



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2011

Bern, Dezember 2012

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	4
1.6	Begriffe	5
1.7	Klassifizierung der Fahrzeuge	5
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	Oberbüren (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	Oberbuchsitzen (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	Monte Ceneri (A2)	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	70
6	Gotthardtunnel (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	86
7	St Maurice (A9)	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	San Bernardino (A13)	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	Vergleich aller Zählerstandorte	123
9.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	123
9.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	124
9.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	125
9.4	Vergleich mit Normlasten	126
9.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	126
10	Schlussfolgerungen	127
	Literaturverzeichnis	129
A	Anhang	131
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	131
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	133
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	135
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	139
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	143
A6	Achsäquivalenzfaktoren	145

Bericht Nr.	3944-10	Revidiert am	
Erstellt am	21.12.2012	Verfasser	
Verfasser	MT, Be	Geprüft	AK
		Freigegeben	
Ablage	2012-12-21_Gesamtbericht_2011.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 Schwerverkehrs von sechs WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1).

Stand November 2011

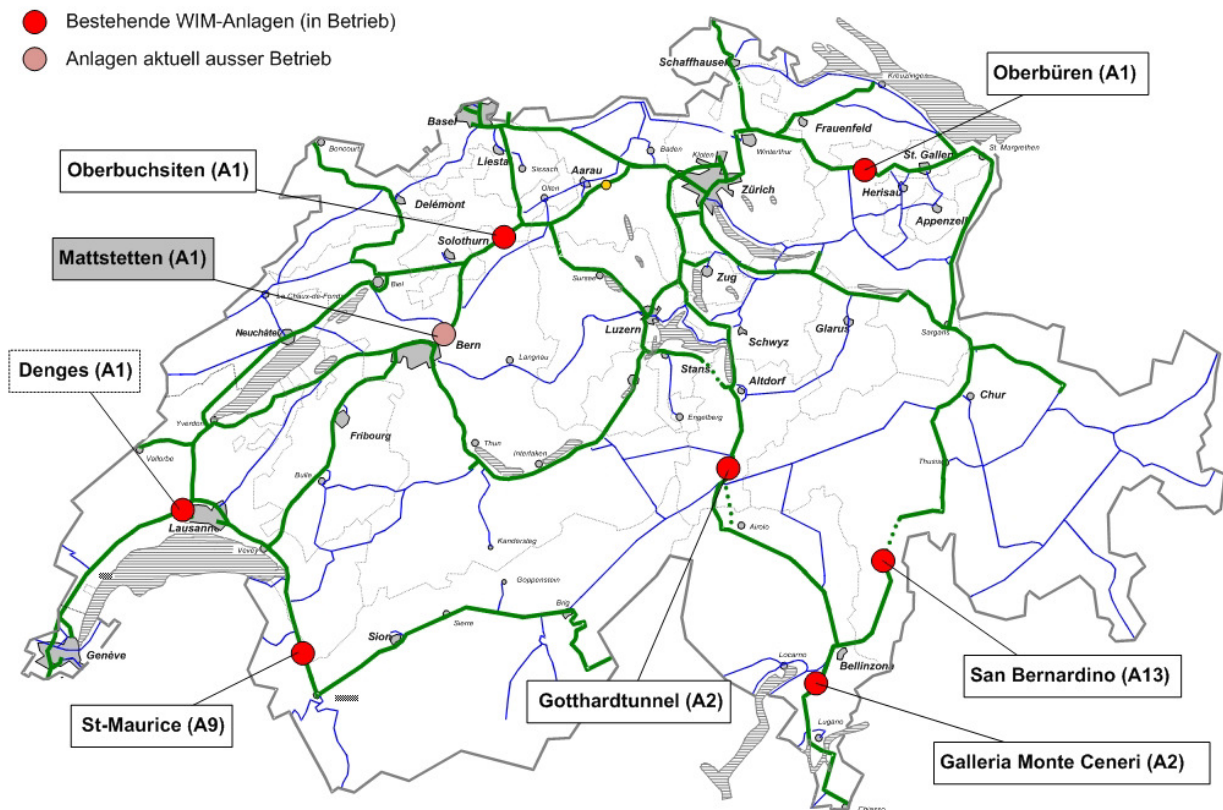


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2011 der sieben WIM-Anlagen
- Charakterisierung des Schwerverkehrs durch Auswertung nach Fahrzeugkategorie
- Vergleich der gemessenen Verkehrslasten mit den Modellen der Norm SIA 261
- Beurteilung der Auswirkungen auf den Strassenbelag und Fahrbahnübergänge
- Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs

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

1.2 Inhalt des Berichtes

Dieser Bericht beinhaltet die Auswertung der Messdaten der sieben aufgeführten WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2011 und ist wie folgt strukturiert:

- Kapitel 1: Einleitung
- Kapitel 2: Denges (A1)
- Kapitel 3: Oberbüren (A1)
- Kapitel 4: Oberbuchsitzen (A1)
- Kapitel 5: Ceneri (A2)
- Kapitel 6: Gotthard (A2)
- Kapitel 7: St. Maurice (A9)
- Kapitel 8: San Bernardino (A13)
- Kapitel 9: Vergleich aller Zählstellen
- Kapitel 10: Schlussfolgerungen
- Literaturverzeichnis
- Anhang

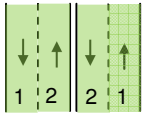
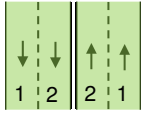
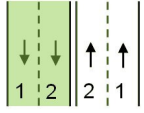
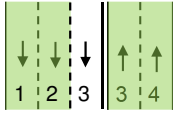
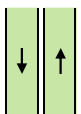
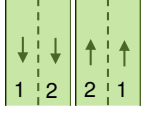
Die Kapitel 2 bis 8 sind gleich gegliedert, so enthält beispielsweise der Abschnitt X.3.2 jeweils die Auswertung des Gesamtschwerverkehrs der betreffenden Zählstelle.

1.3 Vorhandene WIM-Messdaten

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

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 (Schwerverkehr, beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Im Jahr 2011 wurde eine Station, Denges (A1), nach einem einjährigen Unterbruch wieder in Betrieb genommen. 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 (4x WIM)	275	Inbetriebnahme 01.04.2011	Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 405/406
405 Ri. Lausanne	FS 1;2	275	keine	
406 Ri. Morges	FS 1;2	275	keine	
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	365		Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	365	keine	
416 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
425 Oberbuchsiten (A1) 	2x2 (2x WIM)	365		Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 425
425 Ri. Zürich	FS 1;2		keine	
408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	365		Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 408/409
408 Ri. Gotthard	FS 3;4	365	keine	
409 Ri. Chiasso	FS 1;2	365	keine	
402 Gotthard (A2) 	2x1 (2x WIM)	365	keine	Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 402
421/422 St-Maurice (A9) 	2x2 (4x WIM)	365	keine	Anzahl Messtage = Mittelwert Messtage 421/422
421 Ri. Sion	FS 1;2	365	keine	
422 Ri. Lausanne	FS 1;2	365	keine	

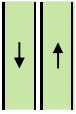
WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
423 San Bernardino (A13) 	2x1 (2x WIM)	365	Inbetriebnahme 1.8.2010	Mittelwert Messtage 423

Tabelle 1: WIM – Anlagen, Messdaten 2011

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 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 2003-2010 [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12][13]
- VSS 594: Evaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé [1]
- ICOM 446-6: Dépouillement et Analyse des Mesures du Trafic Routier [2]

1.5.2 Verwendete Normen

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

1.6 Begriffe

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

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

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

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

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

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

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

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

1.7 Klassifizierung der Fahrzeuge

1.7.1 Fahrzeugtypen

Die Rohdaten der WIM-Anlagen enthalten eine sehr feine Klassifizierung der verschiedenen Fahrzeugtypen. Die Einteilung der Fahrzeuge erfolgt anhand der Achskonfiguration, Achslast und Gesamtgewicht (s. Anhang A4). Diejenigen Fahrzeuge, welche keine eindeutige Achskonfiguration aufweisen (FZC = 901-910), werden als „unklassifizierte Fahrzeuge“ bezeichnet. Der Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen liegt normalerweise zwischen 1-10% und gibt wichtige Anhaltspunkte bezüglich der Qualität der Messresultate. So äussert sich beispielsweise eine Sensorstörung der Messgeräte häufig mit einem hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der sieben WIM-Anlagen im Verlaufe des Jahres 2011 ist im Anhang 0 aufgeführt.

1.7.2 Fahrzeugkategorien

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

1. Reiseautos, Busse (CB)
 2. Motorräder (MR)
 3. 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

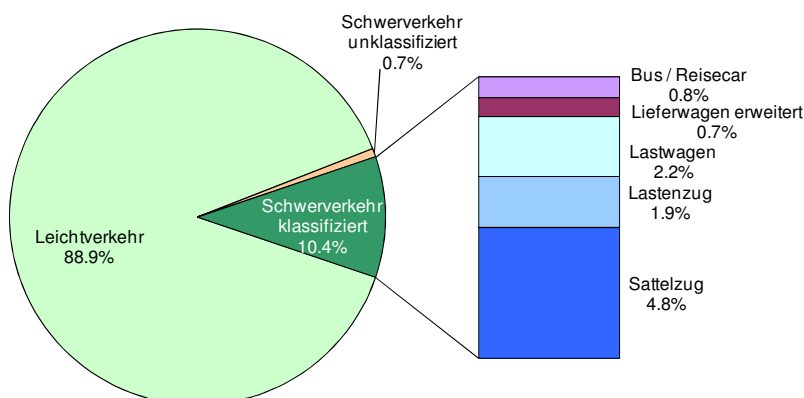


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

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 Programm „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:

$$q = \frac{GW_{TOT}}{\sum W_i + 2.55m} [kN / m]$$

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.

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. Für die Bestimmung der Flächenlast wird die Last pro Laufmeter auf eine Breite von 3.5 Meter verteilt.

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

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. Die Zählerstandorte Oberbuchsitzen und San Bernardino wurden 2010 neu eingeführt. Für die Stationen Denges sind 2010 keine Daten vorhanden.

2 Denges (A1)

2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

2.2 Übersicht Messresultate

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

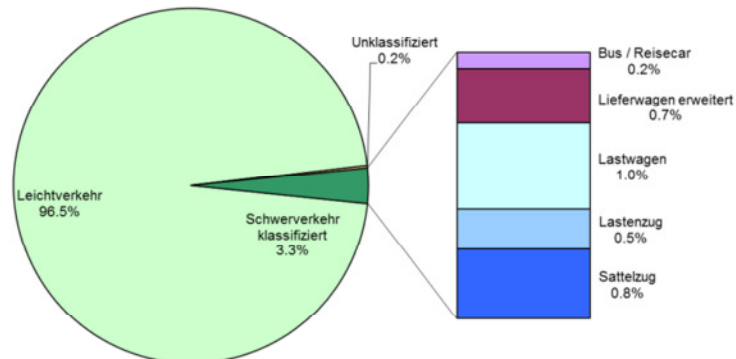
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	25'282'125	91'935	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	24'402'141	88'735	96.5	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	879'984	3'200	3.5	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	57'551	209	0.2	6.5
01 Bus / Reisecar	49'512	180	0.2	5.6
02 Motorrad	1'766	6	0.0	0.2
03 Personenwagen	4'954	18	0.0	0.6
04 Personenwagen mit Anh.	14'342	52	0.1	1.6
05 Lieferwagen	71'124	259	0.3	8.1
06 Lieferwagen mit Anh.	52'602	191	0.2	6.0
07 Lieferwagen mit Auflieger	23'987	87	0.1	2.7
08 Lastwagen	265'000	964	1.0	30.1
09 Lastenzug	125'412	456	0.5	14.3
10 Sattelzug	213'734	777	0.8	24.3
Total	879'984	3'200	3.5	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	221'155	804	0.9	25.1
Fahrzeuge 8.0 - 18t	342'423	1'245	1.4	38.9
Fahrzeuge 18 - 28t	194'649	708	0.8	22.1
Fahrzeuge 28 - 40t	92'564	337	0.4	10.5
Fahrzeuge > 40t	29'193	106	0.1	3.3
Total	879'984	3'200	3.5	100.0

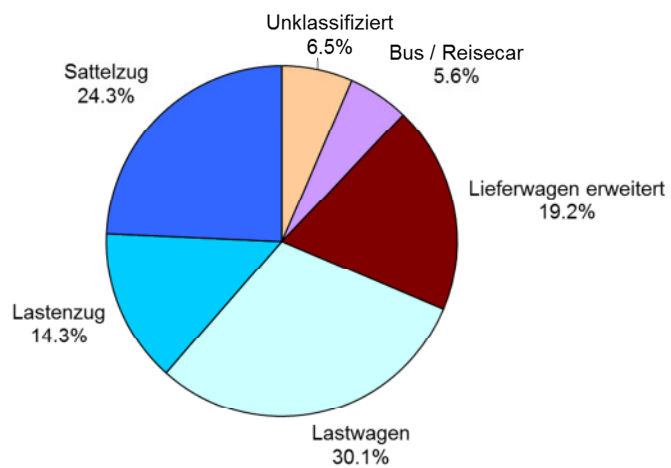
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

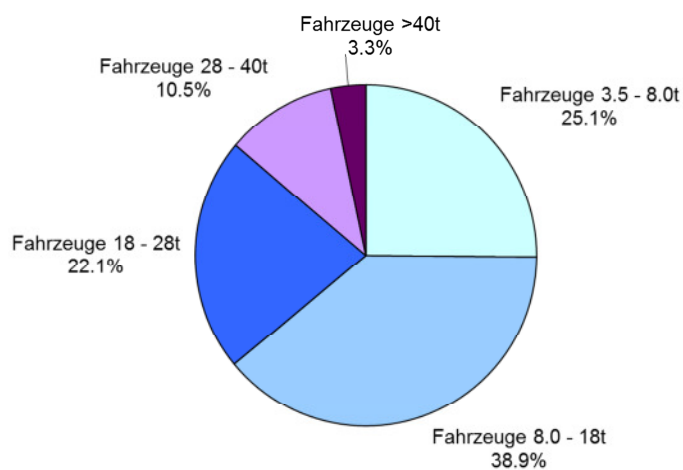
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



2.3 Messdiagramme

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Denges (A1) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 2.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 2.3.3 Reisecars 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.1.8.5).

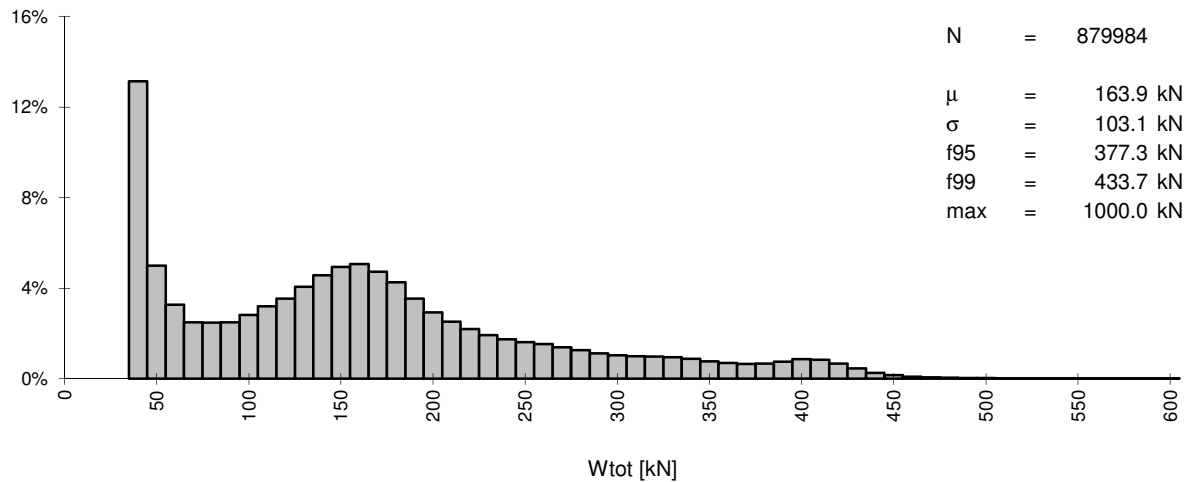
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

