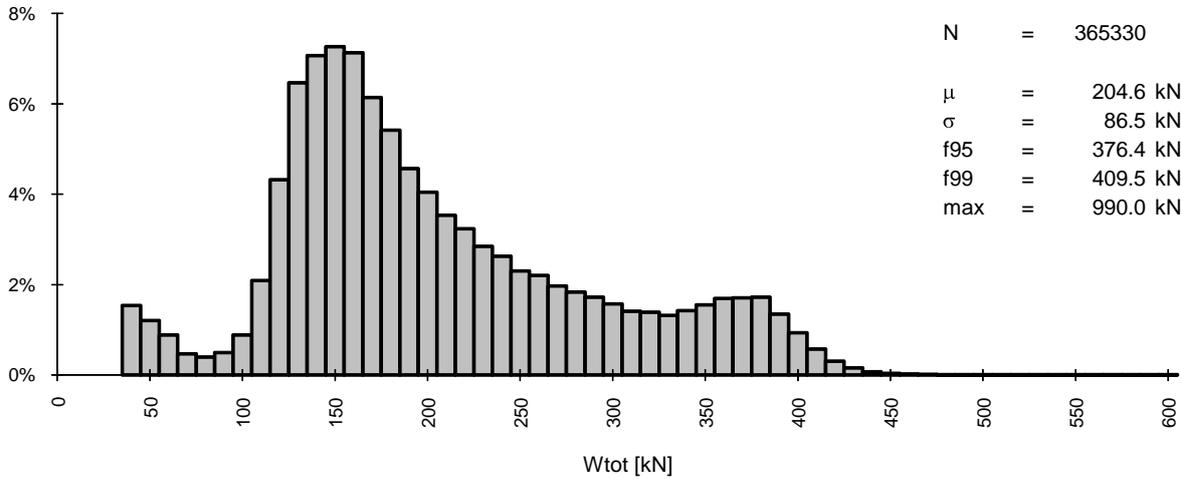
Lastenzug / alle Einzelachsen



4.3.7 Sattelzüge (SZ)

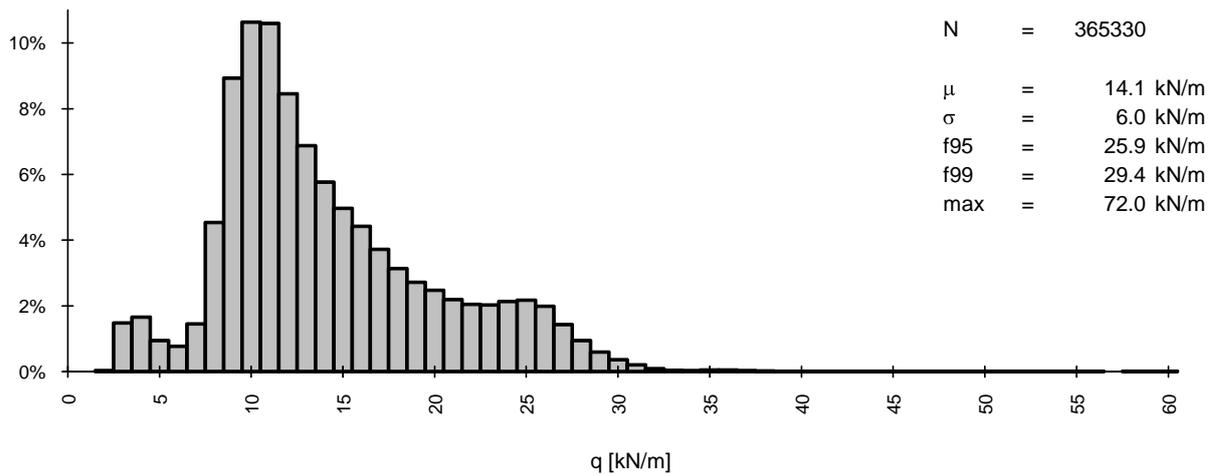
2009 Oberbüren

Sattelzug / Gesamtgewicht



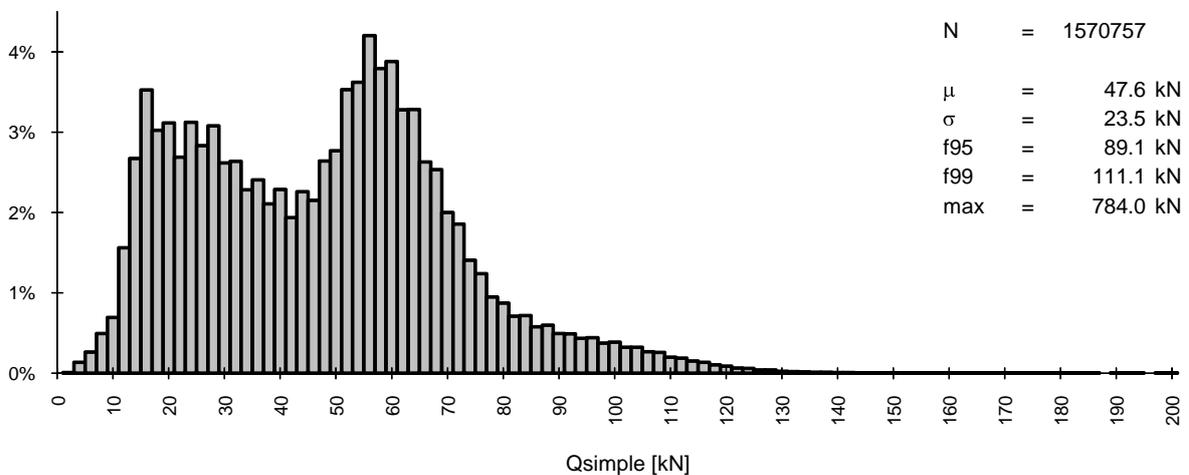
2009 Oberbüren

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2009 Oberbüren

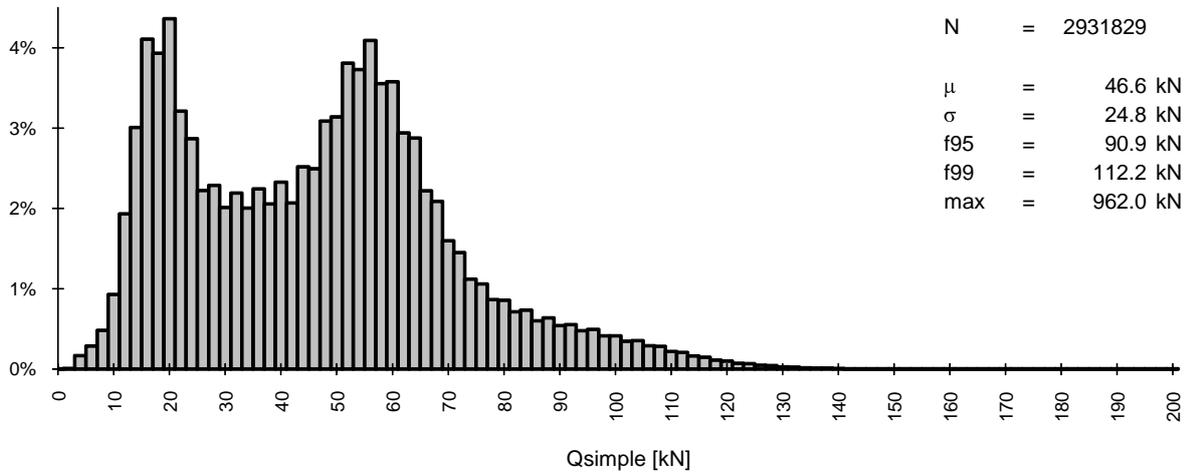
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

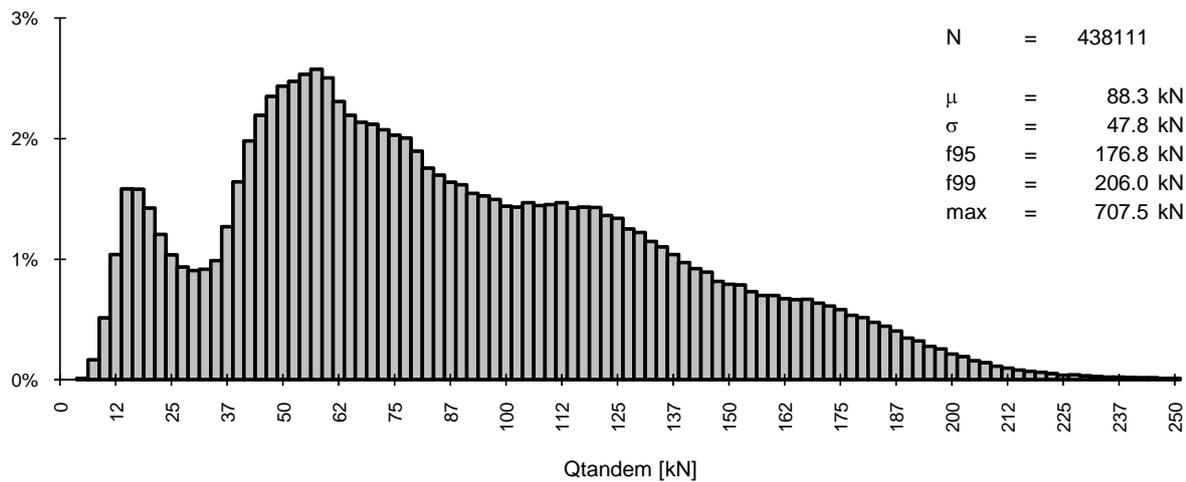
2009 Oberbüren

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



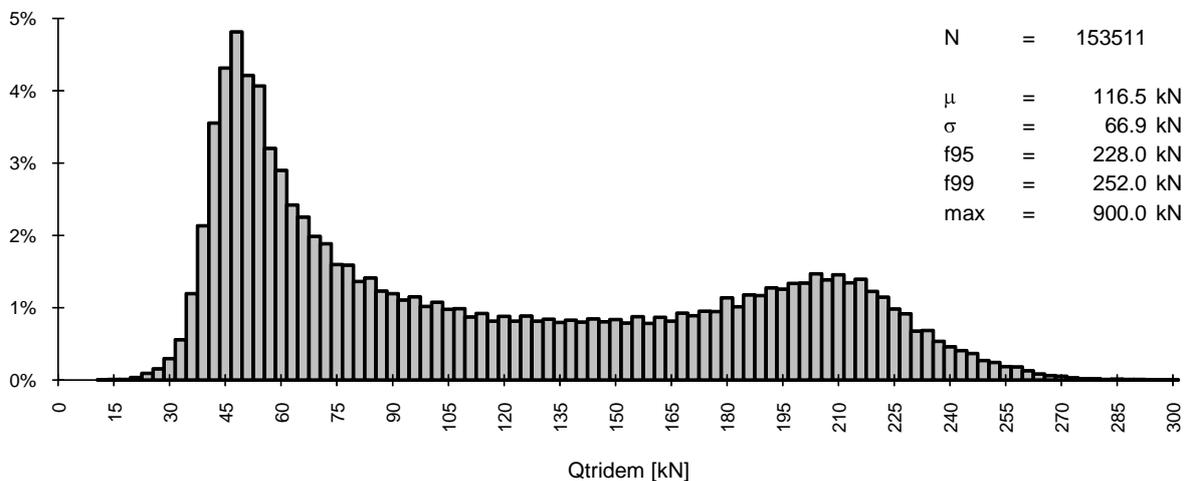
2009 Oberbüren

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Oberbüren

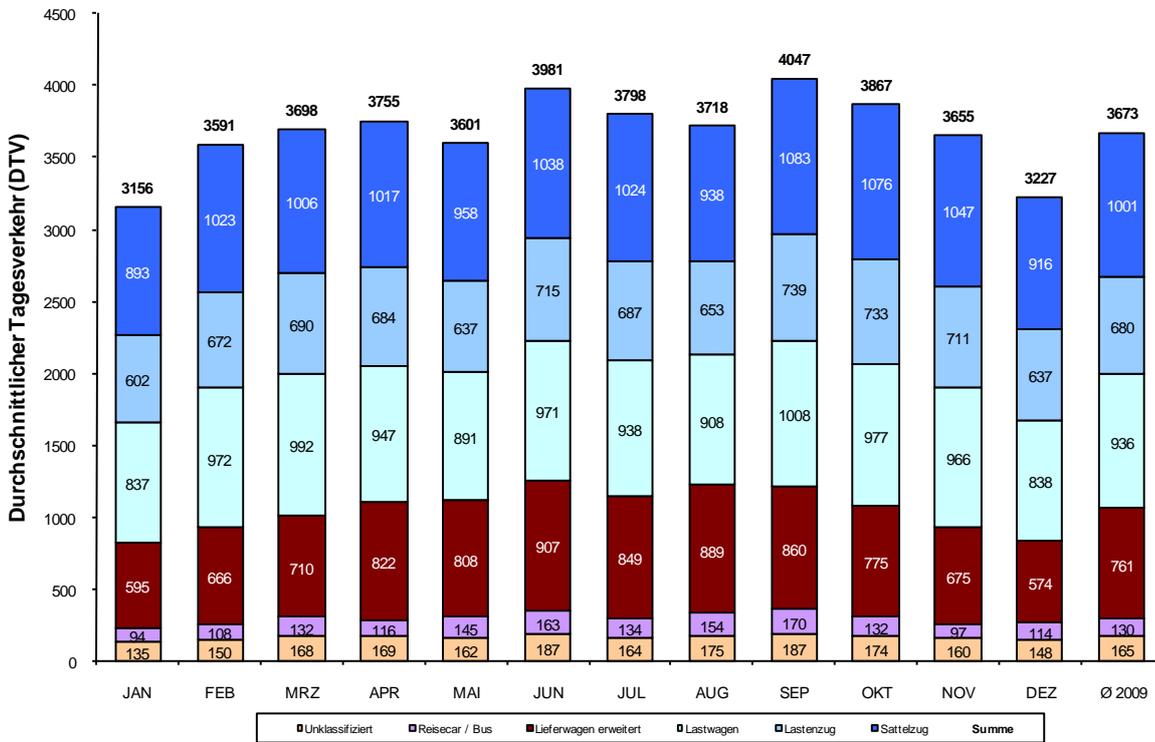
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



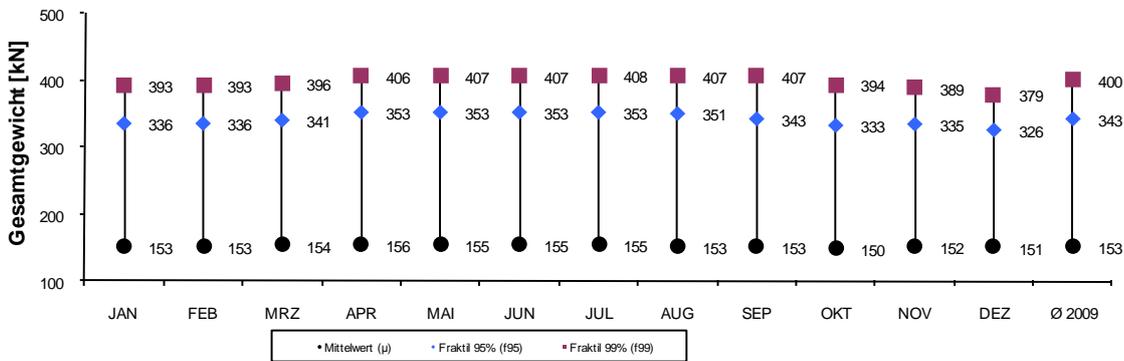
4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

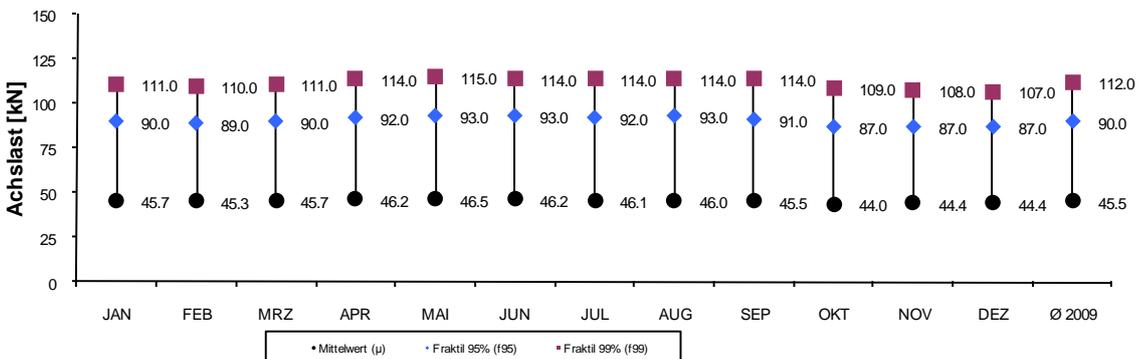
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

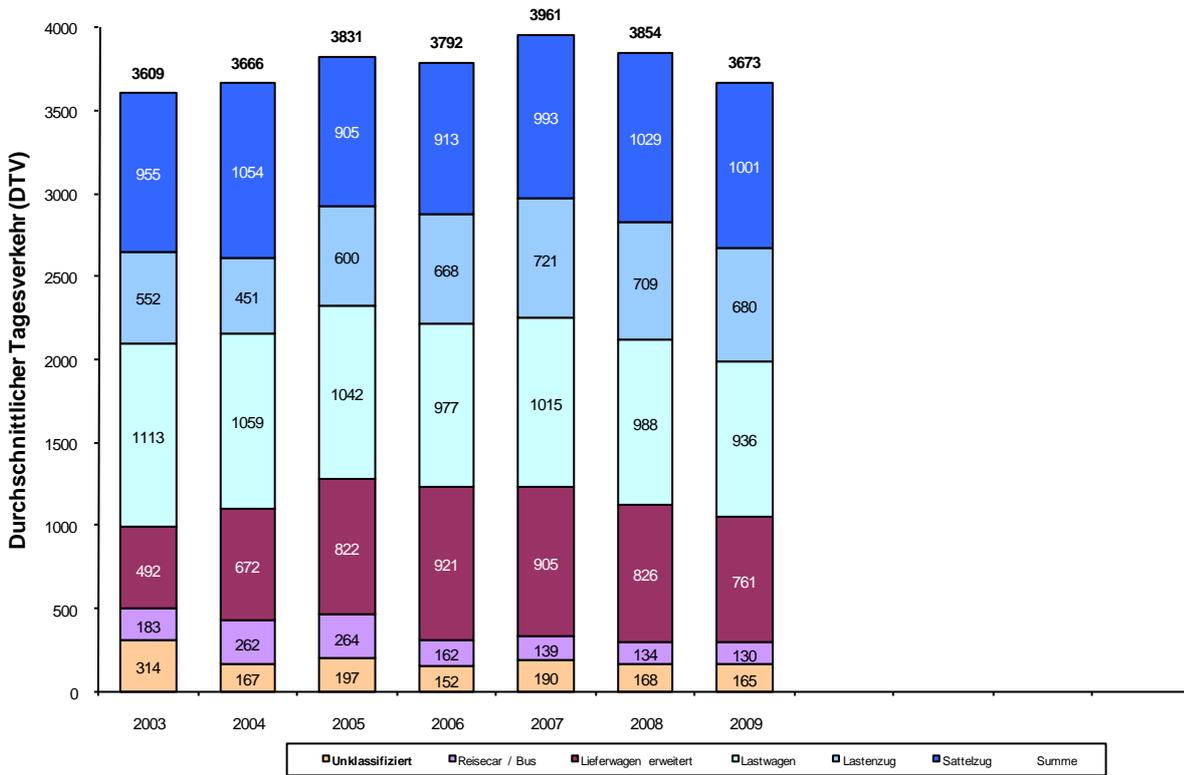


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

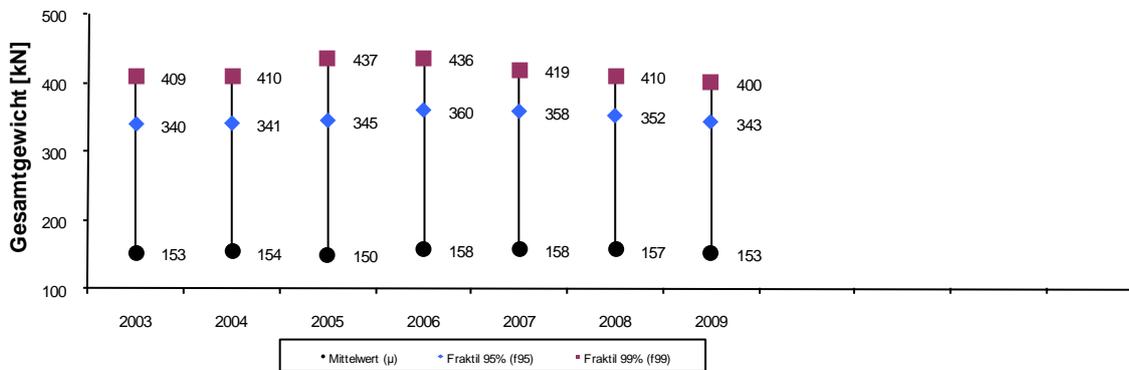


4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

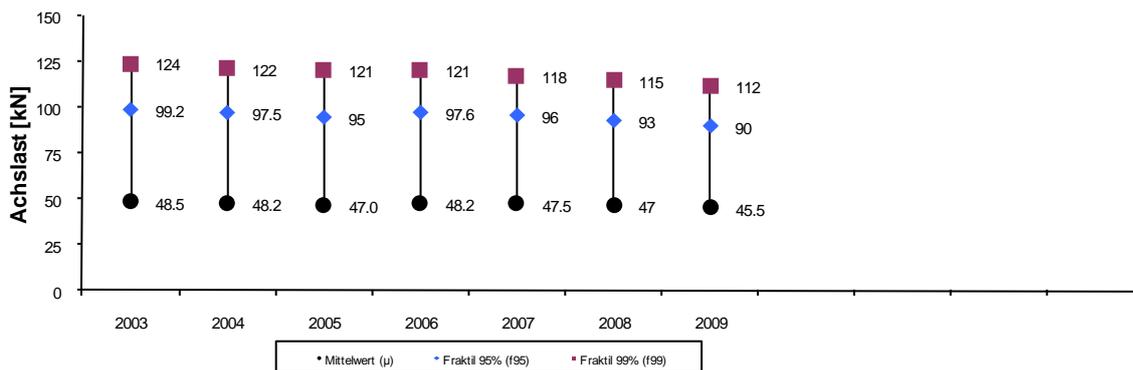
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 α_{Qi} , α_{qi} und α_{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	46.6	46.6	90.9	112.2
Tandemachse	88.3	44.1	88.4	103
Tridemachse	116.5	38.8	76	84
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 46.6 kN, respektive 44.1 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 38.8 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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.0 kN/m	26.1 kN/m	36.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.71 kN/m ²	7.45 kN/m ²	10.4 kN/m ²
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	55'082	28	0.000	3'017	0	0.000	0	0
2	0.006	508'398	3'050	0.001	24'650	17	0.000	32	0
3	0.020	369'564	7'391	0.003	17'883	54	0.001	893	1
4	0.070	317'190	22'203	0.008	21'101	169	0.002	5'969	12
5	0.150	390'192	58'529	0.020	39'256	785	0.005	19'473	97
6	0.290	550'038	159'511	0.030	44'201	1'326	0.010	22'086	221
7	0.530	343'726	182'175	0.060	38'356	2'301	0.020	10'224	204
8	1.000	156'972	156'972	0.100	35'062	3'506	0.030	7'786	234
9	1.520	94'753	144'025	0.140	29'380	4'113	0.040	7'991	320
10	2.400	69'081	165'794	0.200	26'306	5'261	0.060	5'033	302
11	3.660	43'935	160'802	0.280	25'409	7'115	0.080	4'667	373
12	5.400	21'373	115'414	0.400	25'204	10'082	0.110	5'357	589
13	7.760	7'670	59'519	0.540	22'664	12'239	0.140	3'857	540
14	10.870	2'266	24'631	0.730	18'666	13'626	0.190	3'786	719
15	14.910	620	9'244	0.960	14'991	14'391	0.240	5'054	1'213
16	20.060	197	3'952	1.260	12'760	16'078	0.300	3'755	1'127
17	26.540	64	1'699	1.630	11'562	18'846	0.380	4'007	1'523
18	34.590	81	2'802	2.080	9'827	20'440	0.480	6'029	2'894
19	-	-	-	2.640	7'313	19'306	0.590	5'154	3'041
20	-	-	-	3.300	4'681	15'447	0.720	5'949	4'283
21	-	-	-	4.090	2'646	10'822	0.880	8'681	7'639
22	-	-	-	5.030	2'675	13'455	1.060	6'096	6'462
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'680	5'944
24	-	-	-	-	-	-	1.520	3'625	5'510
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'609	2'912
26	-	-	-	-	-	-	2.140	936	2'003
27	-	-	-	-	-	-	2.510	510	1'280
28	-	-	-	-	-	-	2.940	109	320
29	-	-	-	-	-	-	3.430	51	175
30	-	-	-	-	-	-	3.980	33	131
Summe		2'931'202	1'277'741		437'610	189'380		153'432	50'070

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'277'741 + 189'380 + 50'070 = 1'517'191 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'517'191 = 682'736 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 682'736 / 365 = 1'871 \text{ ESAL}$$

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

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2009 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 4'047 Fahrzeugen. In den Monaten Dezember und Januar ist ein Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.2%. Die Kategorie „Lastwagen“ weist einen Anteil von 25.5% auf. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.0% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 4.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge verändern sich im Jahresverlauf nur wenig (s. Diagramme 4.4.1b und 4.4.1c). Zwischen April und September sind die Werte generell etwas höher als in den Wintermonaten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten durchschnittlich pro Tag 3'673 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'854 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 4.6%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 4.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht nimmt im Vergleich zum Vorjahr um 2.5% von 157 auf 153 kN ab. Die Fraktilwerte 95% und 99% nehmen ebenfalls um 2.5% von 352 auf 343 kN respektive von 410 auf 400 kN ab (s. Diagramm 4.4.2b).

Auch die mittlere Achslast nimmt von 47 auf 45.5 kN ab (-3.2%). Der Fraktilwert 95% geht von 93 auf 90 kN (-3.2%) und der Fraktilwert 99% von 115 auf 112 kN (-2.6%) zurück (s. Diagramm 4.4.2c).

Die deutliche Abnahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast im Vergleich zum Vorjahr wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 4.5.2): Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt massiv von 2'205 auf 1'871 ESAL (-15.1%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2009 von 3'609 auf 3'673 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 1.8%. Bis 2007 wächst der Schwerverkehr um 10%, danach nimmt er um 7.3% ab. Der Anteil der

Fahrzeugtypen „Lieferwagen erweitert“ und „Lastenzüge“ steigt seit 2003 an – „Lastwagen“ sind hingegen seltener unterwegs.

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge ist 2003 deutlich höher als zwischen 2004 und 2009: Die Datenqualität hat sich somit verbessert.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs ist gleich hoch wie 2003. Dazwischen gab es eine leichte Zunahme bis ins Jahr 2006 (Maximum bei Mittel- und „Fraktile 95%“-Wert).

Die Achslasten nehmen zwischen 2003 und 2009 um 5.2% (Mittelwert) respektive 9.3% („Fraktile 95%“-Wert) kontinuierlich ab.

5 Schafisheim (A1)

5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

5.2 Übersicht Messresultate

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

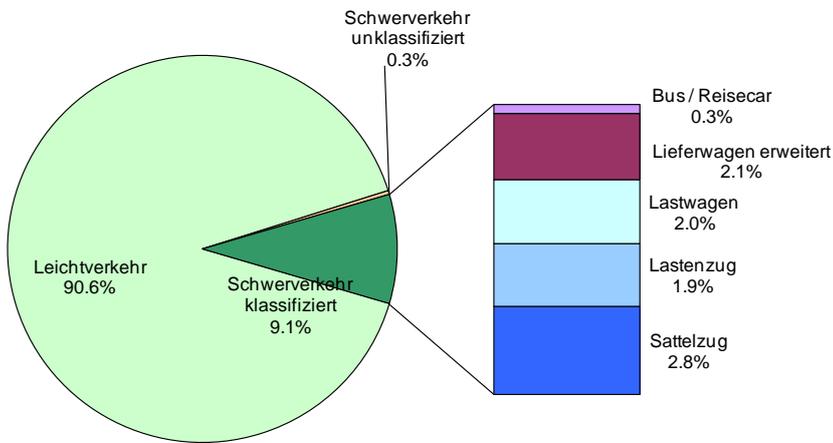
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Schafisheim (A1) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Schafisheim (A1) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 212)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	15'126'200	71'350	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	13'699'339	64'620	90.6	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'426'861	6'730	9.4	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	48'938	231	0.3	3.4
01 Bus / Reiseкар	43'478	205	0.3	3.0
02 Motorrad	506	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	73'834	348	0.5	5.2
04 Personenwagen mit Anh.	38'285	181	0.3	2.7
05 Lieferwagen	96'666	456	0.6	6.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	67'465	318	0.4	4.7
07 Lieferwagen mit Auflieger	40'224	190	0.3	2.8
08 Lastwagen	302'406	1'426	2.0	21.2
09 Lastenzug	294'389	1'389	1.9	20.6
10 Sattelzug	420'670	1'984	2.8	29.5
Total	1'426'861	6'730	9.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	377'004	1'778	2.5	26.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	522'255	2'463	3.5	36.6
Fahrzeuge 18 - 28t	336'640	1'588	2.2	23.6
Fahrzeuge 28 - 40t	156'510	738	1.0	11.0
Fahrzeuge > 40t	34'452	163	0.2	2.4
Total	1'426'861	6'730	9.4	100.0

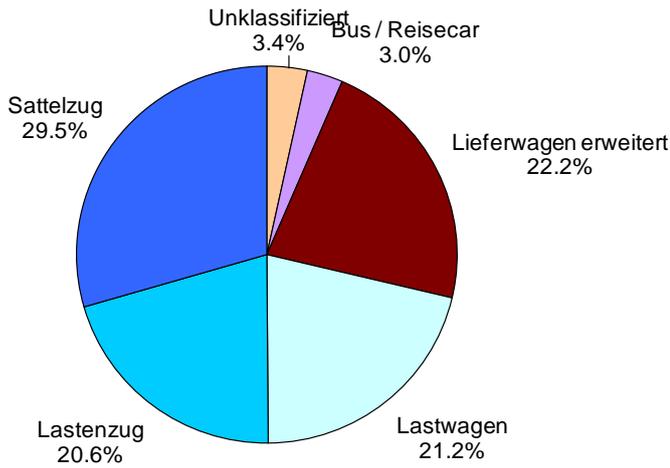
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Schafisheim

5.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

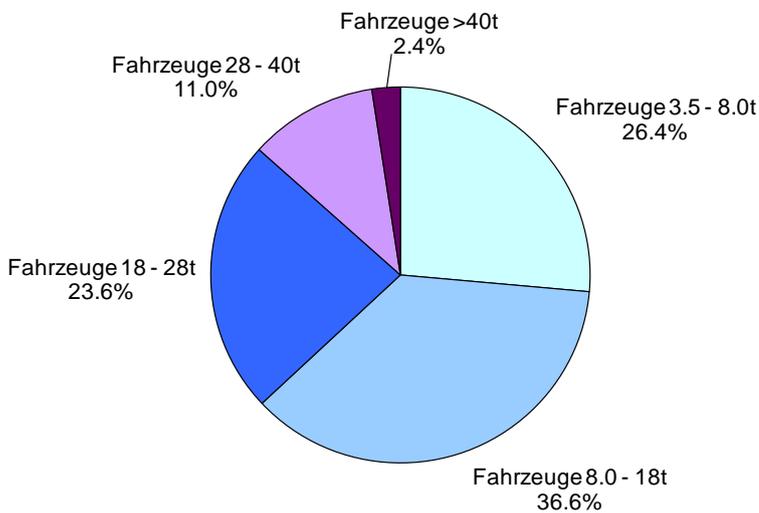
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 Messdiagramme

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Schafisheim (A1) 2009 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).

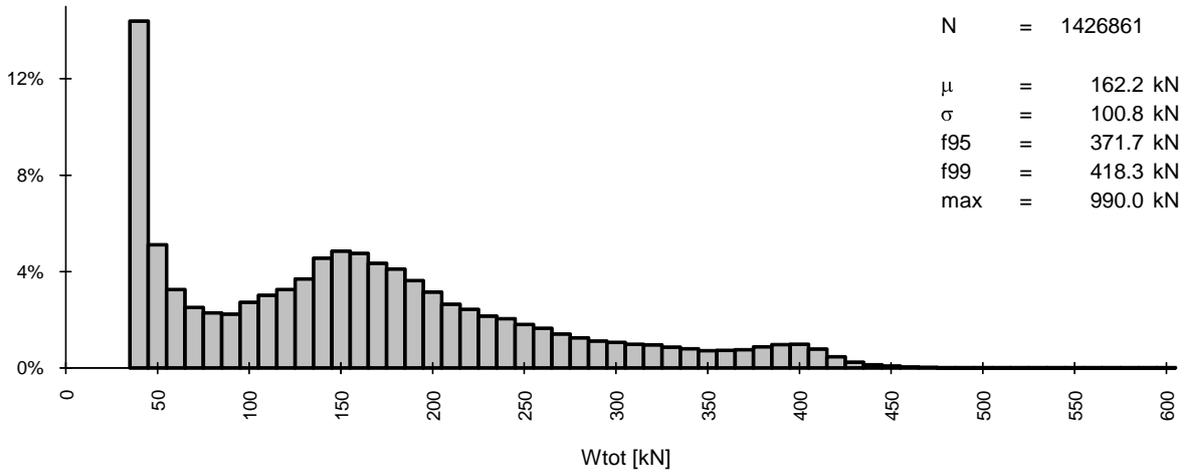
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

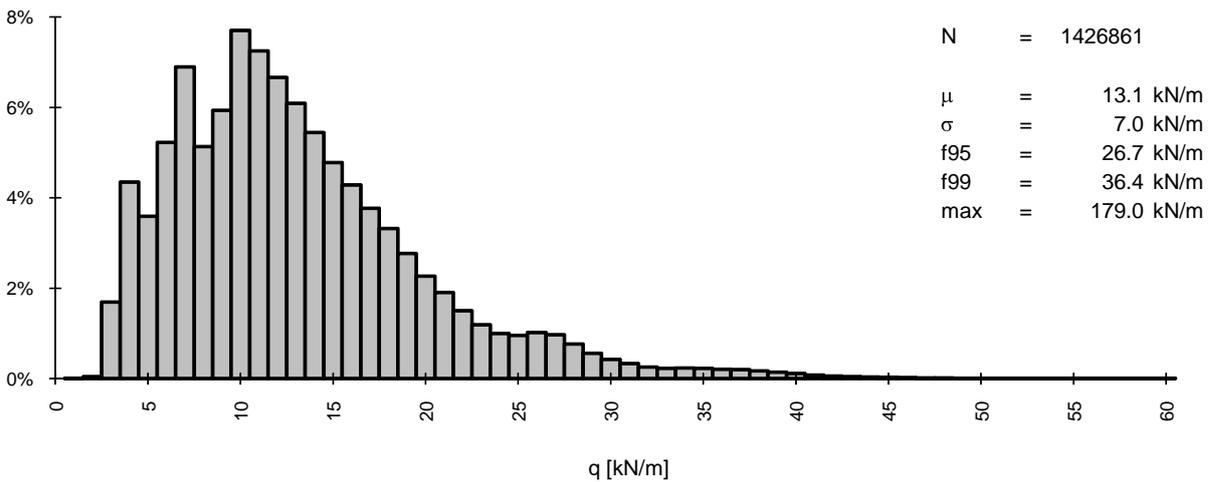
2009 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



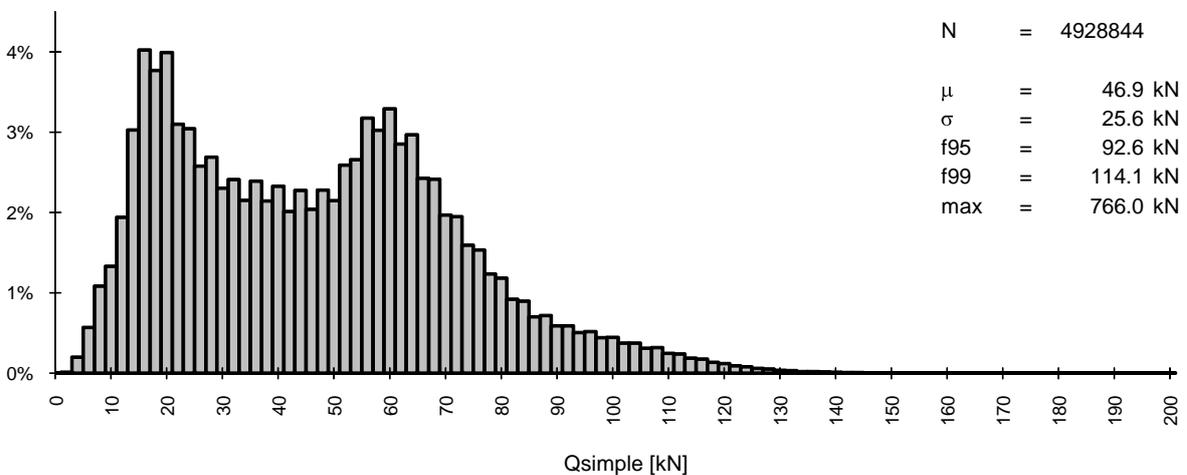
2009 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