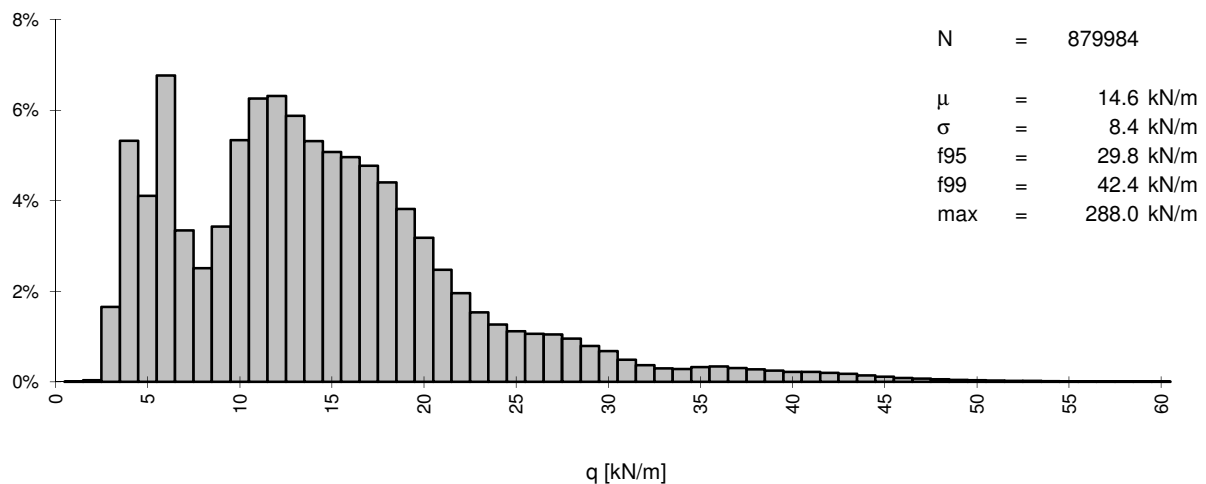
2011 Denges

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



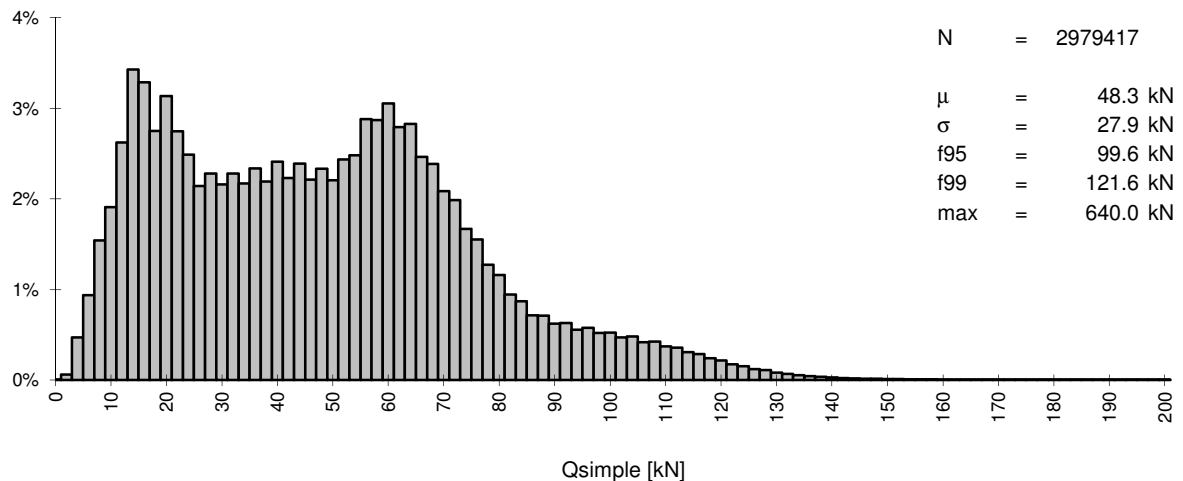
2011 Denges

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



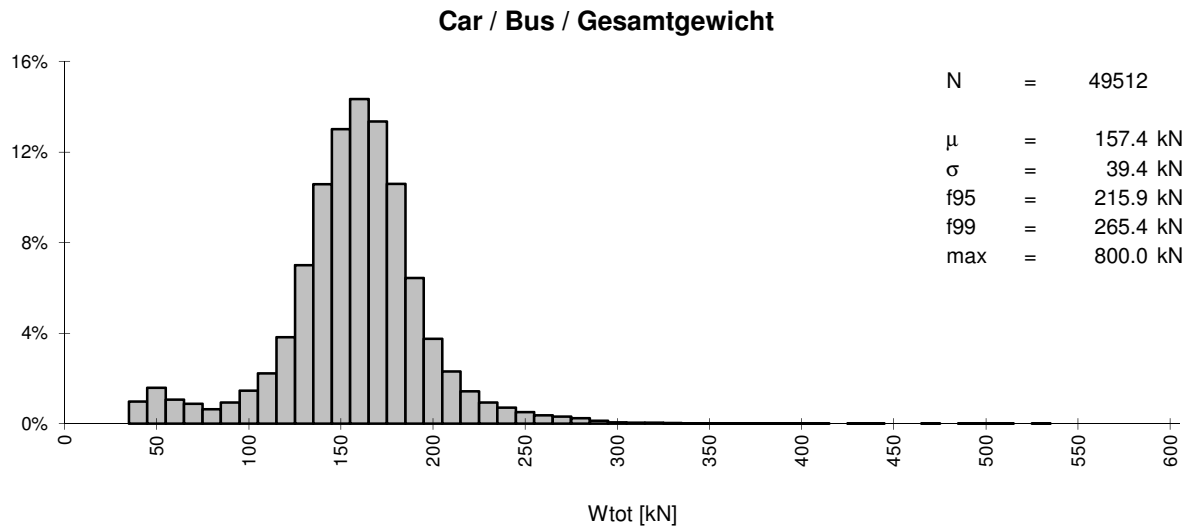
2011 Denges

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

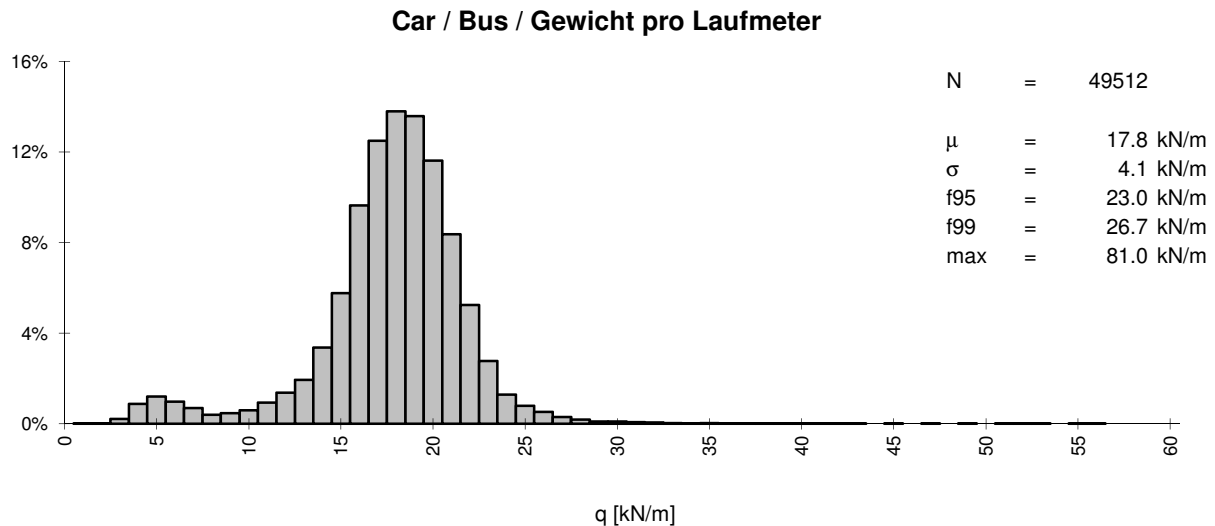


2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

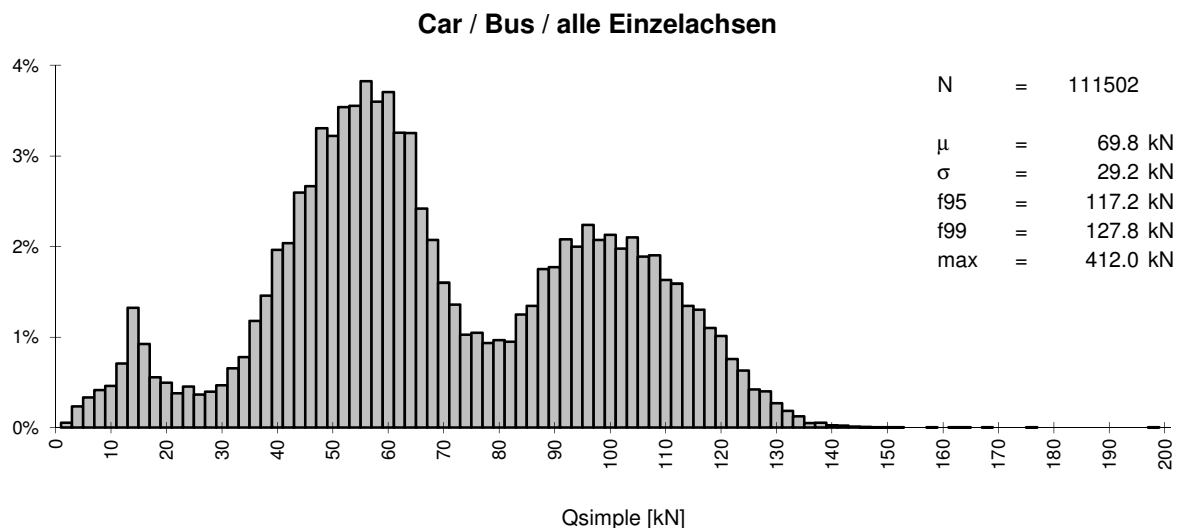
2011 Denges



2011 Denges



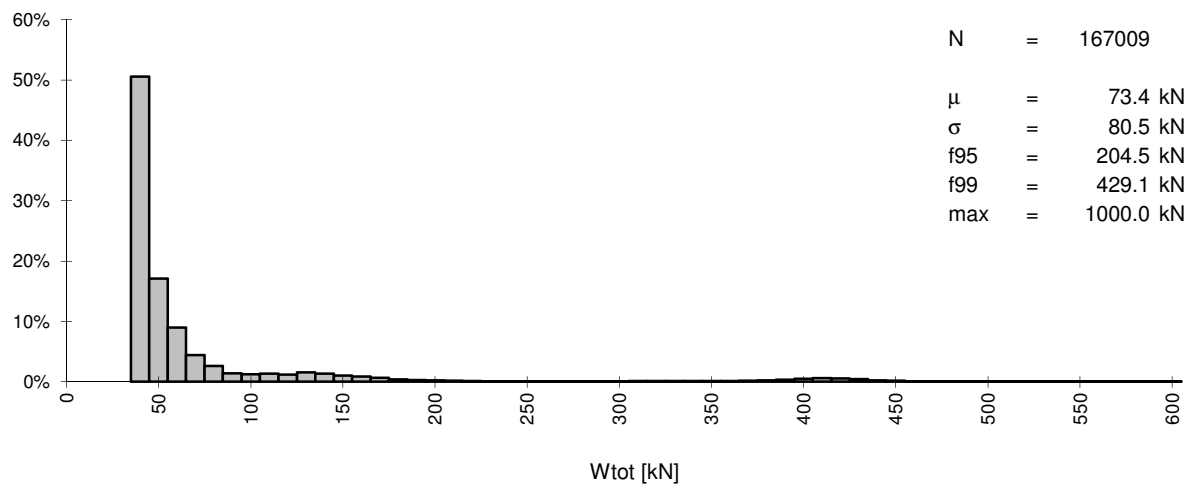
2011 Denges



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

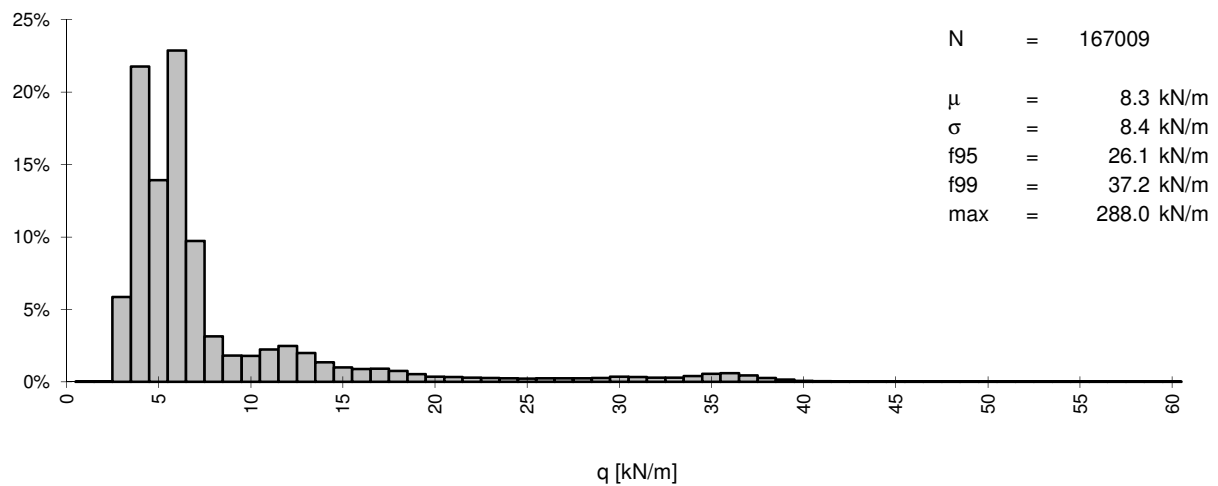
2011 Denges

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



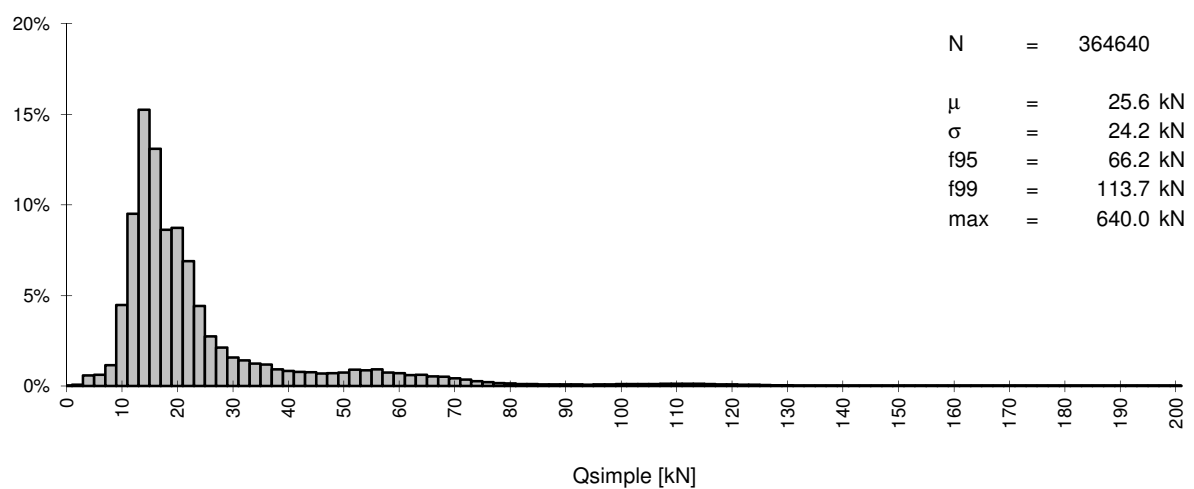
2011 Denges

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 Denges

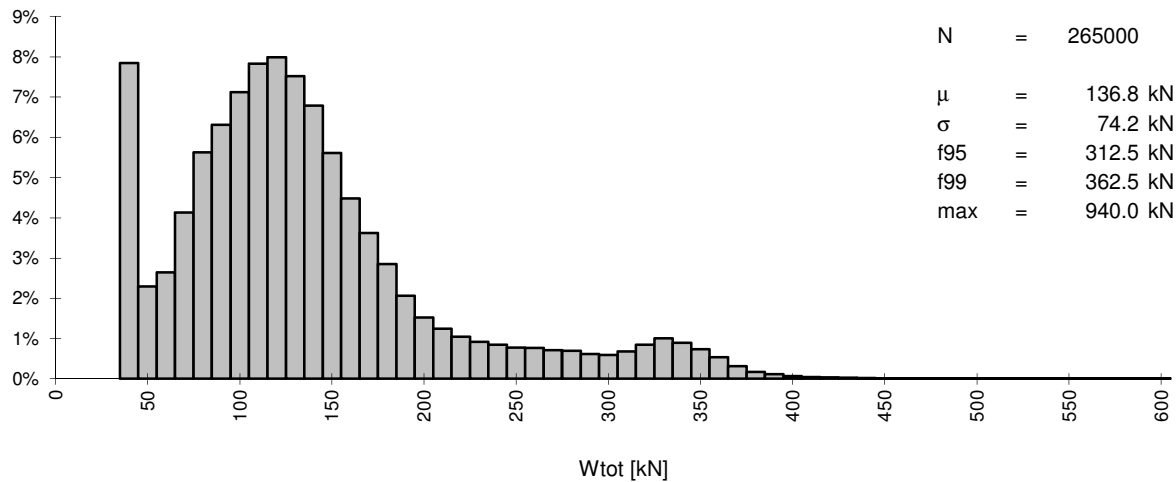
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

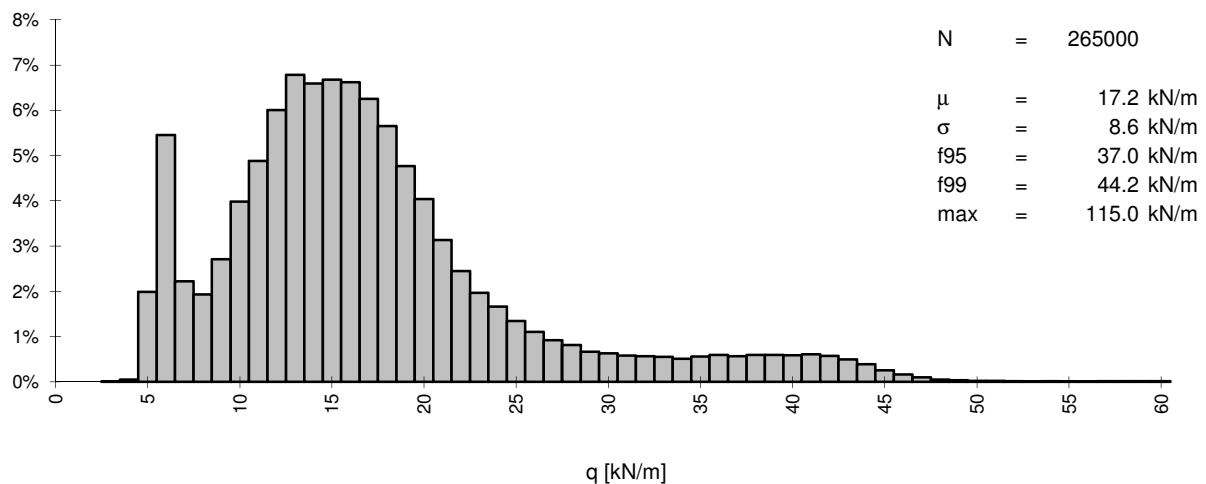
2011 Denges

Lastwagen / Gesamtgewicht



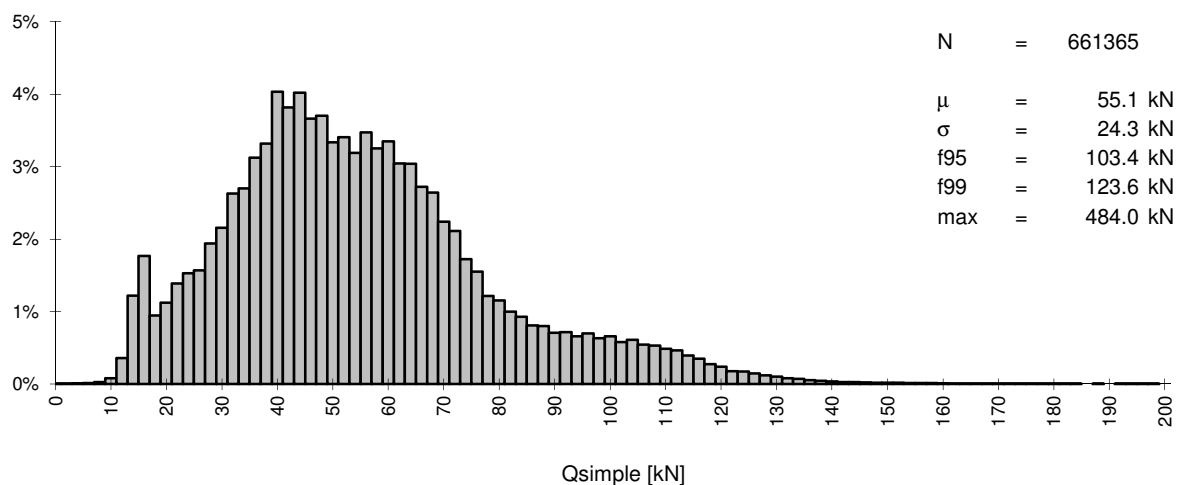
2011 Denges

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2011 Denges

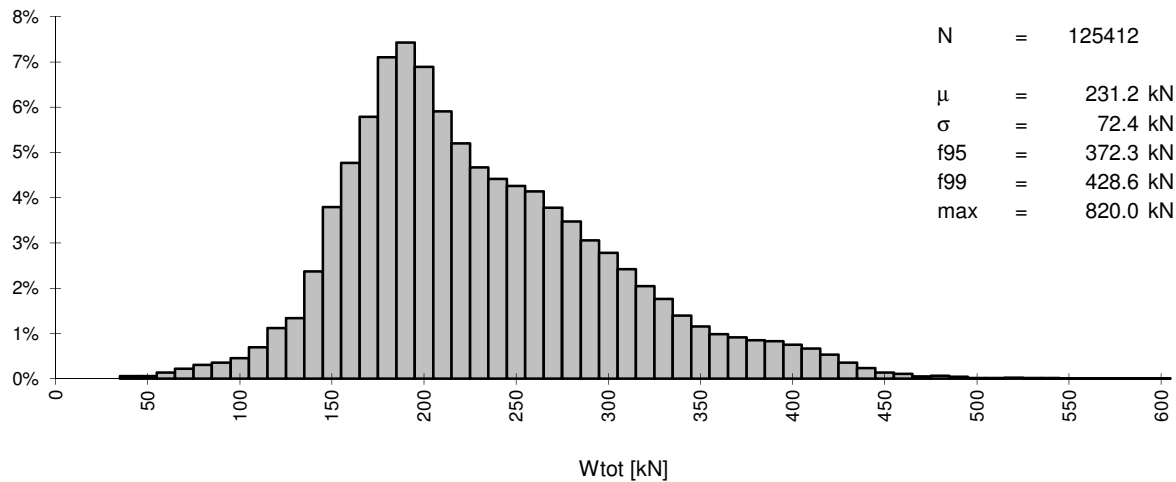
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

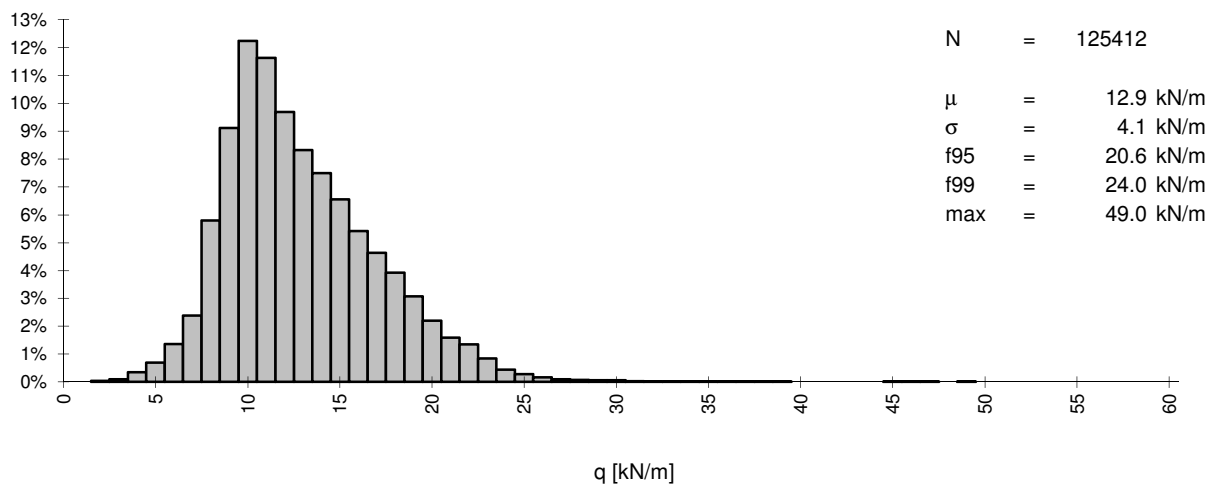
2011 Denges

Lastenzug / Gesamtgewicht



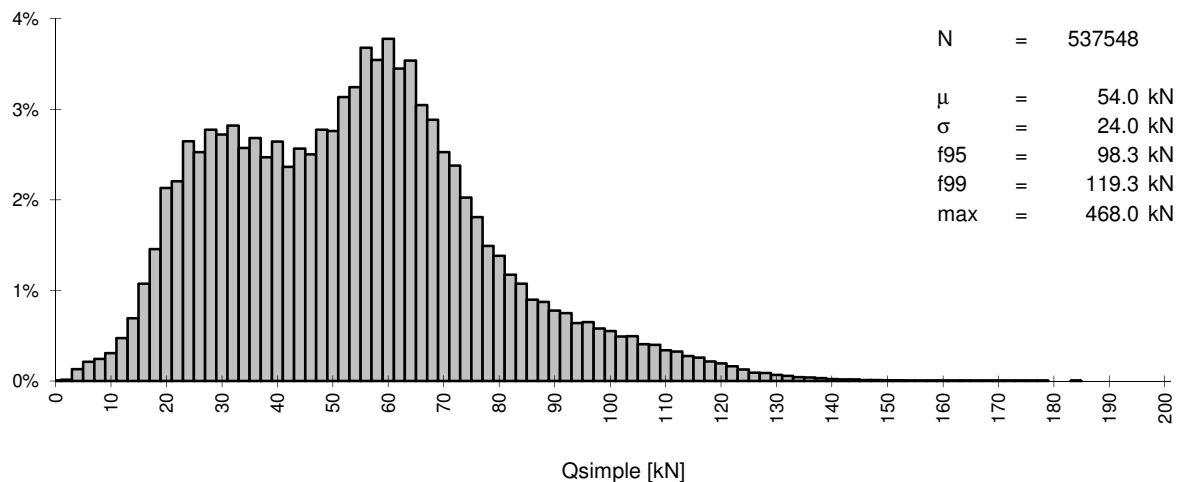
2011 Denges

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Denges

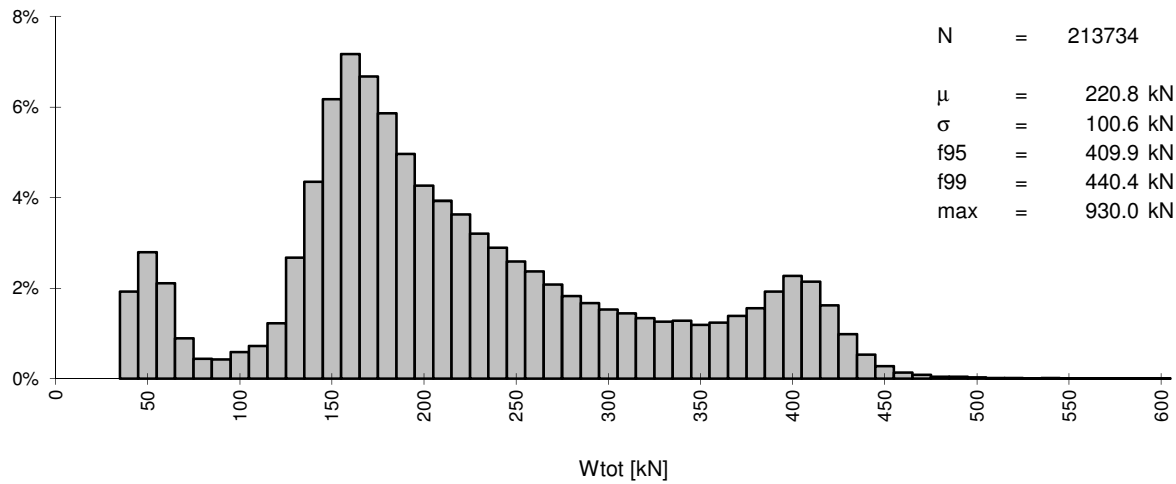
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

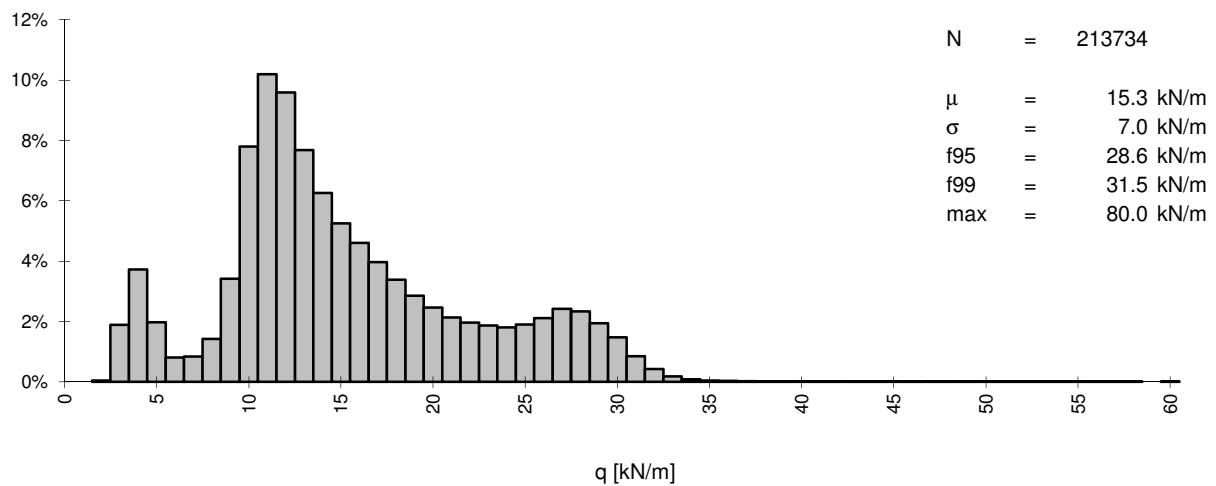
2011 Denges

Sattelzug / Gesamtgewicht



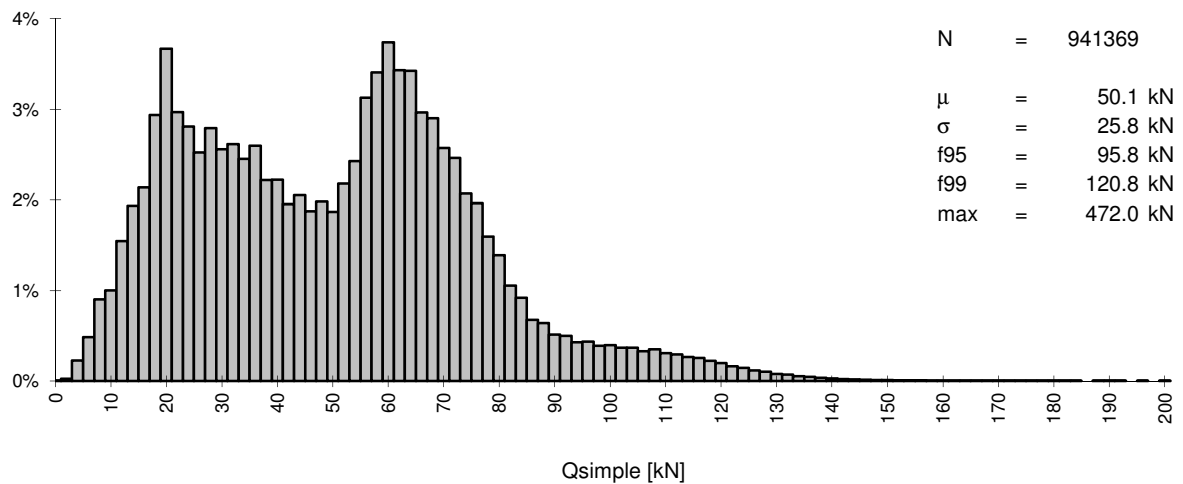
2011 Denges

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Denges

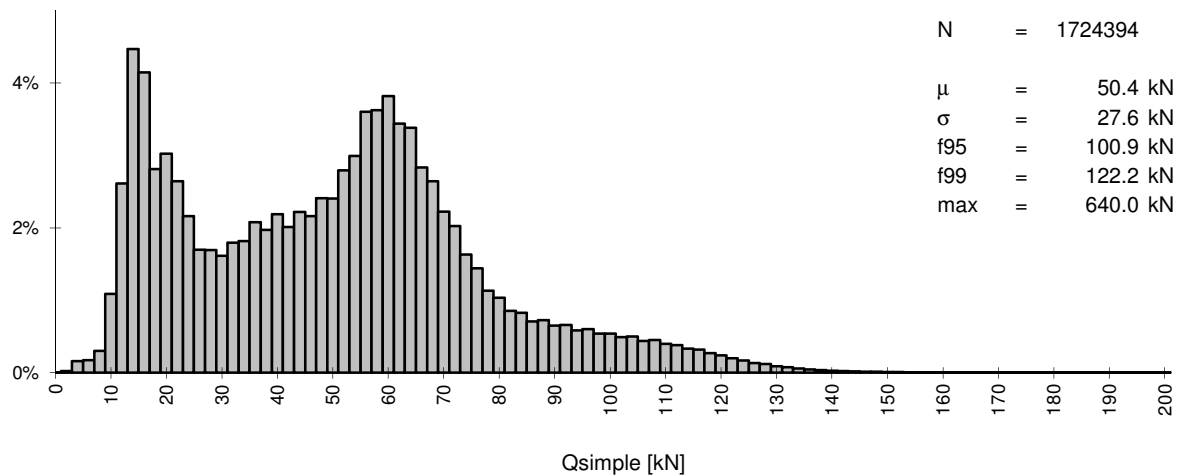
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

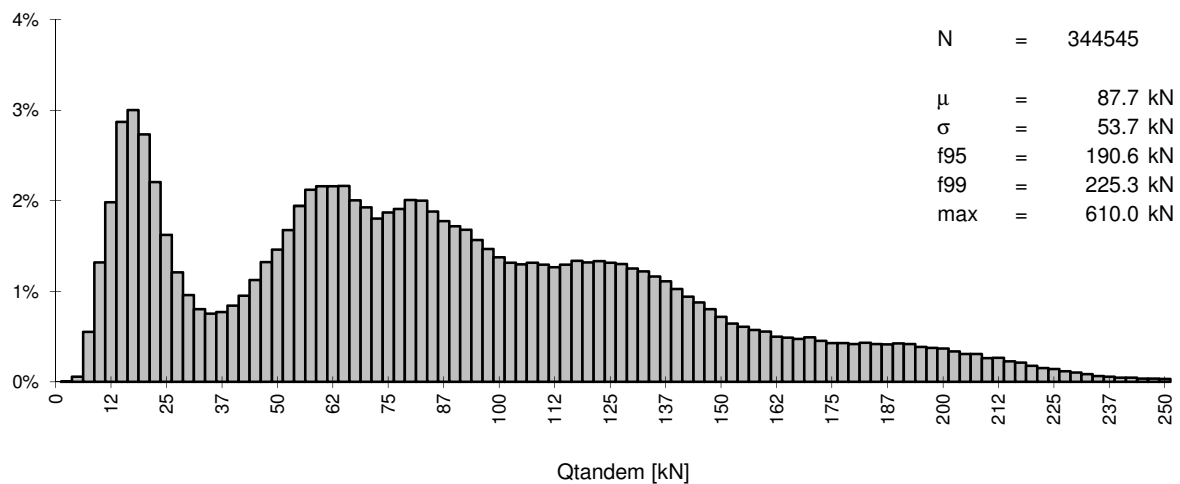
2011 Denges

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



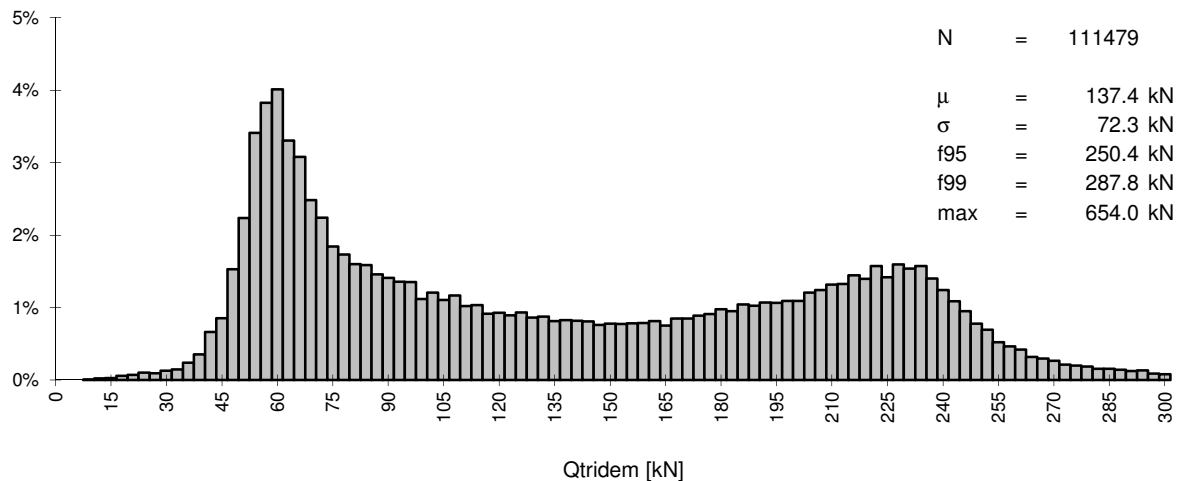
2011 Denges

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 Denges

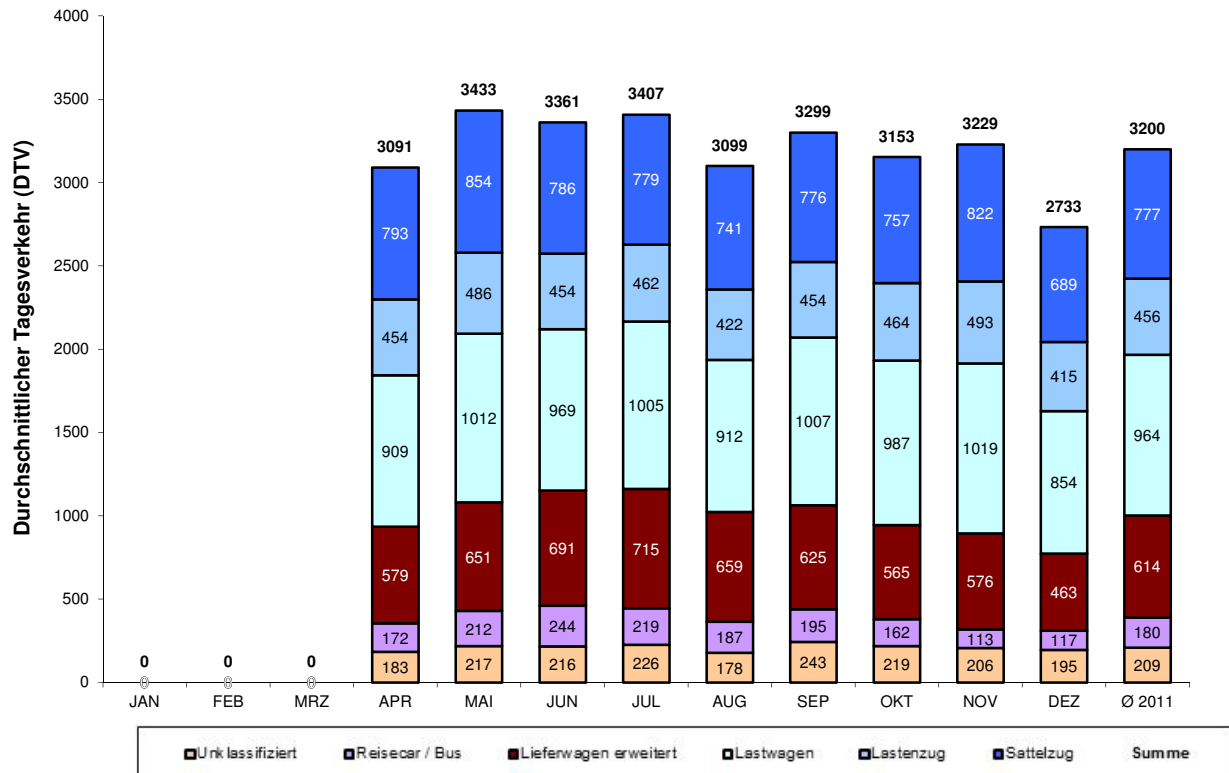
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



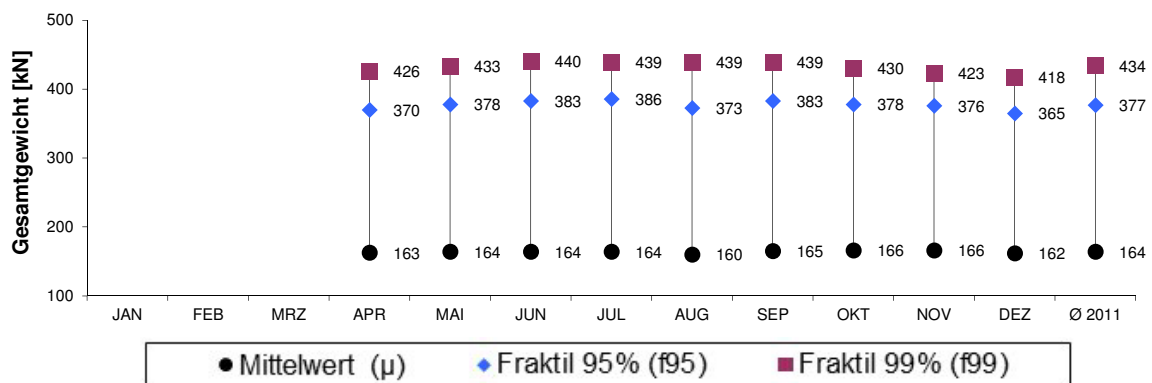
2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

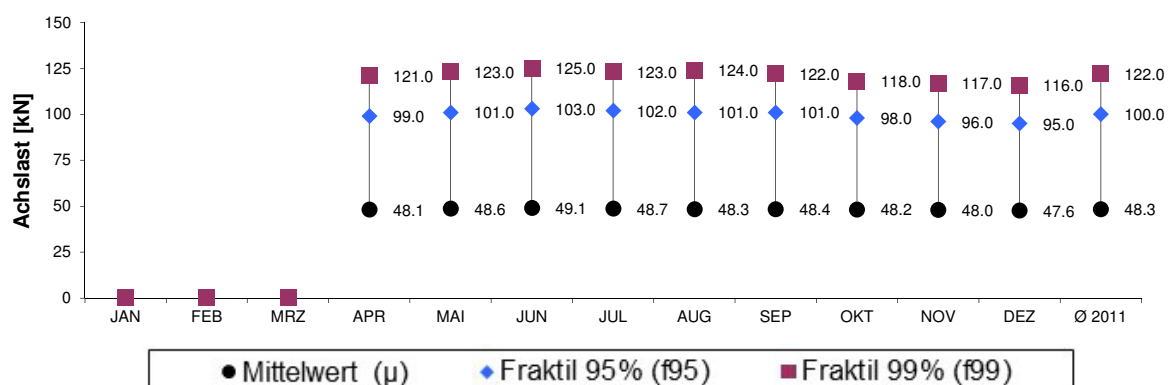
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