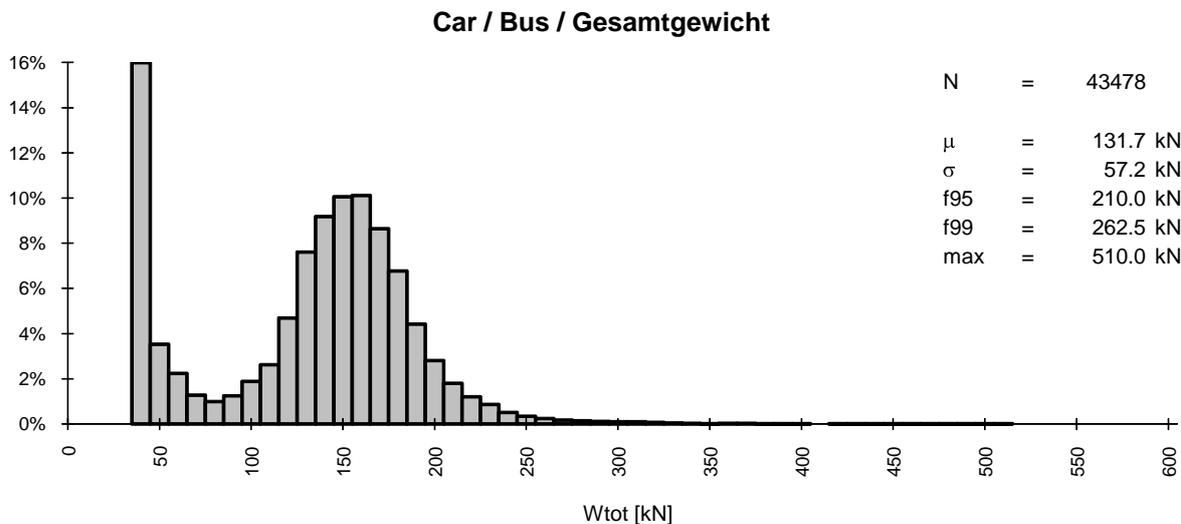
2009 Schafisheim

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

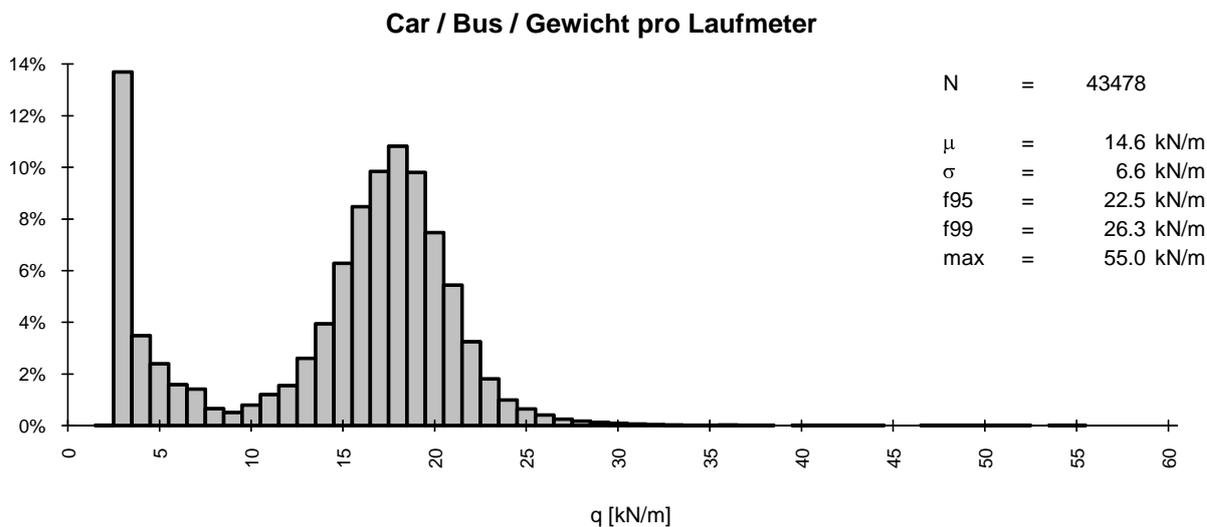


5.3.3 Reise cars und Busse (CB)

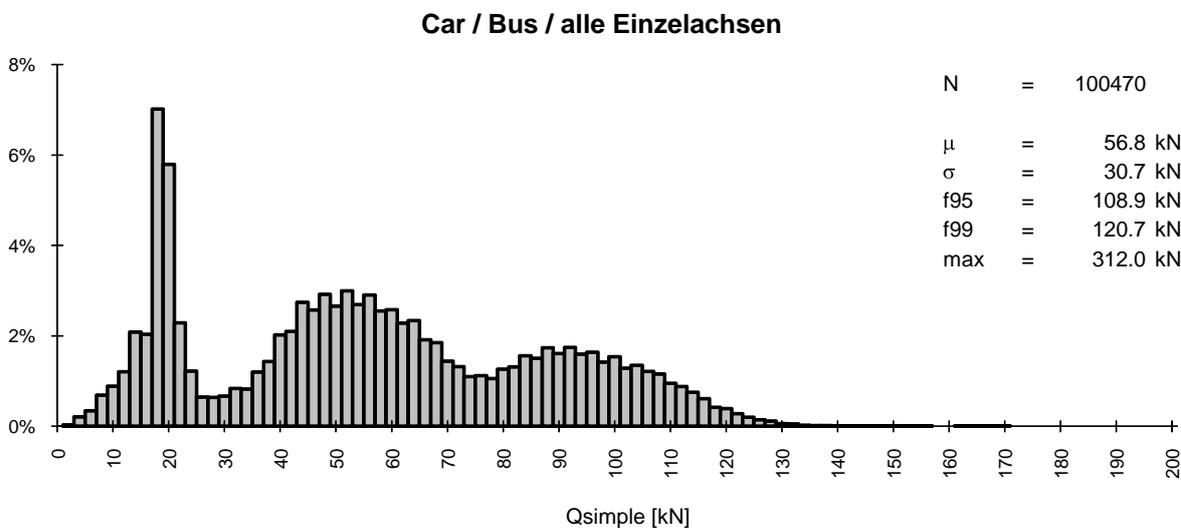
2009 Schafisheim



2009 Schafisheim



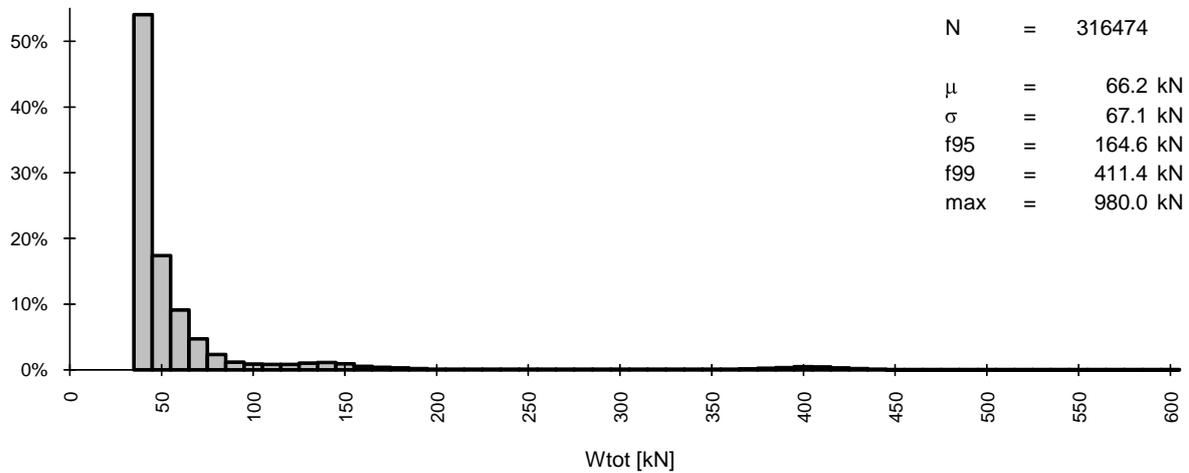
2009 Schafisheim



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

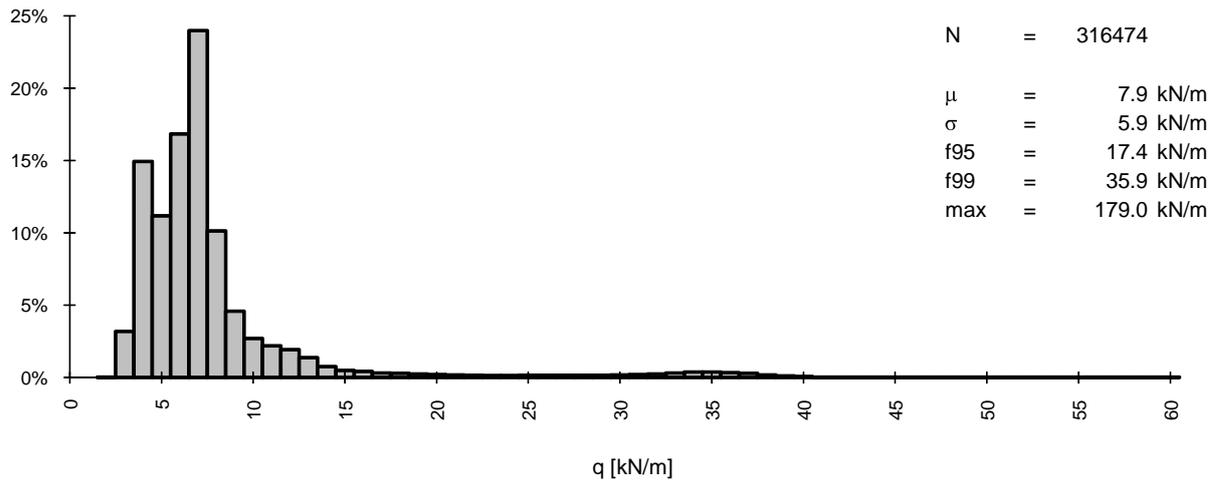
2009 Schafisheim

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



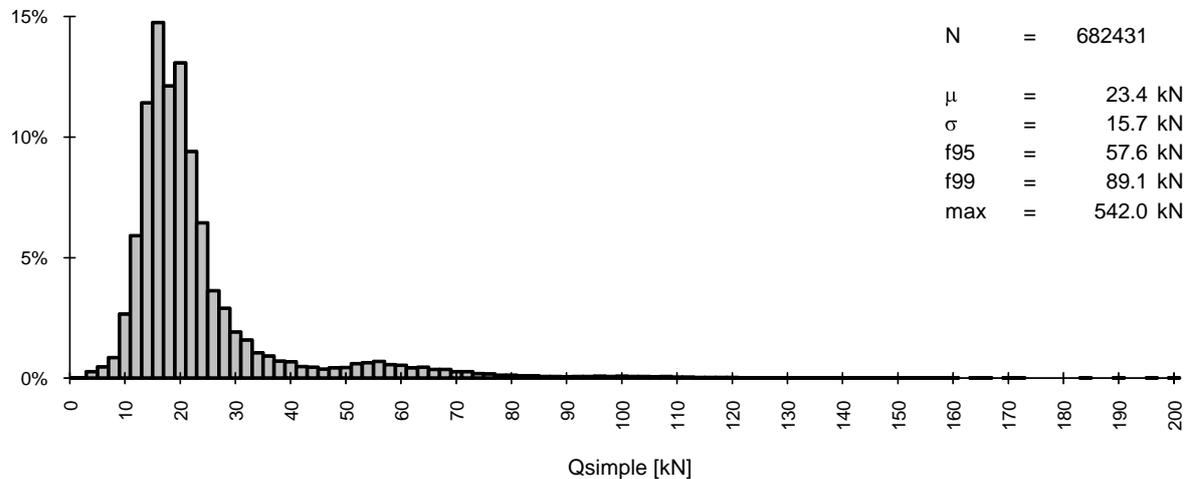
2009 Schafisheim

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Schafisheim

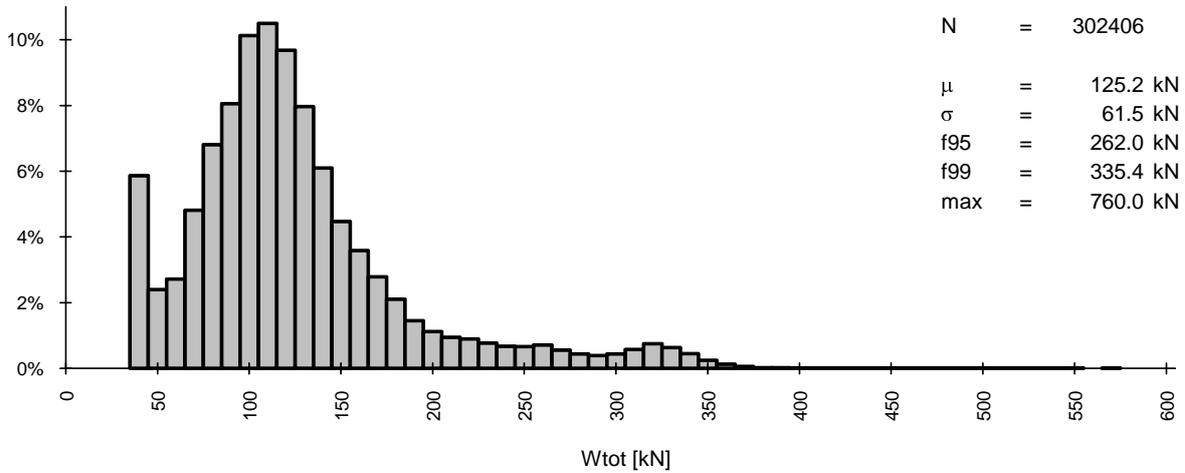
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

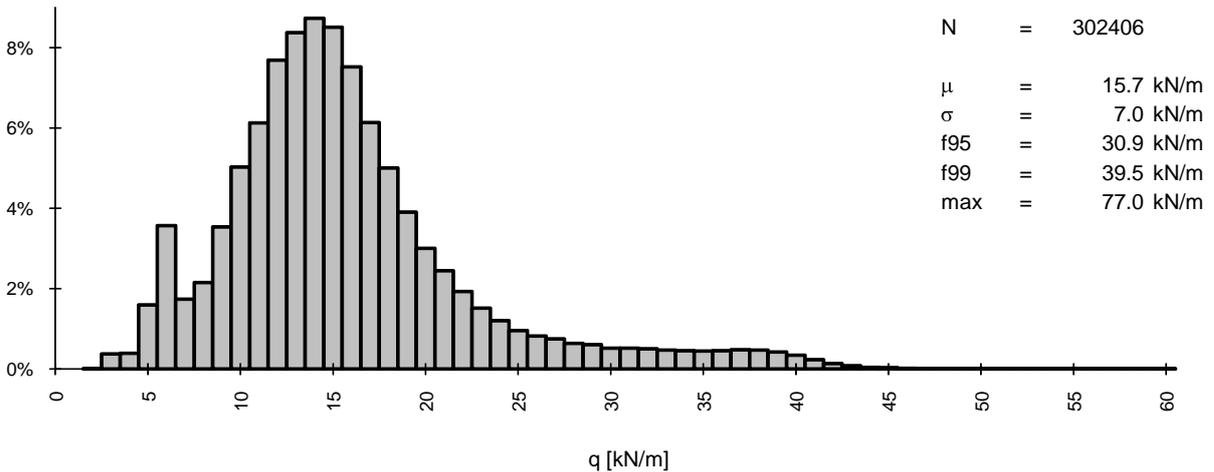
2009 Schafisheim

Lastwagen / Gesamtgewicht



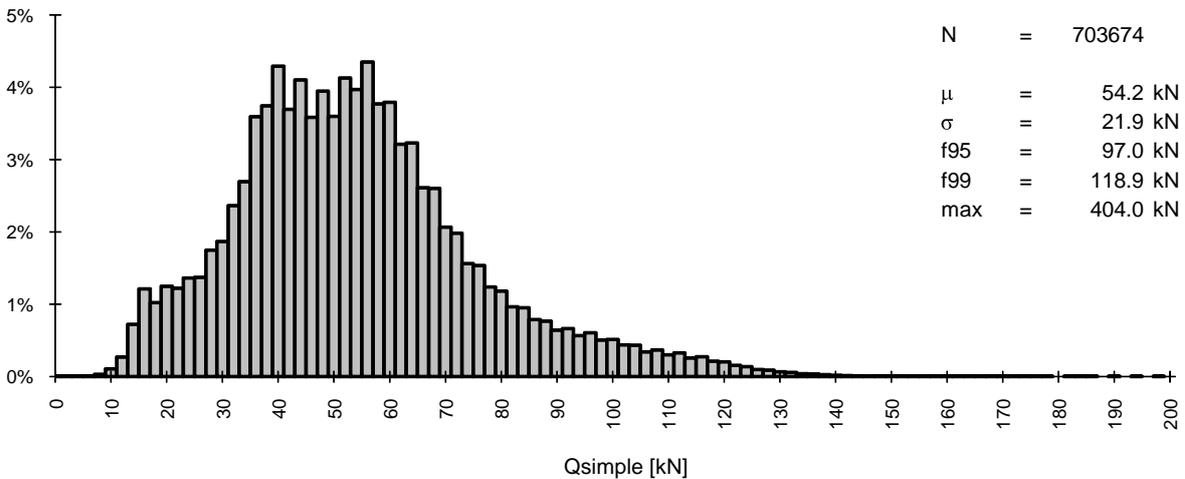
2009 Schafisheim

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 Schafisheim

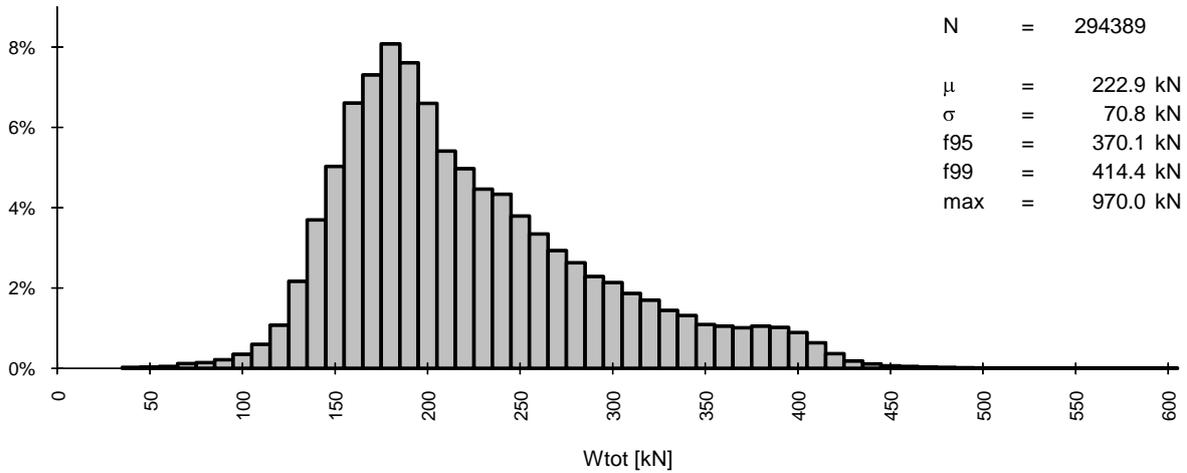
Lastwagen / alle Einzelachsen



5.3.6 Lastenzüge (LZ)

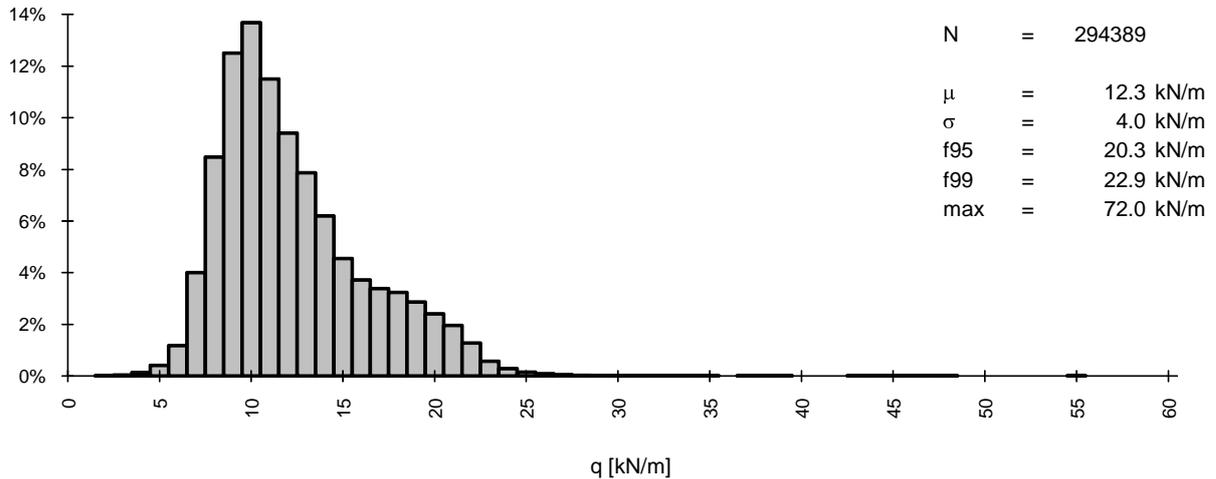
2009 Schafisheim

Lastenzug / Gesamtgewicht



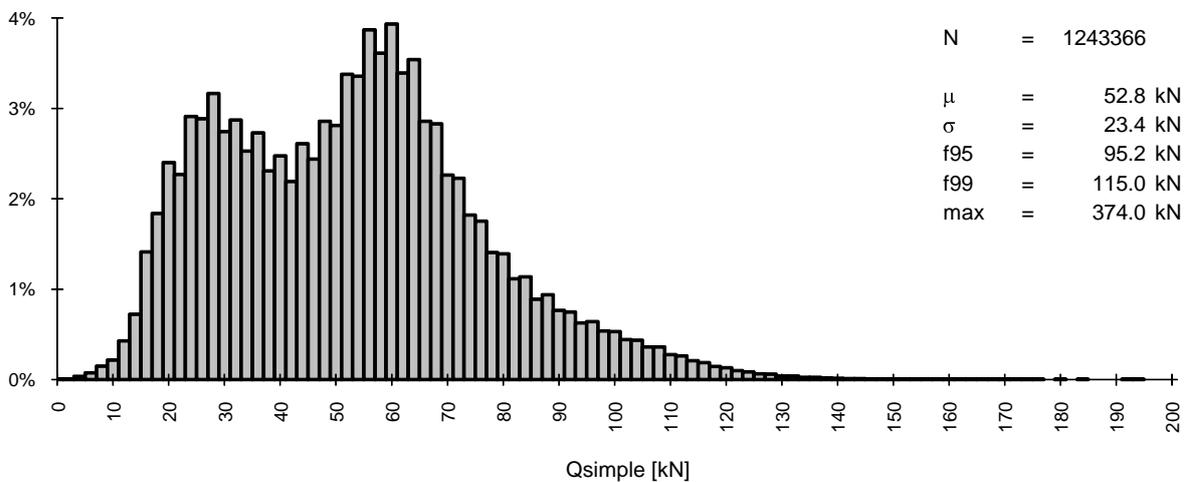
2009 Schafisheim

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



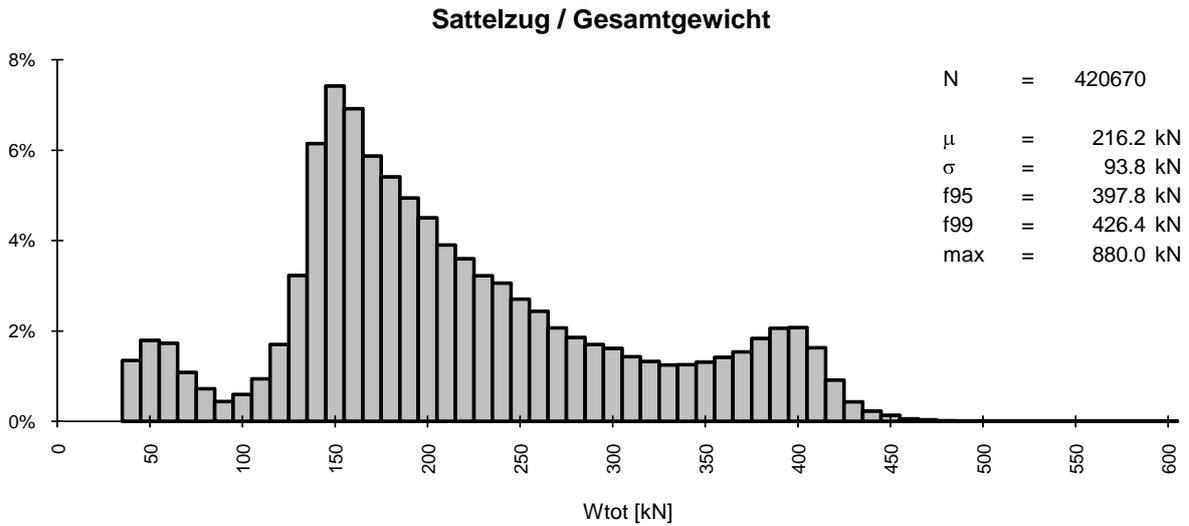
2009 Schafisheim

Lastenzug / alle Einzelachsen

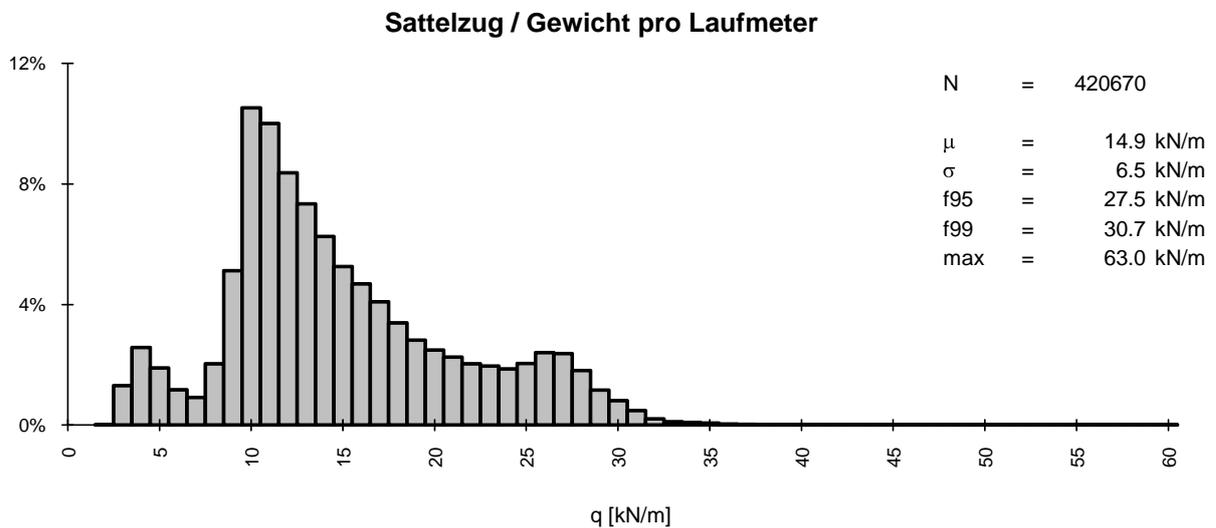


5.3.7 Sattelzüge (SZ)

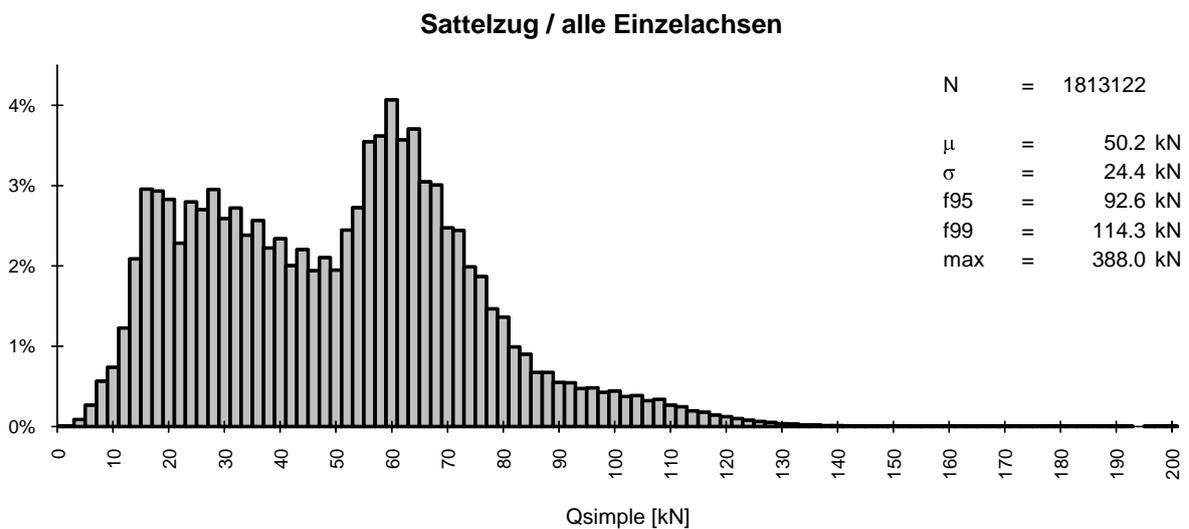
2009 Schafisheim



2009 Schafisheim



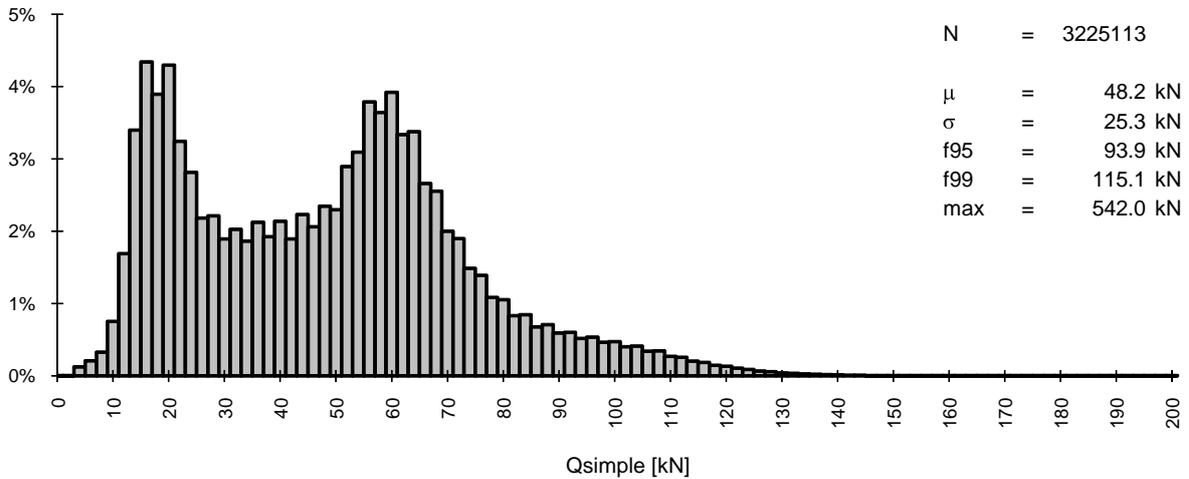
2009 Schafisheim



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

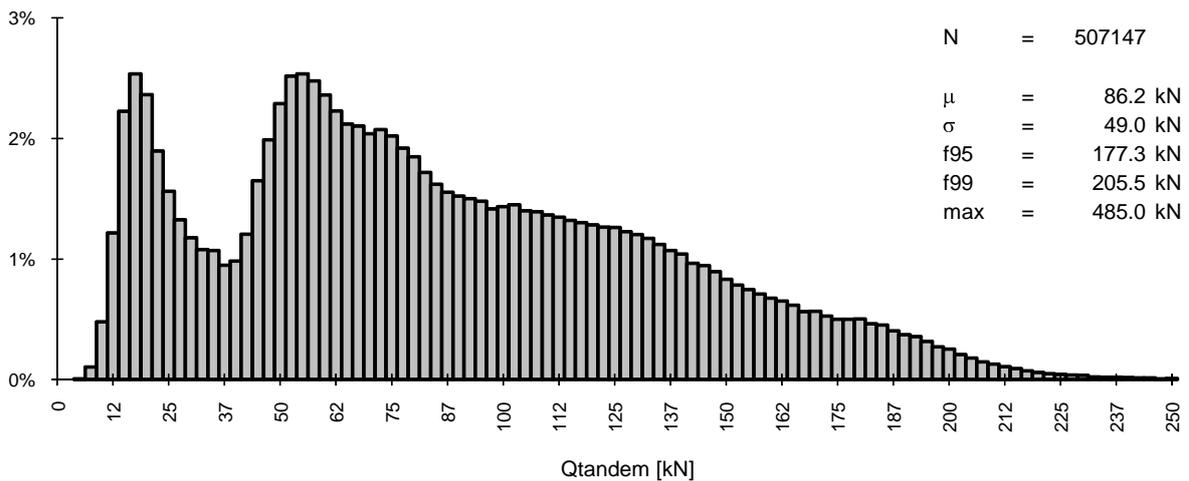
2009 Schafisheim

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



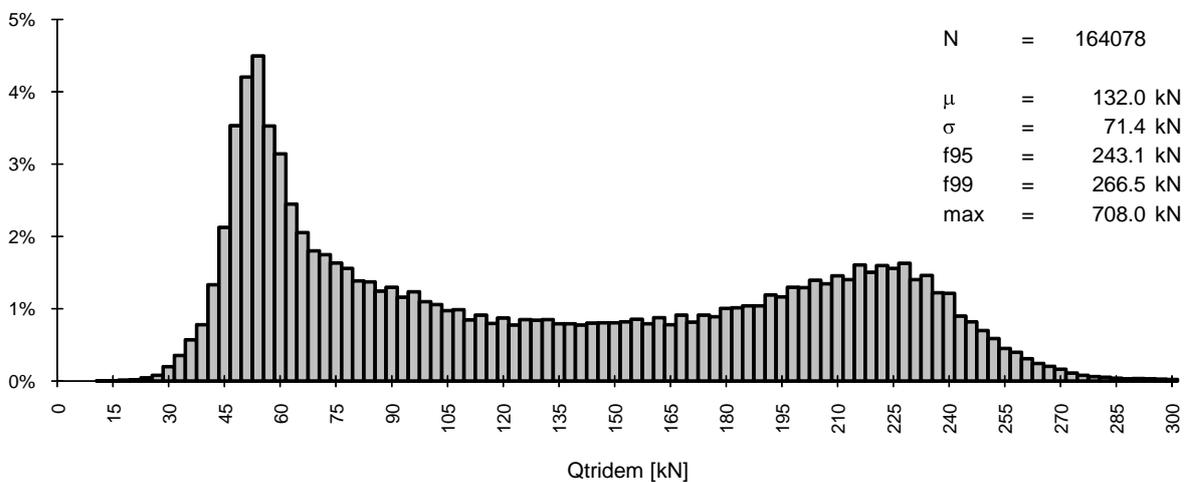
2009 Schafisheim

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Schafisheim

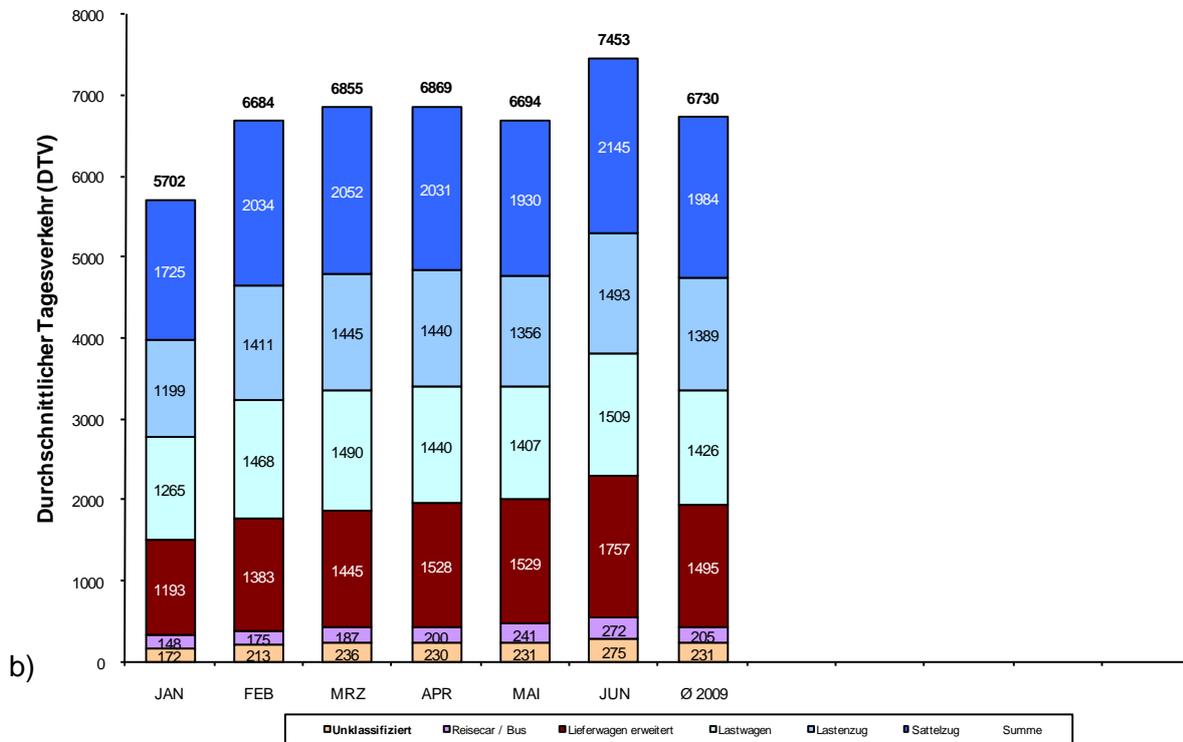
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



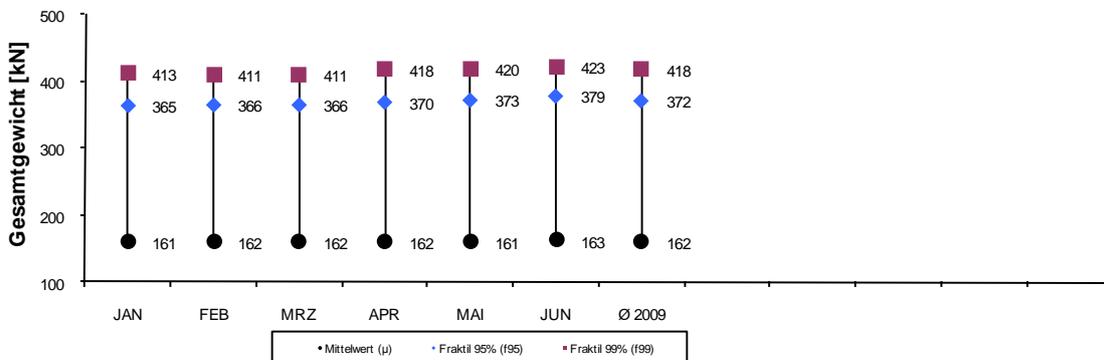
5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

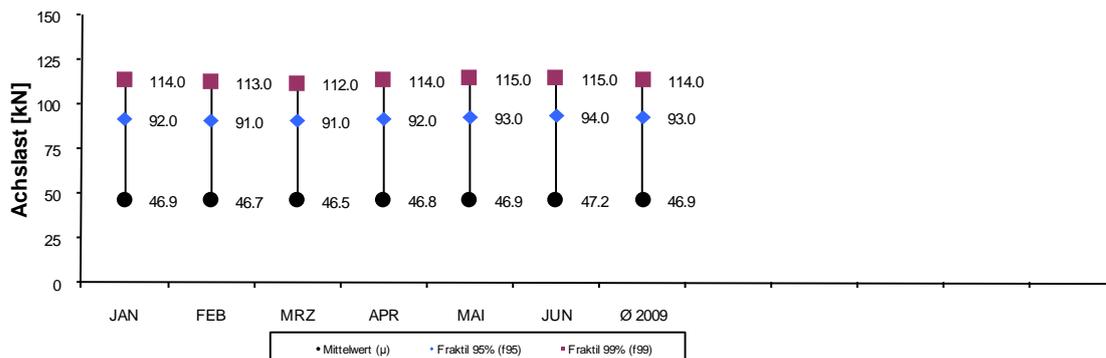
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