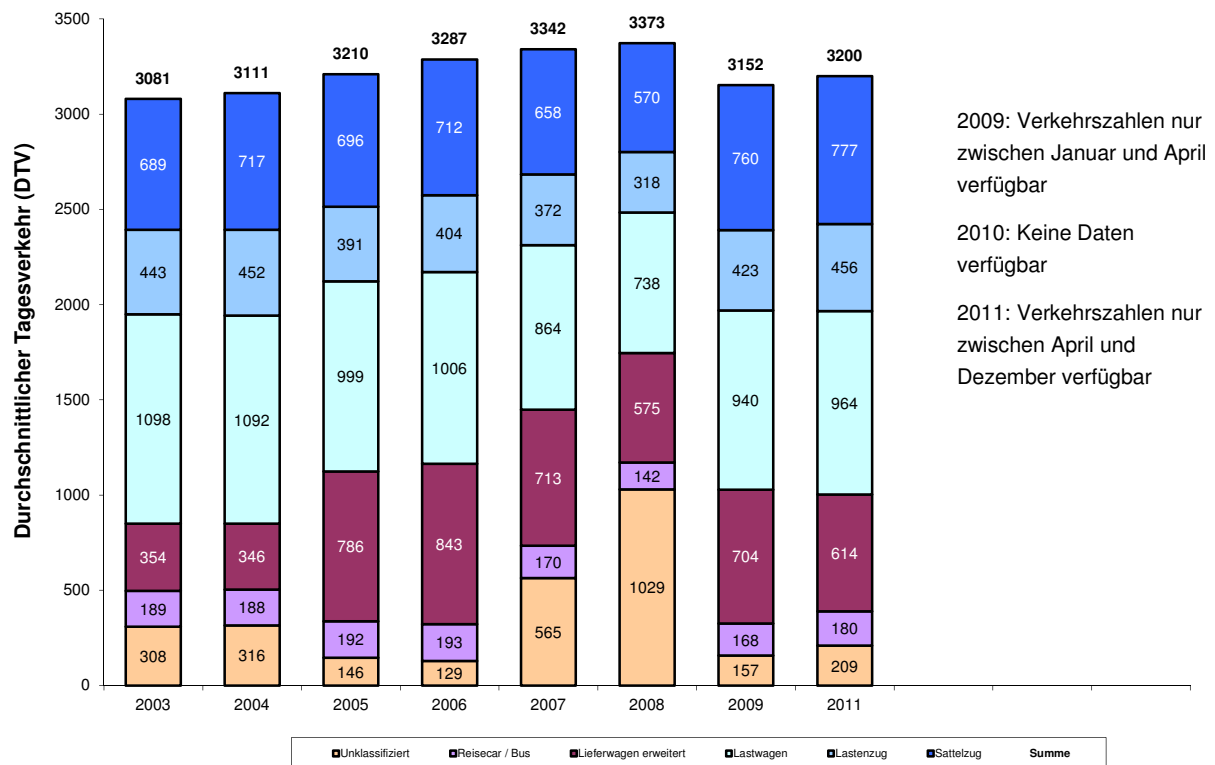


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

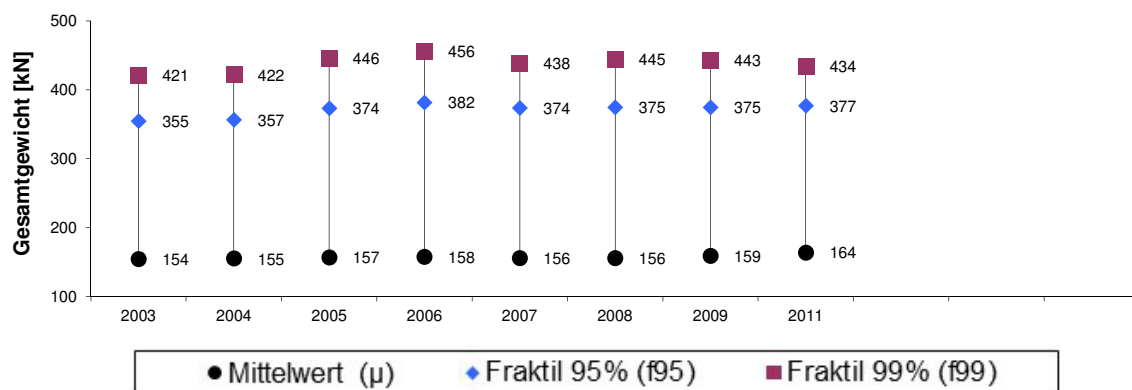


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

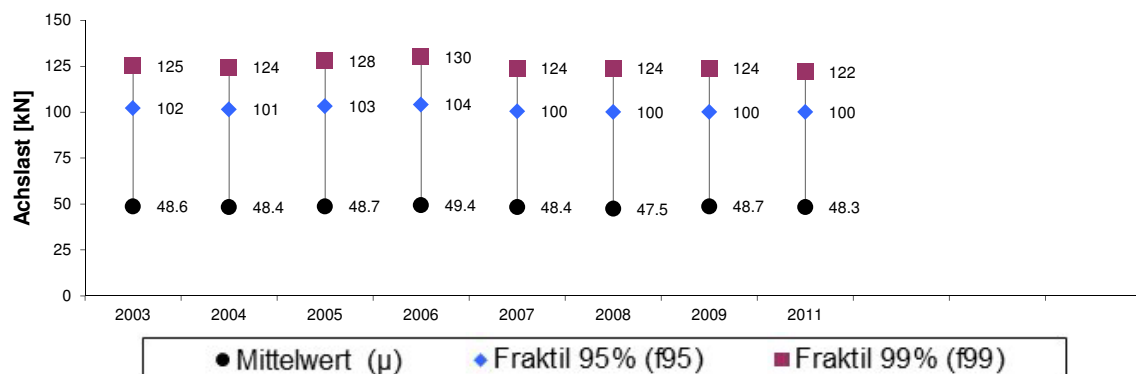
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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	50.4	50.4	100.9	122.2
Tandemachse	87.7	43.9	95.3	112.7
Tridemachse	137.4	45.8	83.5	96.0
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 50.4 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.9 kN, respektive 45.8 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 mehr als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen jedoch unter dem Wert von $Q_{k1} = 150$ kN.

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	14.6 kN/m	29.8 kN/m	42.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.2 kN/m ²	8.5 kN/m ²	12.1 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 Achsen-typen sind in den Diagrammen des Abschnitts 2.3.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	30'089	15	0.000	6'659	1	0.000	4	0
2	0.006	294'284	1'766	0.001	36'490	26	0.000	120	0
3	0.020	169'314	3'386	0.003	20'680	62	0.001	445	0
4	0.070	170'071	11'905	0.008	10'940	88	0.002	828	2
5	0.150	193'507	29'026	0.020	16'760	335	0.005	3'398	17
6	0.290	290'269	84'178	0.030	27'241	817	0.010	15'048	150
7	0.530	250'561	132'797	0.060	28'456	1'707	0.020	9'886	198
8	1.000	125'496	125'496	0.100	26'182	2'618	0.030	6'492	195
9	1.520	65'054	98'882	0.140	25'445	3'562	0.040	6'763	271
10	2.400	50'384	120'922	0.200	21'015	4'203	0.060	4'276	257
11	3.660	39'386	144'153	0.280	18'025	5'047	0.080	3'885	311
12	5.400	26'670	144'018	0.400	18'005	7'202	0.110	4'356	479
13	7.760	12'222	94'843	0.540	17'957	9'697	0.140	2'999	420
14	10.870	4'188	45'524	0.730	15'597	11'386	0.190	2'808	534
15	14.910	1'377	20'531	0.960	11'517	11'056	0.240	3'537	849
16	20.060	498	9'990	1.260	8'212	10'347	0.300	2'617	785
17	26.540	178	4'724	1.630	6'739	10'985	0.380	2'699	1'026
18	34.590	151	5'223	2.080	5'956	12'388	0.480	4'048	1'943
19	-	-	-	2.640	5'819	15'362	0.590	3'367	1'987
20	-	-	-	3.300	5'346	17'642	0.720	3'604	2'595
21	-	-	-	4.090	4'186	17'121	0.880	5'425	4'774
22	-	-	-	5.030	6'208	31'226	1.060	4'656	4'935
23	-	-	-	-	-	-	1.270	5'123	6'506
24	-	-	-	-	-	-	1.520	6'424	9'764
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'148	5'698
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'874	4'010
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'454	3'650
28	-	-	-	-	-	-	2.940	665	1'955
29	-	-	-	-	-	-	3.430	506	1'736
30	-	-	-	-	-	-	3.980	472	1'879
Summe		1'723'699	1'077'378		343'435	172'878		110'927	56'924

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'077'378 + 172'878 + 56'924 = 1'307'180 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.5 \times 1'307'180 = 588231 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 588231 / 275 = 2'139 \text{ ESAL}$$

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

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2011 der Zählstelle Denges (A1) zeigen die Entwicklung des Schwerverkehrs nur von April bis Dezember, dies muss bei der Interpretation der Zahlen berücksichtigt werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer saisonalen Schwankung (s. Diagramm 2.4.1). Im Mai ist das grösste Schwerverkehrsaufkommen mit 3'433 Fahrzeugen pro Tag gemessen worden. Im Dezember war das Schwerverkehrsaufkommen mit 2'733 Fahrzeugen pro Tag deutlich kleiner.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 30.1%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.3% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2)

Die Mittelwerte von Gesamtgewicht und mittlerer Achslast bleiben in den Monaten April bis Dezember etwa konstant. Die Fraktilwerte f95 und f99 hingegen sind Schwankungen unterworfen (s. Diagramme 2.4.1b und 2.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Zwischen April und Dezember des Jahres 2011 passierten pro Tag durchschnittlich 3'200 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im letzten Messjahr 2009 3'152 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 2.4.2a). Die beobachtete Zunahme der Verkehrszahlen muss jedoch relativiert werden, da im Jahr 2009 nur die Monate Januar bis April gemessen wurden.

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 Jahr 2009 praktisch unverändert.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2b) steigt im Vergleich zum Jahr 2009 um 3.1% von 159 auf 164 kN an, der Fraktilwerte f95 nimmt um 0.5% von 375 auf 377 kN zu, f99 nimmt dagegen um 2% von 443 auf 434 kN ab.

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 2.4.2c) nimmt um 0.8% von 48.7 auf 48.3 kN ab, der Fraktilwert f95 bleibt konstant bei 100 kN und f99 nimmt um 1.6% von 124 auf 122 kN ab.

Die Abnahme der mittleren Achslast wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 2.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt von 2'401 auf 2'139 ESAL (-10.9%) ab, ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2008 kontinuierlich um insgesamt 9.5% zugenommen; zwischen 2008 und 2011 ist er wieder zurückgegangen. Über die gesamten neun Jahre resultiert eine Zunahme des Schwerverkehrs von 3'081 auf 3'200 Fahrzeuge pro Tag (+3.9%). 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%. Dies kann auf die grössere Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge im Jahr 2008 zurückgeführt werden. 2009 und 2011 bewegt sich die Anzahl Fahrzeuge dieser Fahrzeugkategorien wieder auf dem Niveau von 2003-2006.

Der Anteil unklassifizierter Fahrzeuge ist 2007 und 2008 besonders hoch: 17% und 31% am gesamten Schwerverkehr. 2011 liegt der Anteil bei 6.5%.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2011 um 6.5%, das „Fraktil 95%“ um 0.3% zugenommen. Ein deutlicher Anstieg des Gesamtgewichts tritt zwischen 2003 und 2006 auf, zwischen 2006 und 2009 gibt es keinen eindeutigen Trend. 2011 liegt das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs mit 164 kN höher als in allen Messjahren zuvor. 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 2011 nur wenig. Maximale Fraktilwerte treten in den Jahren 2005 und 2006 auf.

3 Oberbüren (A1)

3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

3.2 Übersicht Messresultate

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

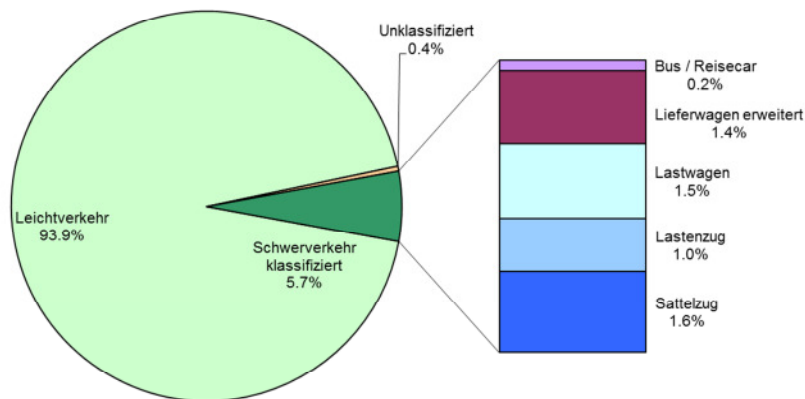
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	20'290'350	55'590	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	19'046'183	52'181	93.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'244'167	3'409	6.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	82'555	226	0.4	6.6
01 Bus / Reisecar	42'159	116	0.2	3.4
02 Motorrad	694	2	0.0	0.1
03 Personenwagen	47'416	130	0.2	3.8
04 Personenwagen mit Anh.	15'525	43	0.1	1.2
05 Lieferwagen	130'682	358	0.6	10.5
06 Lieferwagen mit Anhänger	63'469	174	0.3	5.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	32'739	90	0.2	2.6
08 Lastwagen	296'527	812	1.5	23.8
09 Lastenzug	209'912	575	1.0	16.9
10 Sattelzug	322'489	884	1.6	25.9
Total	1'244'167	3'409	6.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	398'204	1'091	2.0	32.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	435'469	1'193	2.1	35.0
Fahrzeuge 18 - 28t	262'400	719	1.3	21.1
Fahrzeuge 28 - 40t	113'675	311	0.6	9.1
Fahrzeuge >40t	34'419	94	0.2	2.8
Total	1'244'167	3'409	6.1	100.0

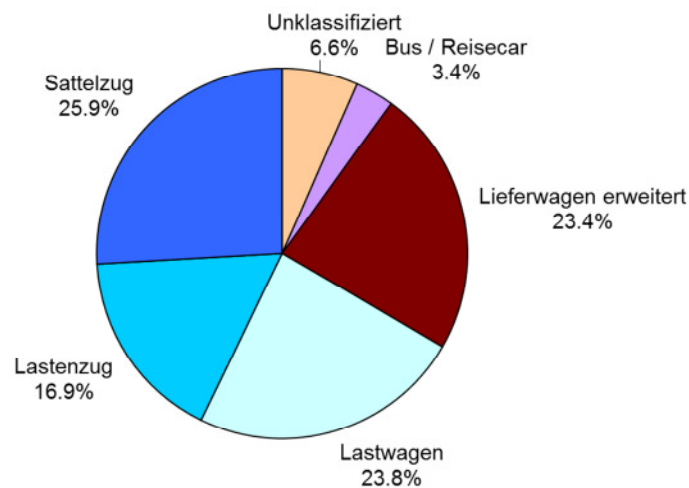
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

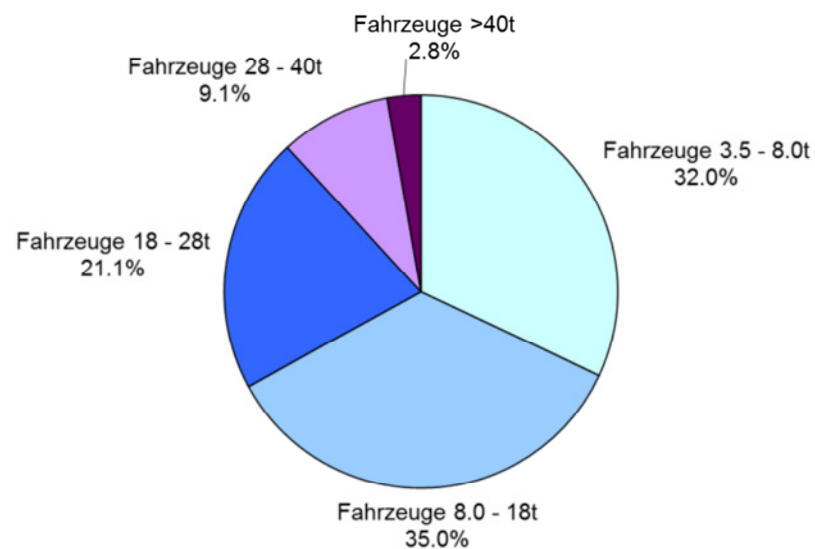
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 Messdiagramme

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 3.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 3.3.3 Reisecars 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 (GWTOT) 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 Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.8.5).

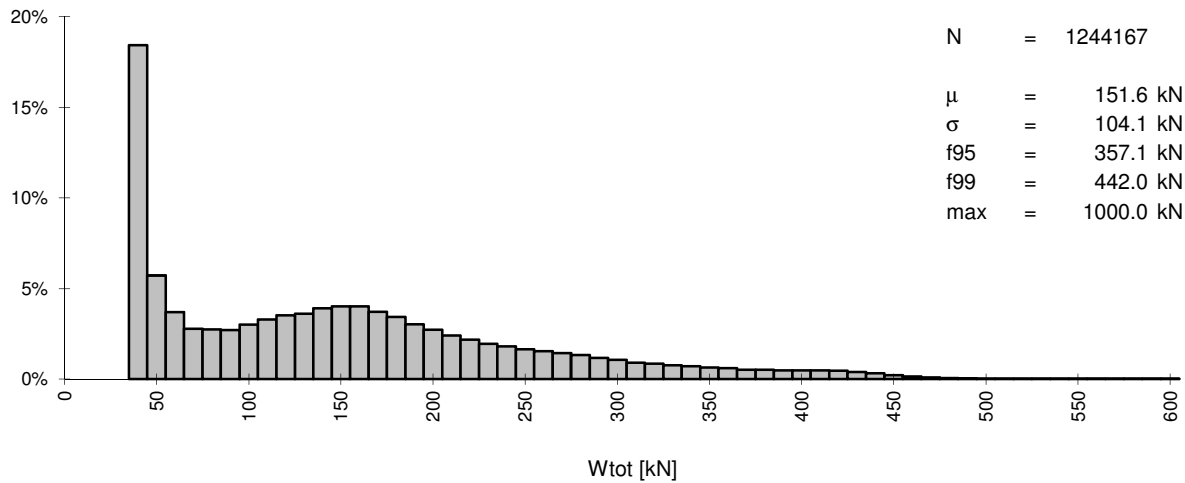
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

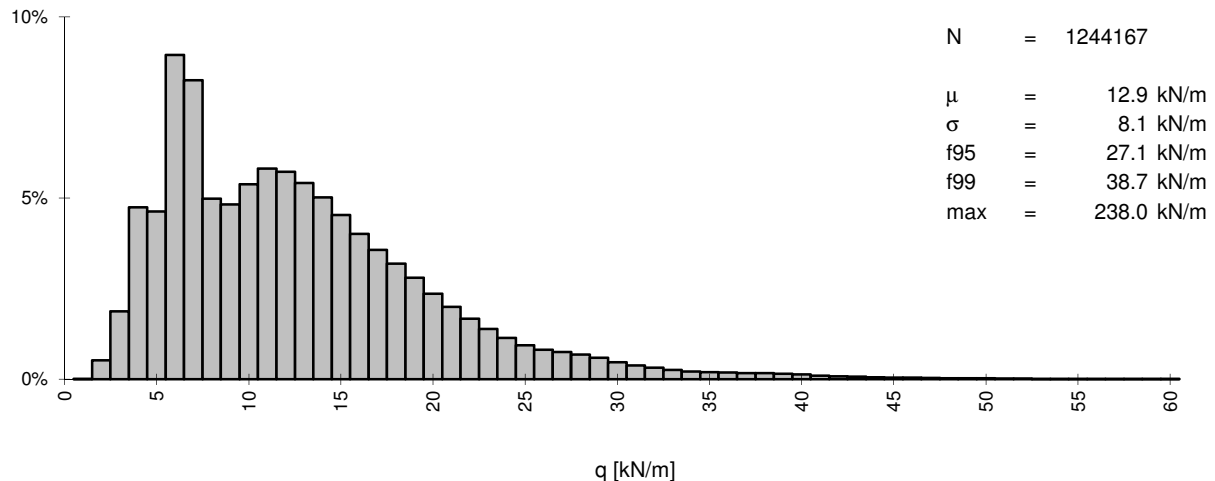
2011 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