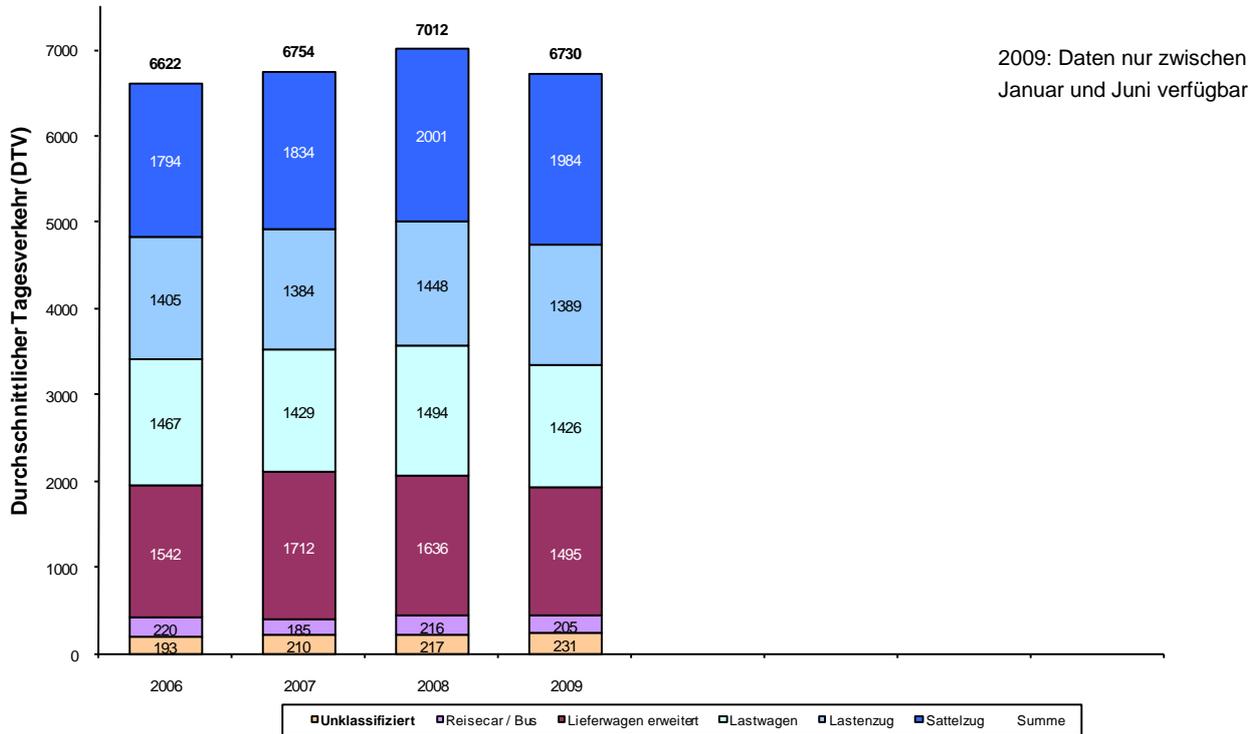


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

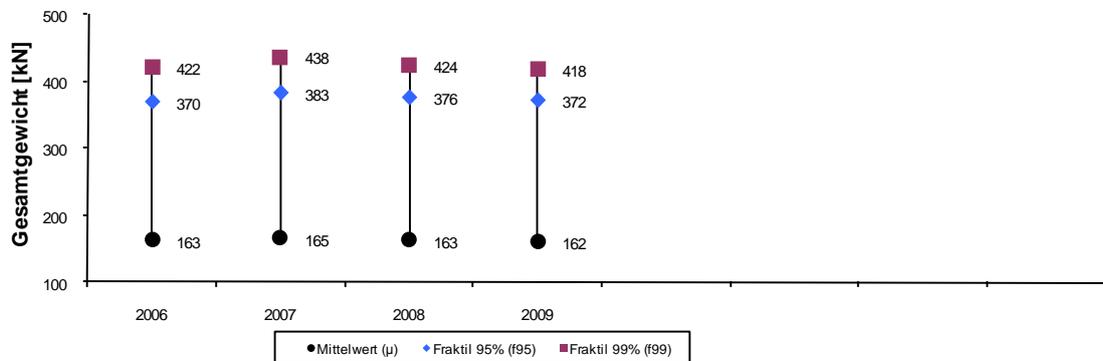


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

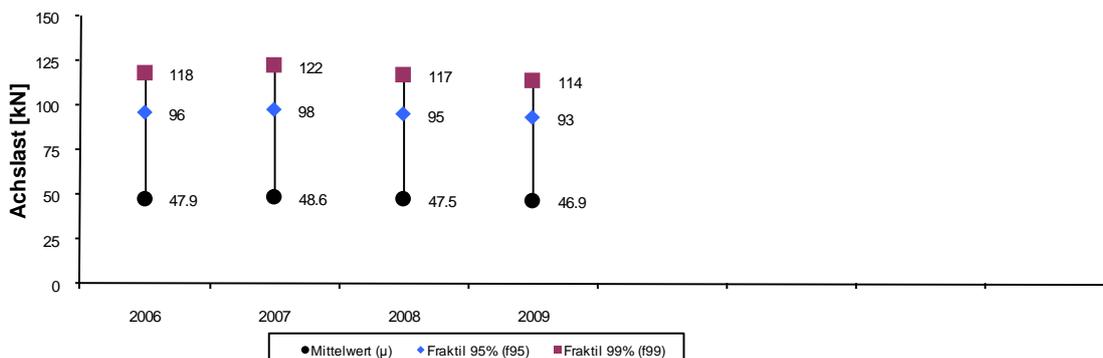
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 α_{Qi} , α_{qi} und α_{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	48.2	48.2	93.9	115.1
Tandemachse	86.2	43.1	88.65	102.75
Tridemachse	132	44	81.03	88.83
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 48.2 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.1 kN, respektive 44 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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.1 kN/m	26.7 kN/m	36.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.7 kN/m ²	7.6 kN/m ²	10.4 kN/m ²
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 Achsenn-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	45'790	23	0.000	2'982	0	0.000	0	0
2	0.006	568'563	3'411	0.001	42'303	30	0.000	28	0
3	0.020	398'308	7'966	0.003	30'228	91	0.001	571	1
4	0.070	325'151	22'761	0.008	20'694	166	0.002	2'806	6
5	0.150	349'503	52'425	0.020	36'172	723	0.005	11'470	57
6	0.290	559'290	162'194	0.030	50'164	1'505	0.010	25'227	252
7	0.530	449'356	238'159	0.060	43'046	2'583	0.020	10'345	207
8	1.000	223'091	223'091	0.100	39'879	3'988	0.030	8'101	243
9	1.520	117'783	179'030	0.140	32'534	4'555	0.040	8'692	348
10	2.400	83'715	200'916	0.200	29'566	5'913	0.060	5'735	344
11	3.660	57'288	209'674	0.280	28'445	7'965	0.080	4'958	397
12	5.400	30'025	162'135	0.400	26'622	10'649	0.110	5'623	619
13	7.760	11'620	90'171	0.540	25'140	13'576	0.140	4'042	566
14	10.870	3'717	40'404	0.730	22'332	16'302	0.190	3'998	760
15	14.910	1'205	17'967	0.960	18'434	17'697	0.240	5'233	1'256
16	20.060	369	7'402	1.260	14'782	18'625	0.300	4'052	1'216
17	26.540	118	3'132	1.630	12'145	19'796	0.380	4'217	1'602
18	34.590	57	1'972	2.080	10'279	21'380	0.480	5'948	2'855
19	-	-	-	2.640	8'582	22'656	0.590	5'077	2'995
20	-	-	-	3.300	6'074	20'044	0.720	5'997	4'318
21	-	-	-	4.090	3'350	13'702	0.880	9'013	7'931
22	-	-	-	5.030	3'083	15'507	1.060	7'413	7'858
23	-	-	-	-	-	-	1.270	7'844	9'962
24	-	-	-	-	-	-	1.520	8'698	13'221
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'967	7'180
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'365	5'061
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'514	3'800
28	-	-	-	-	-	-	2.940	422	1'241
29	-	-	-	-	-	-	3.430	199	683
30	-	-	-	-	-	-	3.980	192	764
Summe		3'224'949	1'622'833		506'836	217'453		163'747	75'741

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'622'833 + 217'453 + 75'741 = 1'916'027 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'916'027 = 862'212 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 862'212 / 212 = 4067 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Schwerverkehrsdaten konnte am Standort Schafisheim (A1) nur während der ersten sechs Monate aufgezeichnet werden, dies ist in der Interpretation der Zahlen zu berücksichtigen. Die zur Verfügung stehenden Daten zeigen eine mässige saisonale Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen mit 7'453 Fahrzeugen am grössten, im Januar mit 5'702 Fahrzeugen am kleinsten.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 29.5%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2).

Die durchschnittlichen Gesamtgewichte und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge bleiben über die sechs Monate hinweg konstant (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c). Die Fraktilwerte weisen zwischen Januar und Juni eine sehr geringe Zunahme auf.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten pro Tag durchschnittlich 6'730 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, im Vorjahr waren es 7'012: die Abnahme des täglichen Schwerverkehrs beträgt 4%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (vgl. Diagramm 5.3.2. a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge sinkt von 163 auf 162 kN (-0.6%). Die Fraktilwerte weisen dieselbe Tendenz auf und sinken um 1.1% von 376 auf 372 kN (f95) und um 1.4% von 424 auf 418 kN (f99) (vgl. Diagramm 5.3.2. b).

Die Achslast der Fahrzeuge nimmt ab: der Mittelwert von 47.5 auf 46.9 kN (-1.3%), der Fraktilwert f95 von 95 auf 93 kN (-2.1%) und der Fraktilwert f99 von 117 auf 114 kN (-2.6%) (vgl. Diagramm 5.3.2. c).

Die Abnahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslasten wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 5.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt um 11.9% von 4'616 auf 4'067 ESAL ab, ist jedoch weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

In Schafisheim werden erst ab 2006 Daten aufgezeichnet.

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr nimmt zwischen 2006 und 2009 leicht zu (+1.6%), wobei der Anteil der „Sattelzügen“ von 27% auf 29.5% steigt. Die Anteile der anderen Fahrzeugtypen bleiben etwa konstant.

Das Gesamtgewicht und die mittlere Achslast bleibt über die vier Jahre hinweg etwa konstant.

6 Monte Ceneri (A2)

6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

6.2 Übersicht Messresultate

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

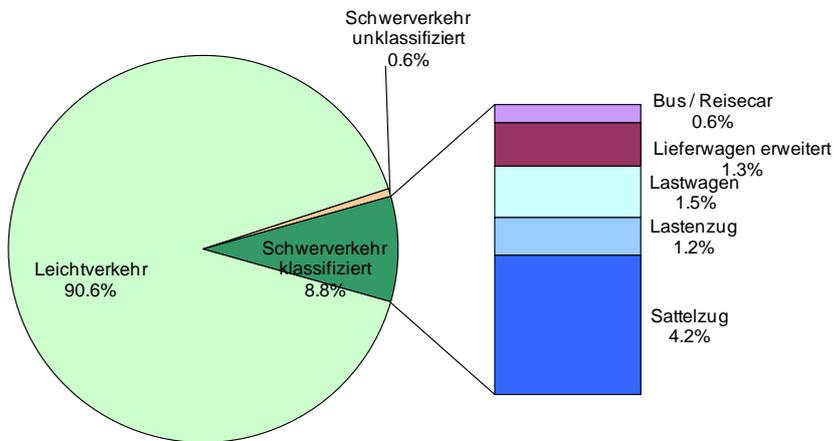
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	15'983'350	43'790	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	14'476'697	39'662	90.6	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'506'653	4'128	9.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	104'219	286	0.7	6.9
01 Bus / Reiseкар	88'358	242	0.6	5.9
02 Motorrad	1'373	4	0.0	0.1
03 Personenwagen	41'812	115	0.3	2.8
04 Personenwagen mit Anh.	9'819	27	0.1	0.7
05 Lieferwagen	98'808	271	0.6	6.6
06 Lieferwagen mit Anh.	37'541	103	0.2	2.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	21'221	58	0.1	1.4
08 Lastwagen	245'588	673	1.5	16.3
09 Lastenzug	185'253	508	1.2	12.3
10 Sattelzug	672'661	1'843	4.2	44.6
Total	1'506'653	4'128	9.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	239'526	656	1.5	15.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	389'080	1'066	2.4	25.8
Fahrzeuge 18 - 28t	413'429	1'133	2.6	27.4
Fahrzeuge 28 - 40t	401'899	1'101	2.5	26.7
Fahrzeuge >40t	62'719	172	0.4	4.2
Total	1'506'653	4'128	9.4	100.0

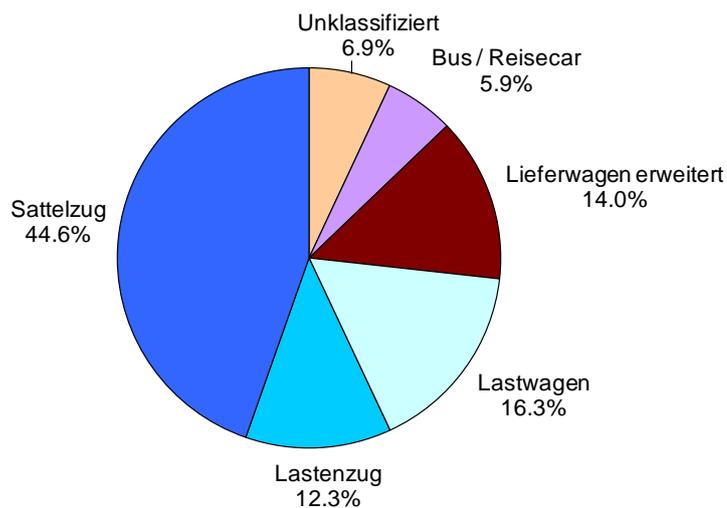
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

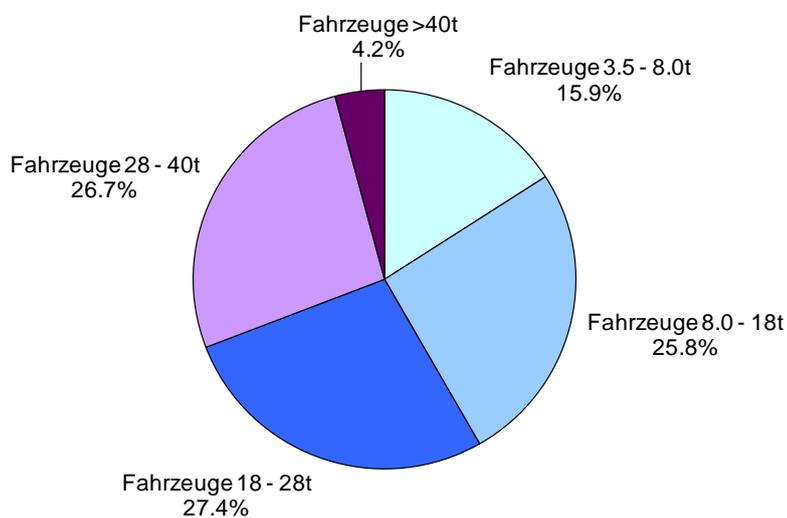
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



6.3 Messdiagramme

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2009 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).

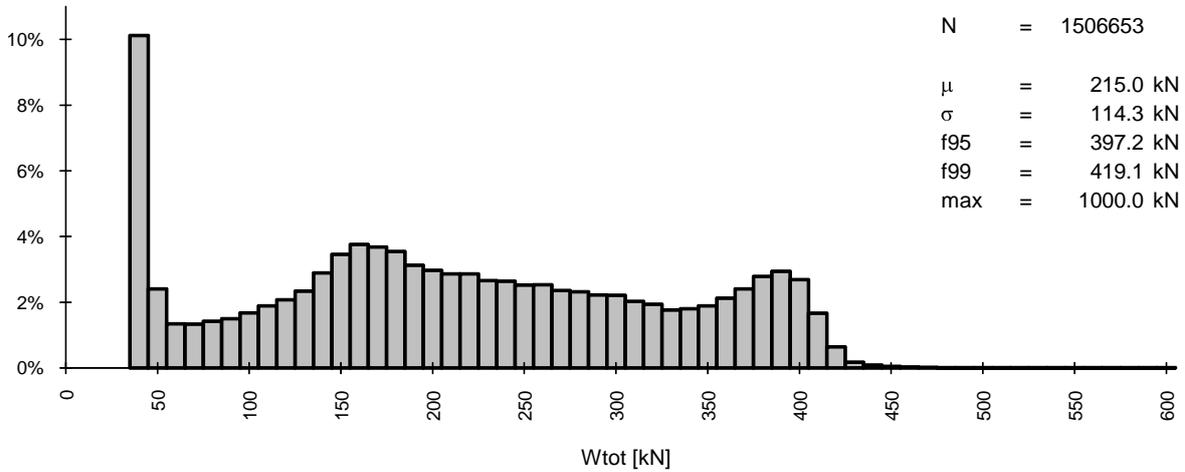
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

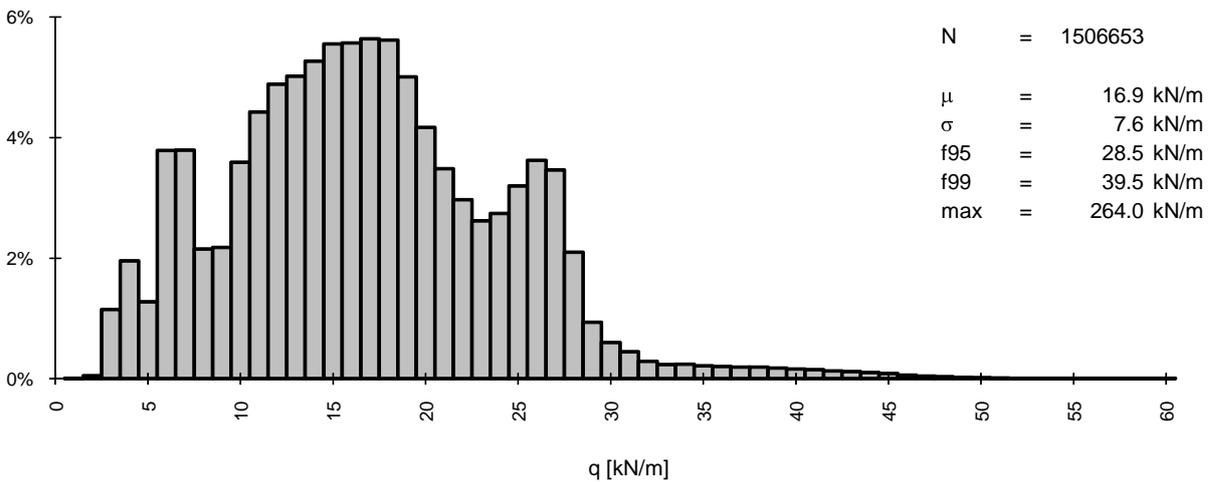
2009 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



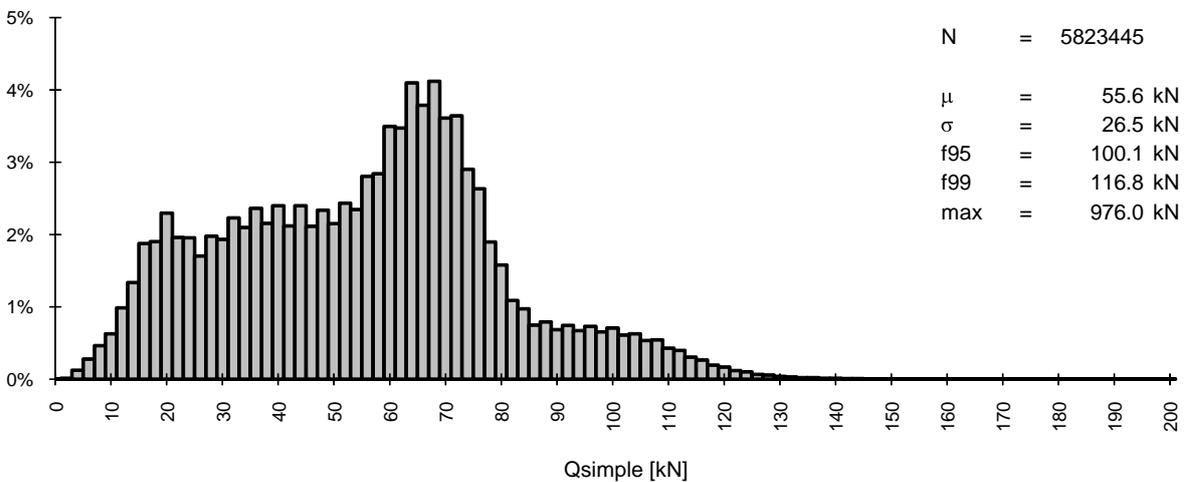
2009 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2009 Ceneri

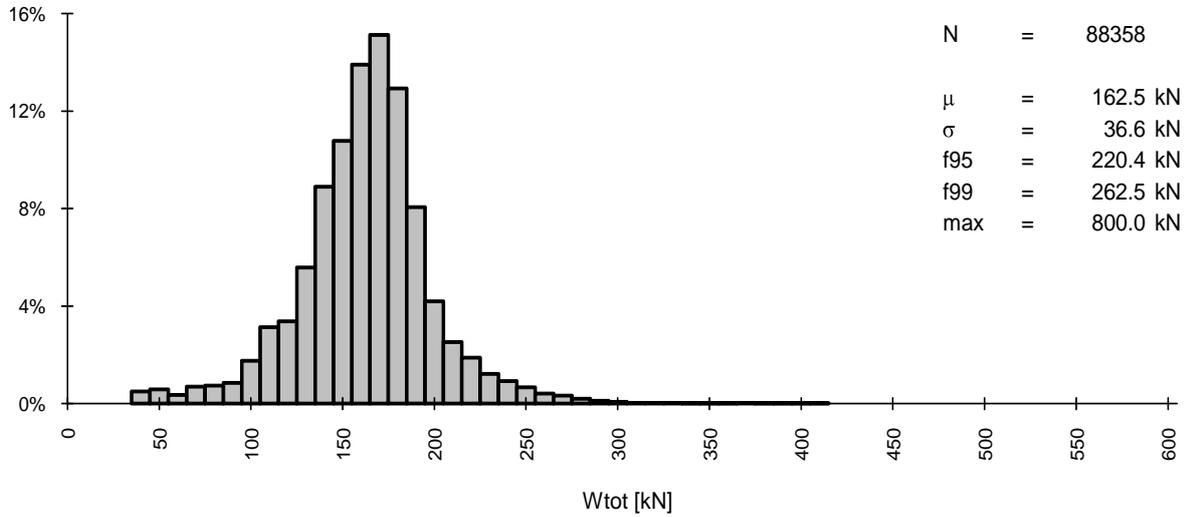
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

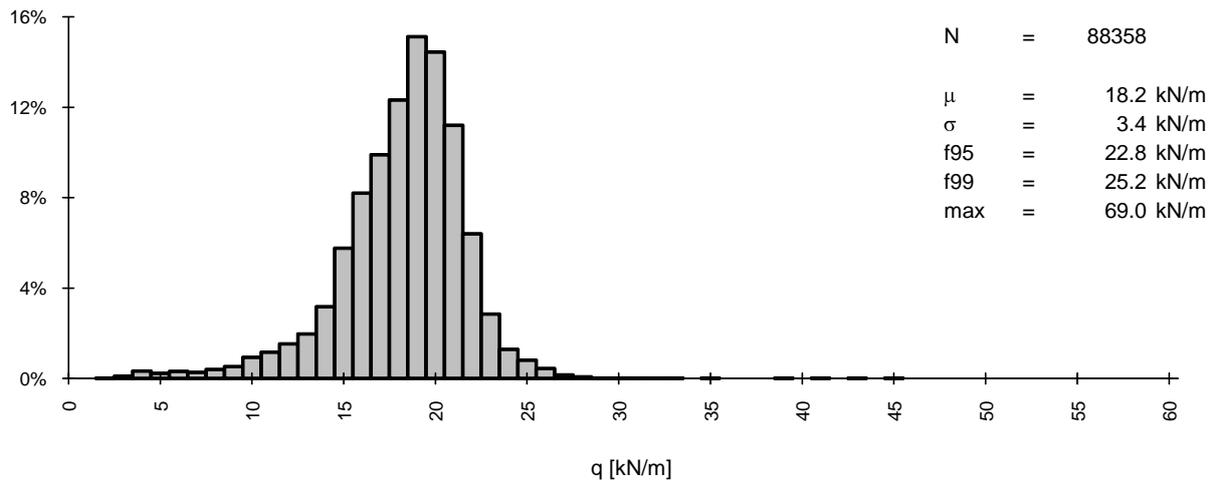
2009 Ceneri

Car / Bus / Gesamtgewicht



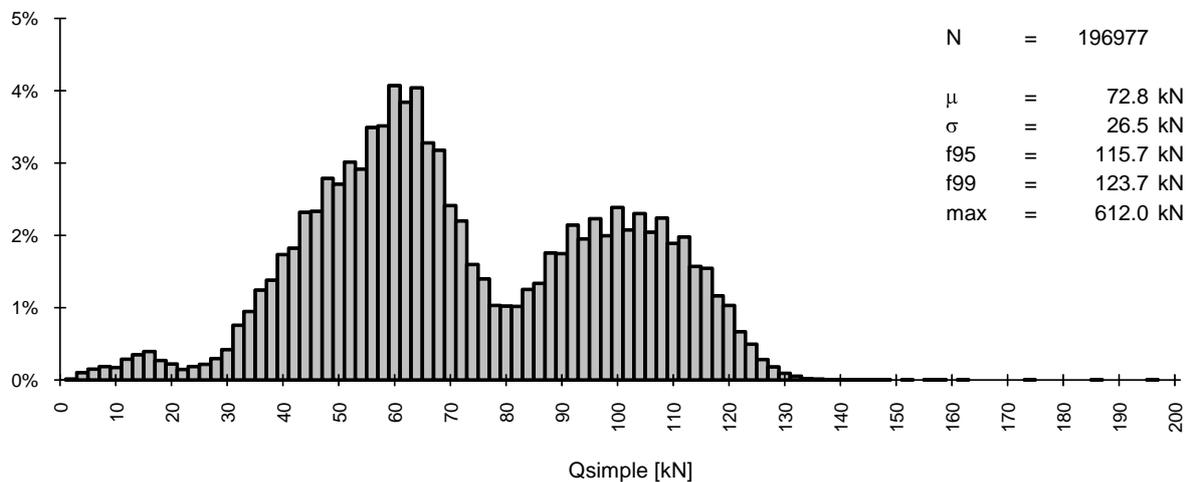
2009 Ceneri

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2009 Ceneri

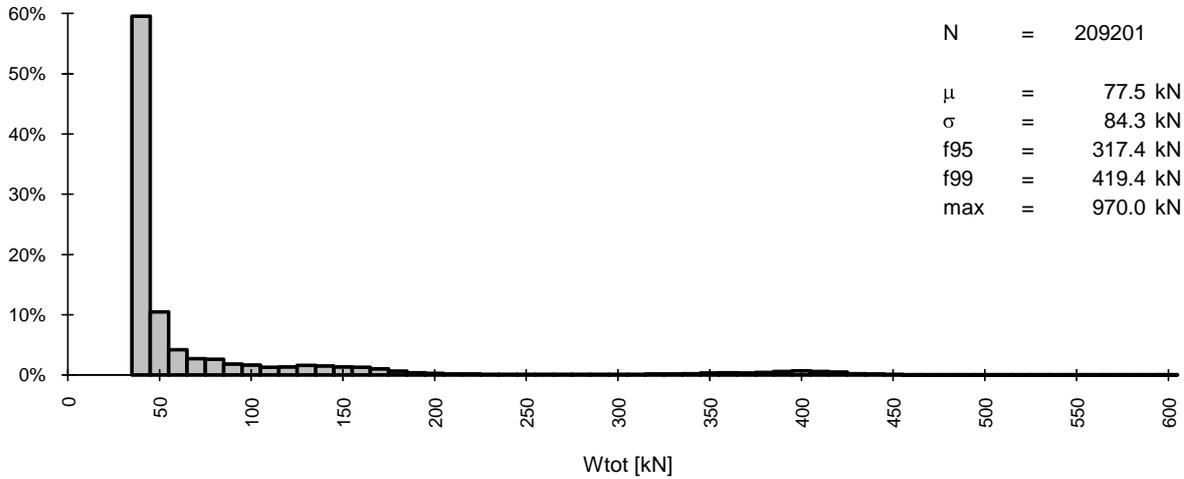
Car / Bus / alle Einzelachsen



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

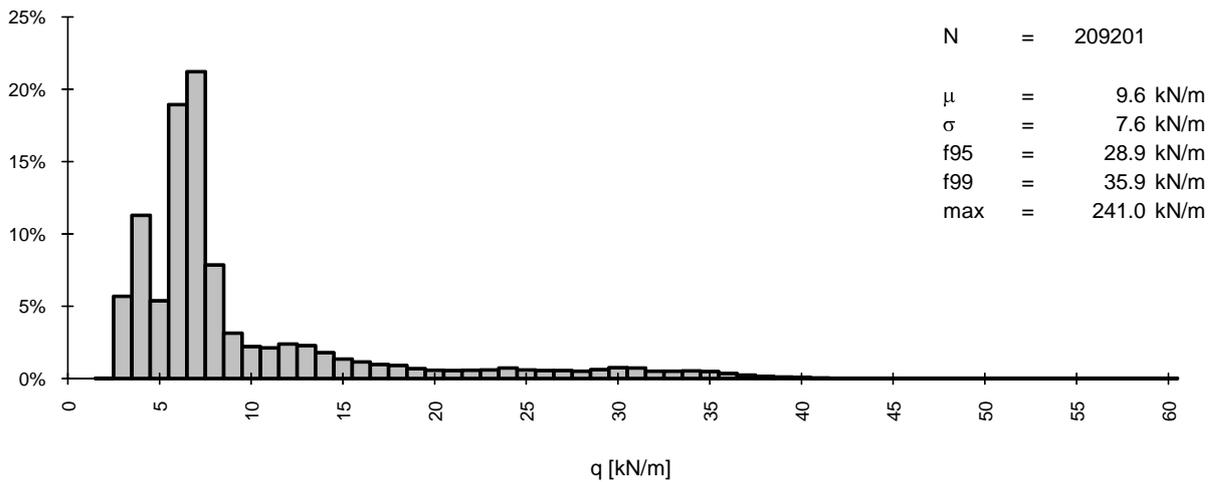
2009 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



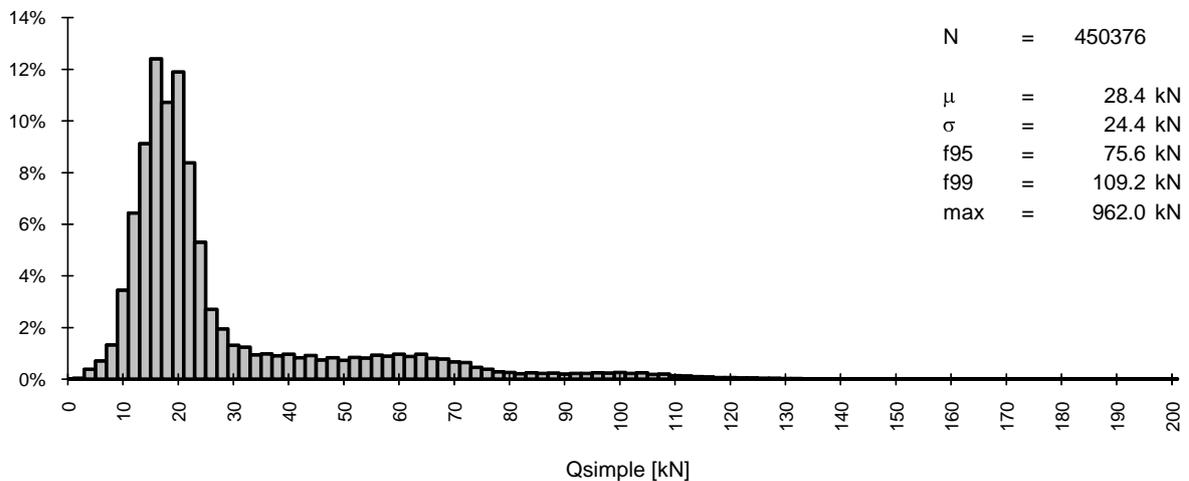
2009 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Ceneri

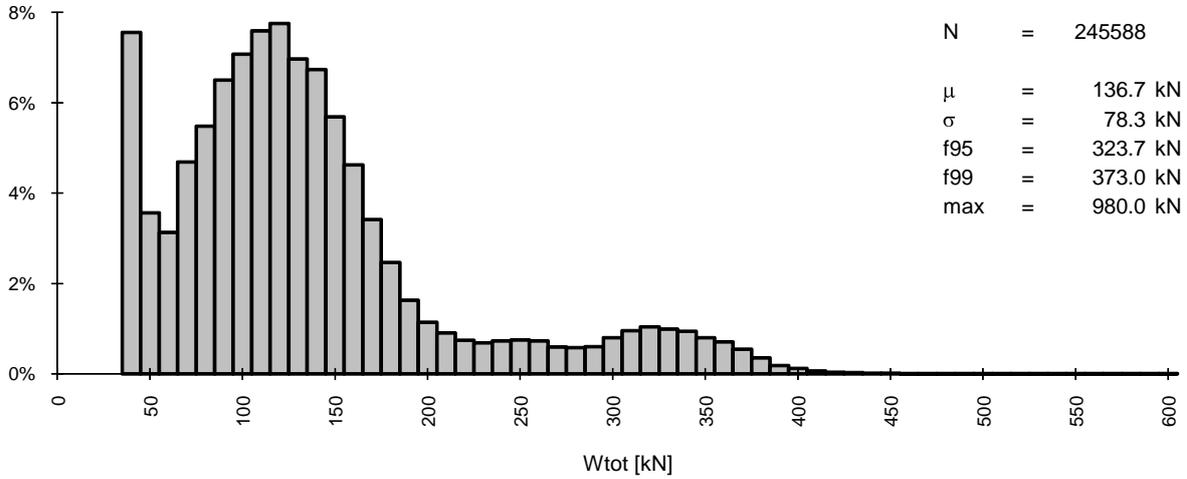
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

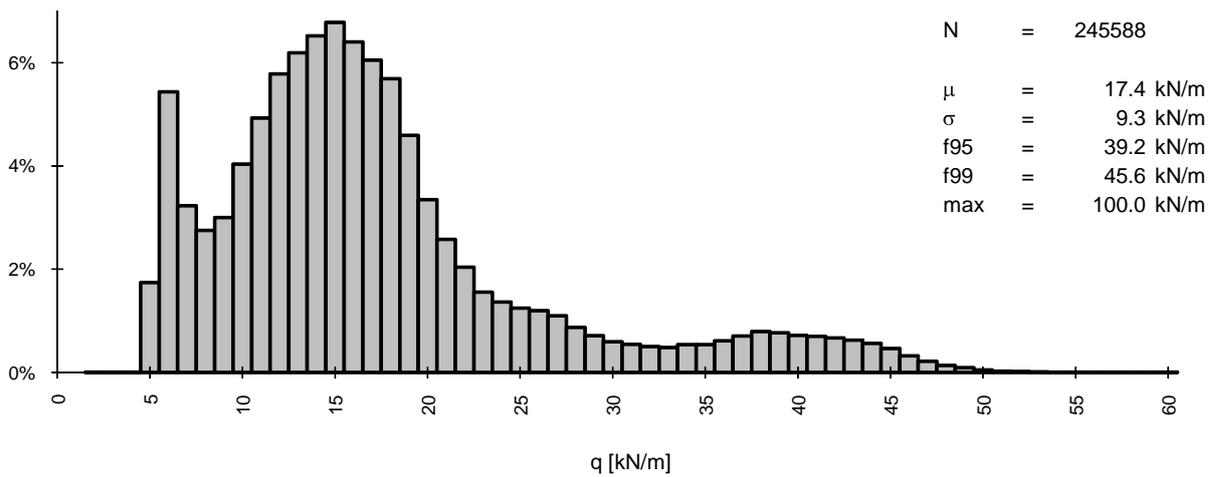
2009 Ceneri

Lastwagen / Gesamtgewicht



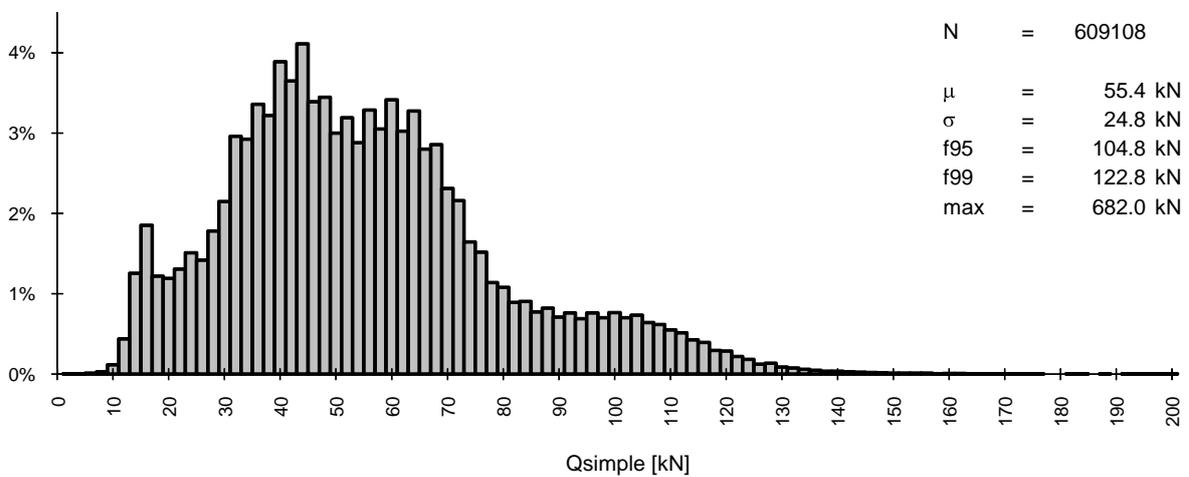
2009 Ceneri

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 Ceneri

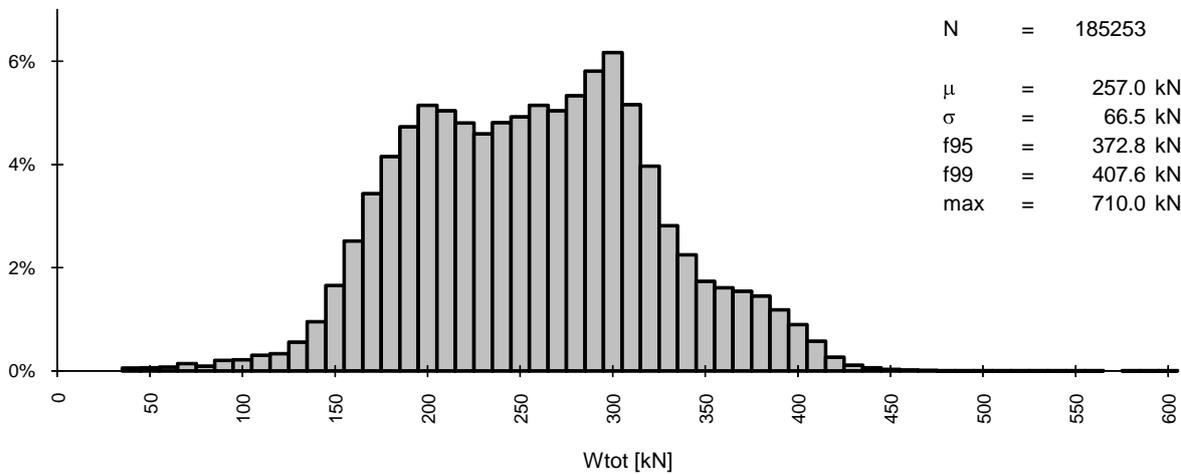
Lastwagen / alle Einzelachsen



6.3.6 Lastenzüge (LZ)

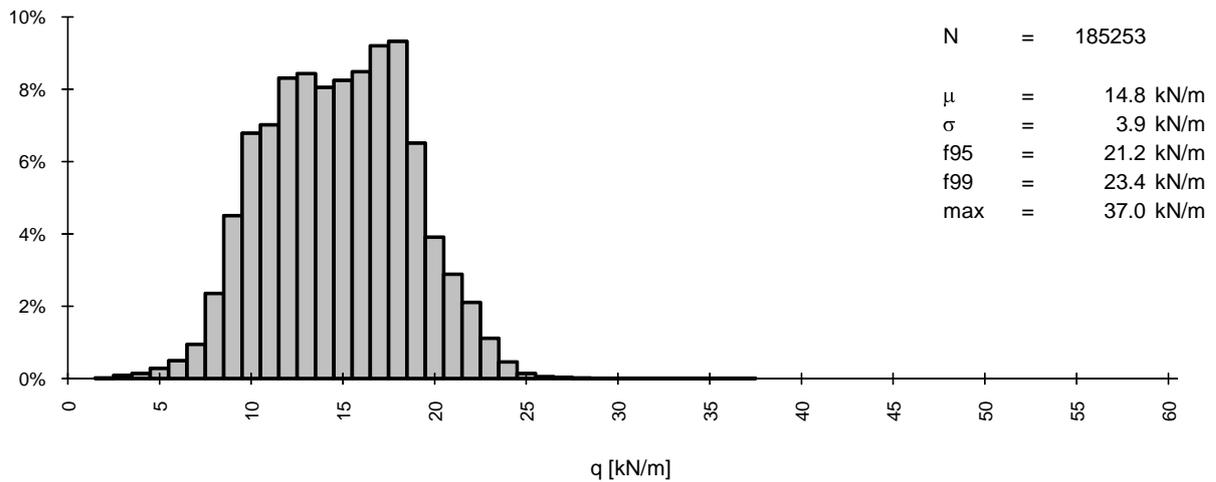
2009 Ceneri

Lastenzug / Gesamtgewicht



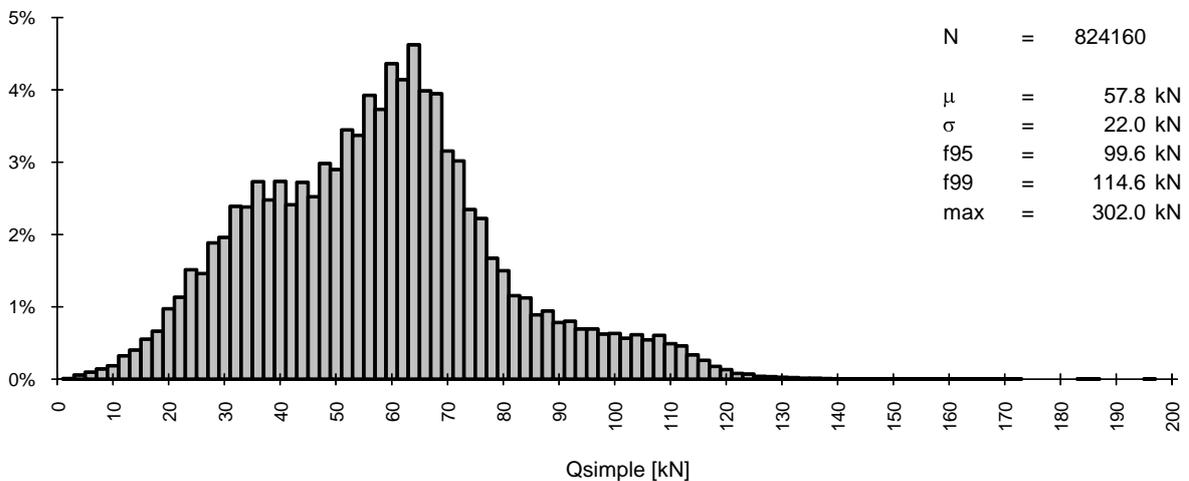
2009 Ceneri

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



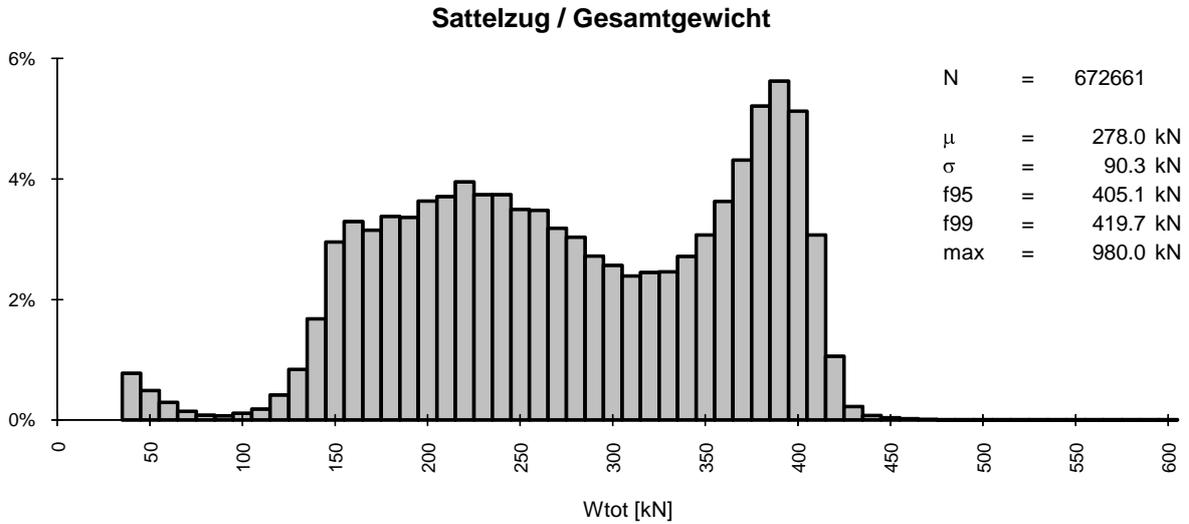
2009 Ceneri

Lastenzug / alle Einzelachsen

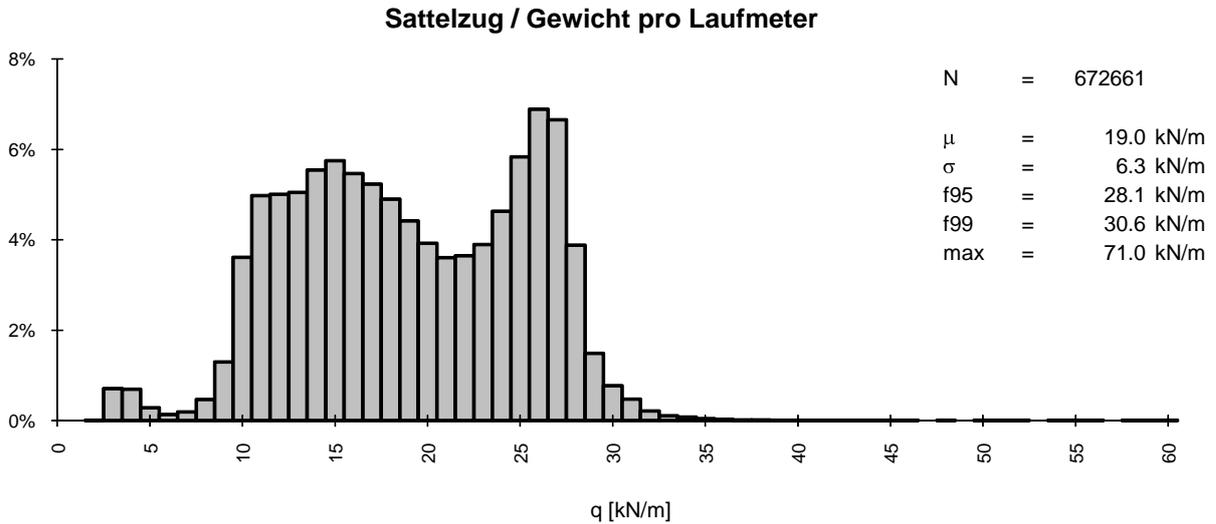


6.3.7 Sattelzüge (SZ)

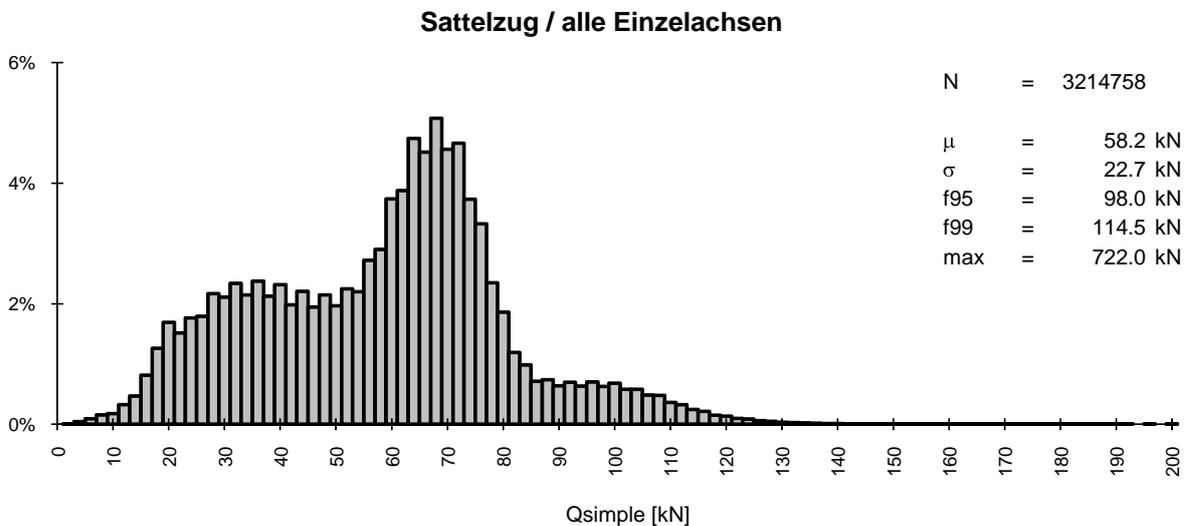
2009 Ceneri



2009 Ceneri



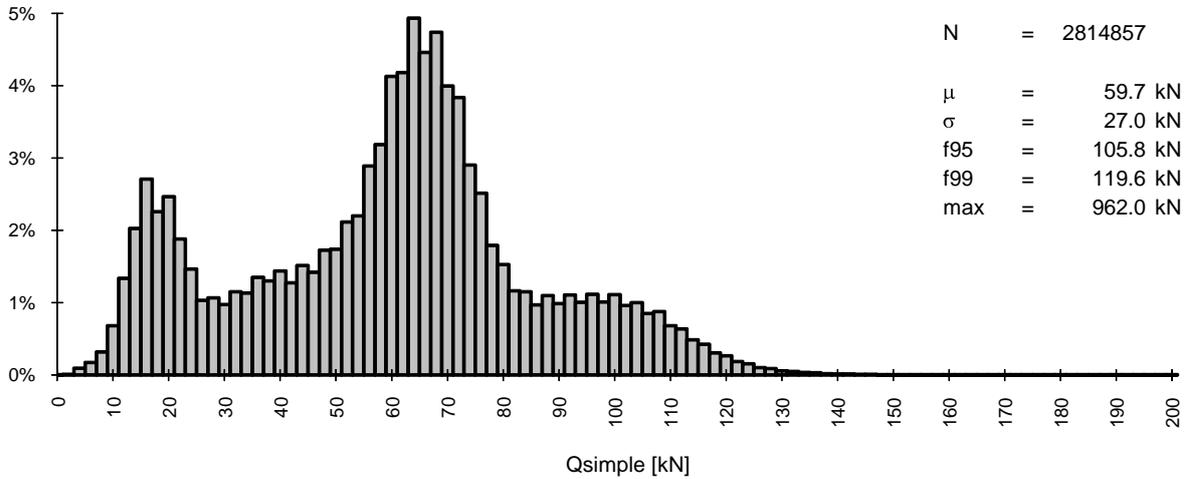
2009 Ceneri



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

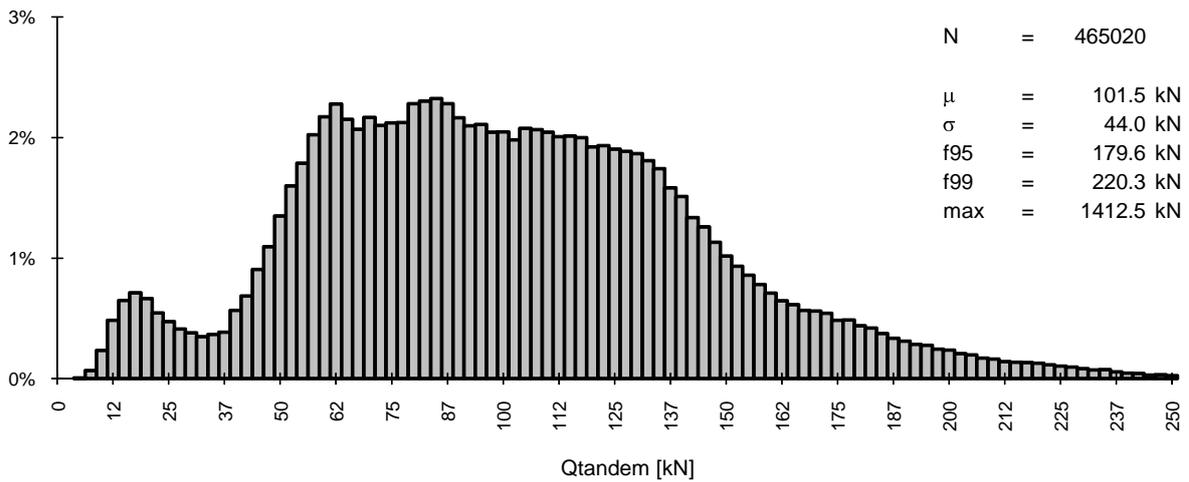
2009 Ceneri

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



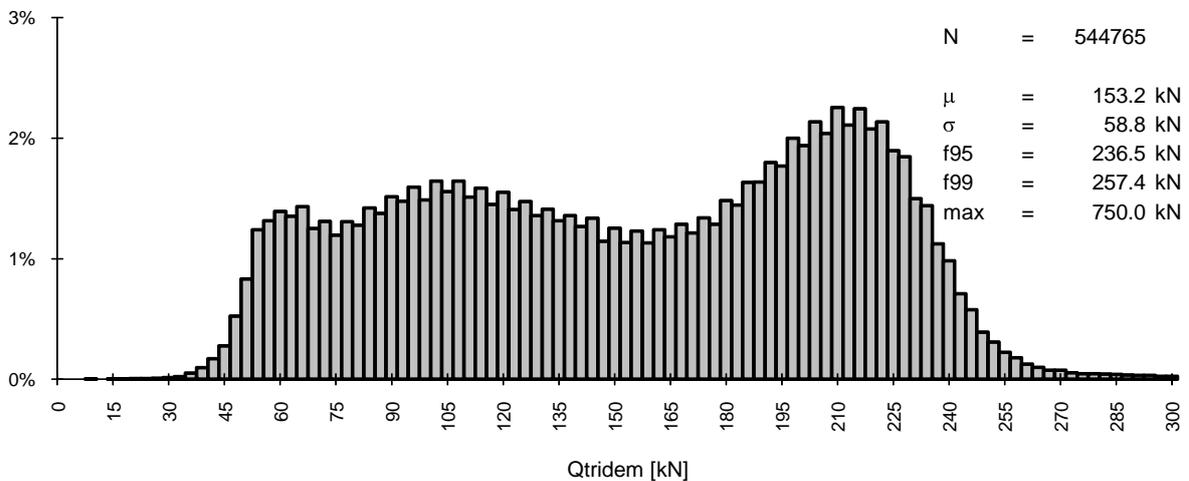
2009 Ceneri

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Ceneri

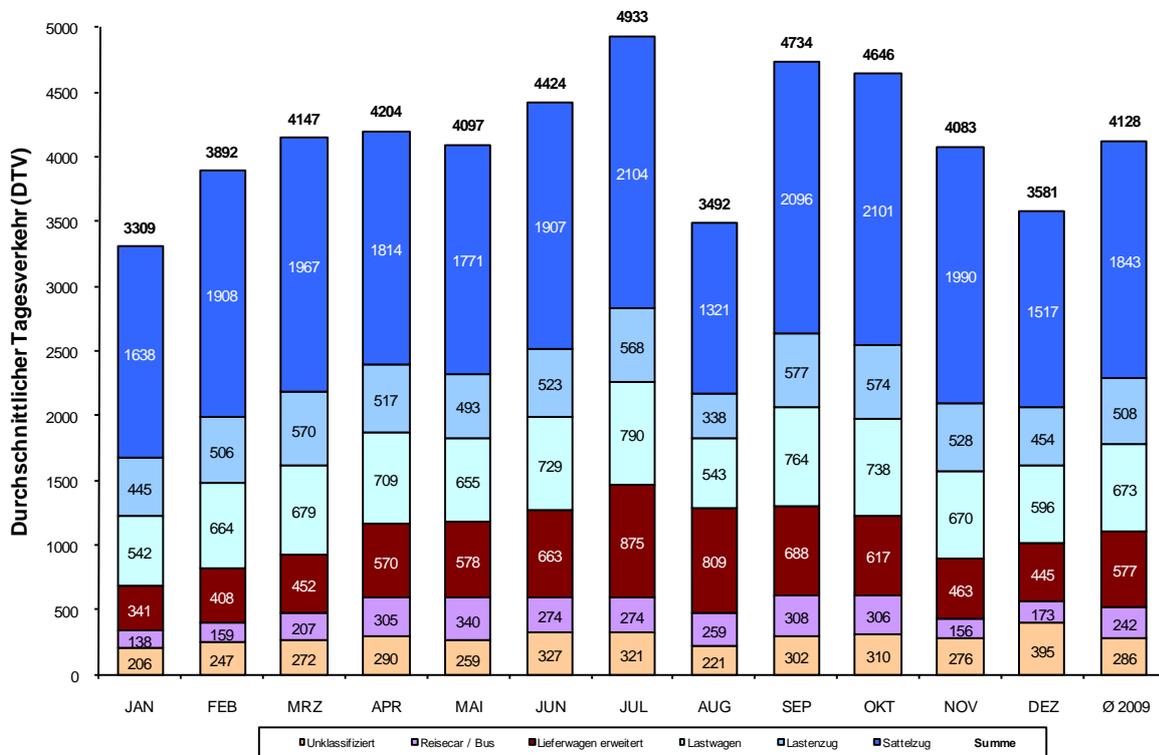
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



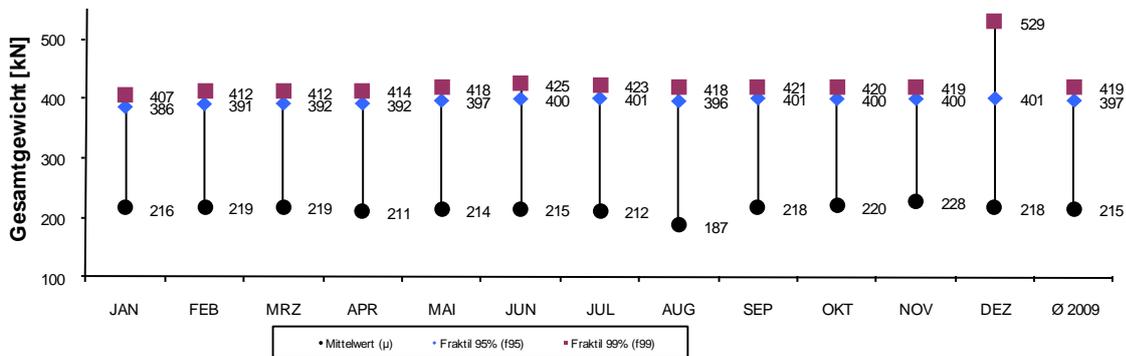
6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

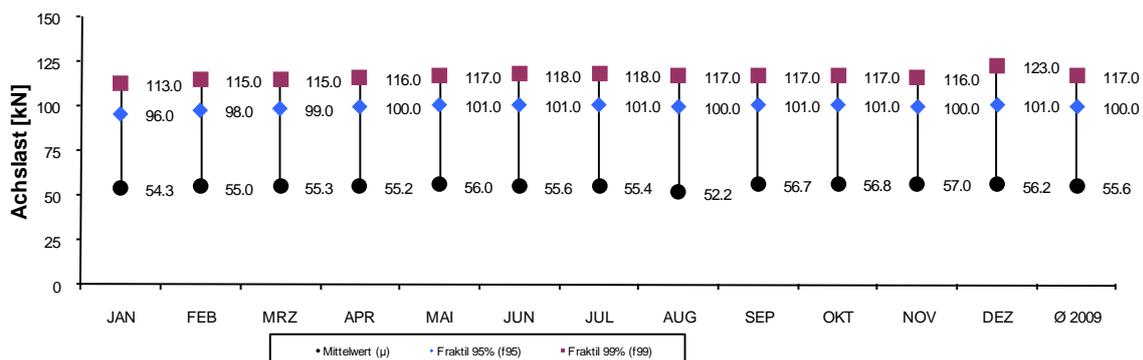
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

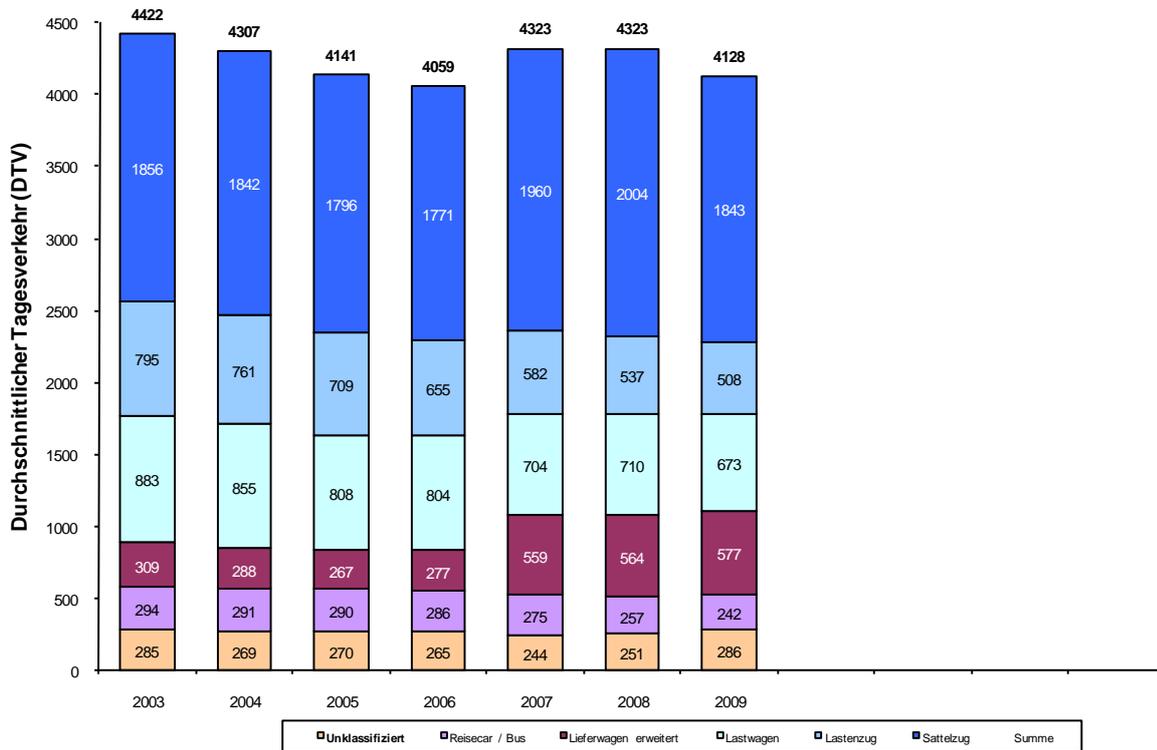


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

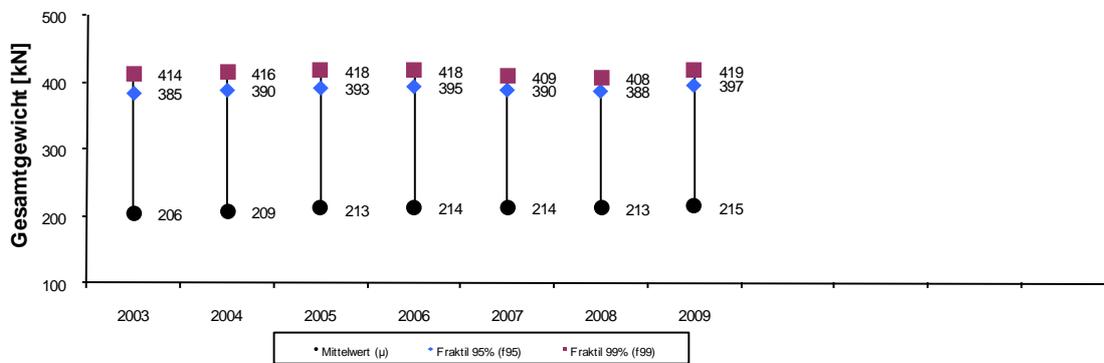


6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

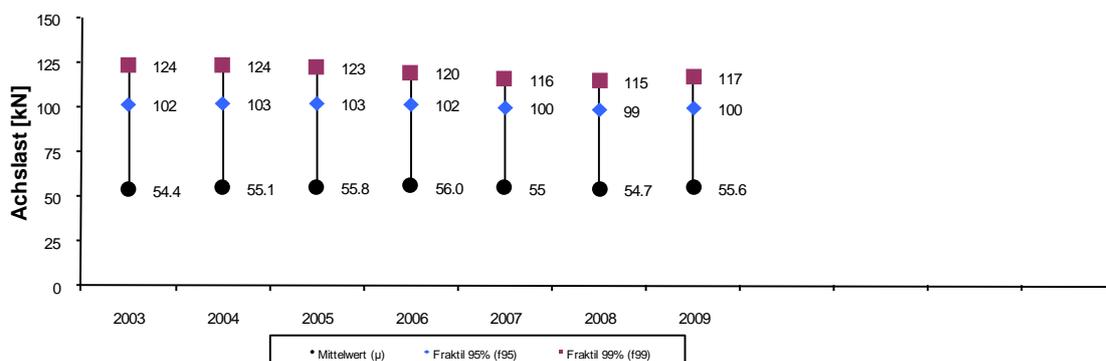
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 α_{Qi} , α_{qi} und α_{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	59.7	59.7	105.8	119.6
Tandemachse	101.5	50.75	89.8	110.15
Tridemachse	153.2	51.06	78.8	85.8
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 59.7 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.75 kN, respektive 51.6 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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.9 kN/m	28.5 kN/m	39.5 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.82 kN/m ²	8.14 kN/m ²	11.28 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen weniger als 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	36'057	18	0.000	1'416	0	0.000	2	0
2	0.006	303'953	1'824	0.001	11'662	8	0.000	35	0
3	0.020	180'700	3'614	0.003	8'419	25	0.001	191	0
4	0.070	179'472	12'563	0.008	7'749	62	0.002	910	2
5	0.150	216'220	32'433	0.020	18'765	375	0.005	5'285	26
6	0.290	408'770	118'543	0.030	35'264	1'058	0.010	26'054	261
7	0.530	628'187	332'939	0.060	40'293	2'418	0.020	21'977	440
8	1.000	354'068	354'068	0.100	40'117	4'012	0.030	20'772	623
9	1.520	151'229	229'868	0.140	42'189	5'906	0.040	30'454	1'218
10	2.400	150'517	361'241	0.200	38'593	7'719	0.060	24'843	1'491
11	3.660	122'961	450'037	0.280	38'000	10'640	0.080	26'387	2'111
12	5.400	59'813	322'990	0.400	36'936	14'774	0.110	33'224	3'655
13	7.760	16'604	128'847	0.540	35'283	19'053	0.140	23'086	3'232
14	10.870	4'172	45'350	0.730	30'908	22'563	0.190	22'230	4'224
15	14.910	1'151	17'161	0.960	22'062	21'180	0.240	27'245	6'539
16	20.060	389	7'803	1.260	15'273	19'244	0.300	19'039	5'712
17	26.540	138	3'663	1.630	11'100	18'093	0.380	20'199	7'676
18	34.590	123	4'255	2.080	9'085	18'897	0.480	28'979	13'910
19	-	-	-	2.640	6'704	17'699	0.590	25'686	15'155
20	-	-	-	3.300	4'846	15'992	0.720	30'327	21'835
21	-	-	-	4.090	3'430	14'029	0.880	45'594	40'123
22	-	-	-	5.030	6'106	30'713	1.060	35'023	37'124
23	-	-	-	-	-	-	1.270	32'030	40'678
24	-	-	-	-	-	-	1.520	27'476	41'764
25	-	-	-	-	-	-	1.810	9'132	16'529
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'856	8'252
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'034	5'105
28	-	-	-	-	-	-	2.940	787	2'314
29	-	-	-	-	-	-	3.430	649	2'226
30	-	-	-	-	-	-	3.980	602	2'396
Summe		2'814'524	2'427'217		464'200	244'459		544'108	284'619

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'427'217 + 244'459 + 284'619 = 2'956'295 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 2'956'295 = 1'330'333 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'330'333 / 365 = 3'645 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2009 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 4'933 Fahrzeugen pro Tag. In den Wintermonaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Verkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ von 44.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 4.2% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2).

Beim Gesamtgewicht fällt das deutliche Minimum des Mittelwerts im August und der Ausreisser des Fraktilwerts f99 im Dezember auf (s. Diagramm 6.4.1.b). Der tiefe Mittelwert ist auf den geringen Tagesverkehr im August zurückzuführen. Der hohe Fraktilwert deutet auf einen Messfehler hin. Das durchschnittliche Gesamtgewicht verändert sich im Jahresverlauf ansonsten nur leicht.

Auch bei den Achslasten treten ein deutliches Mittelwerts-Minimum im August und ein hoher Fraktil f99-Wert im Dezember auf. Wie beim Gesamtgewicht dürften auch diese Erscheinungen auf den geringen Tagesverkehr im August und einen Messfehler im Dezember zurückzuführen sein. Die mittleren Achsenlasten bleiben ansonsten durchs Jahr relativ konstant (s. Diagramm 6.4.1.c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten durchschnittlich pro Tag 4'128 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 4'323 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Abnahme von 4.5%. Die Kategorie „Lieferwagen erweitert“ nimmt als einzige zu, um 2.3%. Die weitere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2b) steigt von 213 kN auf 215 kN (+0.9%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen ebenfalls um 2.3% respektive um 2.7%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2.c) steigt im Vergleich zum Vorjahr von 54.7 auf 55.6 kN (+1.6%). Die Fraktilwerte der Achslast nehmen um 1% (f95) und 1.7% (f99) zu.

Die mittlere Achslast nimmt im Vergleich zum Vorjahr leicht zu, der durchschnittliche Tagesverkehr hingegen ist rückläufig. Das wirkt sich auf die äquivalente Verkehrslast aus, die von 3'690 auf 3'645 ESAL (-1.2%) abnimmt. Die Verkehrslast ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2009 um insgesamt 6.6% abgenommen; einzig im Jahr 2007 gab es eine deutliche Zunahme im Vergleich zum Vorjahr. Der Anteil der Fahrzeugkategorien „Lastwagen“ (20% auf 16.3%) und „Lastenzüge“ (18% auf 12.3%) ist rückläufig, derjenige von „Lieferwagen erweitert“ (7% auf 14%) und „Sattelzug“ (42% auf 44.6%) wächst.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2009 kontinuierlich um insgesamt 4.4% zugenommen. Die „Fraktile 95%“ und „Fraktile 99%“-Werte nehmen zwischen 2003 und 2009 um 3.1% / 1.2% zu, weisen jedoch 2007 und 2008 tiefe Werte auf.

Der Mittelwert der mittleren Achslast nimmt zwischen 2003 und 2009 um 2.2% zu. Die „Fraktile 95%“-Werte hingegen nehmen um 1.9%, die „Fraktile 99%“-Werte um 5.6% ab. Es treten also deutlich weniger Ausreisser nach oben auf.

7 Gotthardtunnel (A2)

7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

7.2 Übersicht Messresultate

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

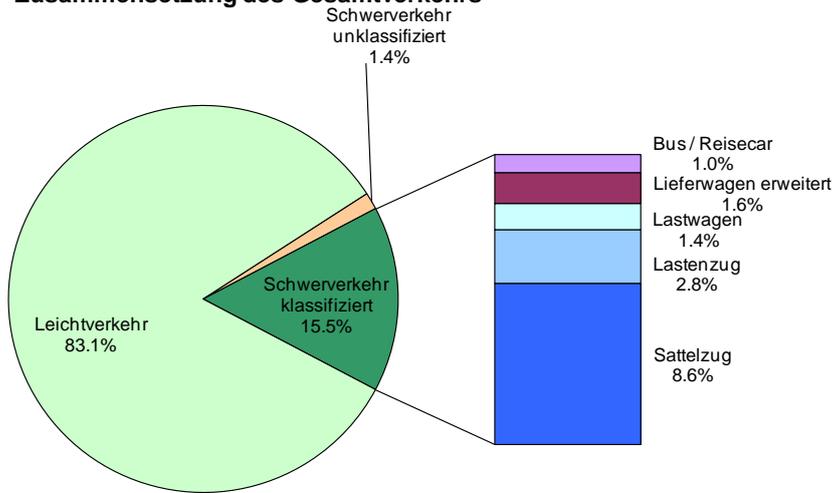
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	6'140'395	16'823	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	5'103'254	13'982	83.1	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'037'141	2'841	16.9	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	86'643	237	1.4	8.4
01 Bus / Reiseкар	62'100	170	1.0	6.0
02 Motorrad	14	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'869	5	0.0	0.2
04 Personenwagen mit Anh.	15'287	42	0.2	1.5
05 Lieferwagen	37'773	103	0.6	3.6
06 Lieferwagen mit Anh.	32'411	89	0.5	3.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	11'809	32	0.2	1.1
08 Lastwagen	87'752	240	1.4	8.5
09 Lastenzug	173'650	476	2.8	16.7
10 Sattelzug	527'833	1'446	8.6	50.9
Total	1'037'141	2'841	16.9	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	135'321	371	2.2	13.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	189'132	518	3.1	18.2
Fahrzeuge 18 - 28t	326'818	895	5.3	31.5
Fahrzeuge 28 - 40t	338'684	928	5.5	32.7
Fahrzeuge > 40t	47'186	129	0.8	4.5
Total	1'037'141	2'841	16.9	100.0

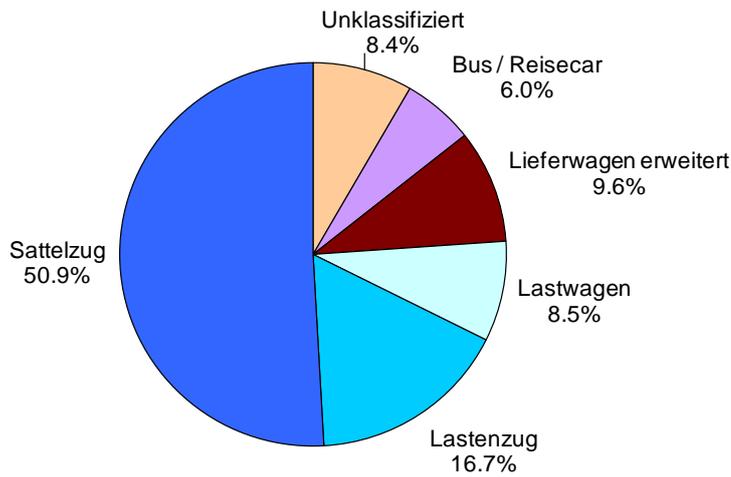
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

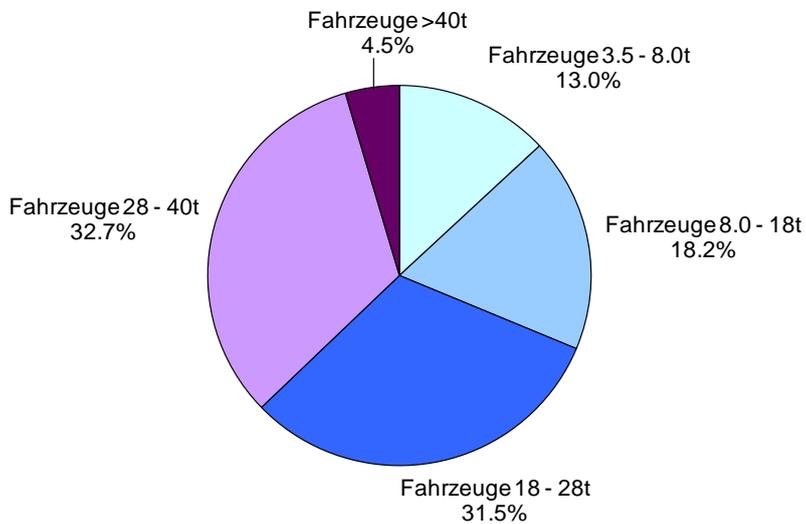
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 Messdiagramme

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2009 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).