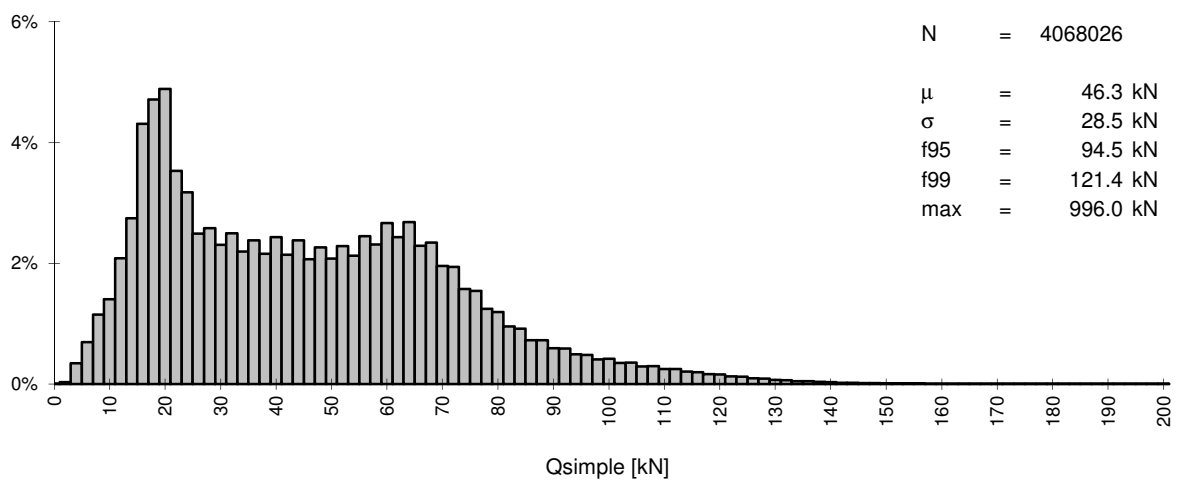
2011 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

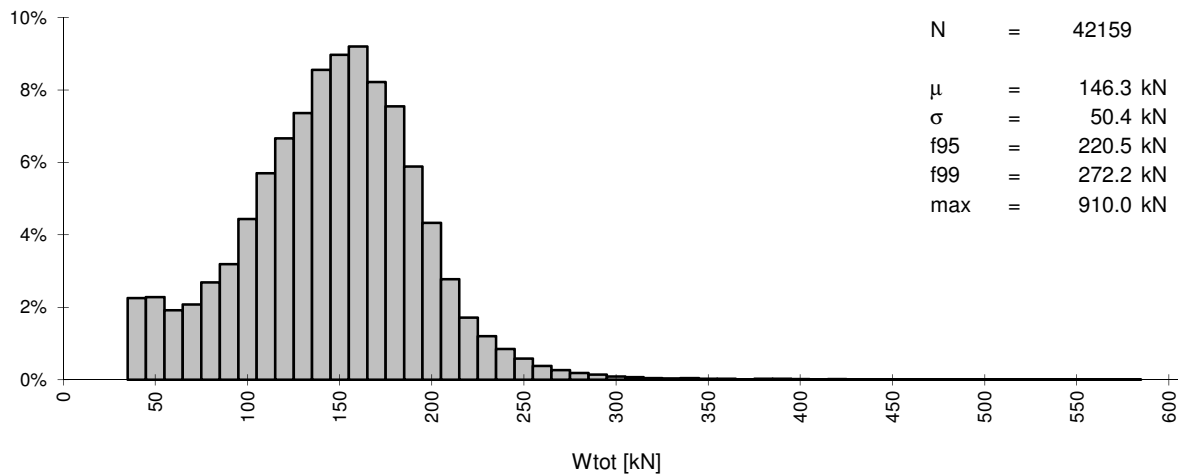
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

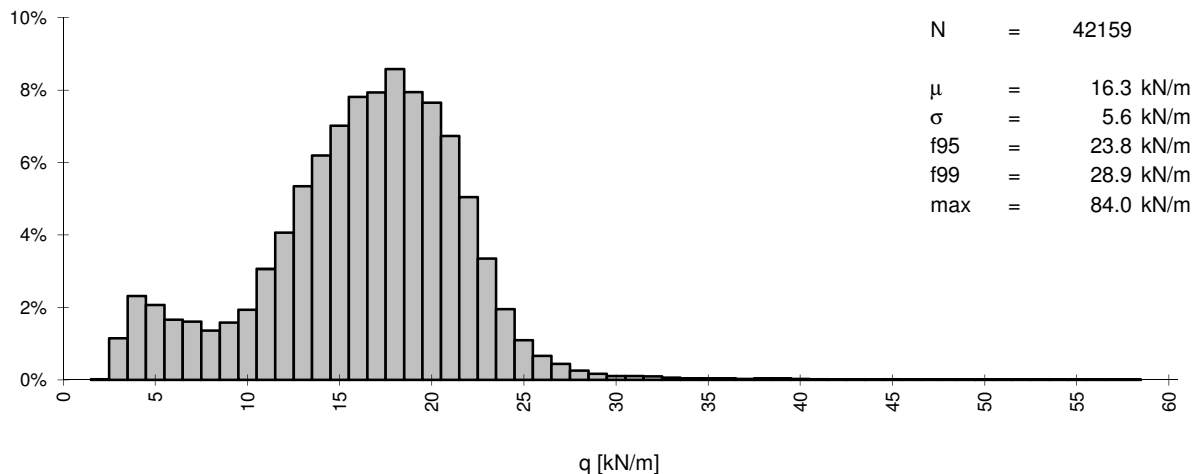
2011 Oberbüren

Car / Bus / Gesamtgewicht



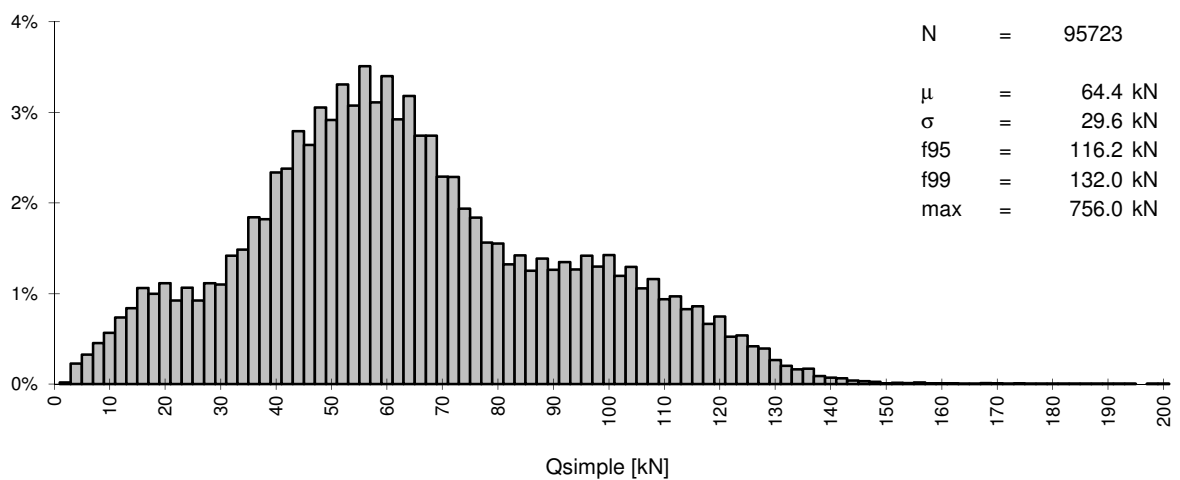
2011 Oberbüren

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

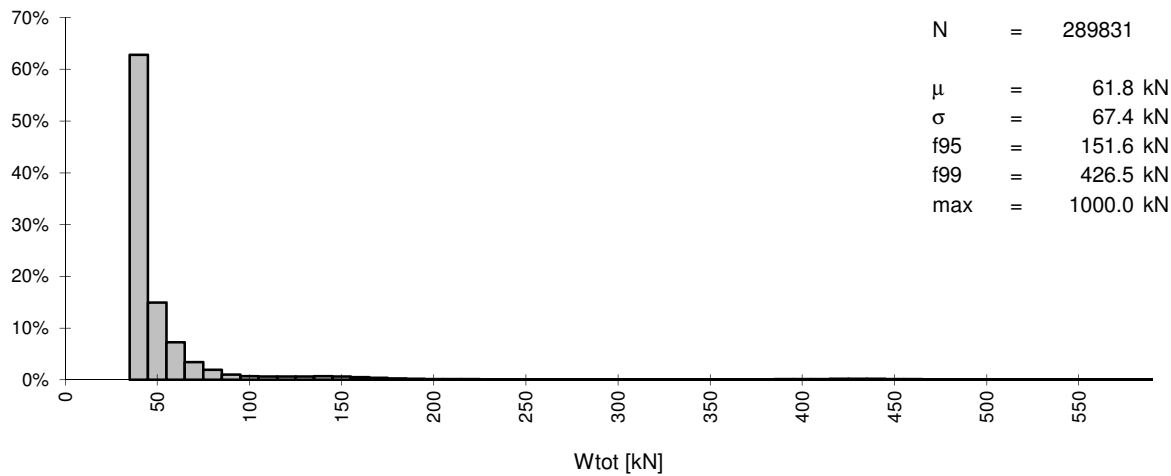
Car / Bus / alle Einzelachsen



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

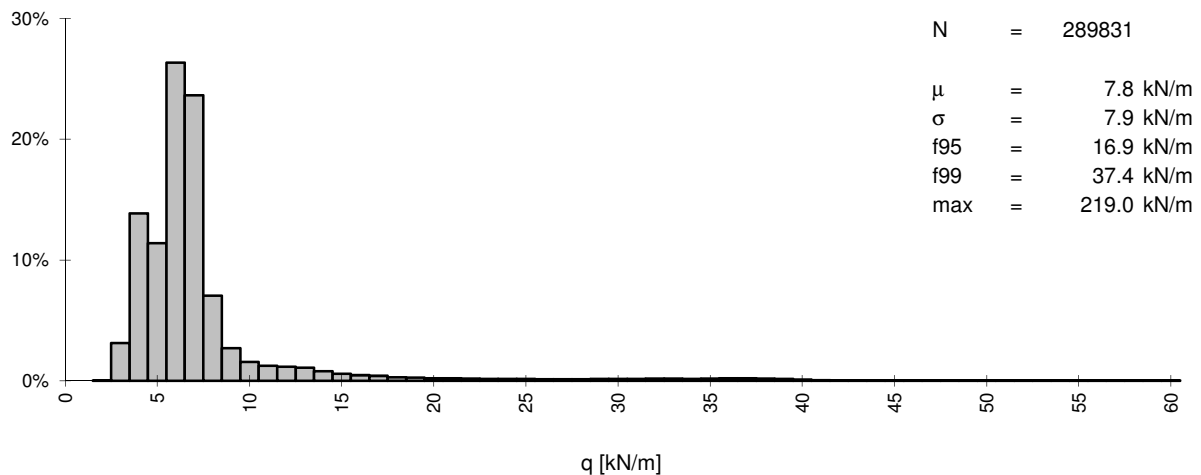
2011 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



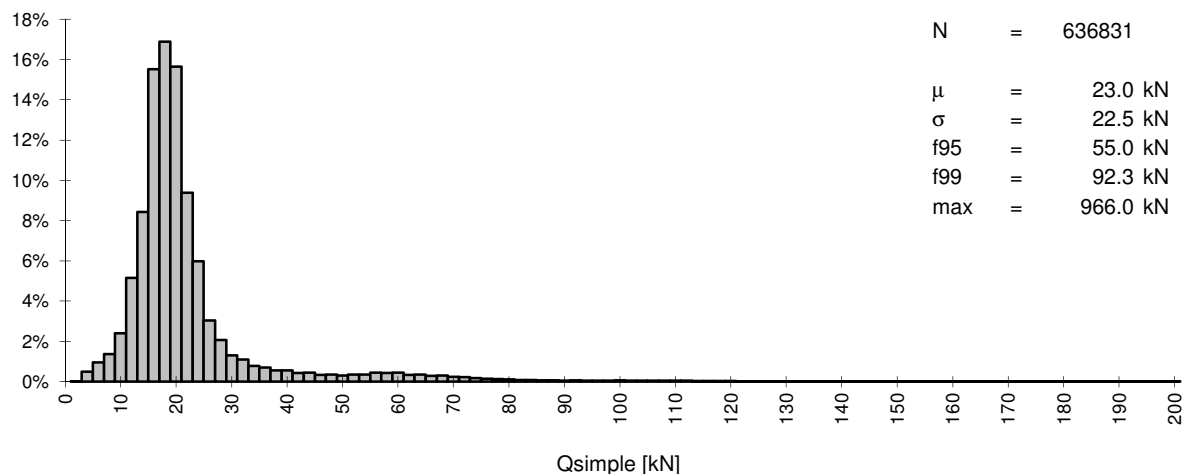
2011 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

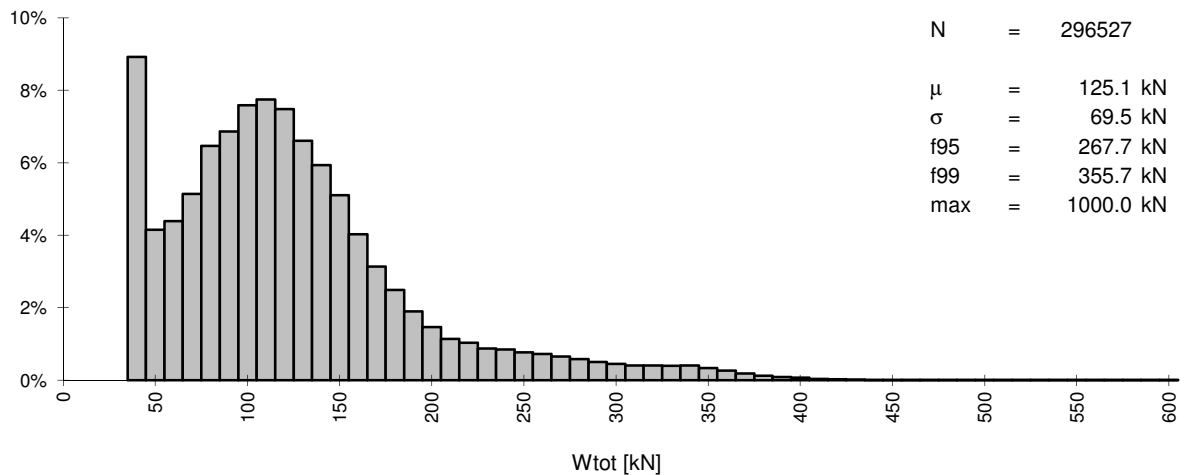
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