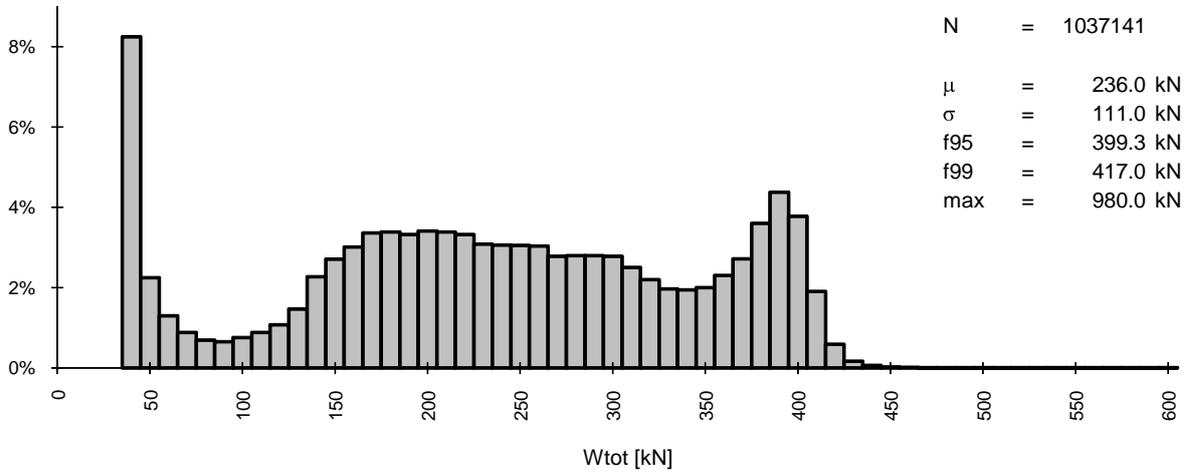
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	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 $\geq 3.5t$)

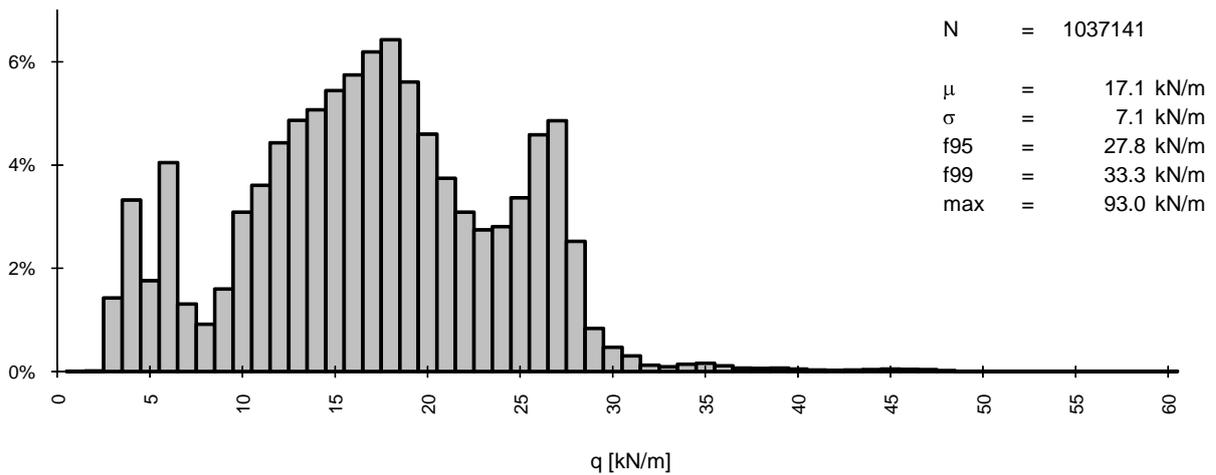
2009 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



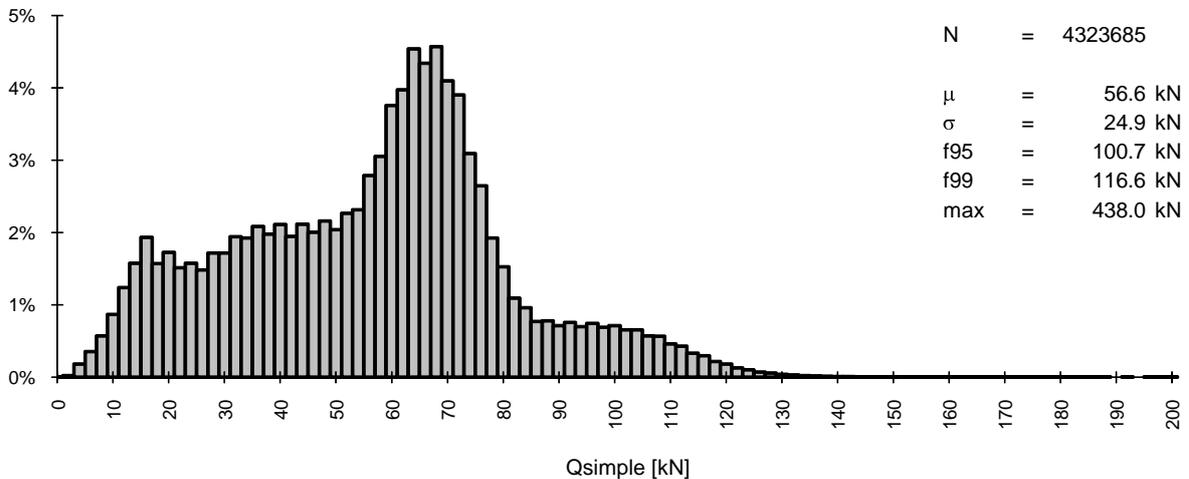
2009 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2009 Gotthard

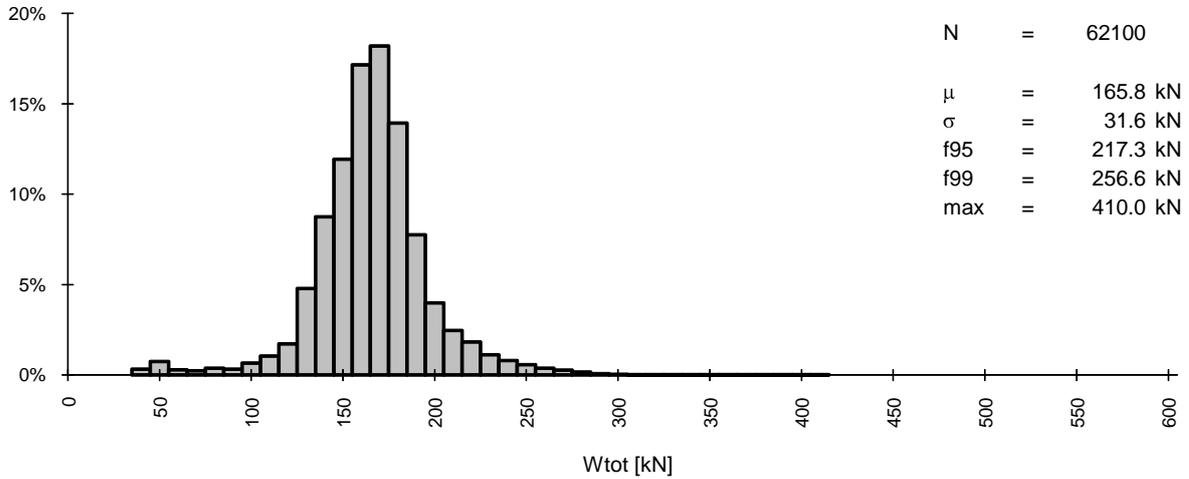
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

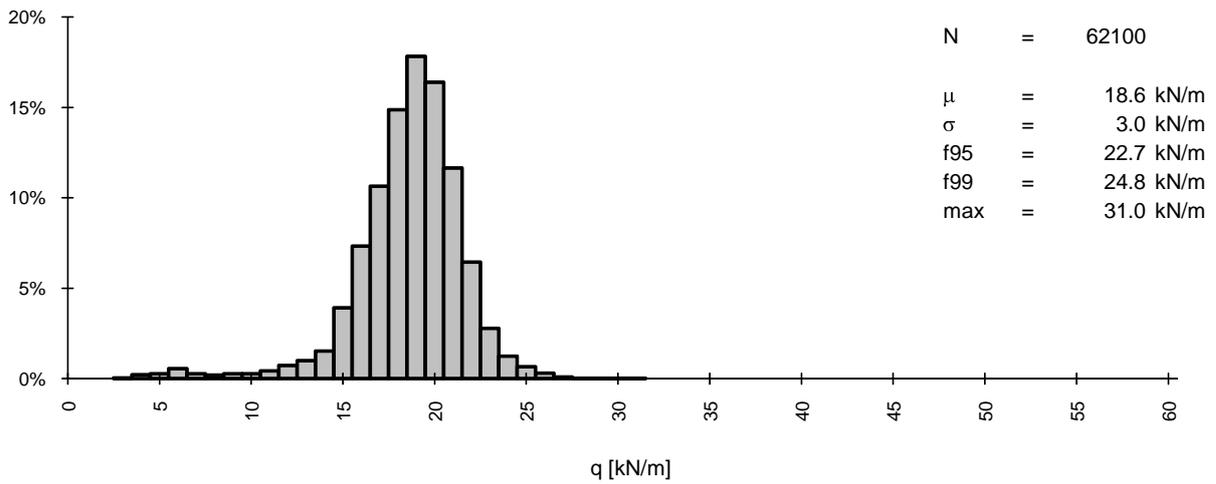
2009 Gotthard

Car / Bus / Gesamtgewicht



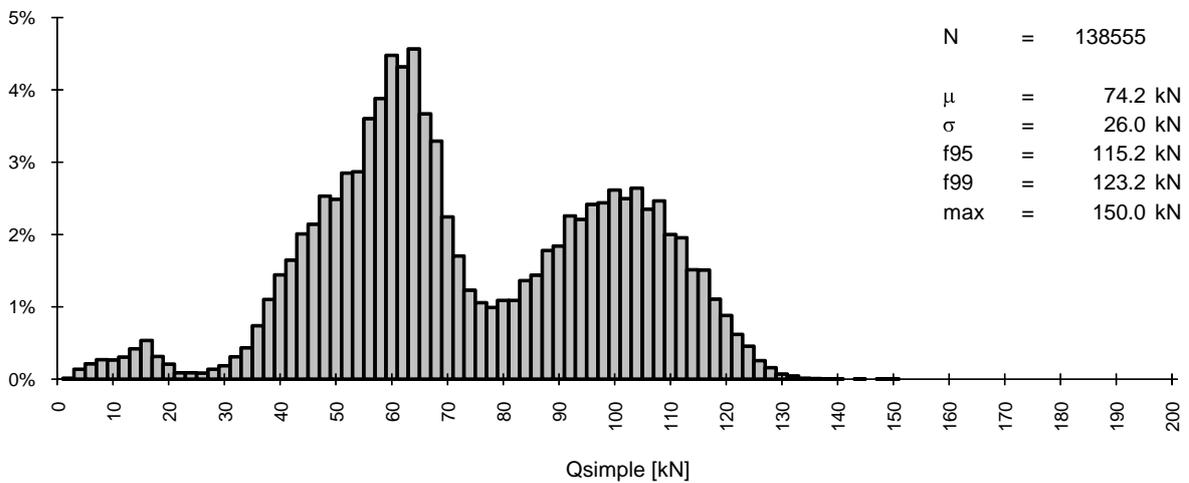
2009 Gotthard

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2009 Gotthard

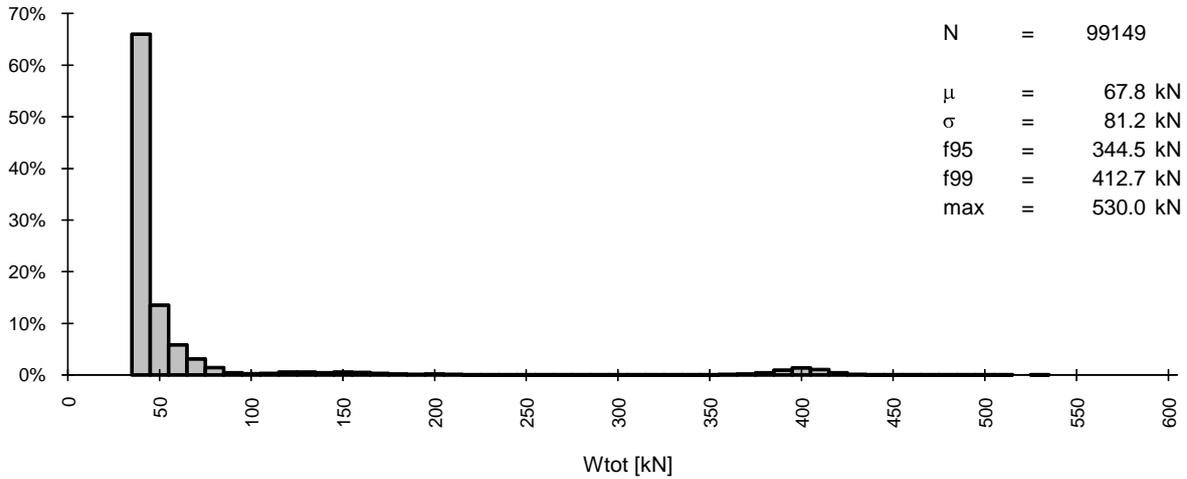
Car / Bus / alle Einzelachsen



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

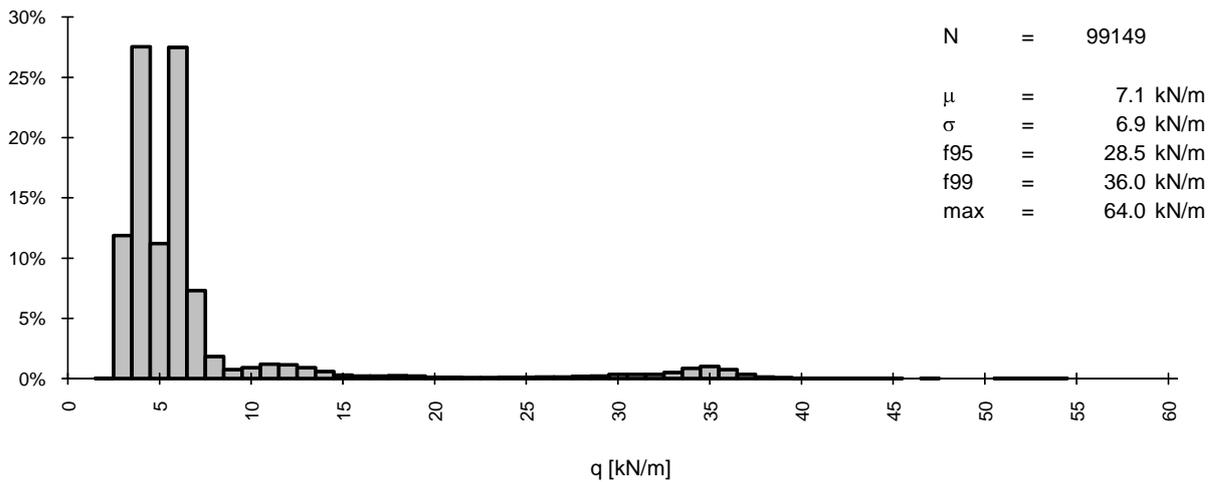
2009 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



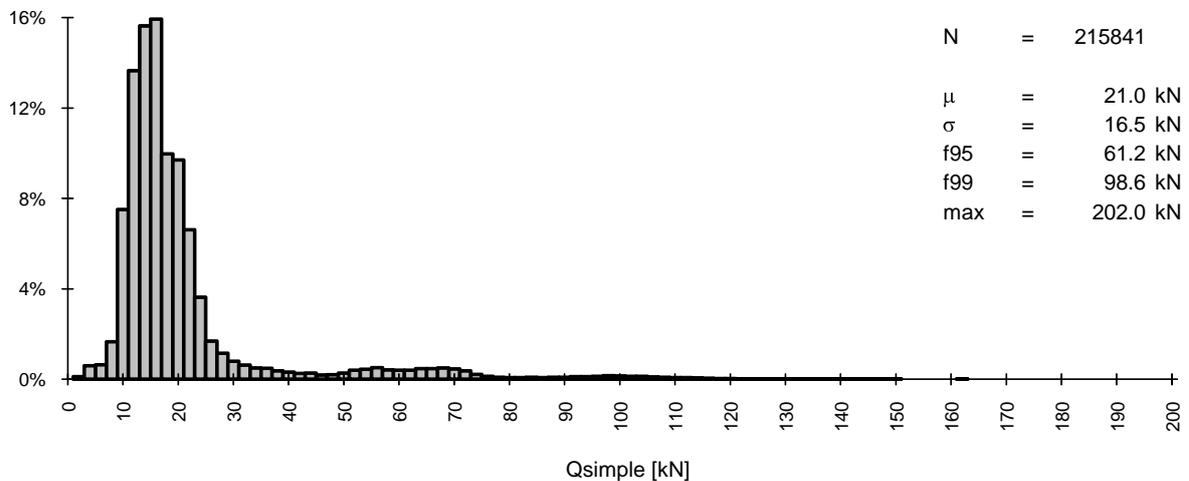
2009 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 Gotthard

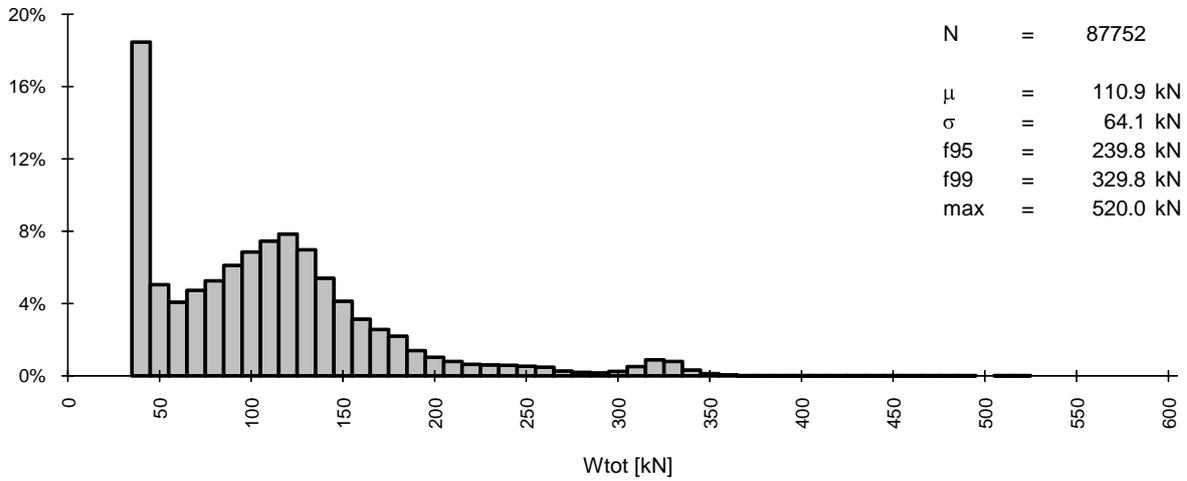
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

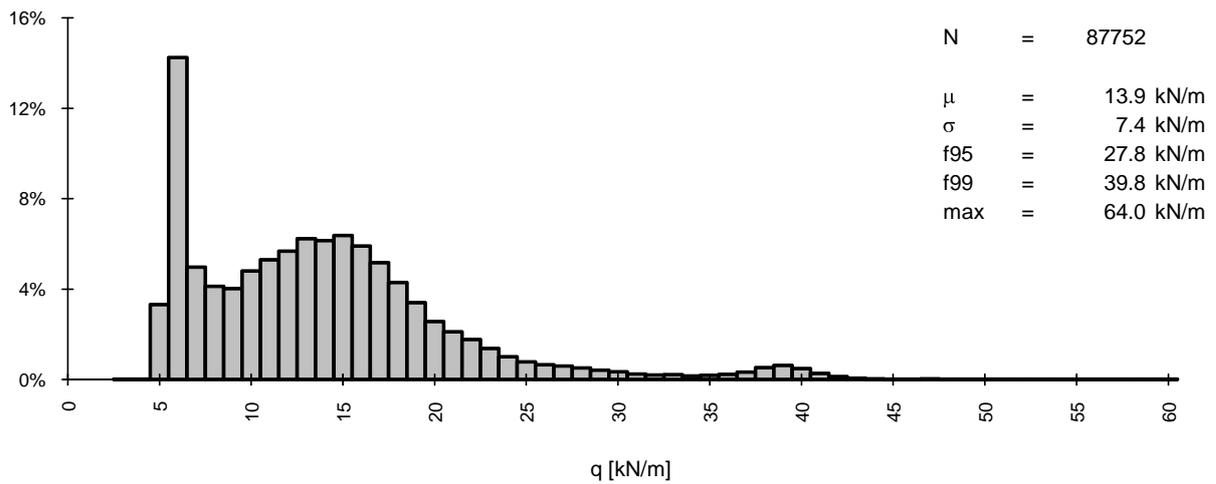
2009 Gotthard

Lastwagen / Gesamtgewicht



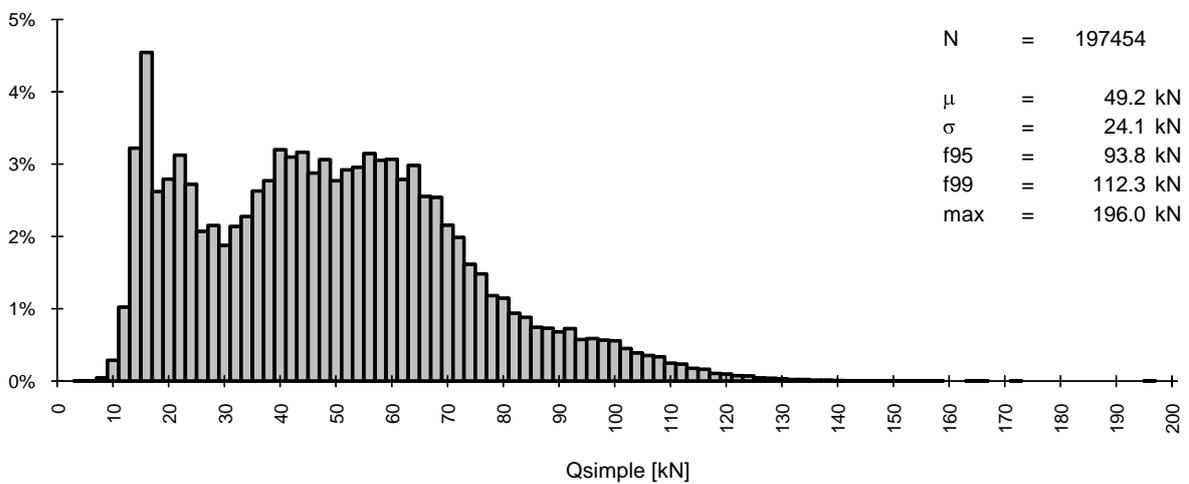
2009 Gotthard

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 Gotthard

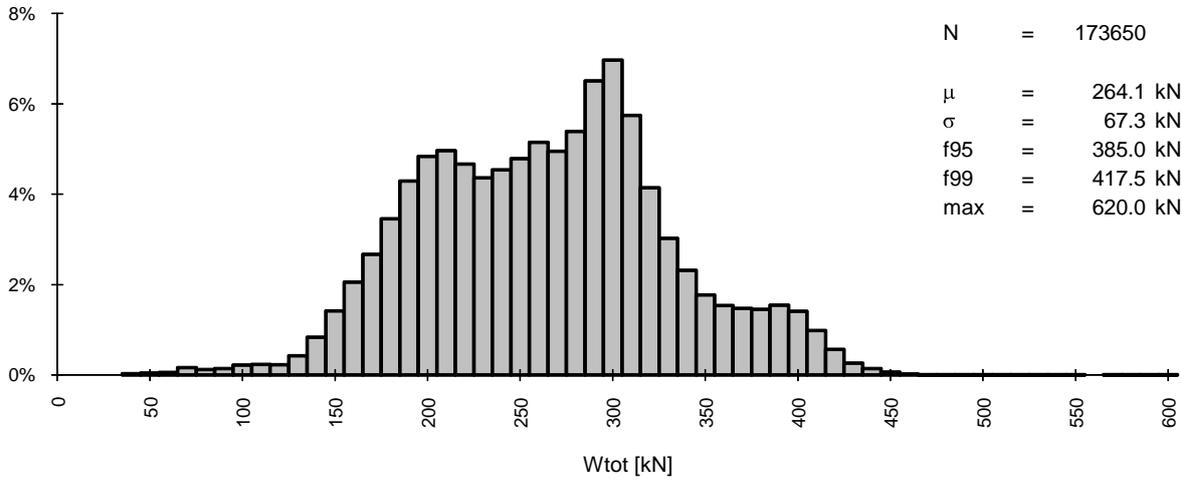
Lastwagen / alle Einzelachsen



7.3.6 Lastenzüge (SZ)

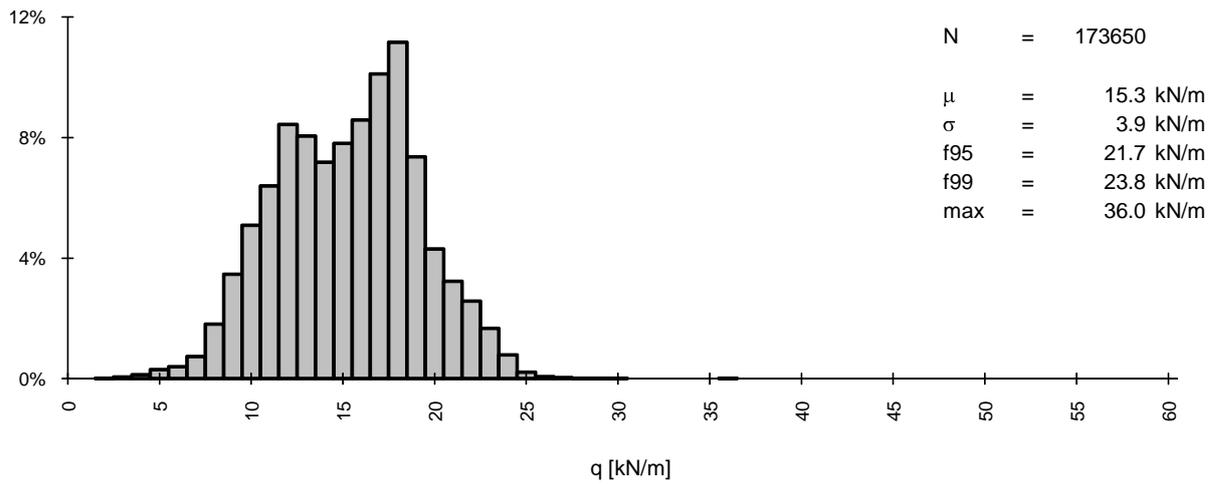
2009 Gotthard

Lastenzug / Gesamtgewicht



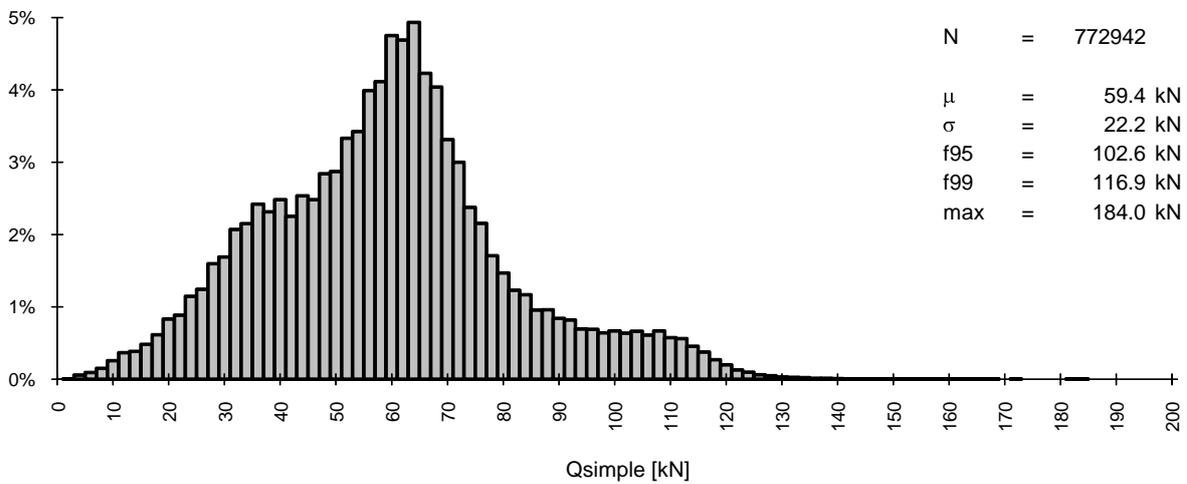
2009 Gotthard

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



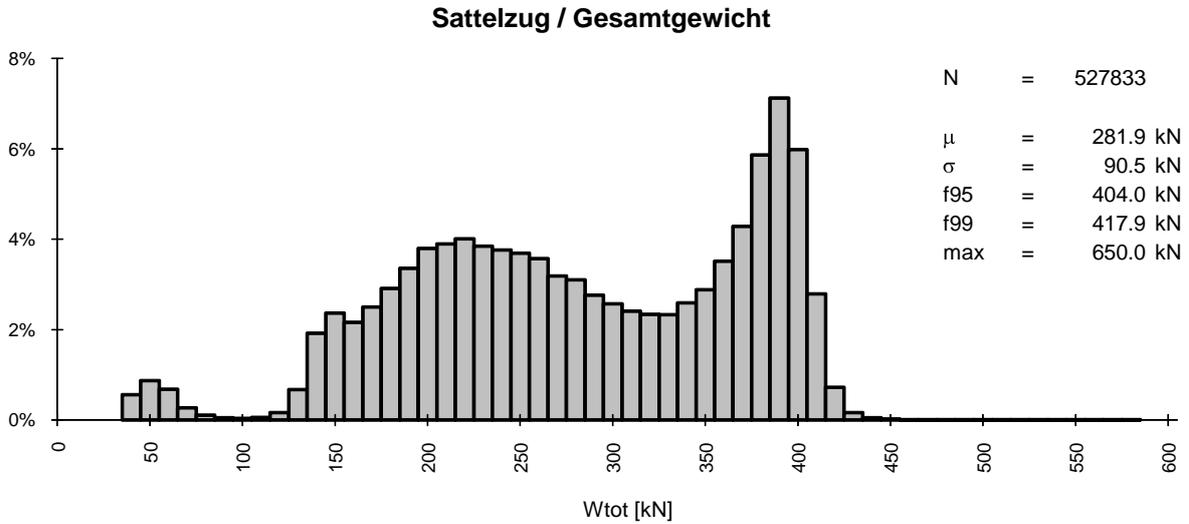
2009 Gotthard

Lastenzug / alle Einzelachsen

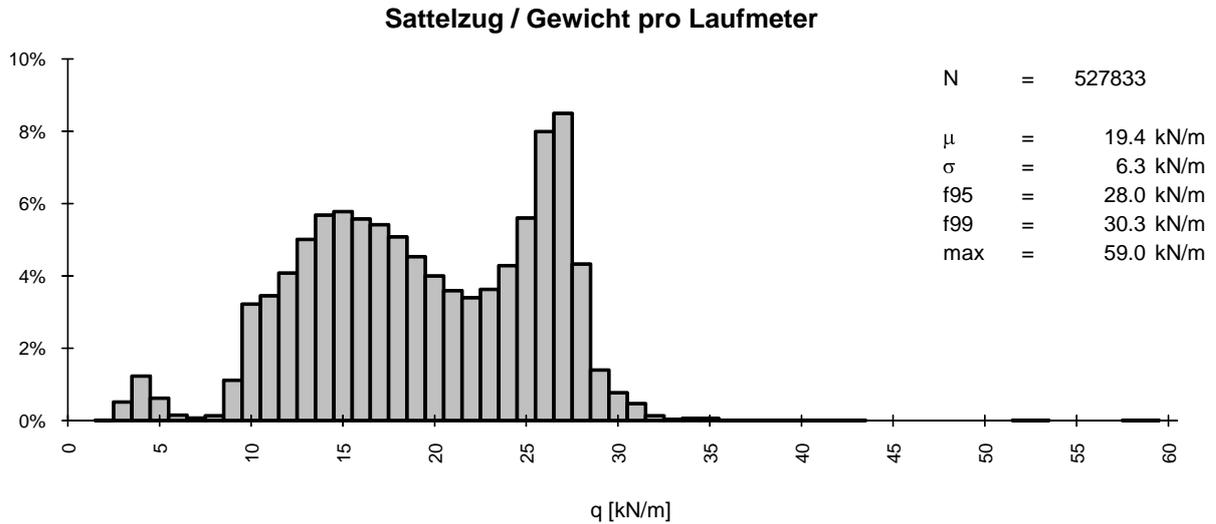


7.3.7 Sattelzüge (SZ)

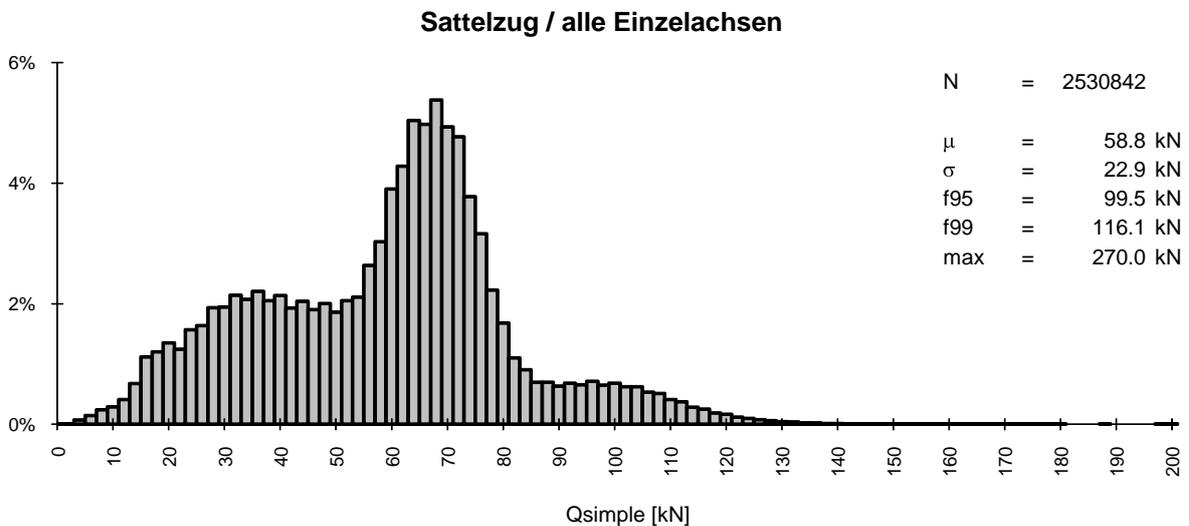
2009 Gotthard



2009 Gotthard



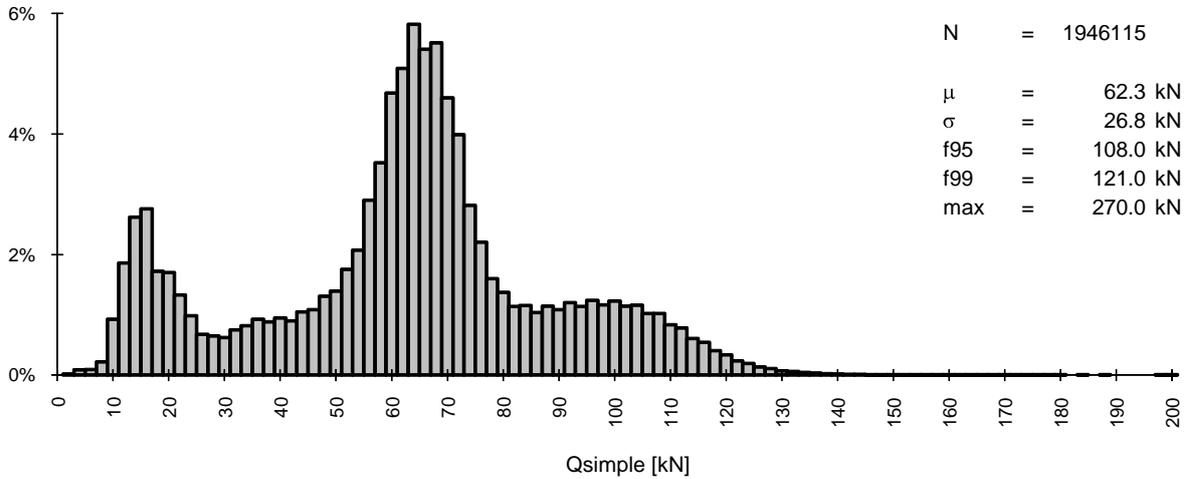
2009 Gotthard



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

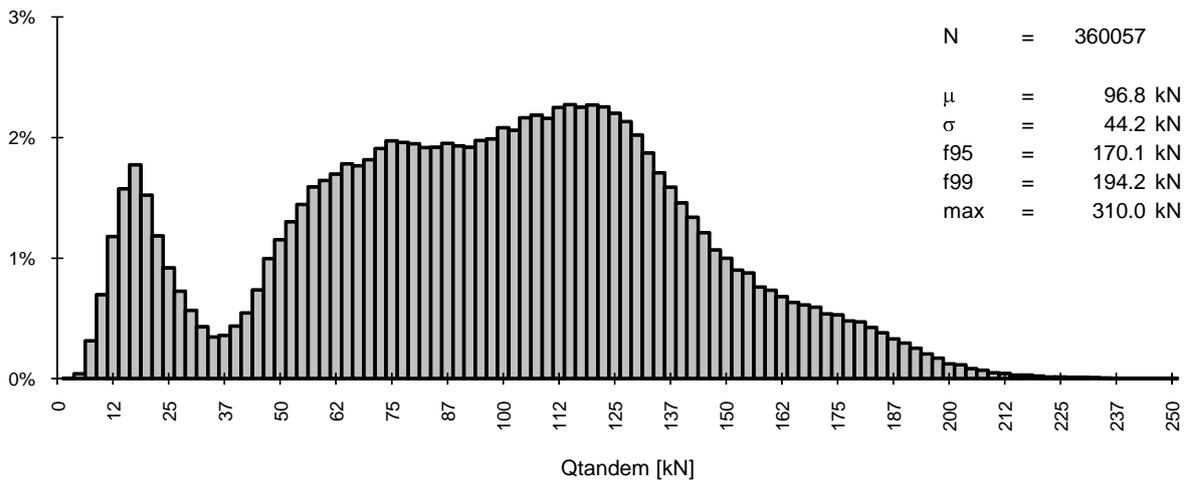
2009 Gotthard

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



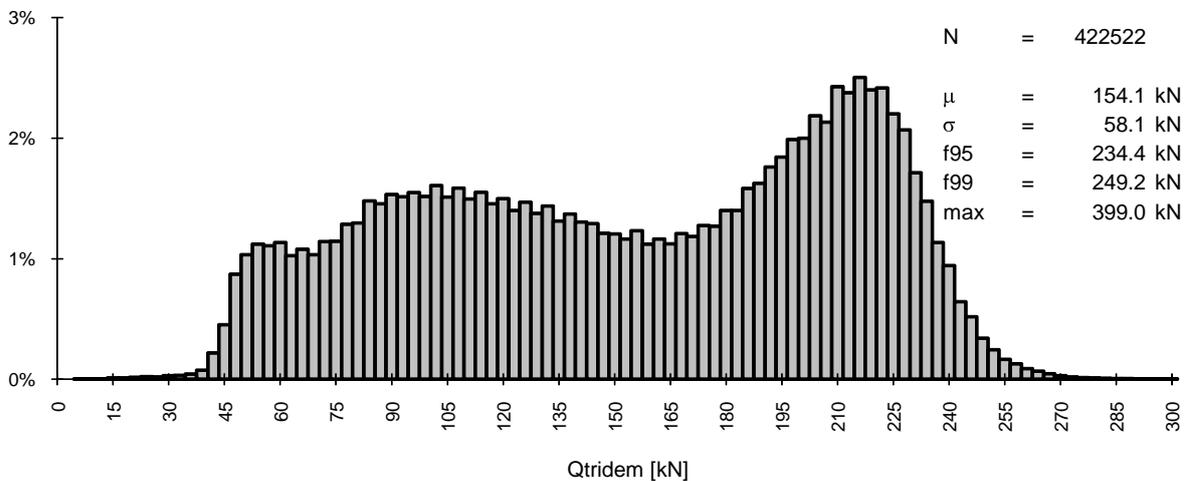
2009 Gotthard

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 Gotthard

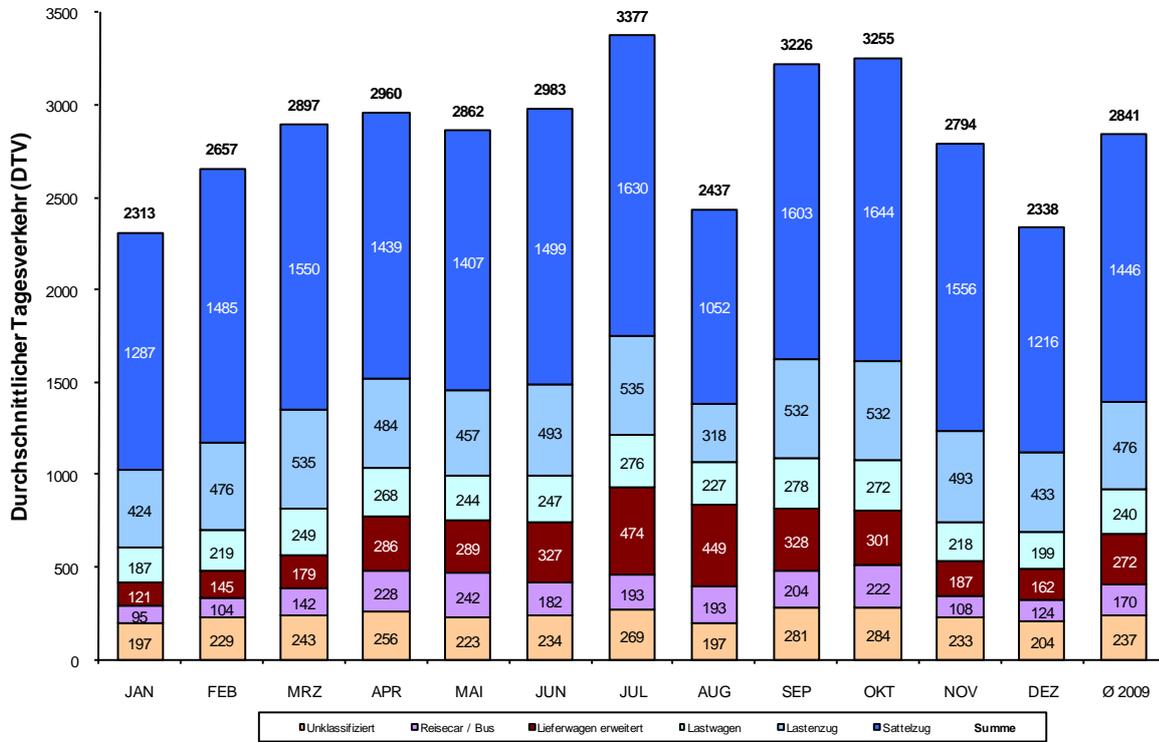
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