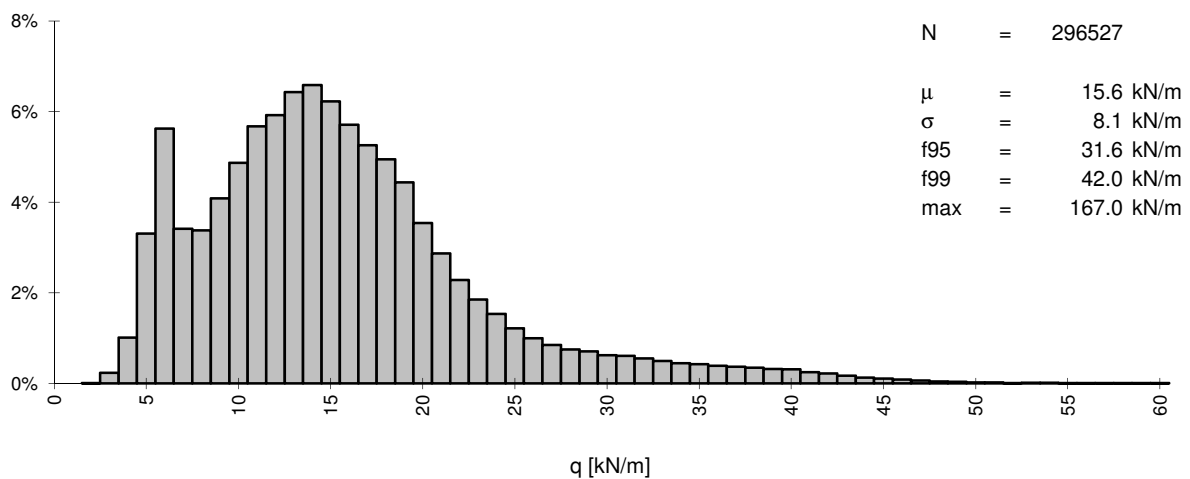
2011 Oberbüren

Lastwagen / Gesamtgewicht



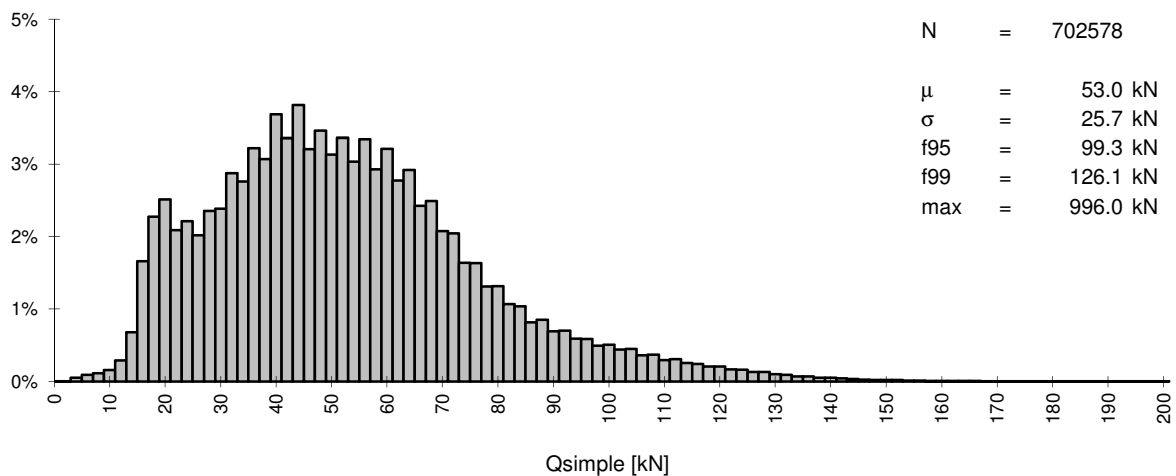
2011 Oberbüren

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

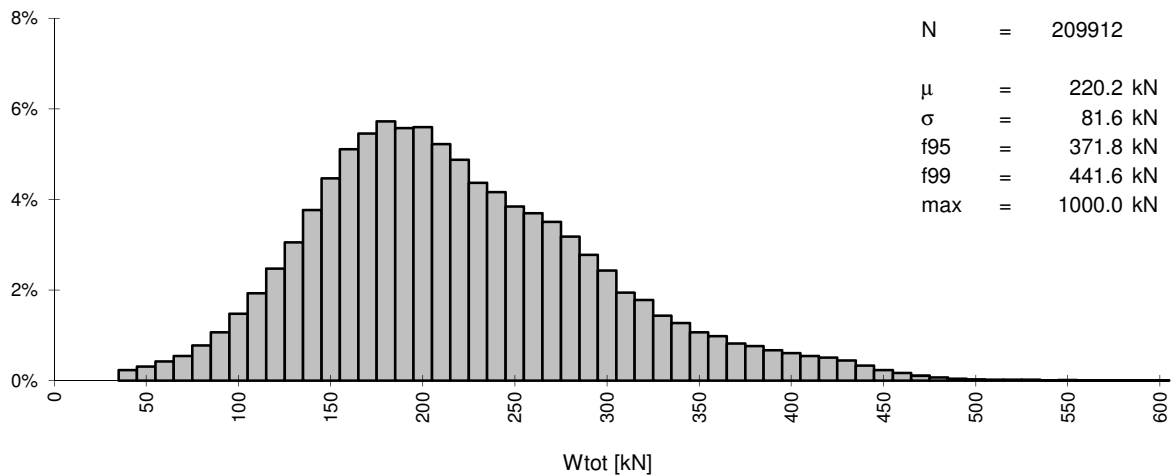
Lastwagen / alle Einzelachsen



3.3.6 Lastenzüge (LZ)

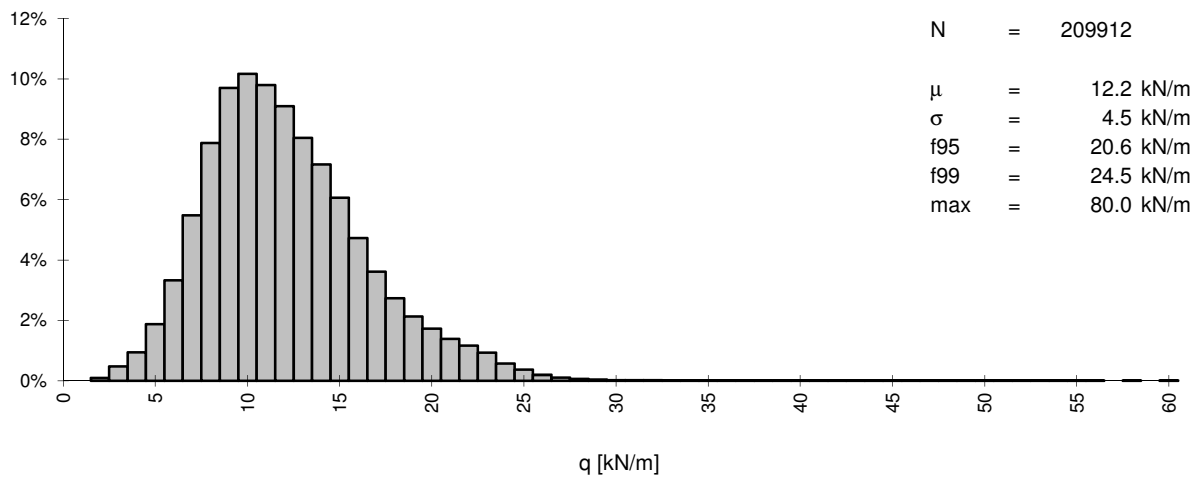
2011 Oberbüren

Lastenzug / Gesamtgewicht



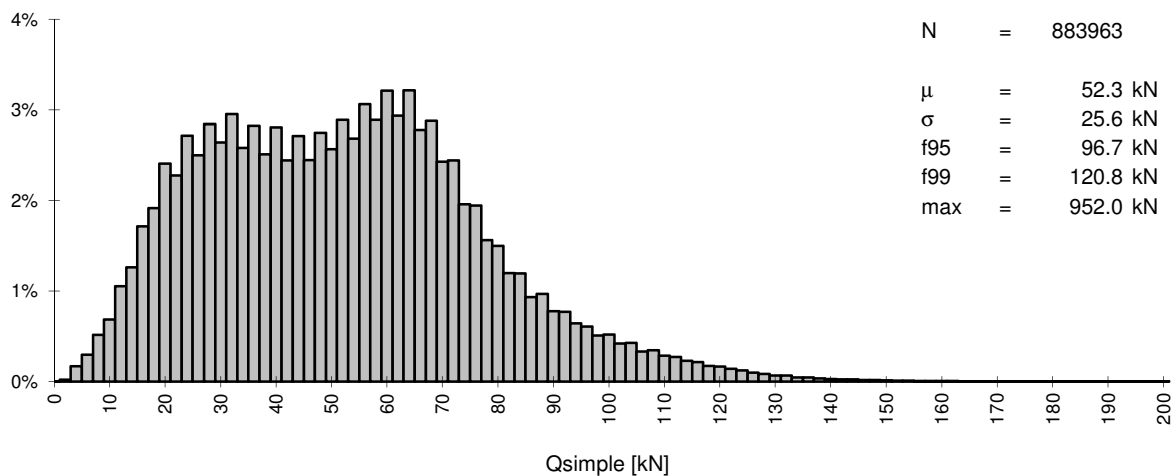
2011 Oberbüren

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

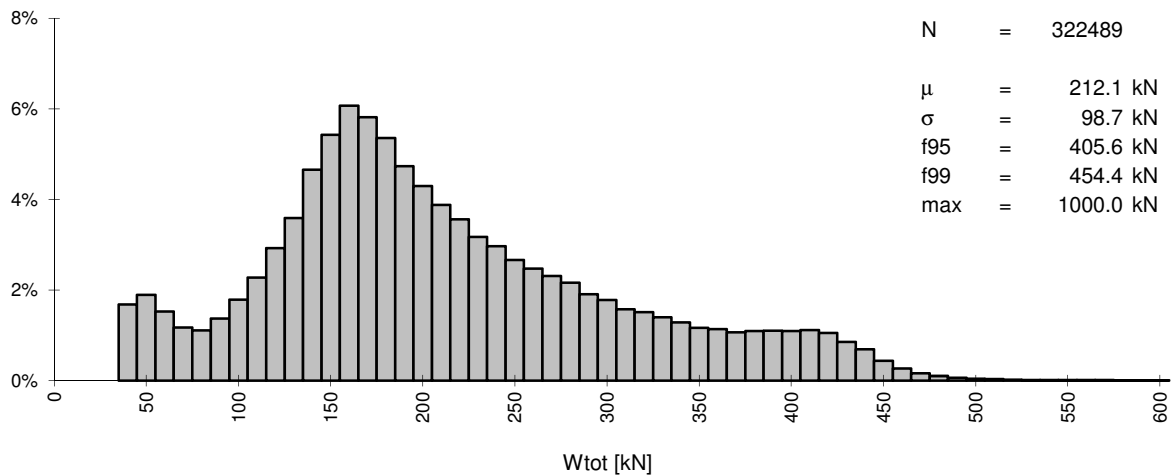
Lastenzug / alle Einzelachsen



3.3.7 Sattelzüge (SZ)

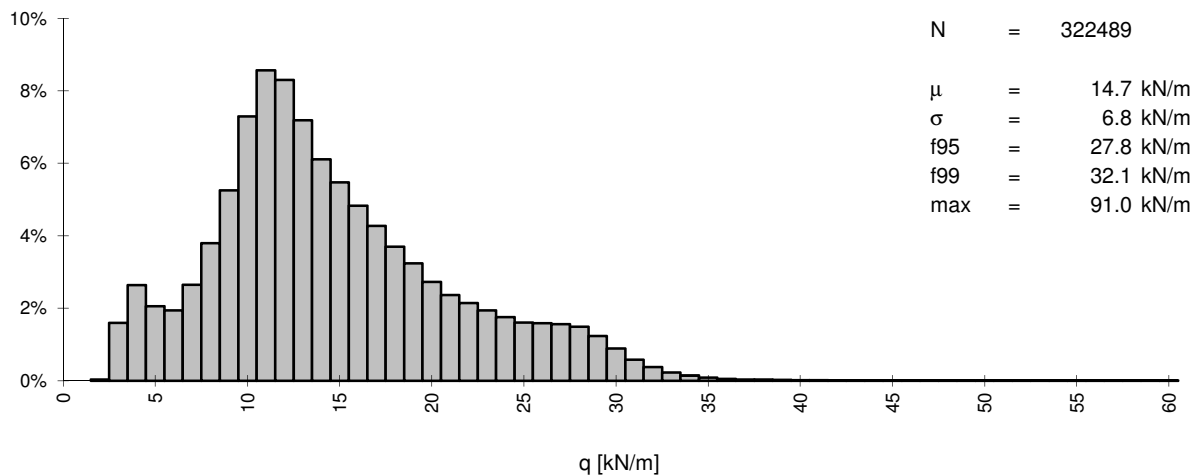
2011 Oberbüren

Sattelzug / Gesamtgewicht



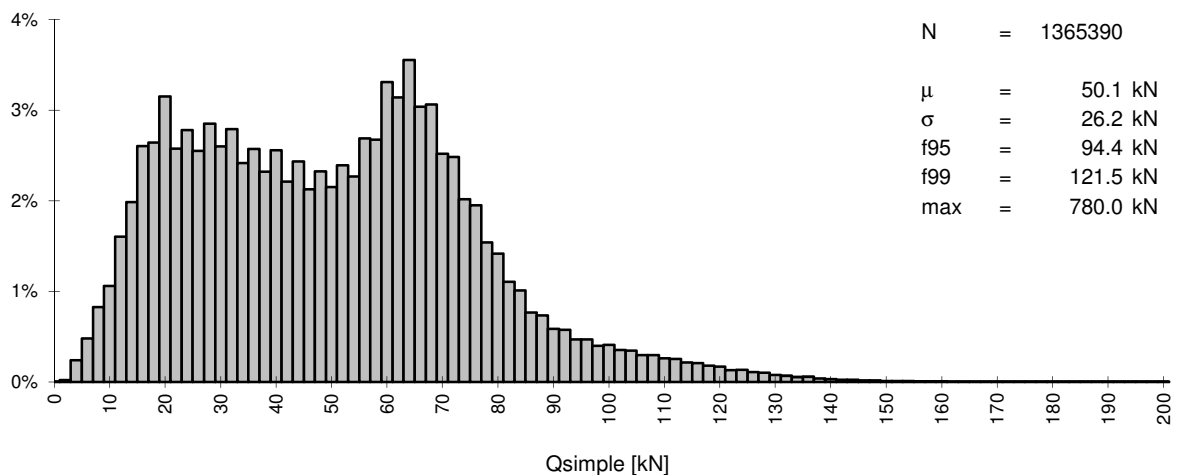
2011 Oberbüren

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbüren

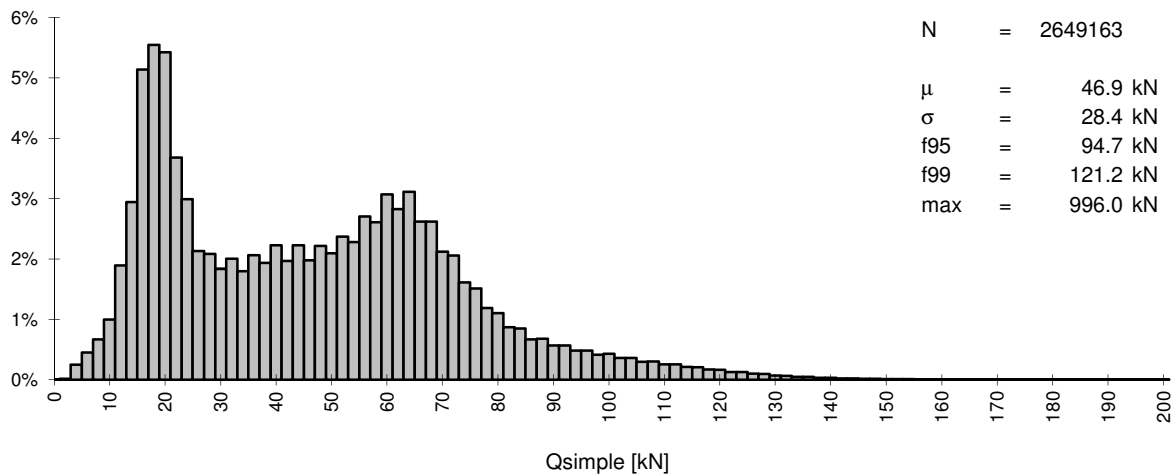
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

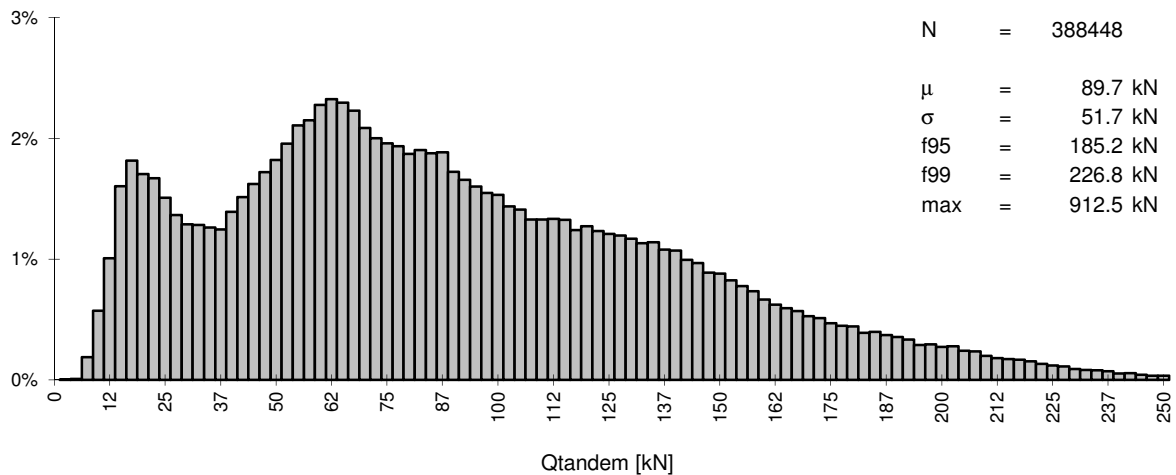
2011 Oberbüren

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



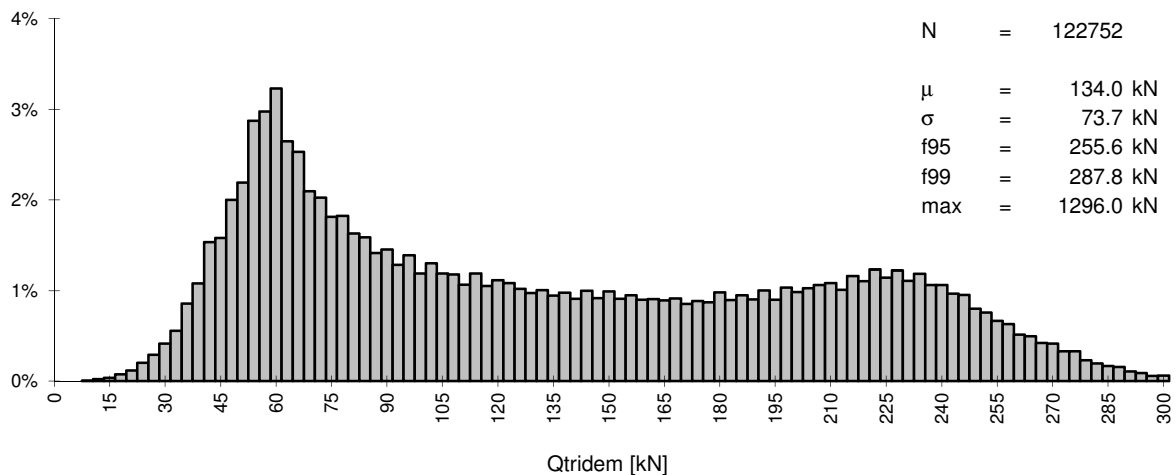
2011 Oberbüren

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 Oberbüren

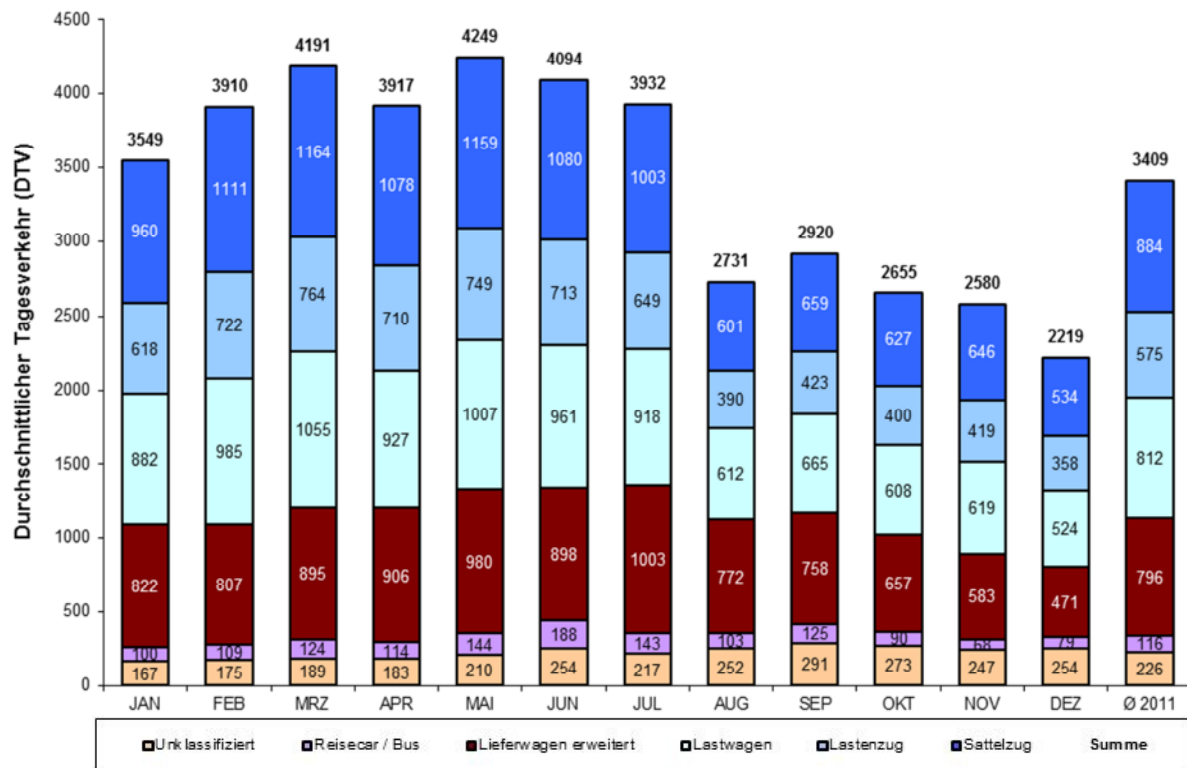
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



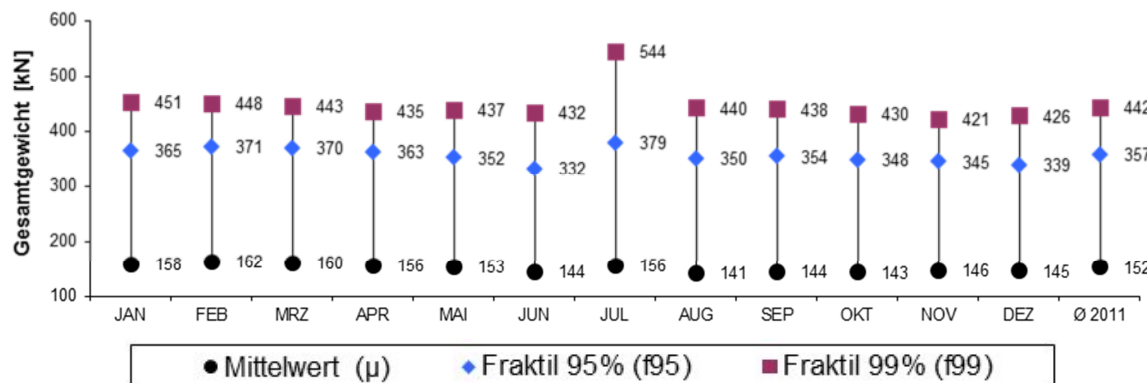
3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