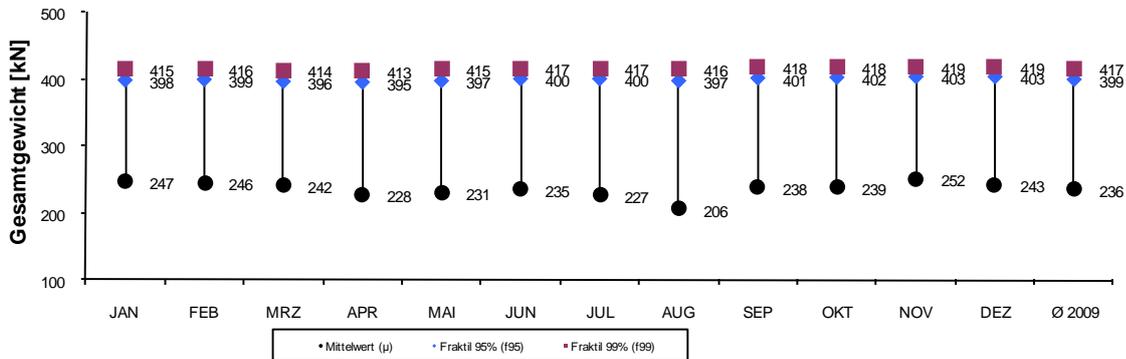
7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

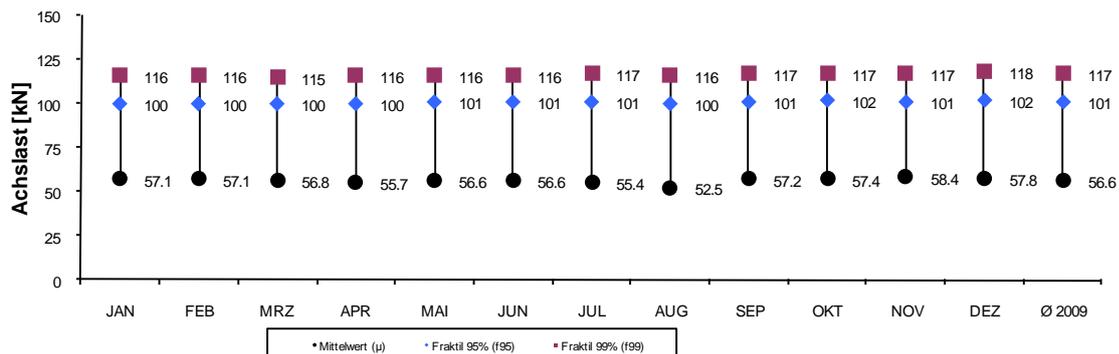
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

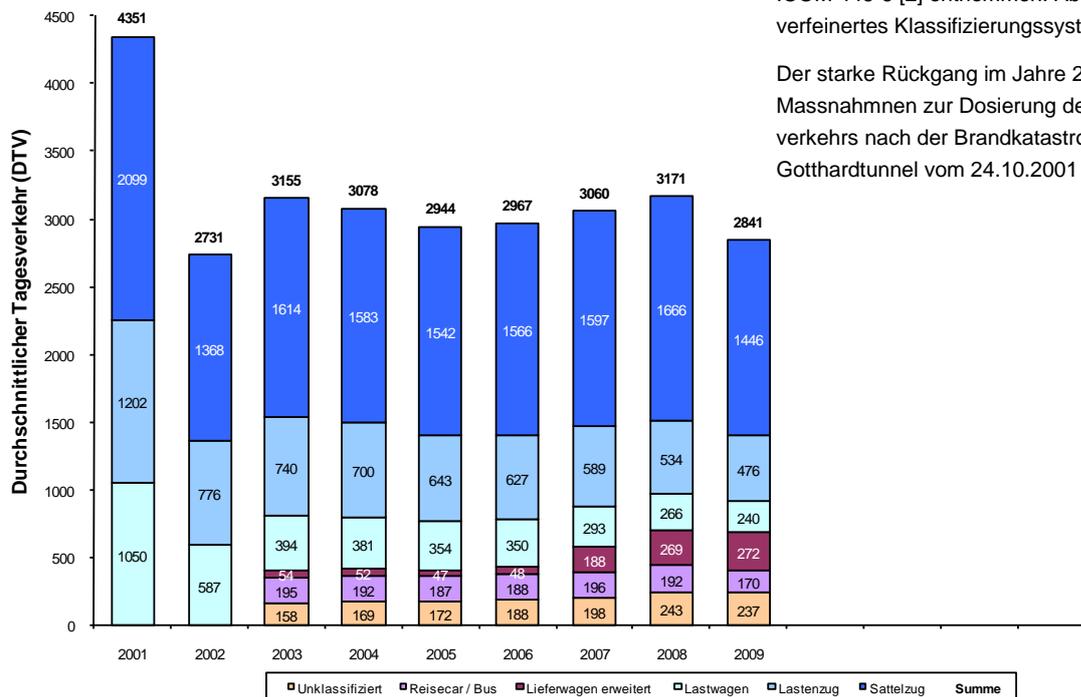


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

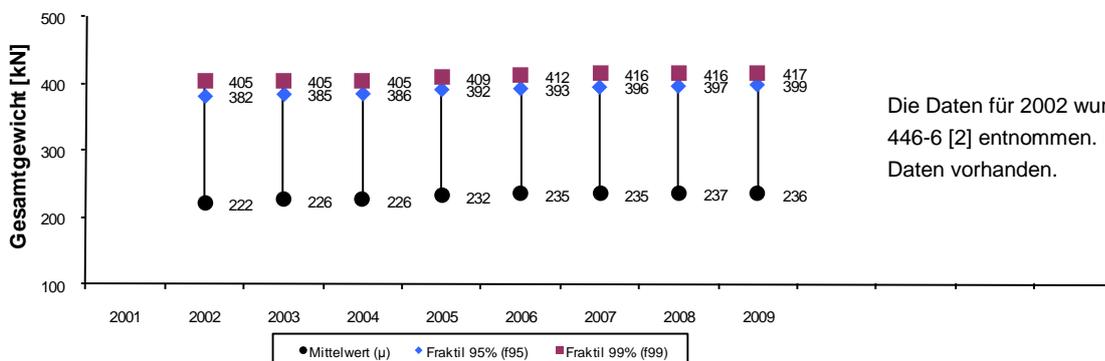
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

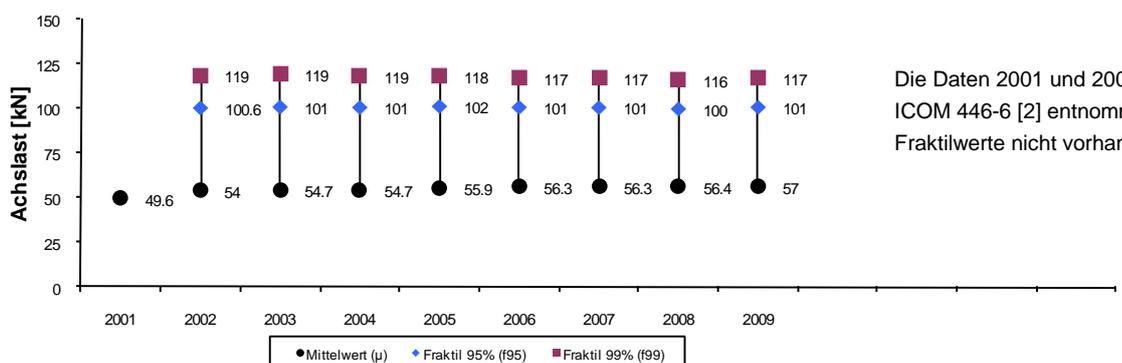
Der starke Rückgang im Jahre 2002 ist auf die Massnahmen zur Dosierung des Schwerververkehrs nach der Brandkatastrophe im Gotthardtunnel vom 24.10.2001 zurückzuführen.

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



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

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



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

7.5 Auswertung der Messdaten

7.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte α_{Qi} , α_{qi} und α_{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	62.3	62.3	108.0	121.0
Tandemachse	96.8	48.4	85.05	91.1
Tridemachse	154.1	51.3	78.1	83.1
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 62.3 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.4 kN und 51.3 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 (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 μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	17.1 kN/m	27.8 kN/m	33.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.8 kN/m ²	7.9 kN/m ²	9.5 kN/m ²
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	25'926	13	0.000	3'771	0	0.000	4	0
2	0.006	207'543	1'245	0.001	21'798	15	0.000	98	0
3	0.020	82'901	1'658	0.003	12'228	37	0.001	371	0
4	0.070	84'187	5'893	0.008	5'660	45	0.002	626	1
5	0.150	111'529	16'729	0.020	12'342	247	0.005	6'518	33
6	0.290	290'556	84'261	0.030	21'542	646	0.010	18'574	186
7	0.530	514'348	272'604	0.060	25'424	1'525	0.020	13'251	265
8	1.000	233'126	233'126	0.100	28'058	2'806	0.030	15'083	452
9	1.520	108'137	164'368	0.140	27'794	3'891	0.040	24'362	974
10	2.400	116'098	278'635	0.200	28'689	5'738	0.060	19'349	1'161
11	3.660	100'807	368'954	0.280	30'856	8'640	0.080	19'880	1'590
12	5.400	52'072	281'189	0.400	32'565	13'026	0.110	25'344	2'788
13	7.760	14'406	111'791	0.540	30'996	16'738	0.140	17'937	2'511
14	10.870	3'396	36'915	0.730	23'858	17'416	0.190	17'395	3'305
15	14.910	838	12'495	0.960	16'620	15'955	0.240	21'176	5'082
16	20.060	194	3'892	1.260	11'775	14'837	0.300	14'857	4'457
17	26.540	32	849	1.630	9'061	14'769	0.380	14'771	5'613
18	34.590	16	553	2.080	7'237	15'053	0.480	21'676	10'404
19	-	-	-	2.640	5'151	13'599	0.590	19'468	11'486
20	-	-	-	3.300	2'711	8'946	0.720	23'633	17'016
21	-	-	-	4.090	1'117	4'569	0.880	36'945	32'512
22	-	-	-	5.030	755	3'798	1.060	30'776	32'623
23	-	-	-	-	-	-	1.270	28'255	35'884
24	-	-	-	-	-	-	1.520	22'252	33'823
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'342	11'479
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'267	4'851
27	-	-	-	-	-	-	2.510	966	2'425
28	-	-	-	-	-	-	2.940	189	556
29	-	-	-	-	-	-	3.430	83	285
30	-	-	-	-	-	-	3.980	44	175
Summe		1'946'112	1'875'170		360'008	162'296		422'492	221'938

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'875'170 + 162'296 + 221'938 = 2'259'404 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'259'404 = 1'129'702 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'129'702 / 365 = 3'095 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2009 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 treten die meisten Fahrten mit 3'377 Fahrzeugen pro Tag auf; in den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs schwankt. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 50.9%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 4.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 7.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 7.4.1b und 7.4.1c) variieren übers Jahr hinweg nur leicht – im August ist hingegen ein deutlicher Rückgang der Mittelwerte erkennbar.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten pro Tag durchschnittlich 2'841 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'171 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 7.4.2a). Dies entspricht einer Abnahme von 10.4%. Einzig die Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ nahm zu, um 1.1%.

Das mittlere Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge sowie die Fraktilwerte verändern sich nur sehr geringfügig gegenüber dem Vorjahr (s. Diagramm 7.4.2b).

Die mittlere Achslast bleibt gegenüber dem Vorjahr konstant; da im Gegensatz dazu das Verkehrsaufkommen stark abnimmt, nimmt auch die Belastung des Strassenbelags ab (s. Abs. 7.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast geht von 3'288 ESAL auf 3'095 ESAL zurück (-5.9%), ist jedoch weiterhin der Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Siebenjährige 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 2'841 Fahrzeuge pro Tag abgenommen, dies entspricht einem Verkehrsrückgang von 10%. Die tiefsten Werte traten 2009 (2'841 Fahrzeuge) und 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 sieben Jahre konstant. Die Anteile von „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nehmen kontinuierlich ab – von 12.5% auf 8.4% respektive 23.5% auf 16.8%; demgegenüber fahren „Lieferwagen erweitert“ deutlich häufiger: der Anteil am Schwerverkehr beträgt 2003 1.7%, 2009 bereits 9.6%. 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 2009 kontinuierlich um insgesamt 4.4% an. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte steigen mit 3.6% und 2.9% etwas weniger stark an. Der Anteil der Fahrzeuge über 40 t Gesamtgewicht steigt von 1.4% (2003) auf 4.5% (2009).

Die mittlere Achslast nimmt zwischen 2003 und 2009 kontinuierlich um insgesamt 4.2% zu. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte bleiben hingegen konstant.

8 St Maurice (A9)

8.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2009 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

8.2 Übersicht Messresultate

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

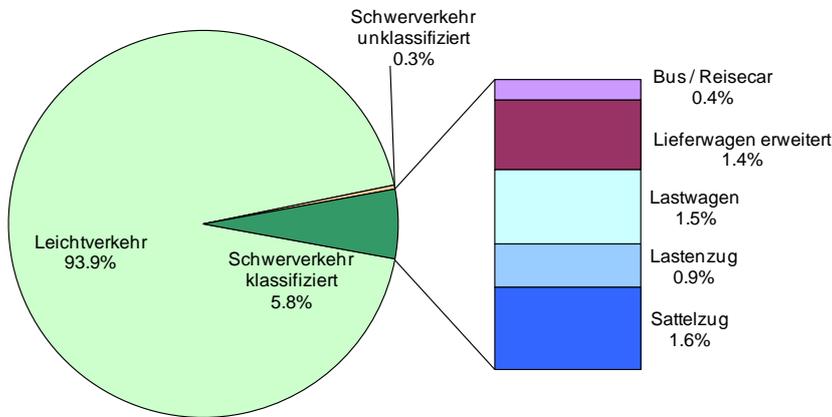
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle St.Maurice (A9) im Verlaufe des Jahres 2009 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 dargestellt.

St-Maurice (A9) 2009	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 362)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	11'152'496	30'808	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'470'569	28'924	93.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	681'927	1'884	6.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	37'751	104	0.3	5.5
01 Bus / Reiseкар	45'514	126	0.4	6.7
02 Motorrad	130	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	35'961	99	0.3	5.3
04 Personenwagen mit Anh.	9'289	26	0.1	1.4
05 Lieferwagen	67'079	185	0.6	9.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	26'186	72	0.2	3.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	16'602	46	0.1	2.4
08 Lastwagen	164'123	453	1.5	24.1
09 Lastenzug	96'594	267	0.9	14.2
10 Sattelzug	182'698	505	1.6	26.8
Total	681'927	1'884	6.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	181'689	502	1.6	26.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	222'535	615	2.0	32.6
Fahrzeuge 18 - 28t	147'003	406	1.3	21.6
Fahrzeuge 28 - 40t	88'068	243	0.8	12.9
Fahrzeuge >40t	42'632	118	0.4	6.3
Total	681'927	1'884	6.1	100.0

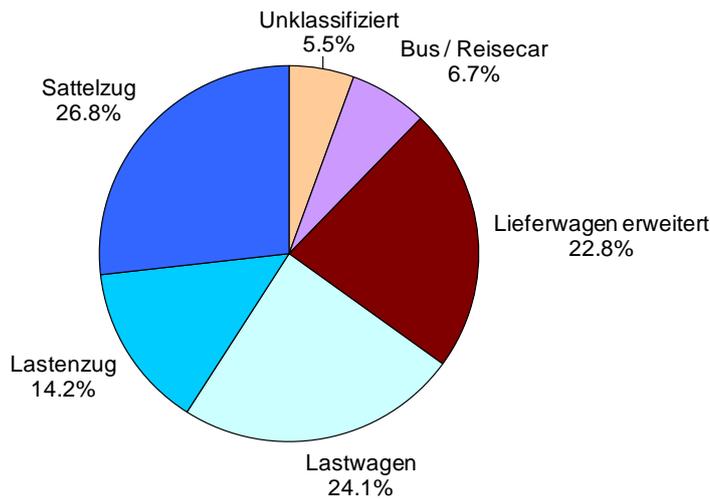
Tabelle 8: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle St-Maurice

8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

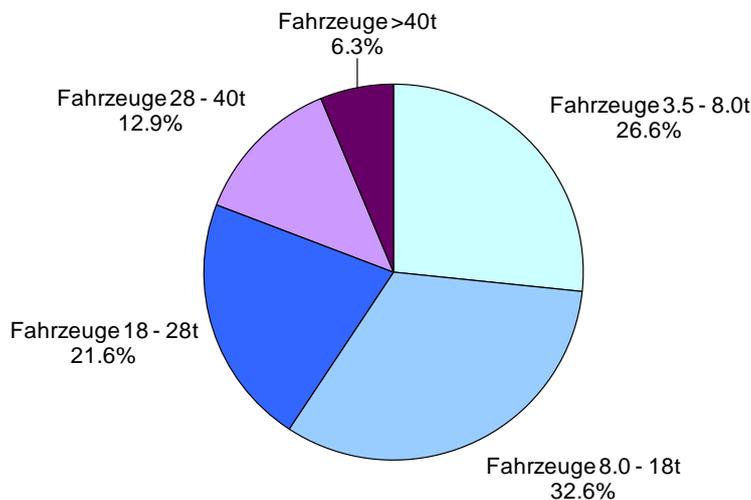
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



8.3 Messdiagramme

8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle St. Maurice (A9) 2009 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

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

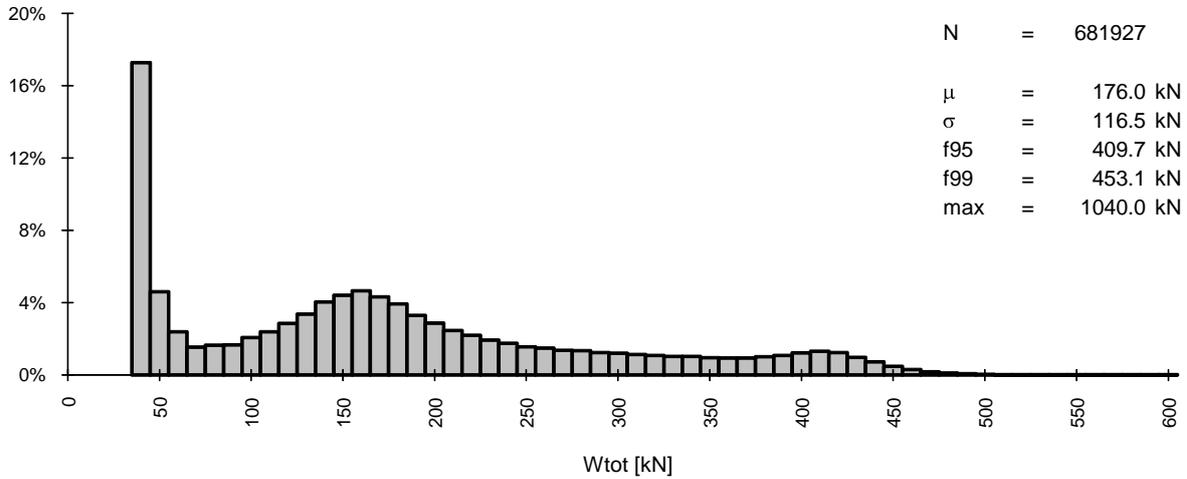
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

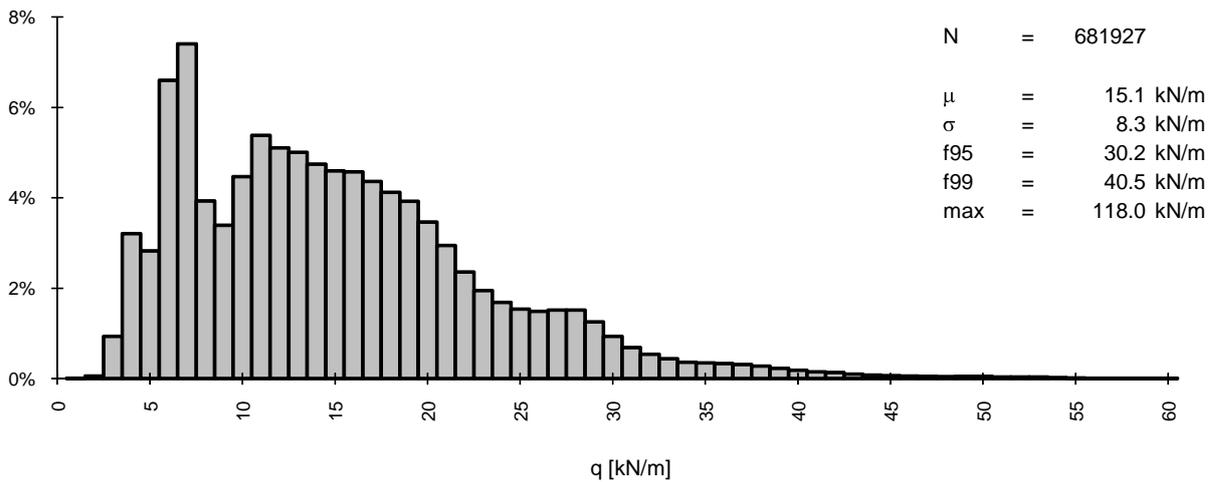
2009 St-Maurice

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



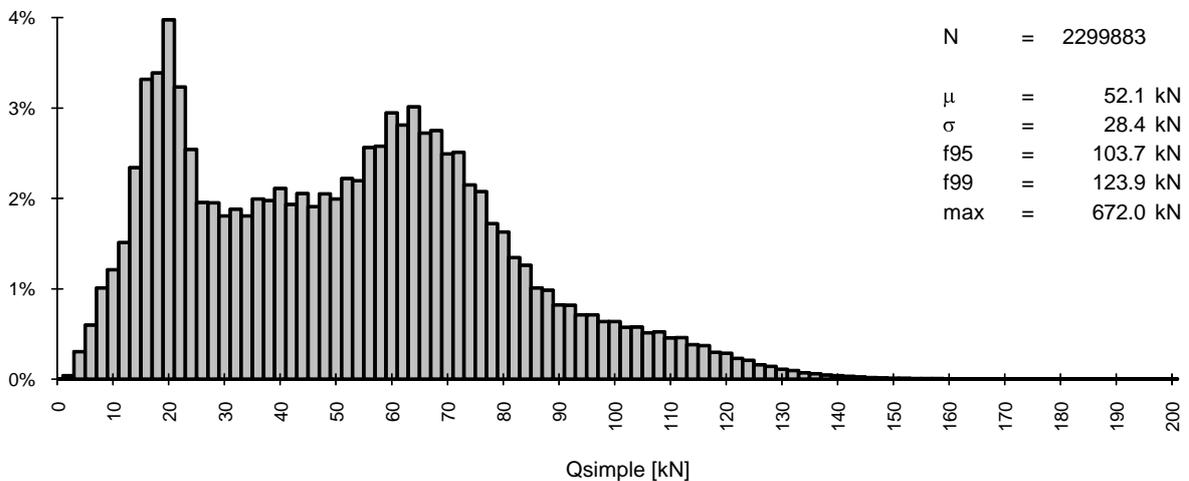
2009 St-Maurice

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



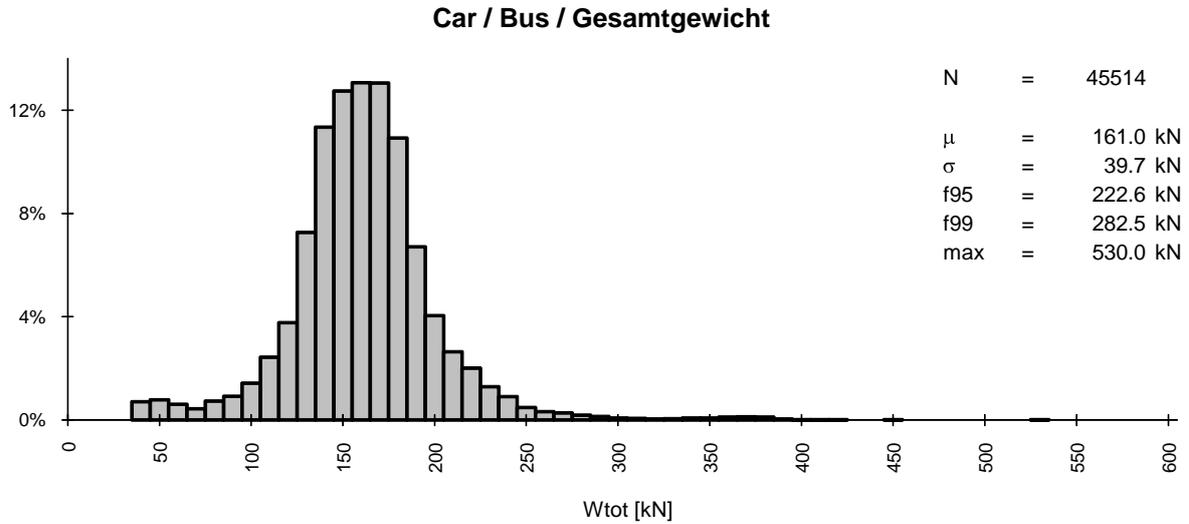
2009 St-Maurice

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

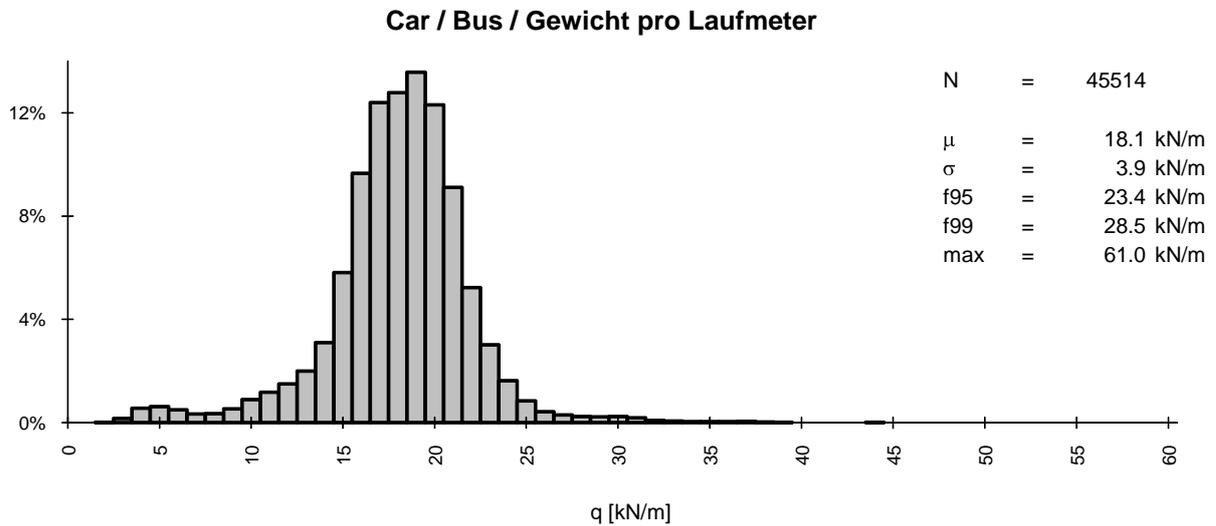


8.3.3 Reise cars und Busse (CB)

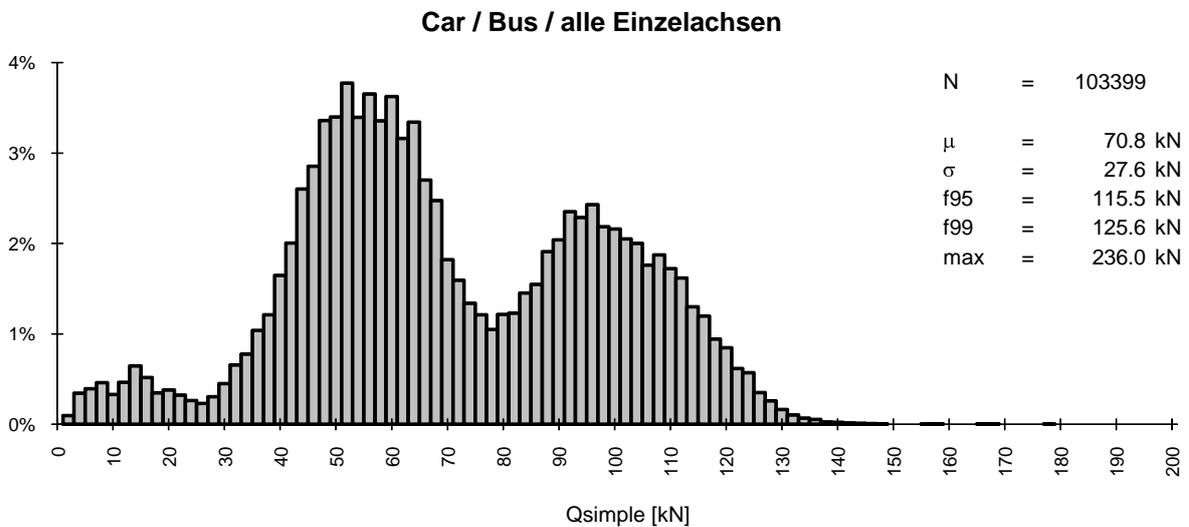
2009 St-Maurice



2009 St-Maurice



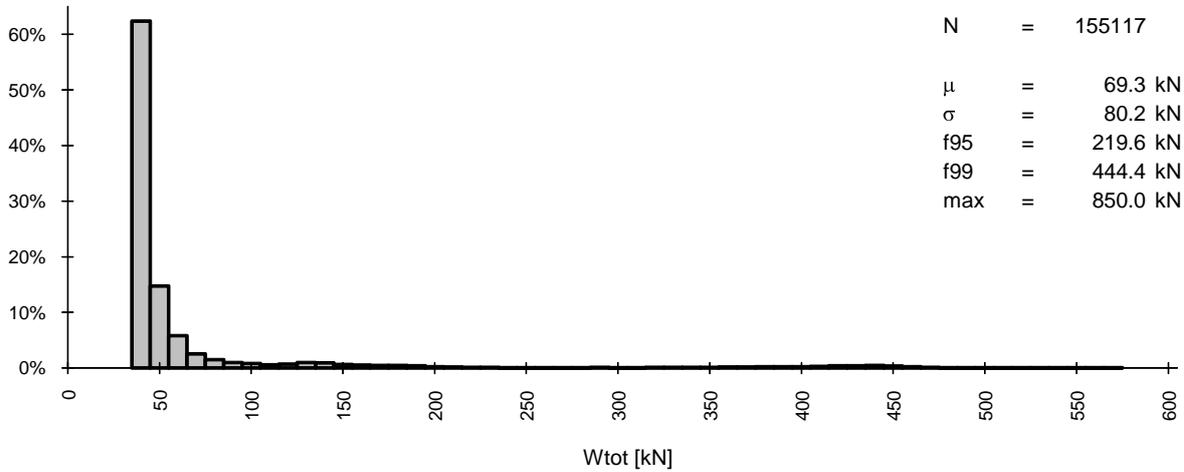
2009 St-Maurice



8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

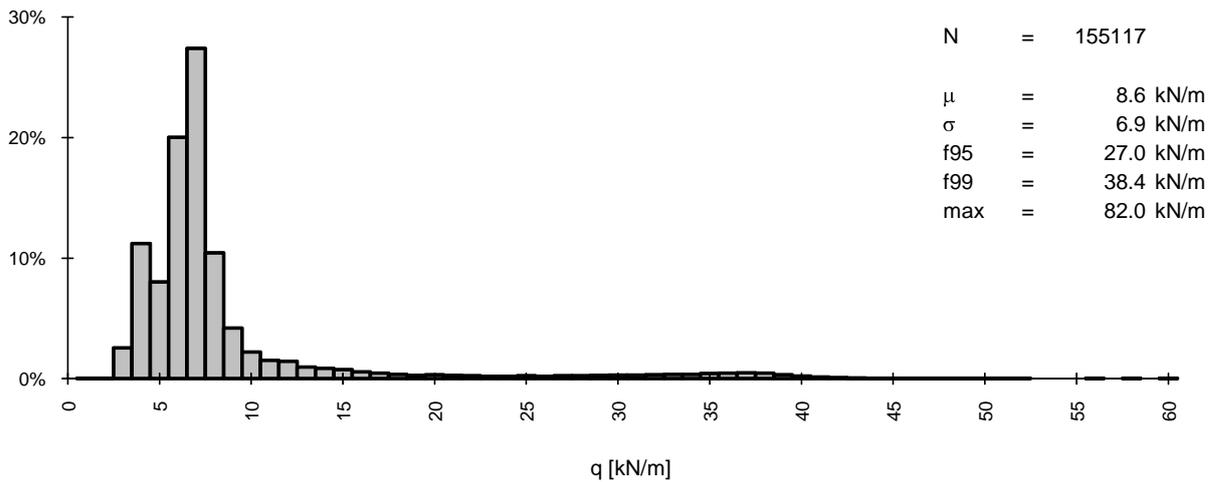
2009 St-Maurice

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



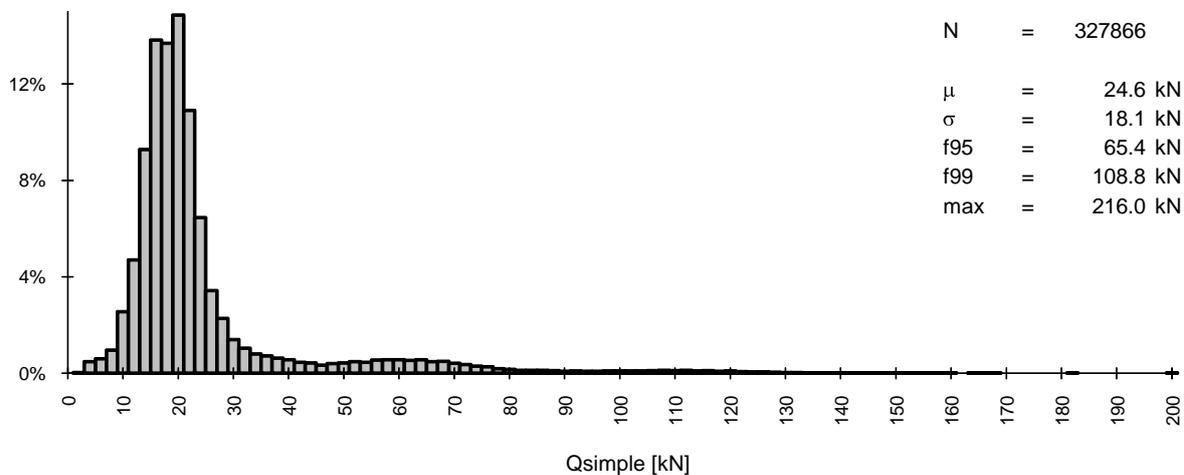
2009 St-Maurice

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2009 St-Maurice

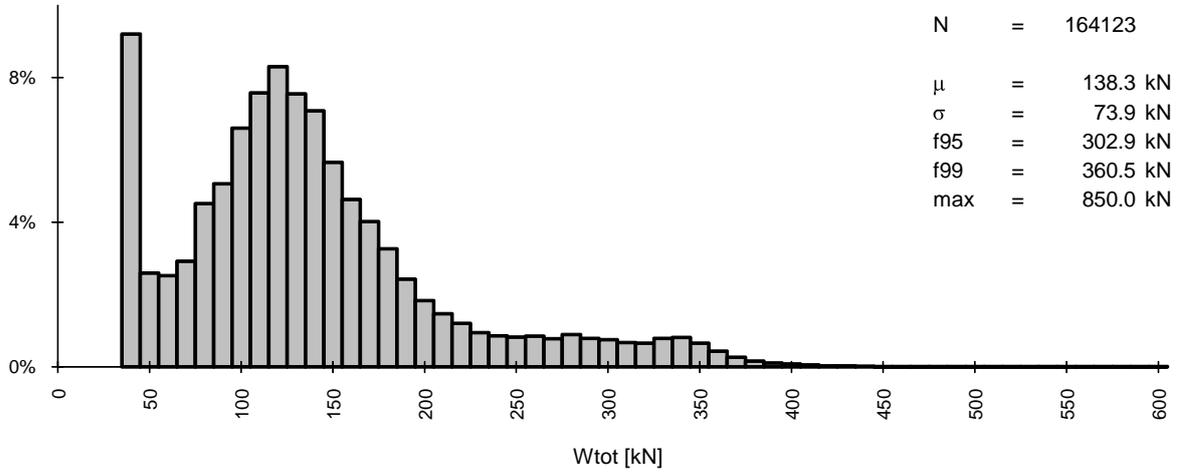
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.3.5 Lastwagen (LW)