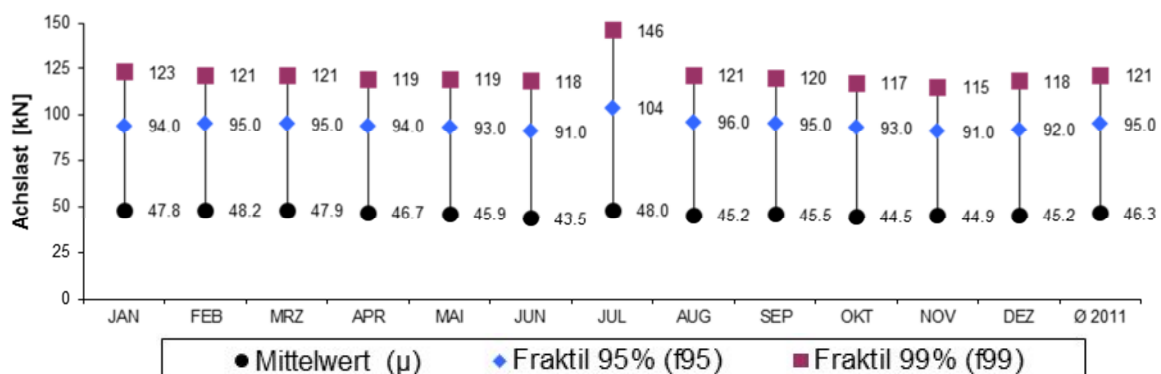
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

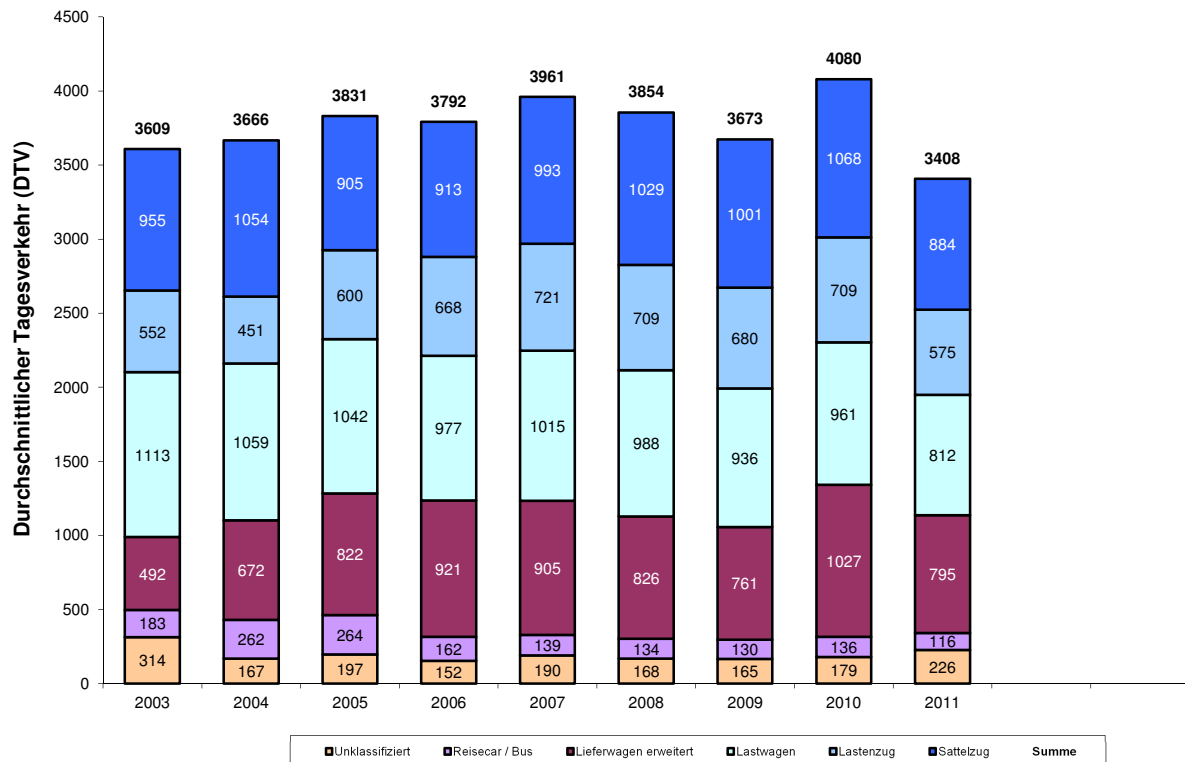


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

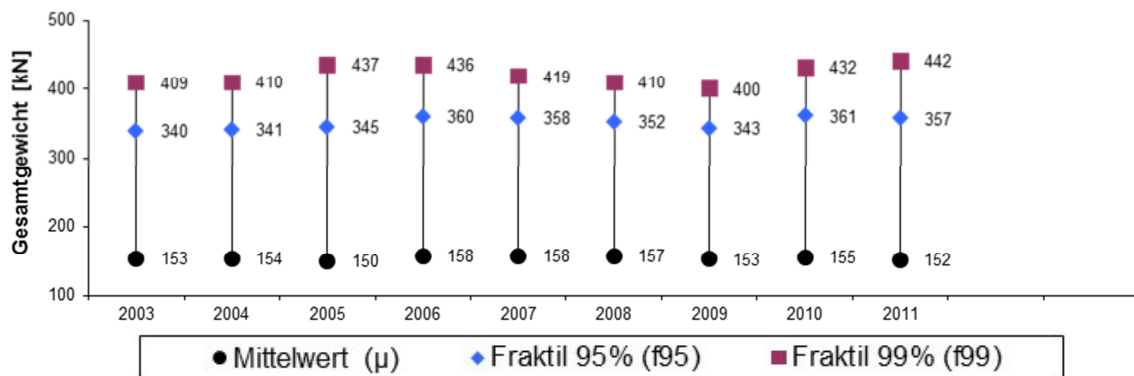


3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

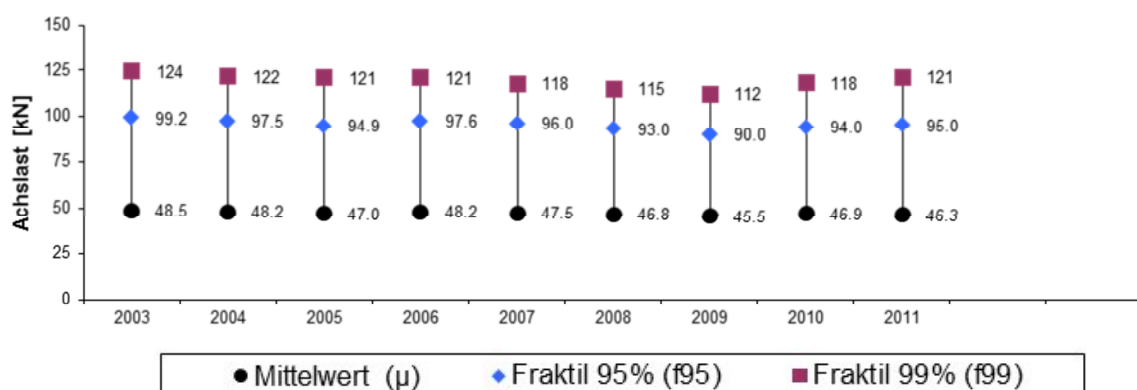
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



3.5 Auswertung der Messdaten

3.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte 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 3.3.8 dargestellt. Zum Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	46.9	46.9	94.7	121.2
Tandemachse	89.7	44.85	92.6	113.4
Tridemachse	134.0	44.7	85.2	96.0
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 46.9 kN. Die Tandem- resp. Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.85 resp. 44.7 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (s. Abs. 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	12.9 kN/m	27.1 kN/m	38.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.69 kN/m ²	7.74 kN/m ²	11.1 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	63'314	32	0.000	2'988	0	0.000	4	0
2	0.006	554'744	3'328	0.001	23'832	17	0.000	166	0
3	0.020	337'238	6'745	0.003	22'649	68	0.001	1'259	1
4	0.070	265'741	18'602	0.008	20'127	161	0.002	3'064	6
5	0.150	277'491	41'624	0.020	25'948	519	0.005	6'277	31
6	0.290	345'252	100'123	0.030	32'998	990	0.010	13'843	138
7	0.530	352'180	186'655	0.060	34'745	2'085	0.020	8'929	179
8	1.000	198'265	198'265	0.100	30'191	3'019	0.030	6'950	209
9	1.520	96'273	146'335	0.140	28'719	4'021	0.040	7'466	299
10	2.400	63'039	151'294	0.200	24'629	4'926	0.060	4'736	284
11	3.660	42'053	153'914	0.280	21'389	5'989	0.080	4'504	360
12	5.400	26'899	145'255	0.400	20'089	8'036	0.110	5'435	598
13	7.760	13'781	106'941	0.540	18'663	10'078	0.140	3'777	529
14	10.870	6'068	65'959	0.730	17'175	12'538	0.190	3'593	683
15	14.910	2'226	33'190	0.960	14'495	13'915	0.240	4'689	1'125
16	20.060	1'048	21'023	1.260	11'680	14'717	0.300	3'388	1'016
17	26.540	525	13'934	1.630	9'013	14'691	0.380	3'330	1'265
18	34.590	802	27'741	2.080	7'287	15'157	0.480	4'409	2'116
19	-	-	-	2.640	5'900	15'576	0.590	3'376	1'992
20	-	-	-	3.300	4'636	15'299	0.720	3'606	2'596
21	-	-	-	4.090	3'719	15'211	0.880	5'107	4'494
22	-	-	-	5.030	6'152	30'945	1.060	4'024	4'265
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'421	5'615
24	-	-	-	-	-	-	1.520	5'426	8'248
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'341	6'047
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'520	5'393
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'268	5'693
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'090	3'205
29	-	-	-	-	-	-	3.430	635	2'178
30	-	-	-	-	-	-	3.980	385	1'532
Summe		2'646'939	1'420'958		387'024	187'956		122'018	60'098

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'420'958 + 187'956 + 60'098 = 1'669'012 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'669'012 = 751'055 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 751'055 / 365 = 2'058 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2011 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen eine mässige Übereinstimmung mit den Resultaten des Vorjahres. Das durchschnittliche Gesamtgewicht der Fahrzeugklassen „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ hat sich im Vergleich zum Vorjahr in Richtung leichtere Fahrzeuge verschoben. Der Schwerverkehr unterliegt einer starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 3.4.1a). Im Mai ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4249 Fahrzeugen. Ab August ist ein überdurchschnittlich starker Rückgang des Schwerverkehrs erkennbar. Dies ist möglicherweise auf eine Fehlfunktion einer der WIM Sensoren zurückzuführen. Die Auswertung der Verkehrsentwicklung ist deshalb mit Vorsicht zu betrachten.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 25.9%. Die Kategorie „Lastwagen“ weist einen Anteil von 23.8% auf. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.6% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2).

Die durchschnittlichen Gesamtgewichte und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge bleiben mit Ausnahme im Juli über die zwölf Monate hinweg relativ konstant (s. Diagramme 3.4.1 b und c). Im Juli sind sowohl der Mittelwert als auch die 95% und 99% Fraktile des Gesamtgewichts und der Achslasten deutlich höher als in den anderen Monaten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Da möglicherweise eine Fehlfunktion bei einem der Sensoren dieser Station ab August 2011 auftrat, müssen die Resultate des jährlichen Vergleichs mit Vorsicht betrachtet werden.

Im Jahr 2011 passierten durchschnittlich pro Tag 3'409 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 4'080 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 16.4%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 0a). Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ nimmt am meisten ab, der DTV sinkt von 1068 auf 884 Fahrzeuge (-17.2%).

Das mittlere Gesamtgewicht nimmt im Vergleich zum Vorjahr um 2.1% von 155 auf 152 kN ab. Die Fraktilewerte 95% und 99% nehmen um 1.2% von 361 auf 357 kN ab, respektive um 2.3% von 432 auf 442 kN zu (s. Diagramm 0b).

Die mittlere Achslast nimmt von 46.9 auf 46.3 kN ab (-1.3%). Der Fraktilewert 95% erhöht sich von 94.0 auf 95.0 kN (+1.0%) und der Fraktilewert 99% von 118 auf 121 kN (+2.5%) (s. Diagramm 0c).

Die deutliche Abnahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast im Vergleich zum Vorjahr wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs.

3.5.2): Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt von 2'432 auf 2'058 ESAL (-15.4%) ab, ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Da möglicherweise eine Fehlfunktion bei einem der Sensoren dieser Station ab August 2011 auftrat, müssen die Resultate des längerfristigen Vergleichs mit Vorsicht betrachtet werden.

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr lag zwischen 2003 und 2009 zwischen 3609 und 3961 Fahrzeugen pro Tag. Im Jahr 2010 wurde der bisher höchste DTV mit 4080 Fahrzeugen erreicht. Im Jahr 2011 nahm die Anzahl Schwerverkehrsfahrzeuge erheblich ab und lag noch bei 3408 Fahrzeugen pro Tag. Bis 2007 wächst der Schwerverkehr um 10%, danach nimmt er um 7.3% bis 2009 ab, überschreitet den Wert von 2007 im Jahr 2010 wieder um 2.9% und nimmt im Jahr 2011 um 16.4% im Vergleich zum Vorjahr ab.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs hat sich zwischen 2003 und 2011 leicht verändert. Der Anteil der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ hat zugenommen, während der Anteil der Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ deutlich zurückgegangen ist.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs ist 2011 mit 152 kN etwas tiefer als der Durchschnitt von 2003-2010. Die Fraktilwerte 95% und 99% weisen nach einem Rückgang zwischen 2006 und 2009 in den Jahren 2010 und 2011 wieder höhere Werte auf.

Eine ähnliche Entwicklung ist bezüglich der gemessenen Achslast feststellbar. Der Mittelwert ist 2011 mit 46.2 kN etwas tiefer als der Durchschnitt von 2003-2011, während dem die Fraktilwerte nach einem Rückgang zwischen 2006 und 2009 wieder steigende Tendenz aufweisen

4 Oberbuchsitzen (A1)

4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt. Die WIM-Messstelle Oberbuchsitzen wurde am 1.4.2010 neu eingerichtet. Es liegen daher nur Daten von 21 Monaten vor.

4.2 Übersicht Messresultate

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

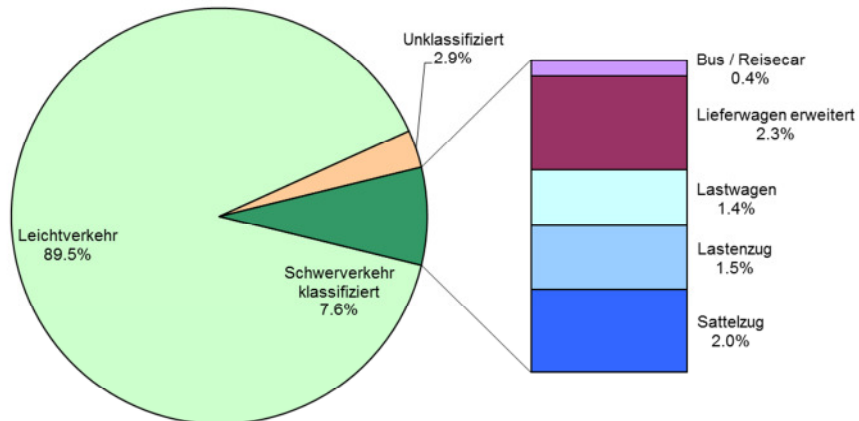
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbuchsitzen (A1) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt. Die DTV-Daten des Leichtverkehrs stammen von der Messstelle Niederbipp, da der Leichtverkehr bei der Zählstelle Oberbuchsitzen nicht gemessen wird.

Oberbuchsitzen (A1) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	15'808'515	43'311	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	14'145'113	38'754	89.5	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'663'402	4'557	10.5	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	464'841	1'274	2.9	27.9
01 Bus / Reisekar	61'007	167	0.4	3.7
02 Motorrad	1'460	4	0.0	0.1
03 Personenwagen	34'487	94	0.2	2.1
04 Personenwagen mit Anh.	93'051	255	0.6	5.6
05 Lieferwagen	80'240	220	0.5	4.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	115'832	317	0.7	7.0
07 Lieferwagen mit Auflieger	35'717	98	0.2	2.1
08 Lastwagen	214'815	589	1.4	12.9
09 Lastenzug	244'618	670	1.5	14.7
10 Sattelzug	317'334	869	2.0	19.1
Total	1'663'402	4'557	10.5	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	366'641	1'004	2.3	22.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	640'722	1'755	4.1	38.5
Fahrzeuge 18 - 28t	390'446	1'070	2.5	23.5
Fahrzeuge 28 - 40t	215'922	592	1.4	13.0
Fahrzeuge >40t	49'671	136	0.3	3.0
Total	1'663'402	4'557	10.5	100.0

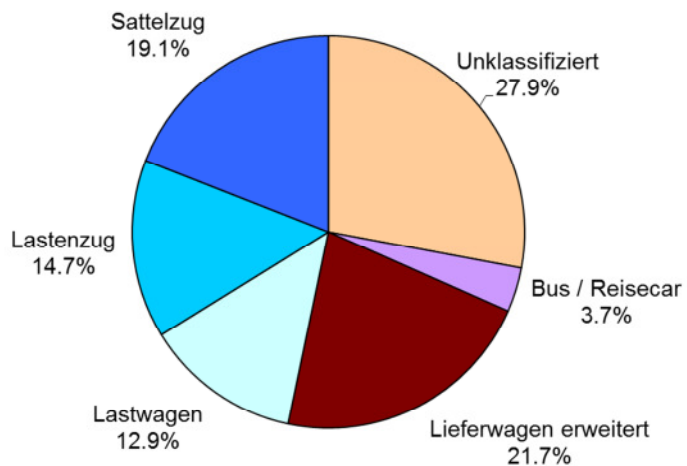
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbuchsitzen

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

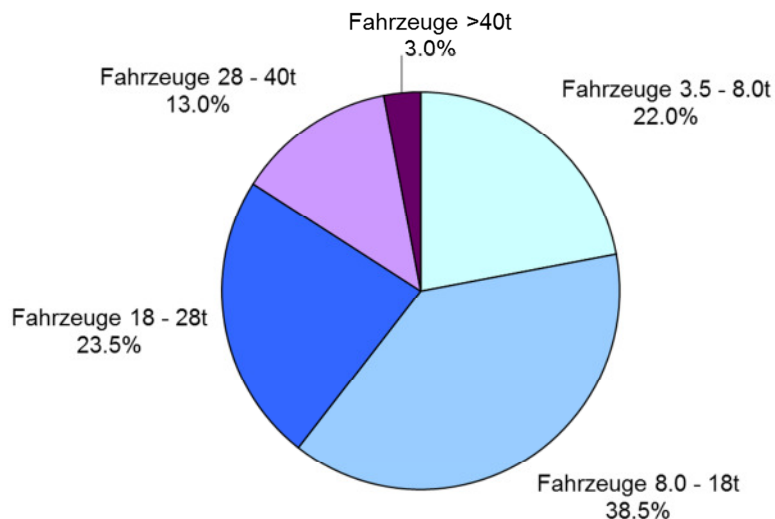


Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie ist deshalb nicht sehr aussagekräftig.

Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 Messdiagramme

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbuchsitzen (A1) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 4.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 4.3.3 Reisecars 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.1.8.5).