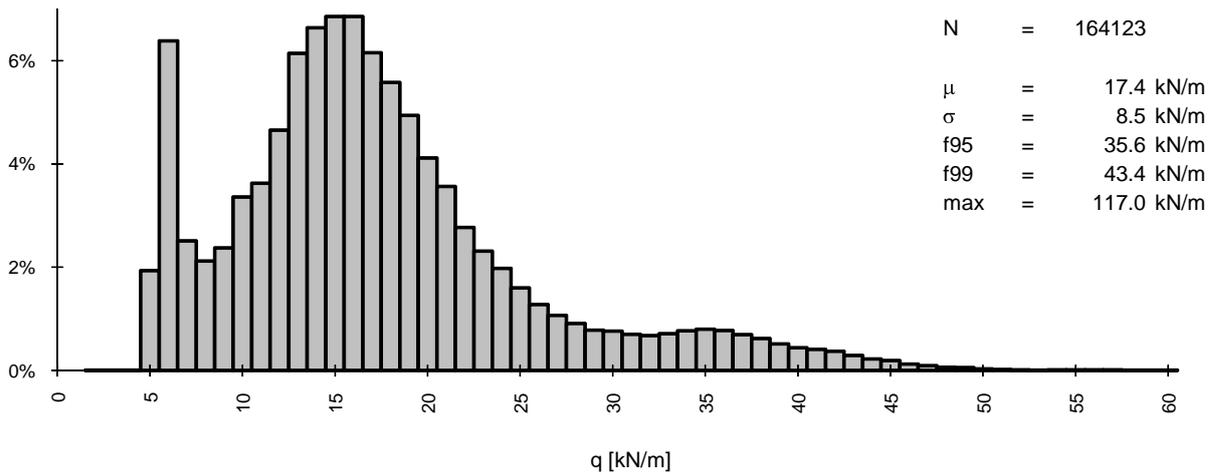
2009 St-Maurice

Lastwagen / Gesamtgewicht



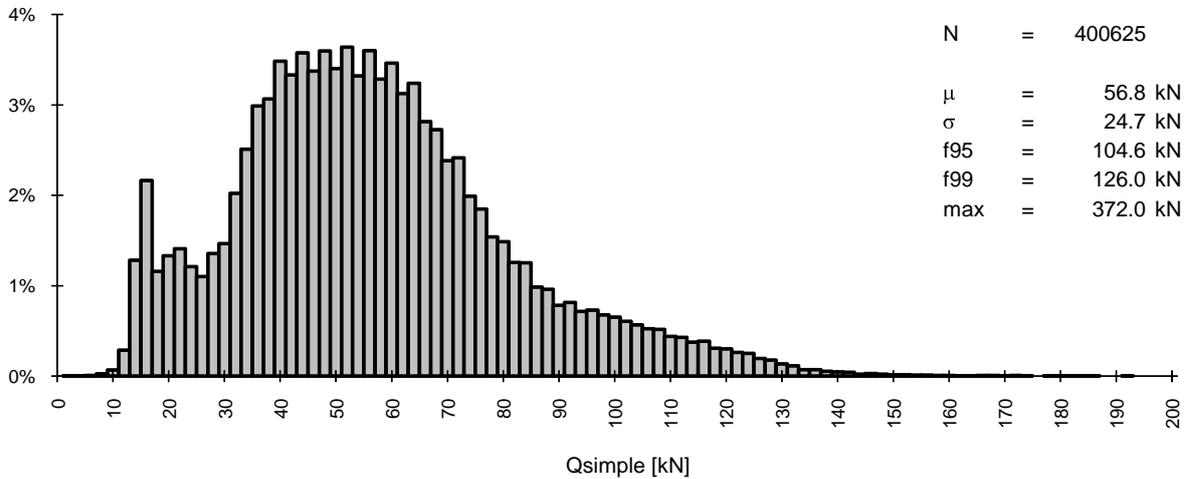
2009 St-Maurice

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2009 St-Maurice

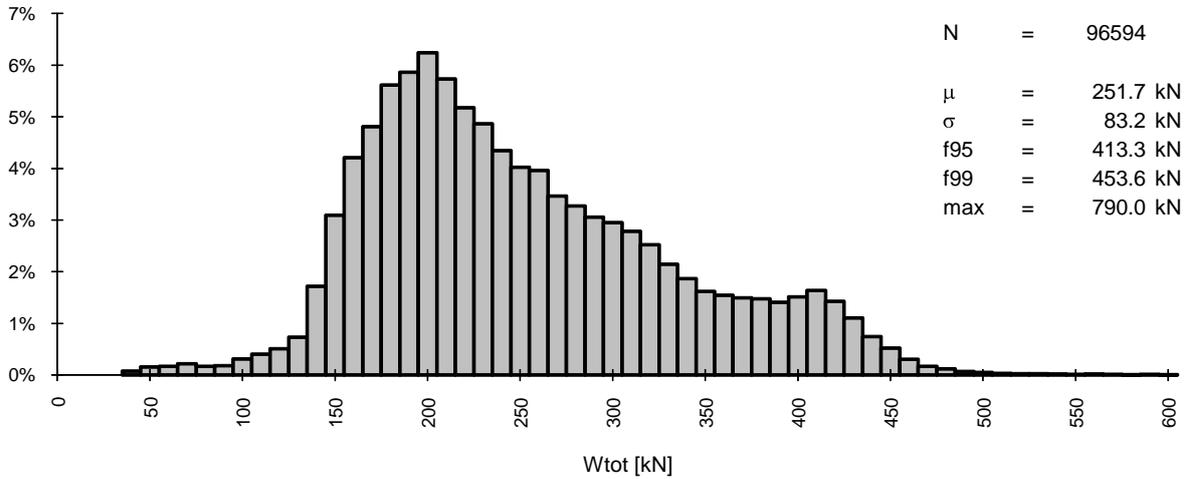
Lastwagen / alle Einzelachsen



8.3.6 Lastenzüge (LZ)

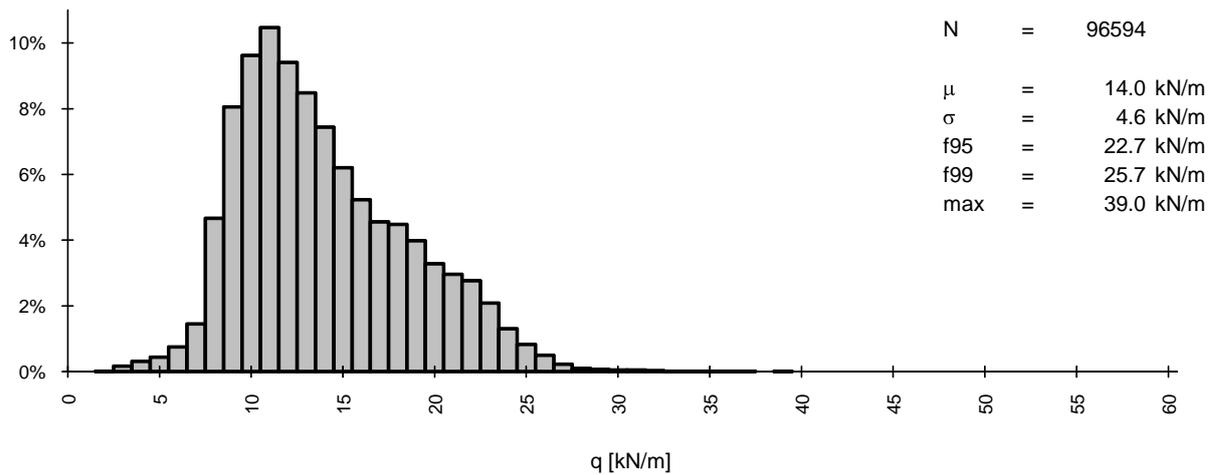
2009 St-Maurice

Lastenzug / Gesamtgewicht



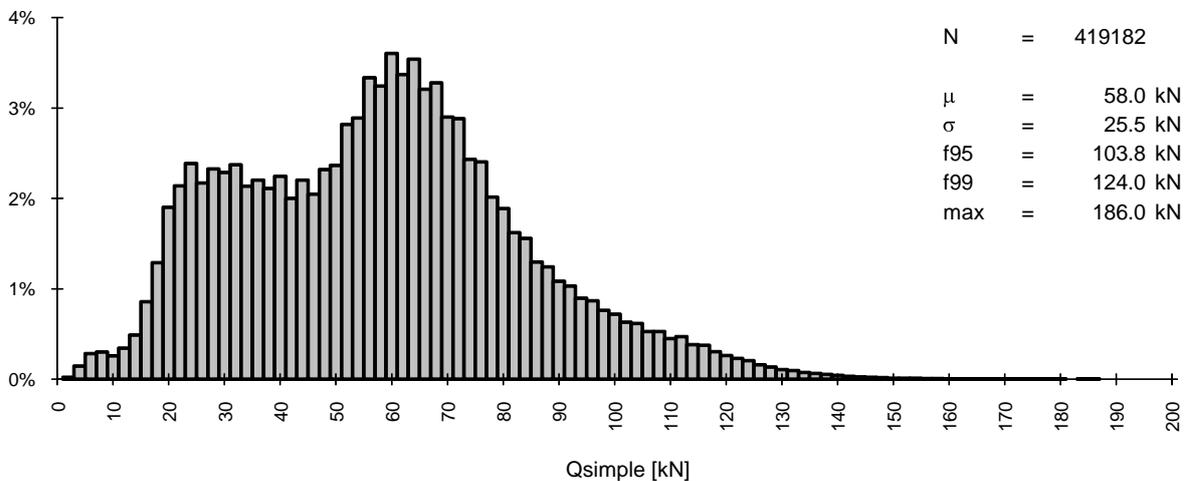
2009 St-Maurice

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2009 St-Maurice

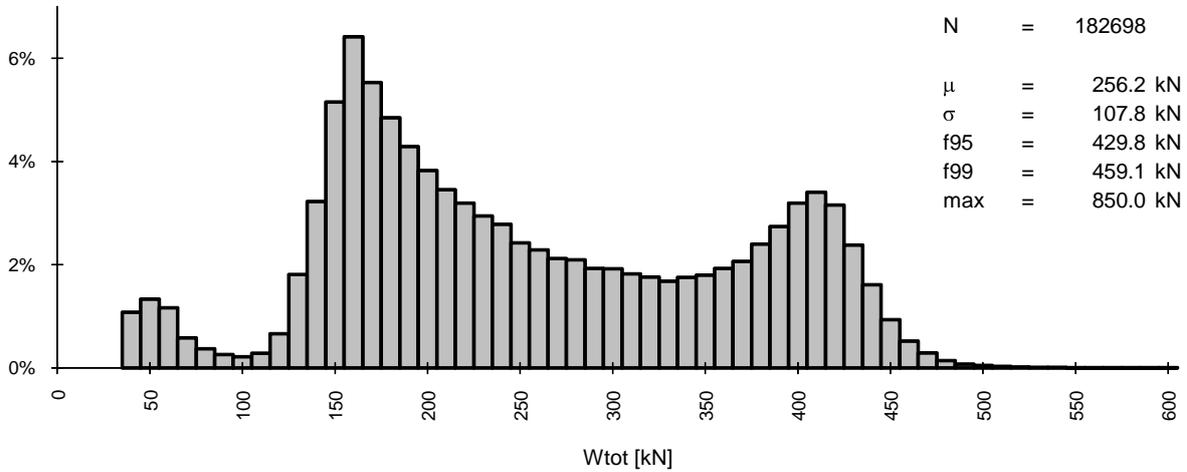
Lastenzug / alle Einzelachsen



8.3.7 Sattelzüge (SZ)

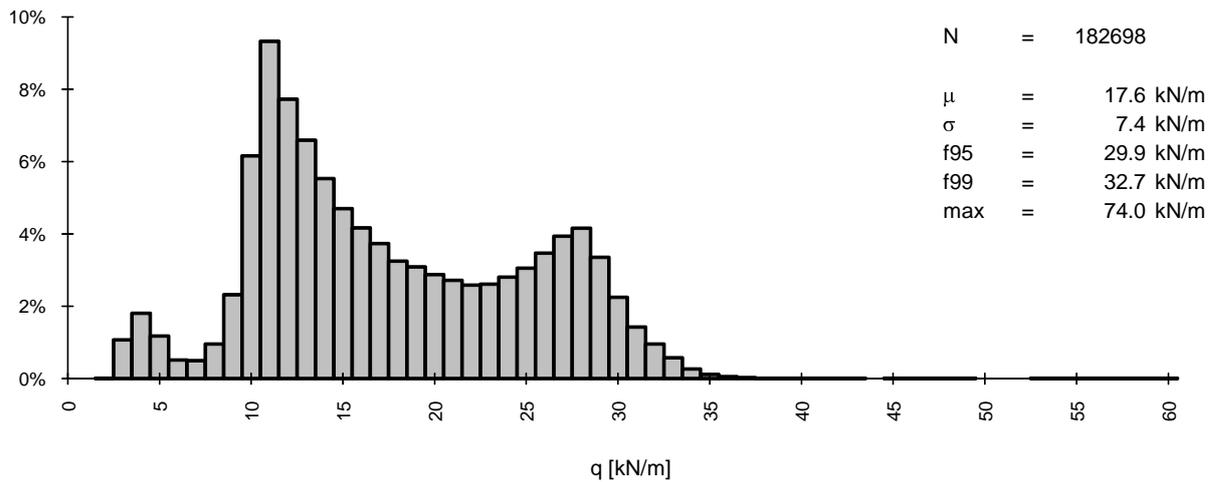
2009 St-Maurice

Sattelzug / Gesamtgewicht



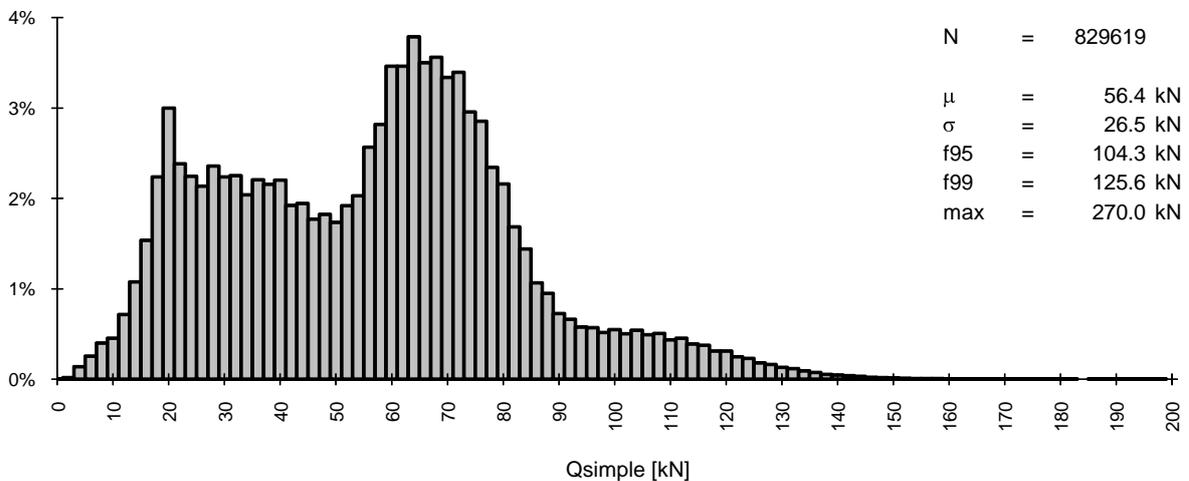
2009 St-Maurice

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2009 St-Maurice

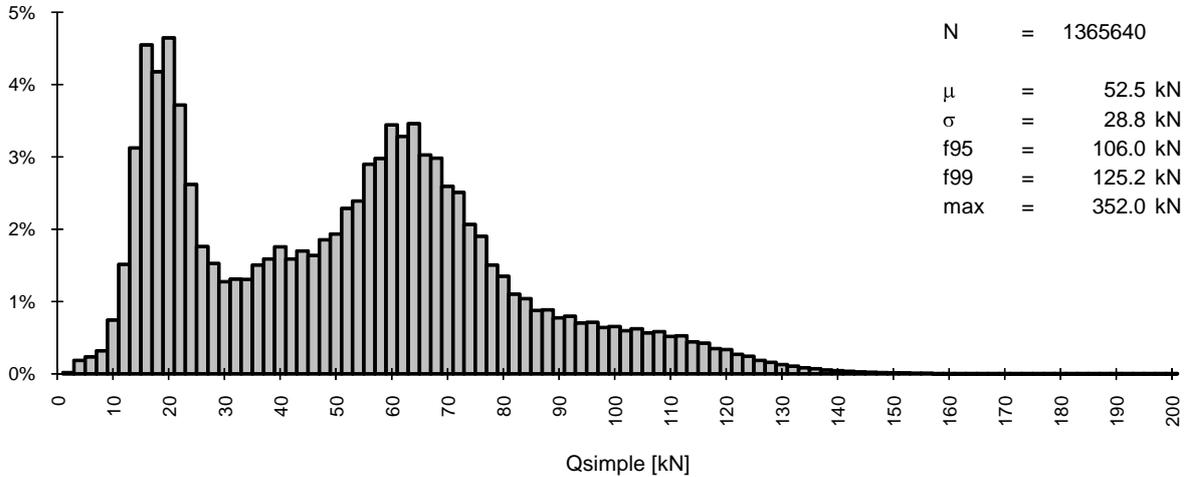
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

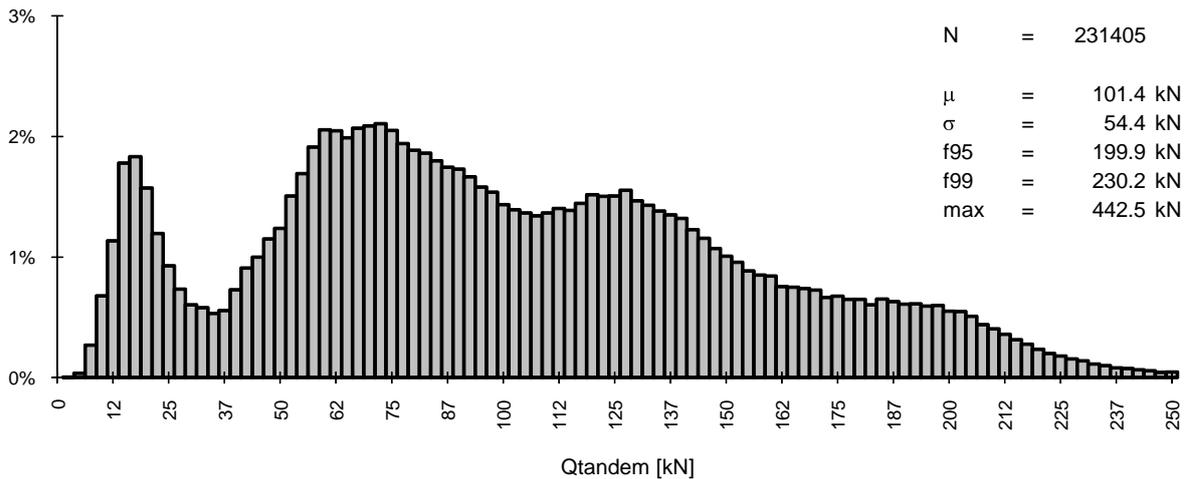
2009 St-Maurice

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



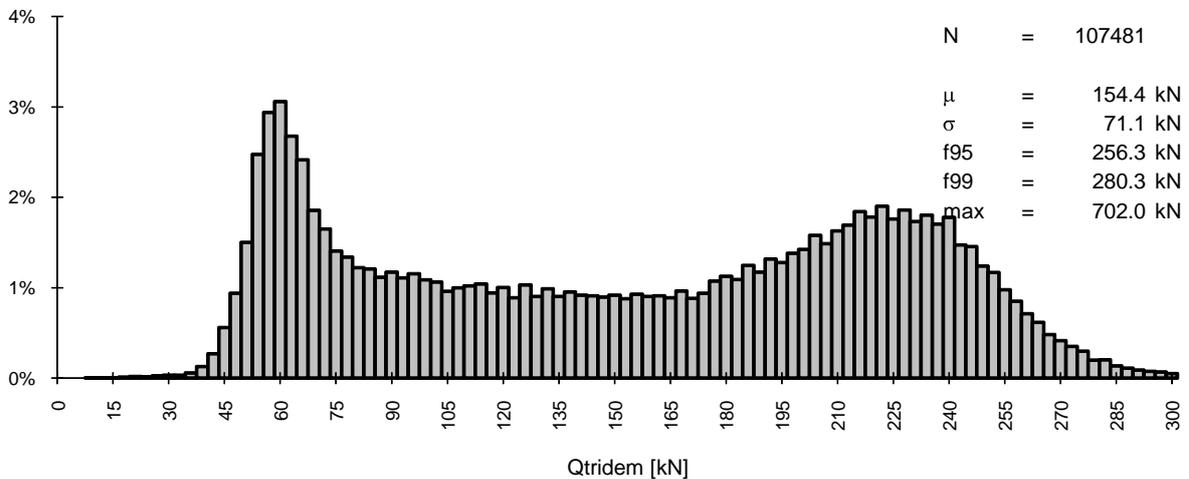
2009 St-Maurice

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2009 St-Maurice

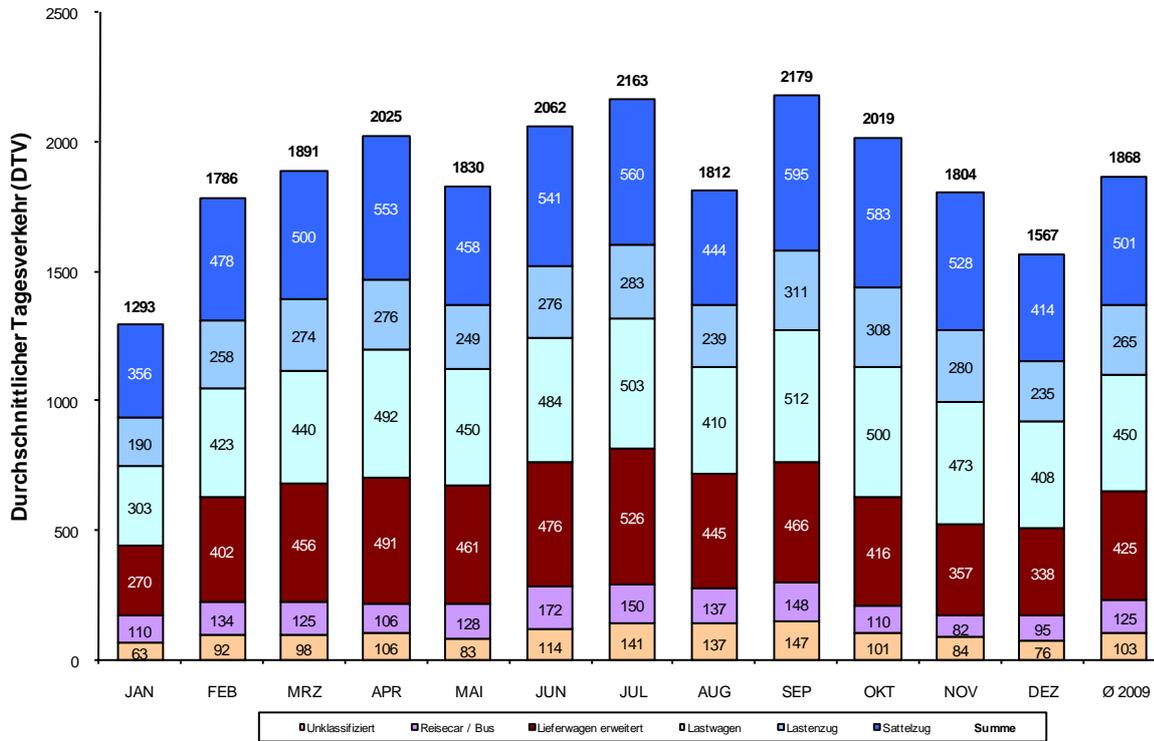
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



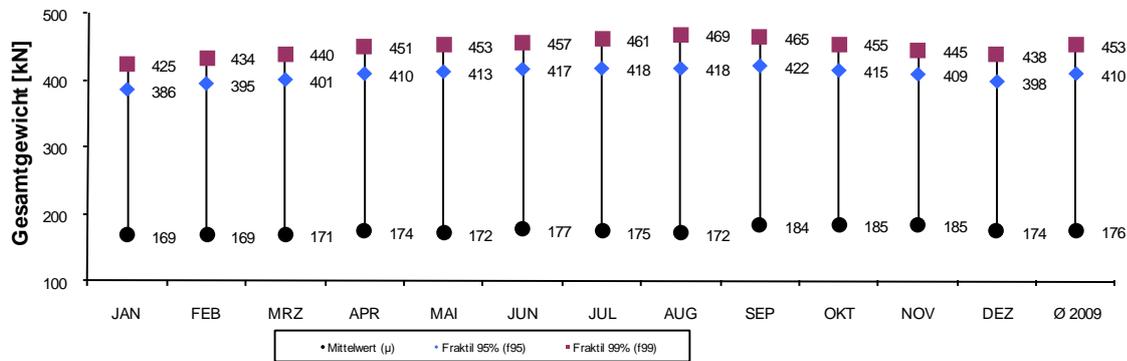
8.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

8.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

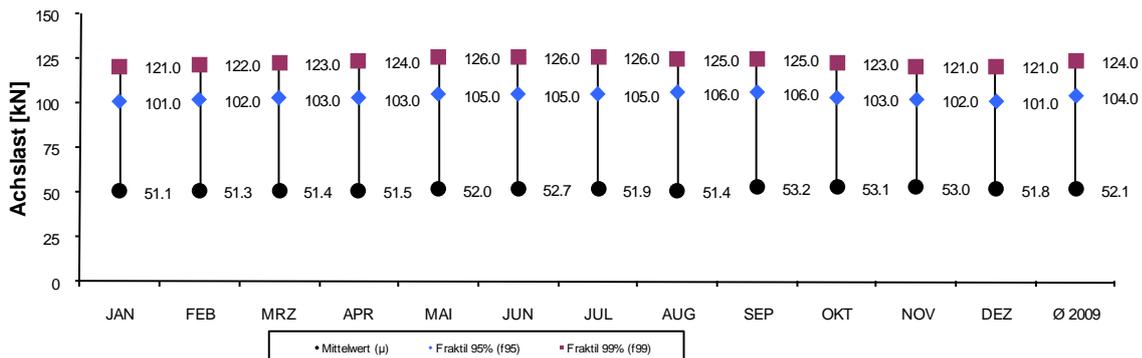
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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

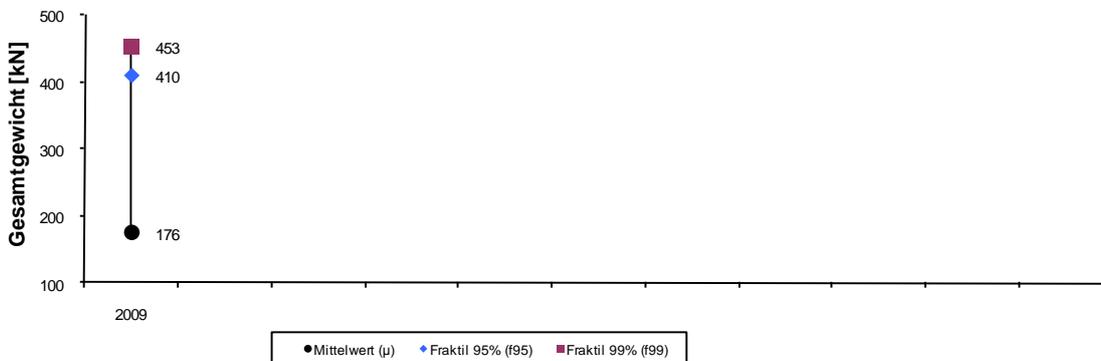


8.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

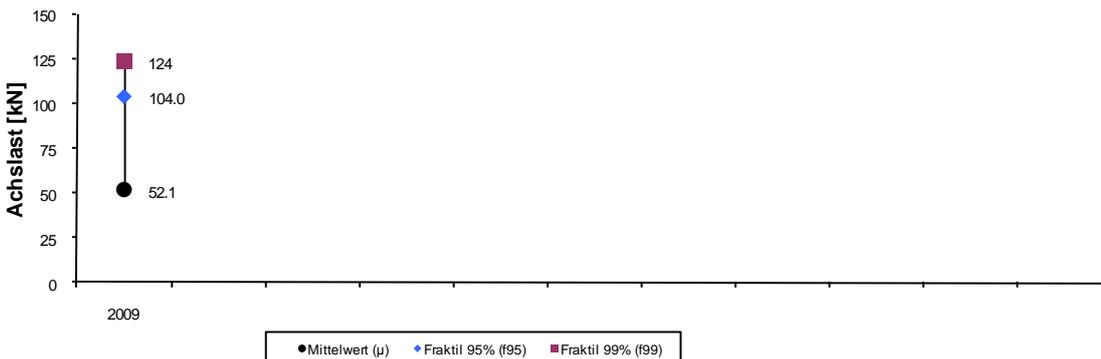
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



8.5 Auswertung der Messdaten

8.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	52.5	52.5	106	125.2
Tandemachse	101.4	50.7	99.9	115.1
Tridemachse	154.4	51.4	85.4	93.4
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 52.5 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.7 kN, respektive 51.4 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 unter dem Wert von $Q_{k1} = 150$ kN.

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	15.1 kN/m	30.2 kN/m	40.5 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.31 kN/m ²	8.63 kN/m ²	11.57 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

8.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	20'474	10	0.000	2'269	0	0.000	2	0
2	0.006	246'059	1'476	0.001	14'615	10	0.000	19	0
3	0.020	148'956	2'979	0.003	8'003	24	0.001	93	0
4	0.070	101'986	7'139	0.008	5'536	44	0.002	233	0
5	0.150	119'071	17'861	0.020	9'945	199	0.005	1'899	9
6	0.290	191'228	55'456	0.030	16'581	497	0.010	10'726	107
7	0.530	209'636	111'107	0.060	18'961	1'138	0.020	7'470	149
8	1.000	127'568	127'568	0.100	18'471	1'847	0.030	4'725	142
9	1.520	63'969	97'233	0.140	16'512	2'312	0.040	5'069	203
10	2.400	47'969	115'126	0.200	14'387	2'877	0.060	3'600	216
11	3.660	39'545	144'735	0.280	12'644	3'540	0.080	3'246	260
12	5.400	28'458	153'673	0.400	13'308	5'323	0.110	4'307	474
13	7.760	13'504	104'791	0.540	13'955	7'536	0.140	3'032	424
14	10.870	4'896	53'220	0.730	12'681	9'257	0.190	3'058	581
15	14.910	1'542	22'991	0.960	10'322	9'909	0.240	3'916	940
16	20.060	546	10'953	1.260	8'183	10'311	0.300	2'915	875
17	26.540	142	3'769	1.630	6'866	11'192	0.380	2'967	1'127
18	34.590	80	2'767	2.080	6'097	12'682	0.480	4'322	2'075
19	-	-	-	2.640	5'766	15'222	0.590	3'771	2'225
20	-	-	-	3.300	5'445	17'969	0.720	4'279	3'081
21	-	-	-	4.090	4'389	17'951	0.880	6'577	5'788
22	-	-	-	5.030	5'615	28'243	1.060	5'714	6'057
23	-	-	-	-	-	-	1.270	5'934	7'536
24	-	-	-	-	-	-	1.520	7'541	11'462
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'480	8'109
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'222	6'895
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'390	5'999
28	-	-	-	-	-	-	2.940	910	2'675
29	-	-	-	-	-	-	3.430	477	1'636
30	-	-	-	-	-	-	3.980	302	1'202
Summe		1'365'629	1'032'853		230'551	158'084		107'196	70'248

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'032'853 + 158'084 + 70'248 = 1'261'185 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'261'185 = 567'533 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 567'533 / 362 = 1'568 \text{ ESAL}$$

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

8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Zählstelle St. Maurice (A9) wurde im Jahr 2009 neu eingeführt, daher können die Daten nicht mit den Vorjahresdaten verglichen werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 8.4.1a). Im September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 2'179 Fahrzeugen pro Tag. Im Januar und Dezember sowie im August ist ein deutlicher Rückgang feststellbar.

Die Kategorie „Sattelzug“ kommt mit 26,8% am häufigsten vor. Der Anteil an Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 40 to ist mit 6.3% überdurchschnittlich hoch.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge sind in der ersten Jahreshälfte jeweils etwas tiefer als in der zweiten Jahreshälfte, insbesondere die Monate September bis Dezember weisen überdurchschnittlich hohe Werte auf (s. Diagramme 8.4.1b und 8.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten pro Tag durchschnittlich 1'868 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle (s. Diagramm 8.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 8.4.2b) beträgt 176 kN. Die Fraktilwerte f95 und f99 liegen bei 410 kN und 453 kN.

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 8.4.2c) beträgt 52.1 kN. Diese Fraktilwerte f95 und f99 betragen 104 kN und 124 kN.

Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt 1'568 ESAL und wird damit der Verkehrsklasse T5 zugeordnet.

Siebenjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Daten sind erst ab 2009 vorhanden.

9 Trübbach (A13)

9.1 Vorhandene Messdaten

Die Sensoren an der Zählstation Trübbach waren während des ganzen Jahres 2009 defekt und zeichneter deshalb keine brauchbaren Daten auf.

10 Vergleich aller Zählerstandorte

10.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der acht WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2009 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV am Zählerstandort.

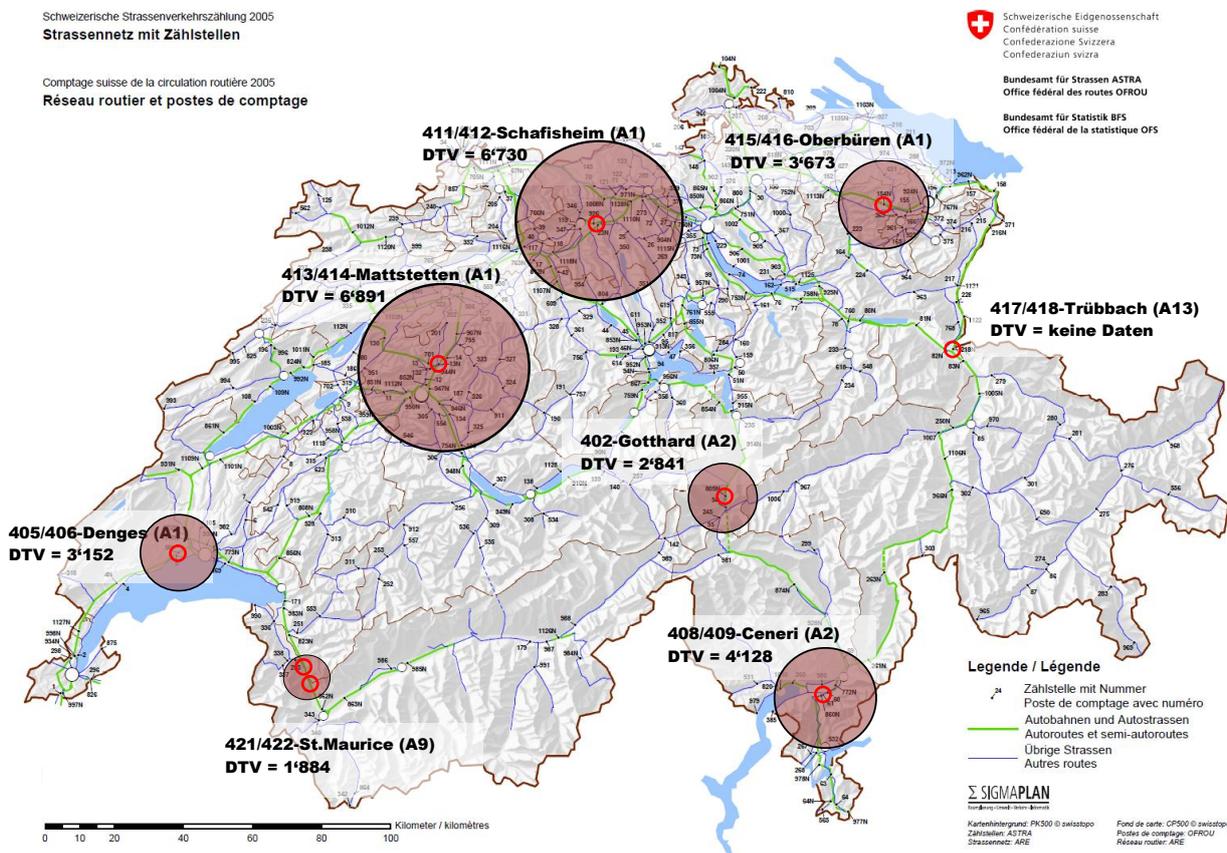


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

DTV	Denges	Mattstetten	Oberbüren	Schafisheim	Ceneri	Gotthard	Trübbach	St.Maurice
Gesamtverkehr	82'355	76'546	51'889	71'350	43'790	16'823	-	30'808
Schwerverkehr	3'152	6'891	3'673	6'730	4'128	2'841	-	1'884
% Schwerverkehr	3.8	9.0	7.1	9.4	9.4	16.9	-	6.1

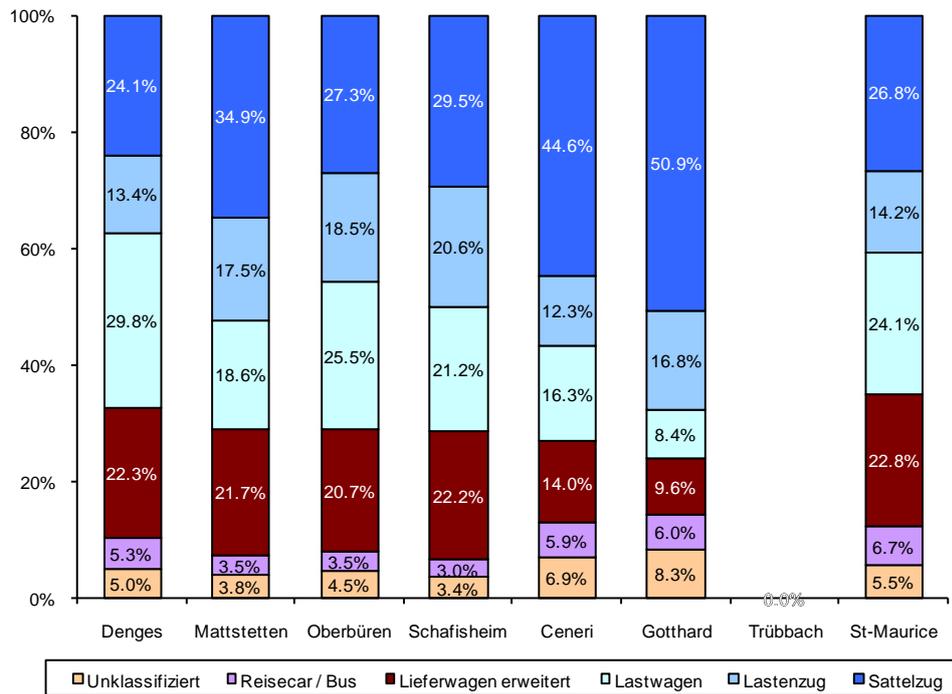
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 6'891 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen in St.Maurice (A9) mit 1'884 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2 und A1, an den Standorten Gotthard (16.9%), Schafisheim und Ceneri mit je 9.4%, gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (3.8%).

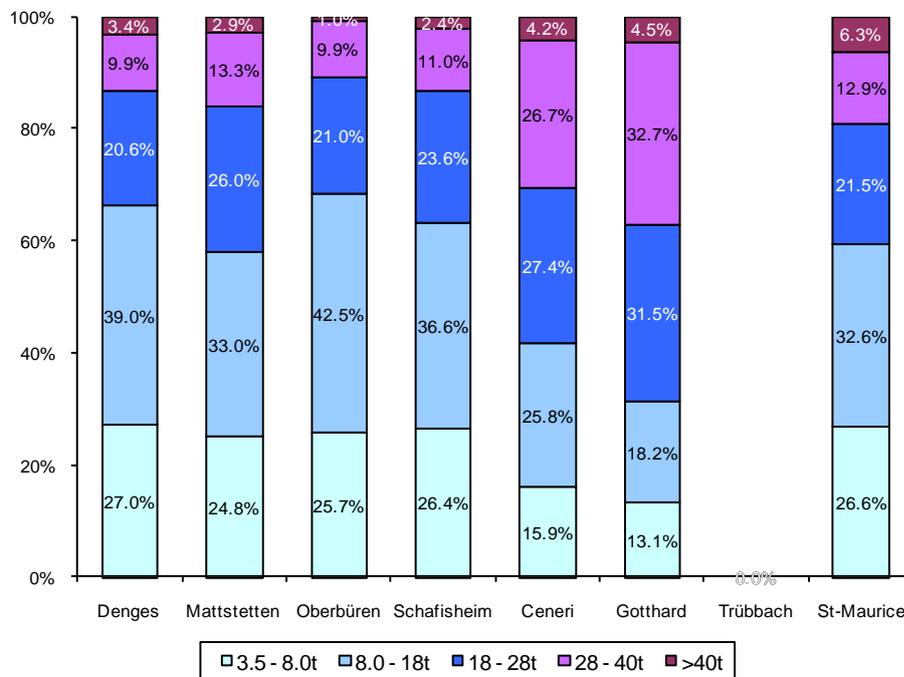
Die Diagramme der folgenden Abschnitte zeigen Vergleichswerte der sieben Zählerstandorte bezüglich Zusammensetzung des Schwerverkehrs (Abs. 10.2), Gesamtgewicht und mittlere Achslast (Abs. 10.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 10.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 10.5).

10.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs

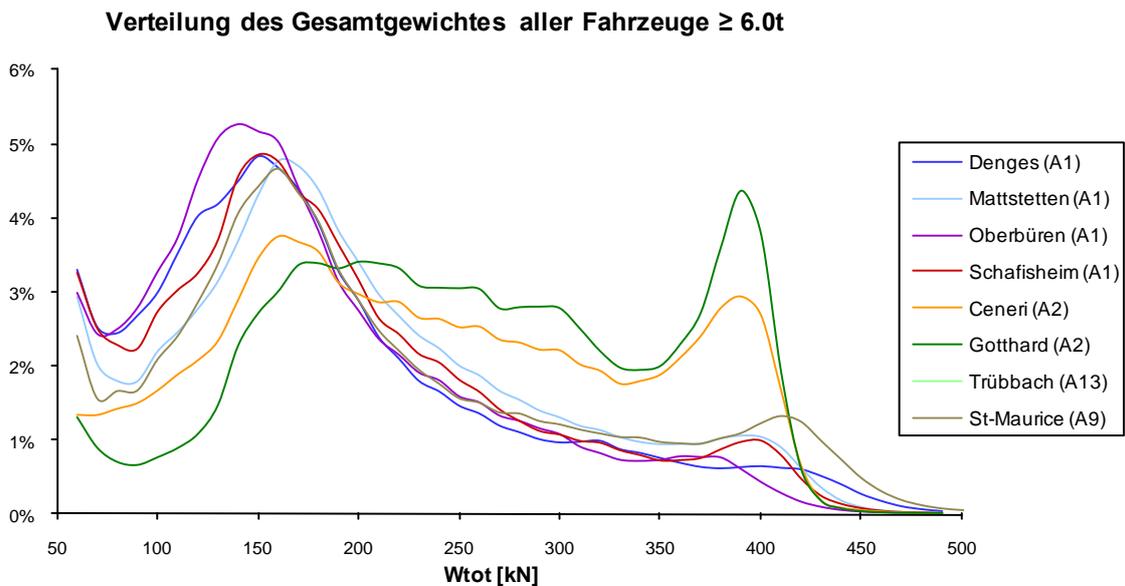
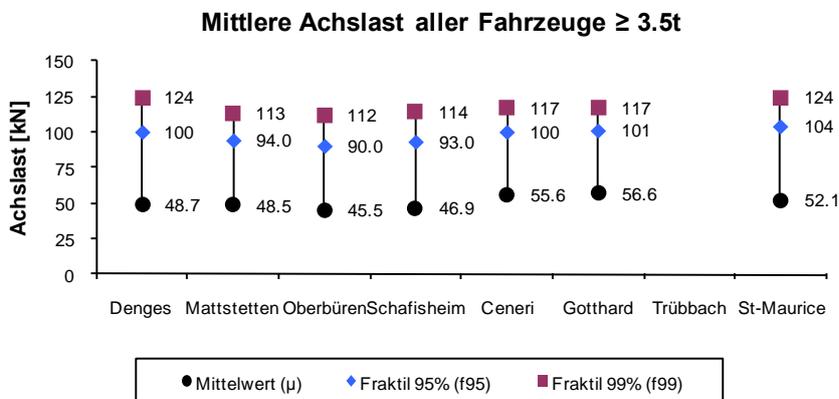
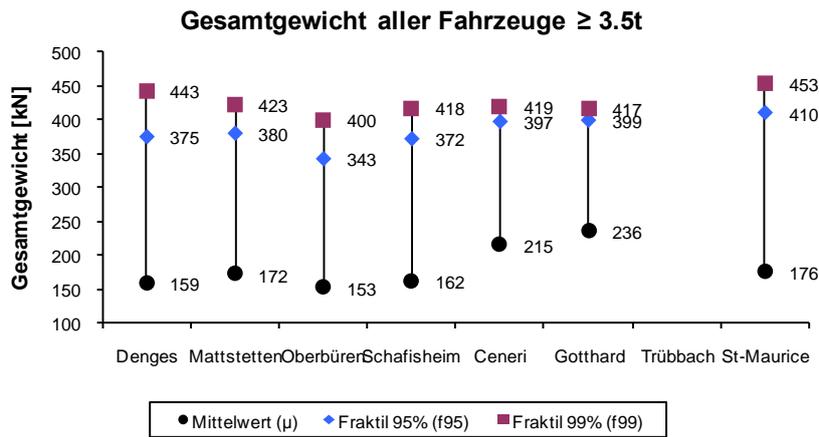
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



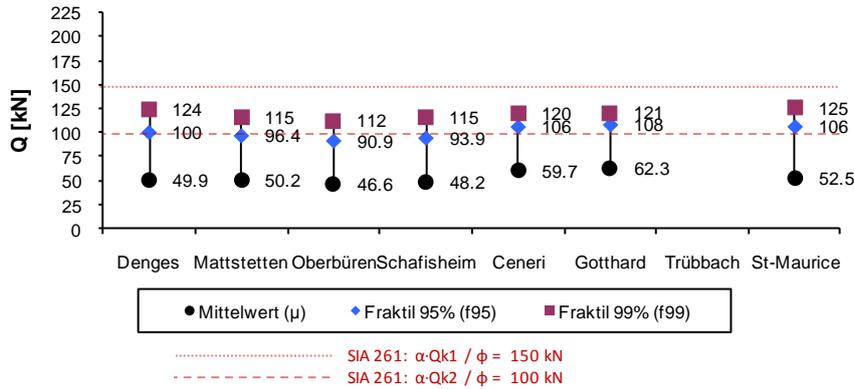
10.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast



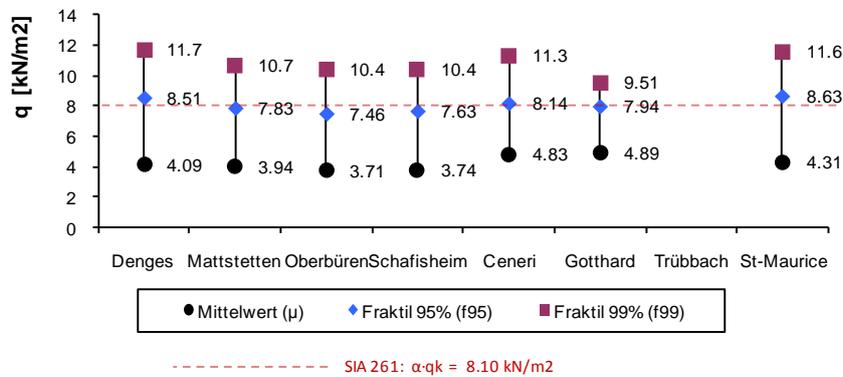
Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

10.4 Vergleich mit Normlasten

a) konzentrierte Lasten

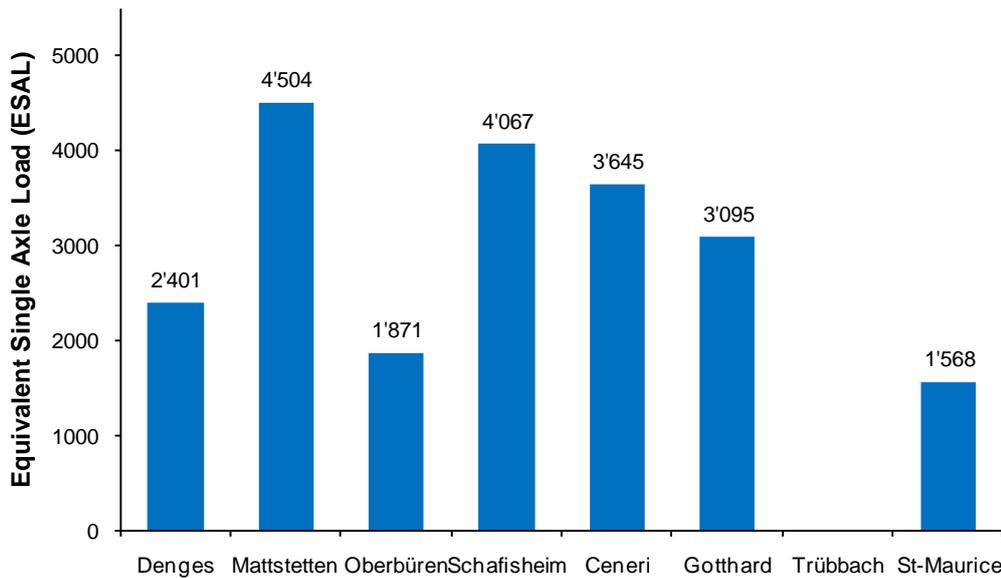


b) gleichmässig verteilte Lasten



10.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



11 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2009 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2009 variiert zwischen 1'868 (St. Maurice, A9) und 6'891 (Mattstetten, A1) Fahrzeugen pro Tag. Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthard (16.9%) und Ceneri (9.4%), und auf der A1, am Standort Schafisheim (9.4%), gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Denges, Mattstetten, Oberbüren und Schafisheim) und auf der A9 (St-Maurice) 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. St-Maurice hat den grössten Anteil an Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von über 40t.
- Die gemessenen Verkehrslasten werden anhand der Fraktilwerte (f_{95} / f_{99}) mit den deterministischen Modellen der Norm SIA 261 verglichen. Die charakteristischen Werte der Norm (konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten) werden nur von einem kleinen Bruchteil (weniger als 5%) der gemessenen Verkehrslasten überschritten. Die Reserven gegenüber den Bemessungswerten (Lastbeiwert $\gamma_q = 1.5$) sind nach wie vor ausreichend.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge werden anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt. Die Belastung bei den Zählerstandorten Denges, Oberbüren und St-Maurice 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 0.6% in Mattstetten bis 6.6% in Denges feststellbar. Insgesamt nimmt das mittlere Gesamtgewicht aller Stationen und gemessener Fahrzeuge im Vergleich zum Vorjahr um 0.1%, die mittlere Achslast um 0.4% zu. Die Schwerverkehrsentwicklung der Station St-Maurice wurde erstmals einbezogen.
- Für den Siebenjahresvergleich können nur die Stationen Denges, Mattstetten, Oberbüren, Ceneri und Gotthard einbezogen werden. Die Stationen Schafisheim (Aufzeichnungsbeginn 2006), Trüebbach (Datenlücke für 2008/2009) und St-Maurice (Aufzeichnungsbeginn 2009) verfügen über keine vollständigen Datenreihen. Das jährliche Verkehrsaufkommen als Summe der fünf Stationen ist 2006 und 2007 rund zwei Prozent höher als im jeweiligen Vorjahr; 2009 ist es um rund vier Prozent tiefer. Die stärkste DTV-Zunahme zwischen 2003 und 2009 ist in Mattstetten mit +5.6% zu verzeichnen, die stärkste Abnahme am Gotthard mit

-10%. In Denges und am Gotthard nimmt der Anteil an Fahrzeugen über 40 to von 1.9% auf 3.4% respektive 1.4% auf 4.5% zu; in Ceneri nimmt der Anteil von 1.9 auf 4.2% zu, ist jedoch in den Jahren 2007 und 2008 stark rückläufig. 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. 2006 bis 2009 bleibt das Gesamtgewicht konstant, die Achslast und die äquivalente Verkehrslast sind rückläufig. Über die sieben Jahre steigt das Gesamtgewicht insgesamt um 2.8% an, die Achslast bleibt konstant und die äquivalente Verkehrslast nimmt um 8% ab.

Bächtold & Moor AG

Bern, 10. Dezember 2010

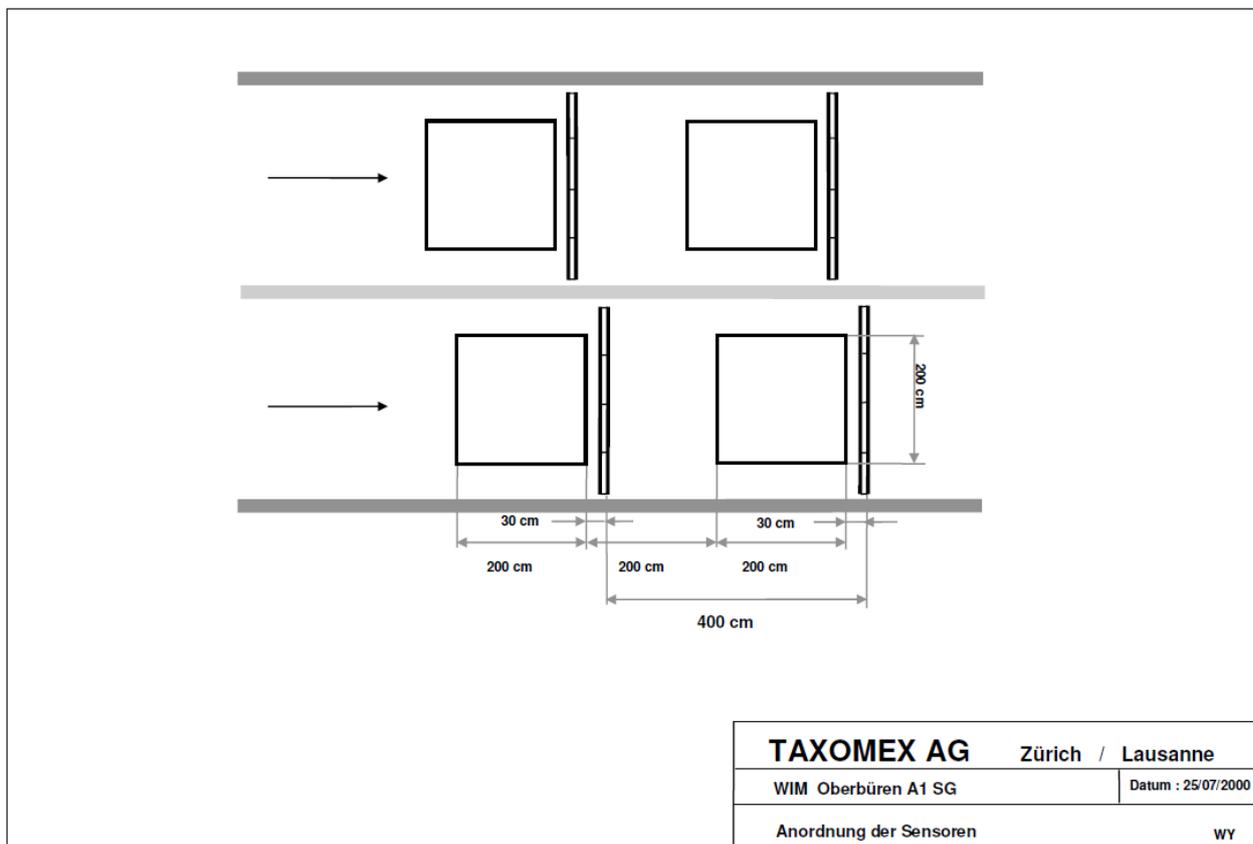
Literaturverzeichnis

- [1] MEYSTRE Th., HIRT, M.A., Evaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé, Forschungsbericht ASTRA 02/05, N°594, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Zürich, 2006.
- [2] VOLLMAR T., Dépouillement et Analyse des Mesures du Trafic Routier, Bericht 446-6, ICOM, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne, 2002.
- [3] SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2003.
- [4] SN 640 320a Dimensionierung; Äquivalente Verkehrslast, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), 2000.
- [5] SN 640 324a Dimensionierung; Strassenoberbau, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), 1997.
- [6] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2003, Moor Hauser & Partner AG, Bern, Juni 2006.
- [7] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2004, Bächtold & Moor AG, Bern, Januar 2008.
- [8] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2005, Bächtold & Moor AG, Bern, Dezember 2009.
- [9] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2006, Bächtold & Moor AG, Bern, Juni 2010.
- [10] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2007, Bächtold & Moor AG, Bern, September 2010.
- [11] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2008, Bächtold & Moor AG, Bern, Januar 2010.

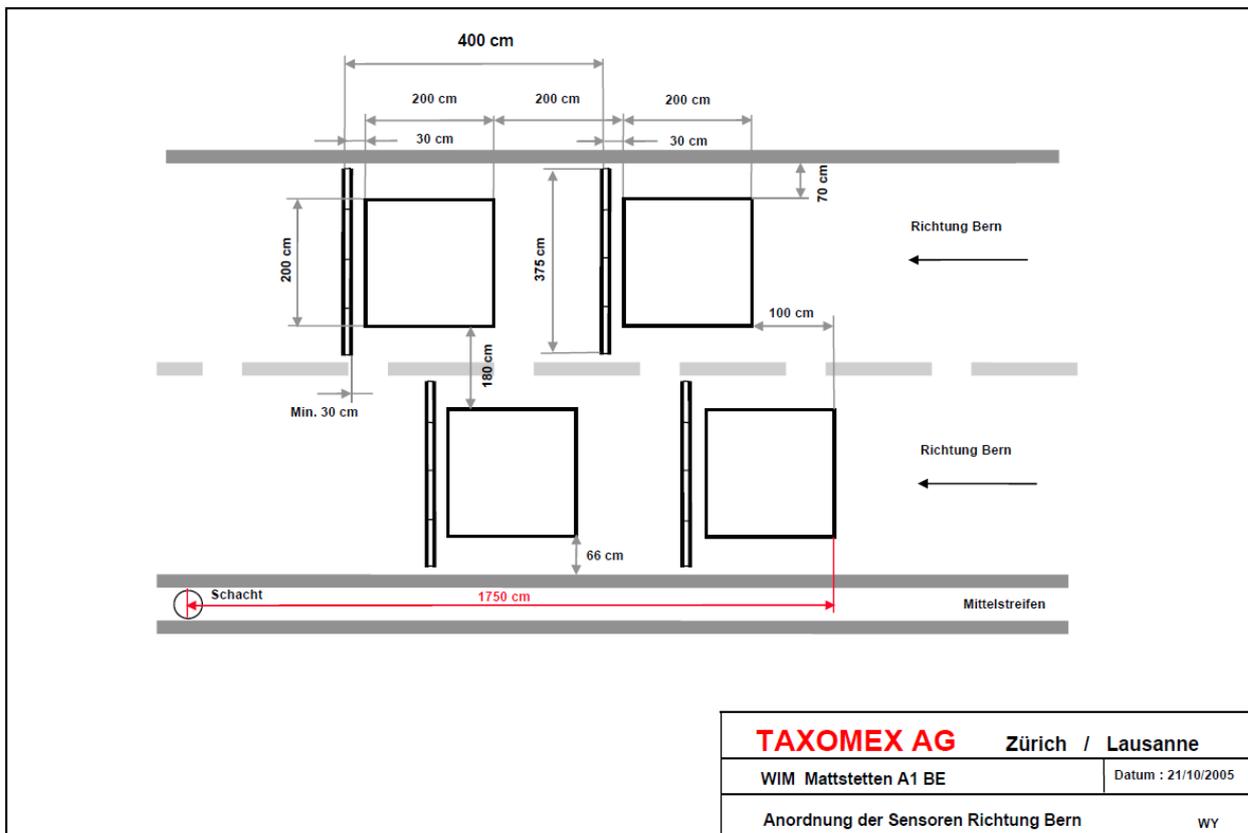
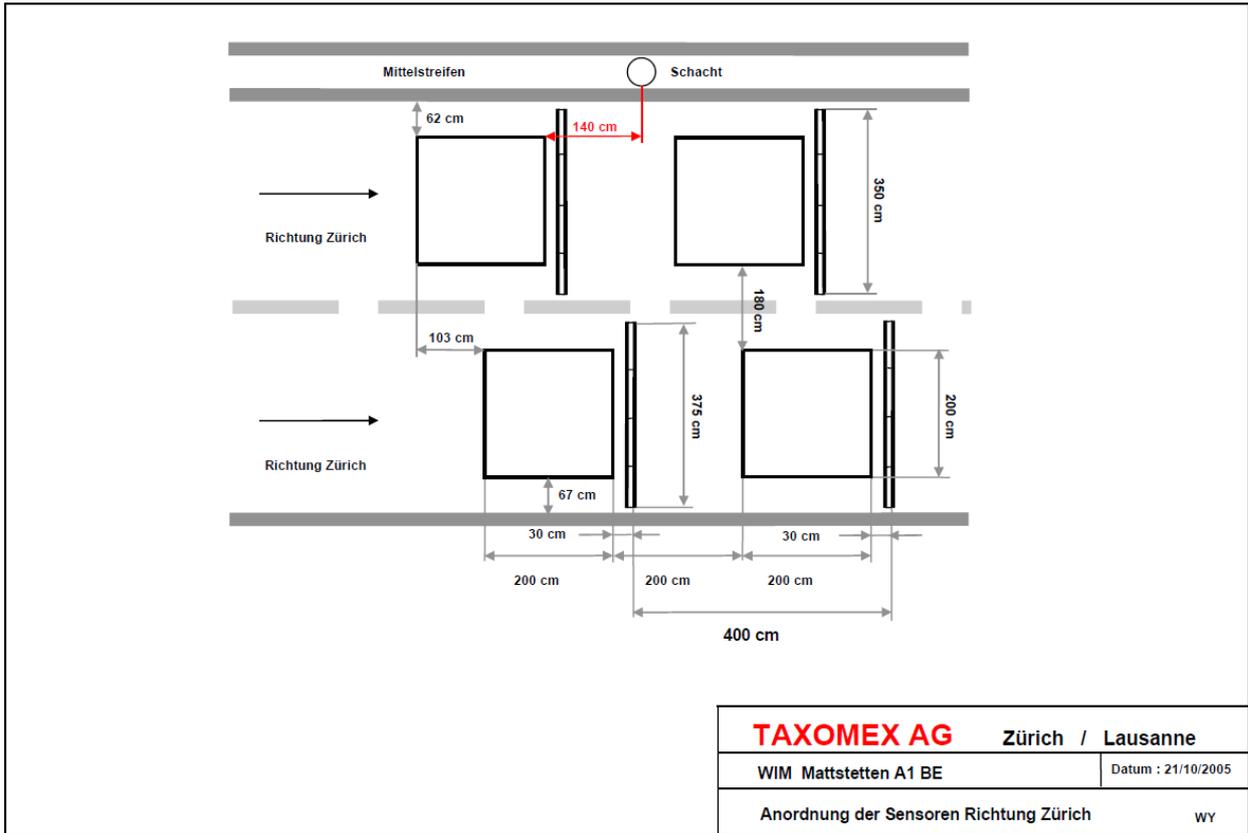
A2 Sensor-Layouts WIM-Anlagen

Standard-Layout

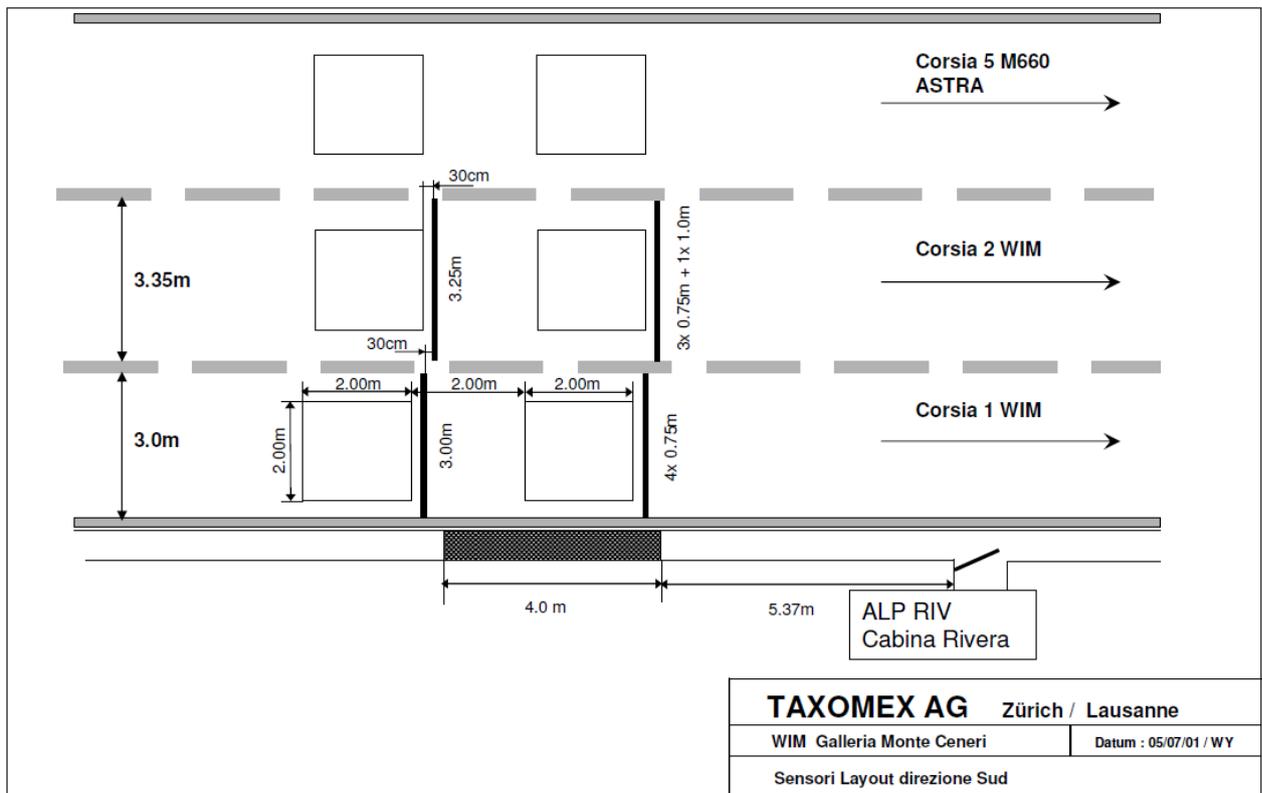
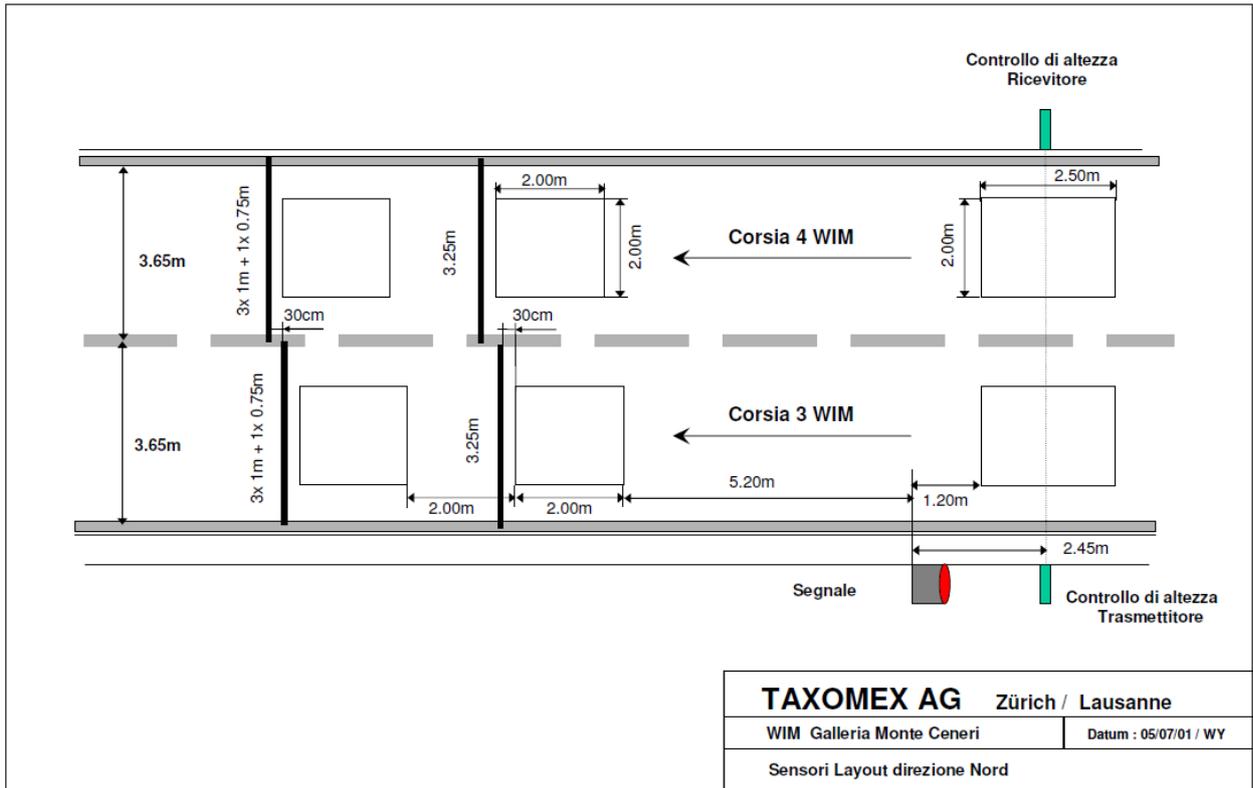
Die Standorte Denges, Oberbüren, Ceneri, Gotthard, St-Maurice und Trübbach sind mit dem Standard-Layout gem. Beispiel Oberbüren ausgerüstet. Die Sensor-Layouts der Standorte Mattstetten und Ceneri sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.



Sensor-Layout Mattstetten



Sensor-Layout Monte Ceneri



A3 Vergleichsmessungen WIM-Anlagen

WIM-Anlage Denges

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

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

WIM-Anlage Mattstetten

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

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

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

WIM-Anlage Oberbüren

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

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

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

WIM-Anlage Schafisheim

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

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

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

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

WIM-Anlage Monte Ceneri

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

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

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

WIM-Anlage Gotthardtunnel

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

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

WIM-Anlage Trübbach

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

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

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

WIM-Anlage St-Maurice

?	NS Ri Sion							ÜS Ri Sion						
	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														
2006														
2007														
2008														
2009	1.36	2.10	1.70	3.33	-	-	B+ (7)	3.37	2.39	3.58	3.56	-3.30%	-	B (10)
2010														
2011														

?	NS Ri Vevey							ÜS Ri Vevey						
	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														
2006														
2007														
2008	4.79	2.95	3.95	4.01	-4.50%	-	B (10)	4.67	2.30	3.91	3.27	-4.30%	-	D (25)
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		SCHARFSHEIM		MONTE CENERI		GOTTHARD		TRÜBBACH		ST-MAURICE	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Car / Bus (CB)																		
01	520	o-----o	15063	3.843	64206	2.553	35160	2.623	32018	2.244	69930	4.641	48992	4.724	0	###	34748	5.096
01	521	o-----o + ---o---	796	0.203	2065	0.082	1146	0.085	1814	0.127	562	0.037	98	0.009	0	###	788	0.116
01	522	o-----o + ---oo--	370	0.094	2391	0.095	828	0.062	1734	0.122	1123	0.075	776	0.075	0	###	1088	0.160
01	530	o-----oo	2984	0.761	18630	0.741	9818	0.732	7592	0.532	16033	1.064	11763	1.134	0	###	8373	1.228
01	531	o-----oo + ---o---	76	0.019	381	0.015	335	0.025	146	0.010	301	0.020	32	0.003	0	###	299	0.044
01	532	o-----oo + ---oo--	187	0.048	406	0.016	143	0.011	169	0.012	407	0.027	439	0.042	0	###	187	0.027
01	540	o-----ooo	67	0.017	39	0.002	3	0.000	5	0.000	2	0.000	0	0.000	0	###	31	0.005
01	570	o-----oo-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	0	0.000
Motorrad (MR)																		
02	010	o-----o	58	0.015	765	0.030	492	0.037	506	0.035	1373	0.091	14	0.001	0	###	130	0.019
Personenwagen (PW)																		
03	100	o-----o	15163	3.868	108964	4.332	58636	4.374	73834	5.175	41812	2.775	1869	0.180	0	###	35961	5.273
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																		
04	101	o-----o + ---o---	2492	0.636	40882	1.625	5841	0.436	16447	1.153	6791	0.451	9794	0.944	0	###	3696	0.542
04	102	o-----o + ---oo--	5955	1.519	57787	2.298	7451	0.556	21838	1.530	3028	0.201	5493	0.530	0	###	5593	0.820
Lieferwagen (LI)																		
05	210	o-----o	35412	9.034	176795	7.029	105209	7.847	96666	6.775	98808	6.558	37773	3.642	0	###	67079	9.837
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																		
06	211	o-----o + ---o---	6485	1.654	62550	2.487	34319	2.560	33425	2.343	23141	1.536	14890	1.436	0	###	12864	1.886
06	212	o-----o + ---oo--	8207	2.094	43594	1.733	25607	1.910	34040	2.386	14400	0.956	17521	1.689	0	###	13322	1.954
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																		
07	119	o-----o + ---o---	2179	0.556	6484	0.258	19566	1.459	11452	0.803	4474	0.297	3515	0.339	0	###	5276	0.774
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	0	0.000
07	121	o-----o + ---o---	970	0.247	4798	0.191	4469	0.333	5006	0.351	770	0.051	915	0.088	0	###	1385	0.203
07	122	o-----o + ---oo--	146	0.037	4242	0.169	221	0.016	1461	0.102	790	0.052	29	0.003	0	###	52	0.008
07	126	o-----o + ---ooo	2385	0.608	20261	0.806	7343	0.548	9263	0.649	4268	0.283	1726	0.166	0	###	3213	0.471
07	129	o-----o + ---ooo	1806	0.461	11685	0.465	4963	0.370	6784	0.475	9814	0.651	3454	0.333	0	###	4080	0.598
07	131	o-----oo + ---o---	102	0.026	2101	0.084	1017	0.076	1822	0.128	296	0.020	307	0.030	0	###	335	0.049
07	132	o-----oo + ---oo--	7	0.002	127	0.005	7	0.001	51	0.004	36	0.002	0	0.000	0	###	2	0.000
07	136	o-----oo + ---ooo	274	0.070	3476	0.138	2616	0.195	4343	0.304	748	0.050	1843	0.178	0	###	2146	0.315
07	139	o-----oo + ---ooo	35	0.009	395	0.016	3	0.000	42	0.003	25	0.002	20	0.002	0	###	113	0.017
Lastwagen (LW)																		
08	219	o-----o	9425	2.404	37695	1.499	26776	1.997	24344	1.706	26059	1.730	19092	1.841	0	###	18831	2.761
08	220	o-----o	67995	17.345	315033	12.525	223995	16.707	209391	14.675	143480	9.523	51585	4.974	0	###	96157	14.101
08	230	o-----o	13615	3.473	52779	2.098	47886	3.572	34874	2.444	32161	2.135	11805	1.138	0	###	23950	3.512
08	240	oo-----oo	1138	0.290	5391	0.214	1281	0.096	1241	0.087	5768	0.383	270	0.026	0	###	939	0.138
08	250	oo-----o	1481	0.378	6671	0.265	4301	0.321	3606	0.253	2005	0.133	395	0.038	0	###	1941	0.285
08	260	oo-----oo	15384	3.924	49635	1.973	37573	2.803	28950	2.029	36115	2.397	4605	0.444	0	###	22305	3.271
Lastenzug (LZ)																		
09	419	o-----o + ---oo--	104	0.027	657	0.026	424	0.032	371	0.026	418	0.028	386	0.037	0	###	422	0.062
09	421	o-----o + ---o---	416	0.106	4745	0.189	2610	0.195	2838	0.199	2798	0.186	2263	0.218	0	###	1142	0.167
09	422	o-----o + o-----o	27122	6.919	280050	11.134	165051	12.311	189910	13.310	38161	2.533	31663	3.053	0	###	49100	7.200
09	423	o-----o + ---oo--	741	0.189	6588	0.262	4674	0.349	4007	0.281	4142	0.275	3568	0.344	0	###	2003	0.294
09	424	o-----o + o-----oo	30	0.008	21	0.001	12	0.001	0	0.000	117	0.008	7	0.001	0	###	163	0.024
09	426	o-----o + ---oo--	9965	2.542	51850	2.061	24145	1.801	37906	2.857	59375	3.941	60281	5.812	0	###	14548	2.133
-	427	o-----o + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	0	0.000
09	428	o-----o + oo-----oo	57	0.015	595	0.024	332	0.025	182	0.013	208	0.014	121	0.012	0	###	76	0.011
09	431	o-----oo + ---o---	157	0.040	1118	0.044	968	0.072	458	0.032	1240	0.082	264	0.025	0	###	410	0.060
09	432	o-----oo + o-----o	7218	1.841	72221	2.871	39136	2.919	47199	3.308	24607	1.633	25173	2.427	0	###	19099	2.801
09	433	o-----oo + o-----oo	389	0.099	1039	0.041	958	0.071	749	0.052	1379	0.092	452	0.044	0	###	959	0.141
09	434	o-----oo + o-----oo	53	0.014	40	0.002	4	0.000	2	0.000	157	0.010	4	0.000	0	###	157	0.023
09	436	o-----oo + ---oo--	2199	0.561	14527	0.578	6924	0.516	7223	0.506	52174	3.463	48648	4.691	0	###	7261	1.065
09	438	o-----oo + oo-----oo	26	0.007	1088	0.043	274	0.020	630	0.044	49	0.003	108	0.010	0	###	111	0.016
09	441	o-----oo + ---o---	10	0.003	3	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	1	0.000	0	###	37	0.005
09	442	o-----oo + o-----o	27	0.007	562	0.022	307	0.023	97	0.007	15	0.001	3	0.000	0	###	74	0.011
09	443	o-----oo + o-----oo	5	0.001	6	0.000	29	0.002	19	0.001	8	0.001	5	0.000	0	###	7	0.001
09	444	o-----oo + o-----oo	0	0.000	2	0.000	23	0.002	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	4	0.001
09	446	o-----oo + ---oo--	21	0.005	59	0.002	36	0.003	19	0.001	4	0.000	8	0.001	0	###	22	0.003
09	448	o-----oo + oo-----oo	1	0.000	10	0.000	0	0.000	4	0.000	1	0.000	2	0.000	0	###	1	0.000
09	451	oo-----o + ---o---	2	0.001	3	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	2	0.000
09	452	oo-----o + o-----o	49	0.012	545	0.022	145	0.011	206	0.014	86	0.006	139	0.013	0	###	50	0.007
09	453	oo-----o + o-----oo	1	0.000	23	0.001	12	0.001	5	0.000	5	0.000	4	0.000	0	###	3	0.000
09	454	oo-----o + o-----oo	0	0.000	1	0.000	1	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	0	0.000
09	456	oo-----o + ---oo--	6	0.002	58	0.002	24	0.002	35	0.002	5	0.000	6	0.001	0	###	9	0.001
09	458	oo-----o + oo-----oo	0	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	###	2	0.000
09	481	oo-----oo + ---o---	4	0.001	15	0.001	78	0.006	22	0.002	11	0.001	10	0.001	0	###	18	0.003
09	482	oo-----oo + o-----o	190	0.048	3516	0.140	1452	0.108	1953	0.137	208	0.014	339	0.033	0	###	693	0.102
09	483	oo-----oo + o-----oo	125	0.032	243	0.010	263	0.020	354	0.025	34	0.002	135	0.013	0	###	92	0.013
09	484	oo-----oo + o-----oo	16	0.004	5	0.000	0	0.000	1	0.000	3	0.000	5	0.000	0	###	4	0.001
09	486	oo-----oo + ---oo--	63	0.016	215	0.009	257											

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	DENGES		MATTSTETTEN		OBERBÜREN		SCHAFSHEIM		MONTE CENERI		GOTTHARD		TRÜBBACH		ST-MAURICE	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sattelzug (SZ)																		
10	319	o-----o + ---o---	693	0.177	9978	0.397	6332	0.472	7946	0.557	6252	0.415	1476	0.142	0	###	2524	0.370
10	320	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	###	0	0.000
10	321	o-----o + ---o---	7537	1.923	51167	2.034	44308	3.305	30259	2.121	6873	0.456	4816	0.464	0	###	7470	1.095
10	322	o-----o + ----o-o	4566	1.165	57283	2.277	15975	1.192	23320	1.634	17975	1.193	2225	0.215	0	###	6319	0.927
10	326	o-----o + ----oo	33252	8.483	372779	14.821	139870	10.433	192359	13.481	106143	7.045	95310	9.190	0	###	58710	8.609
10	329	o-----o + ----ooo	38810	9.900	359250	14.283	144480	10.777	153564	10.762	526670	34.956	416781	40.186	0	###	100513	14.740
10	331	o---oo + ---o---	183	0.047	856	0.034	1114	0.083	434	0.030	360	0.024	166	0.016	0	###	186	0.027
10	332	o---oo + ----o-o	989	0.252	11840	0.471	3905	0.291	4987	0.350	2727	0.181	1097	0.106	0	###	3376	0.495
10	336	o---oo + ----oo	1362	0.347	10919	0.434	7000	0.522	5506	0.386	3480	0.231	4000	0.386	0	###	2268	0.333
10	339	o---oo + ----ooo	727	0.185	4407	0.175	2346	0.175	2295	0.161	2181	0.145	1962	0.189	0	###	1332	0.195
		Schwerverkehr klassifiziert	347401	88.622	2418541	96.16	1280502	95.511	1377923	96.57	1402434	93.083	950498	91.646	0	###	644176	94.464
		Schwerverkehr unklassifiziert	44604	11.38	96630	3.84	60184	4.49	48938	3.43	104219	6.92	86643	8.35	0	###	37751	5.54
		Schwerverkehr Total	392005	100.00	2515171	100.00	1340686	100.00	1426861	100.00	1506653	100.00	1037141	100.00	0	###	681927	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2006																
		% Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr																

A6 Achsäquivalenzfaktoren

SN 640 320a

5

Tab. 2
Achssäquivalenzfaktoren gemäss [11]

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

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

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