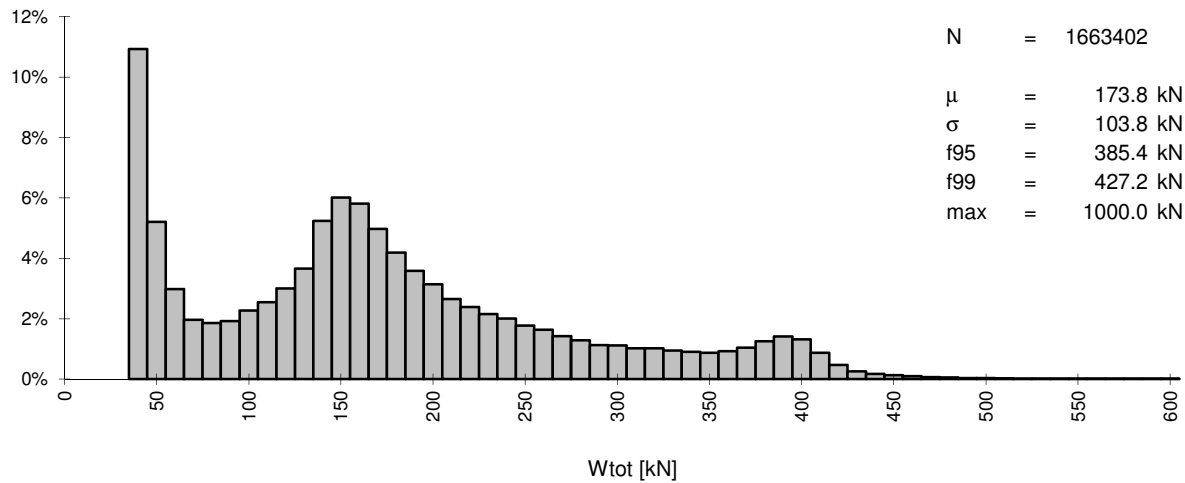
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

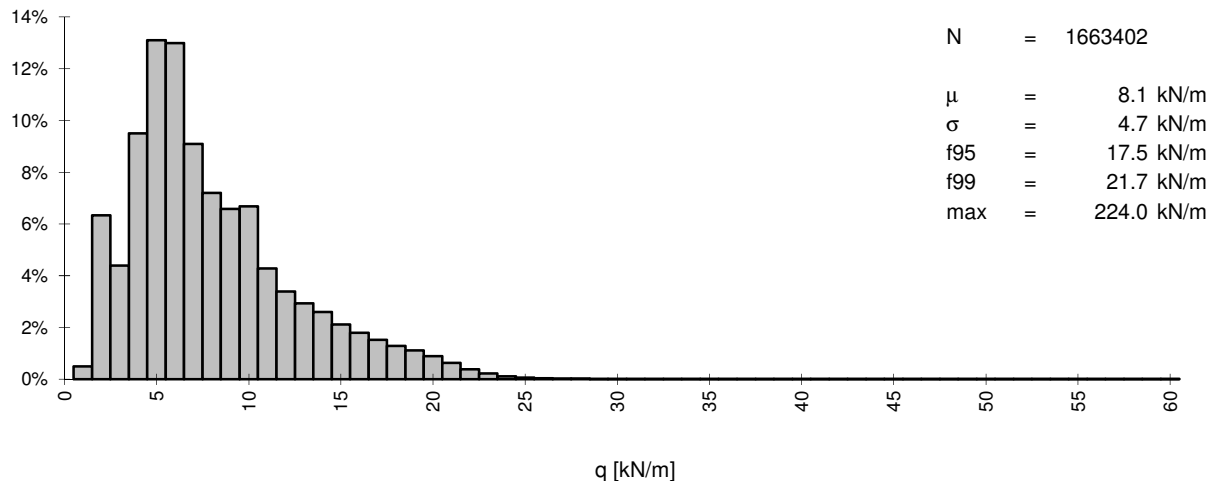
2011 Oberbuchsitzen

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



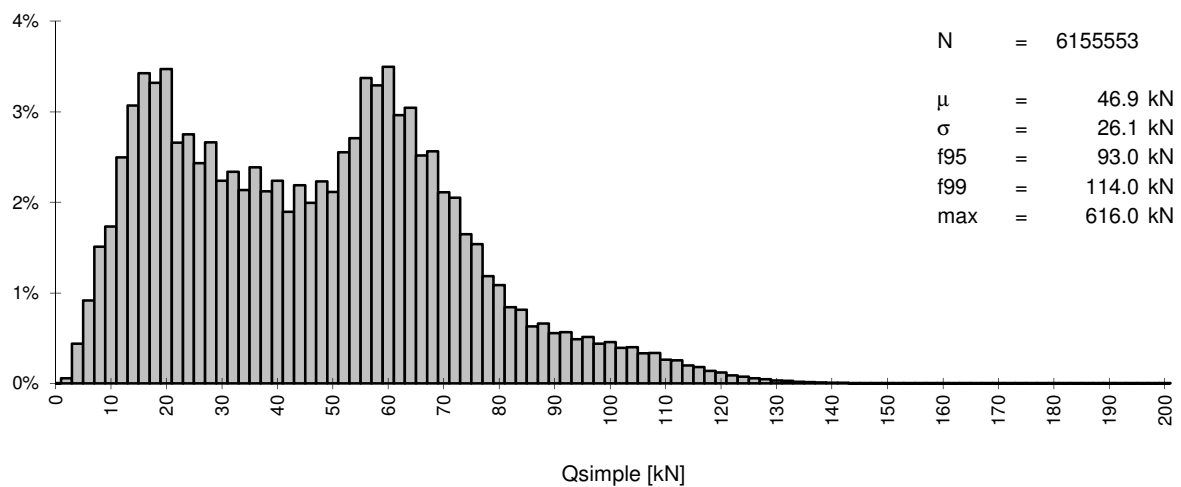
2011 Oberbuchsitzen

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbuchsitzen

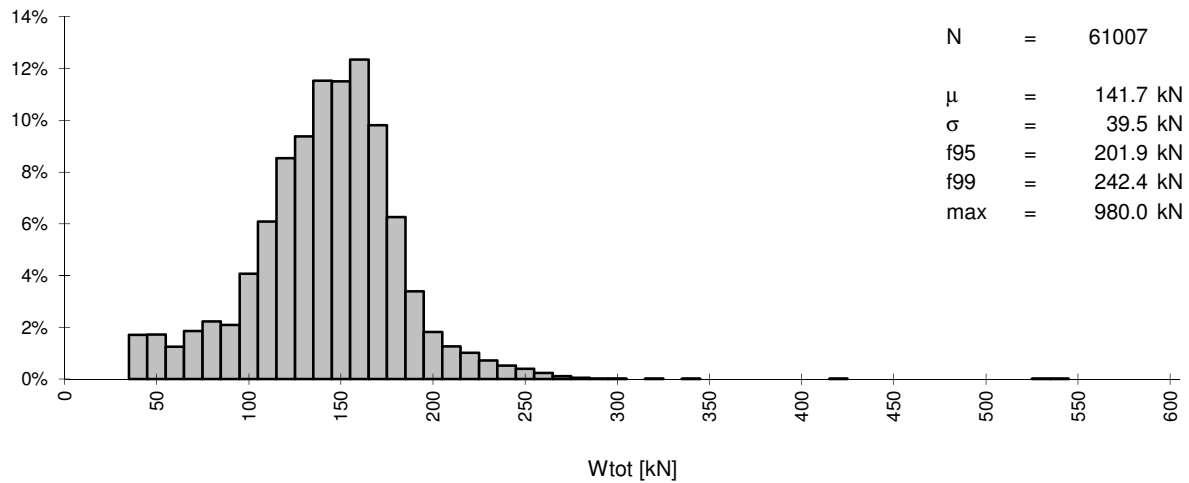
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

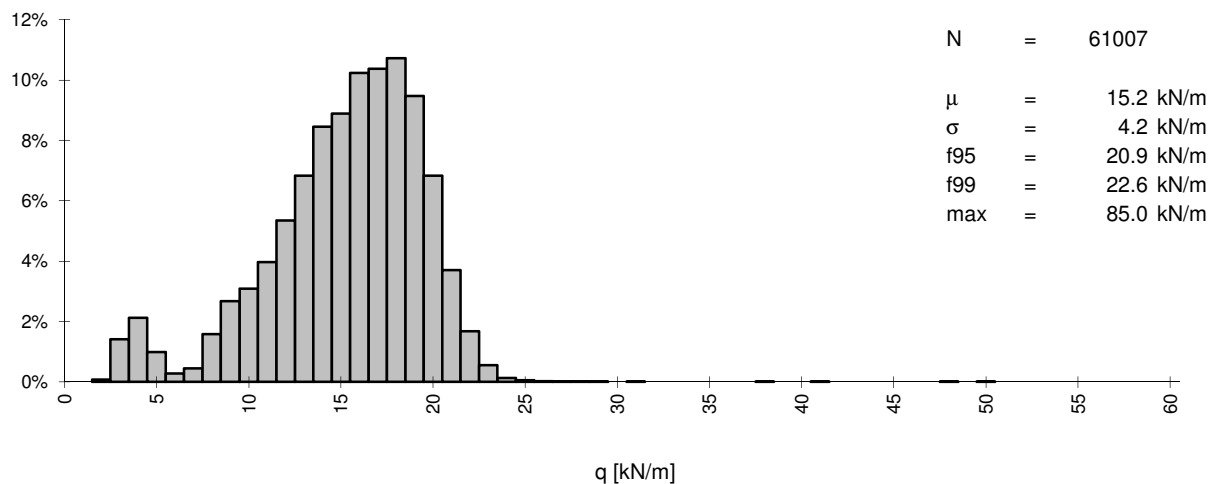
2011 Oberbuchsitzen

Car / Bus / Gesamtgewicht



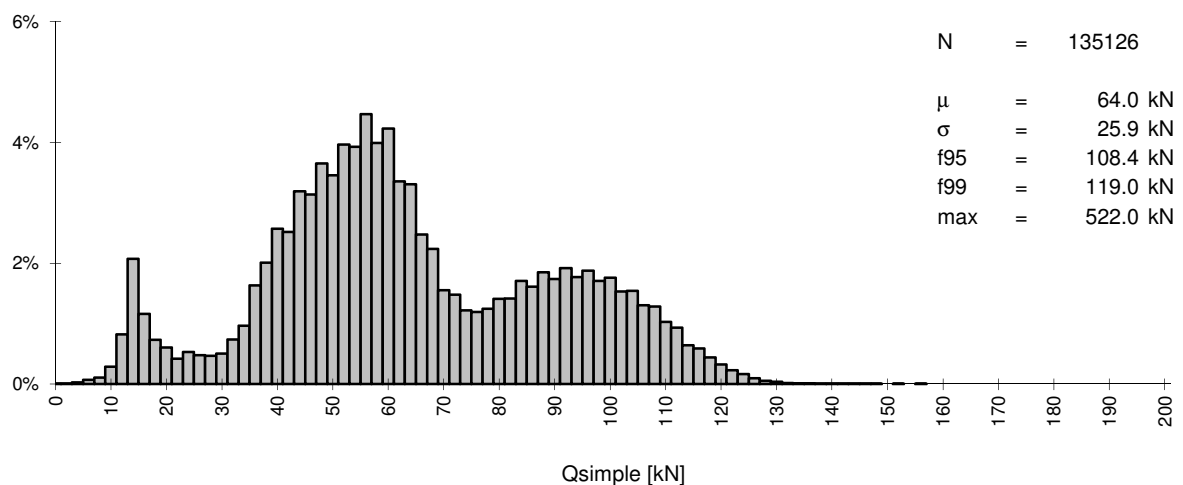
2011 Oberbuchsitzen

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbuchsitzen

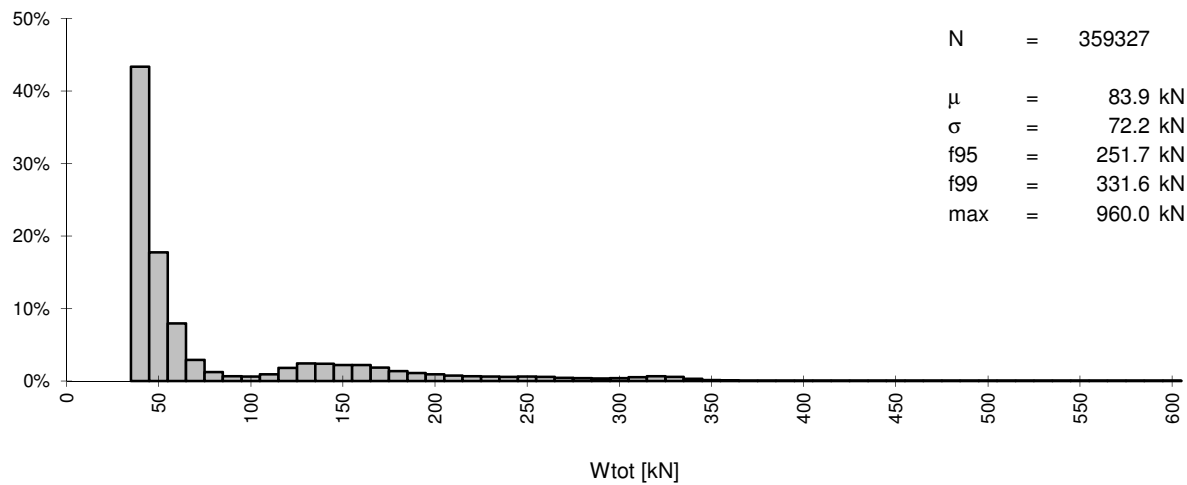
Car / Bus / alle Einzelachsen



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

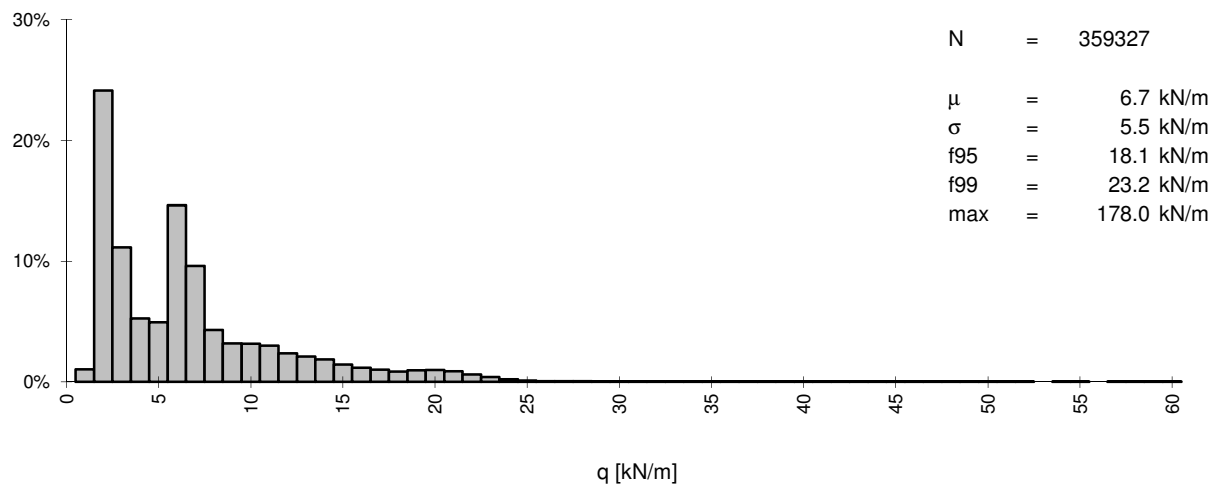
2011 Oberbuchsiten

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



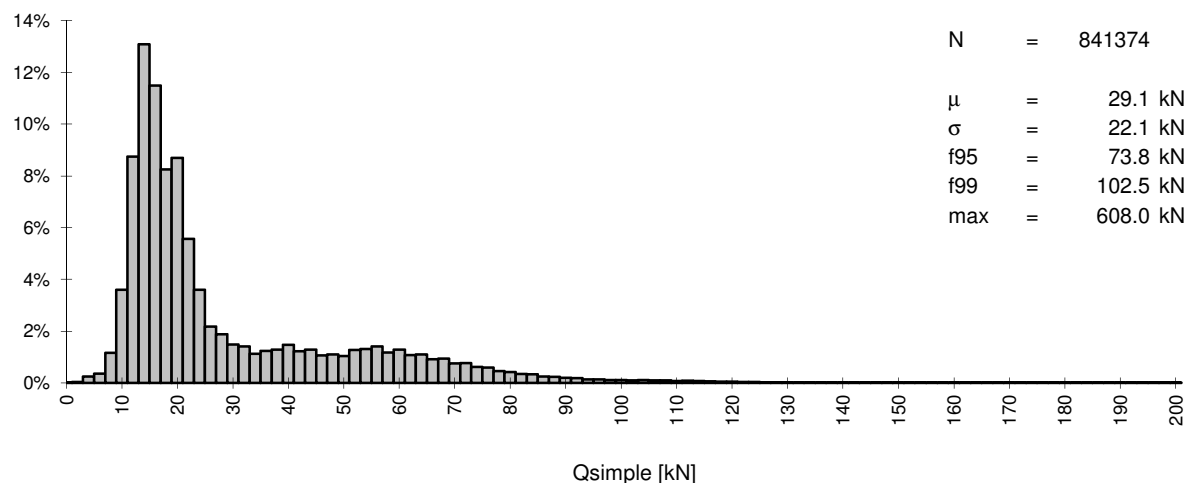
2011 Oberbuchsiten

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbuchsiten

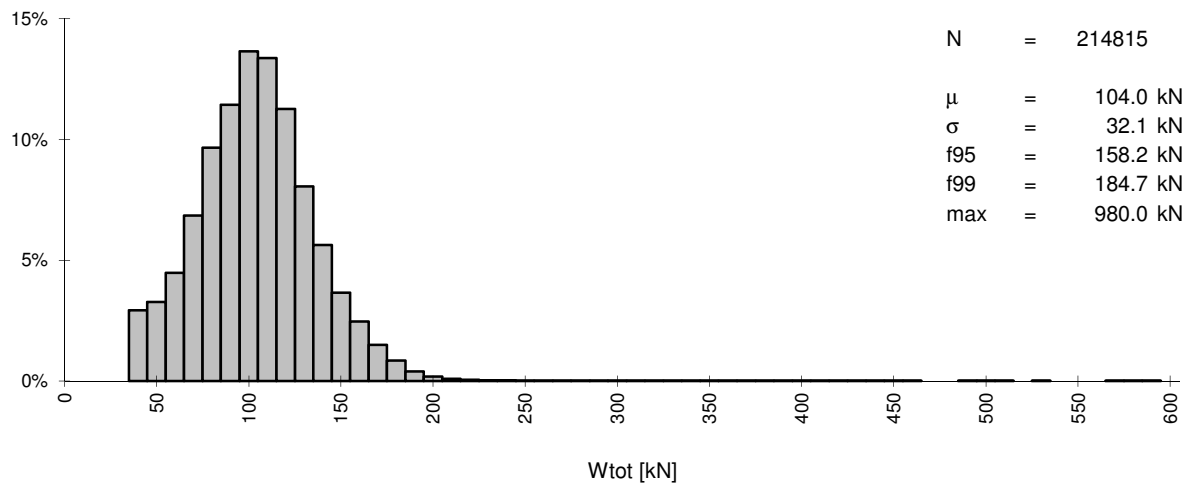
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

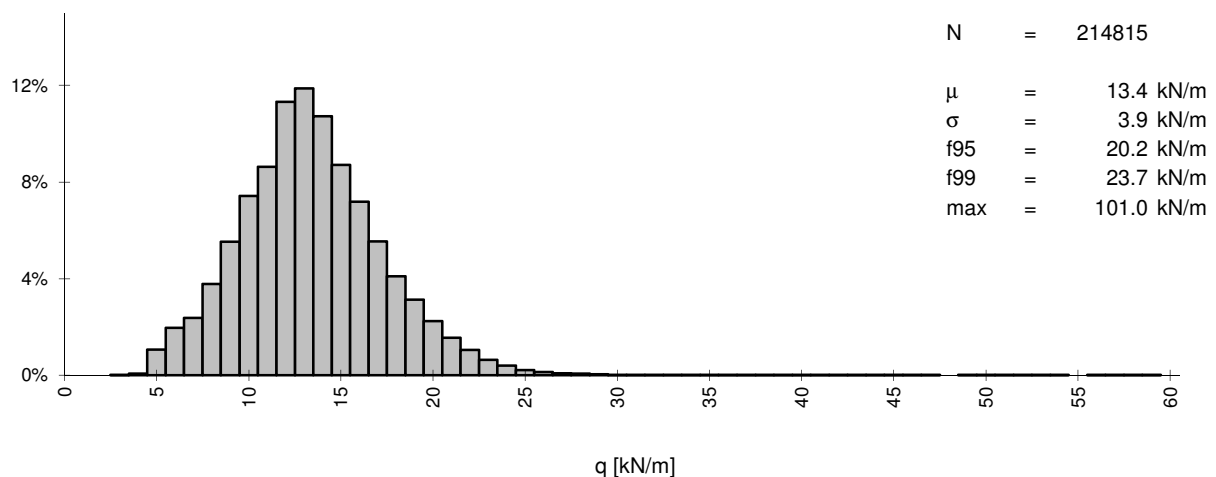
2011 Oberbuchsitzen

Lastwagen / Gesamtgewicht



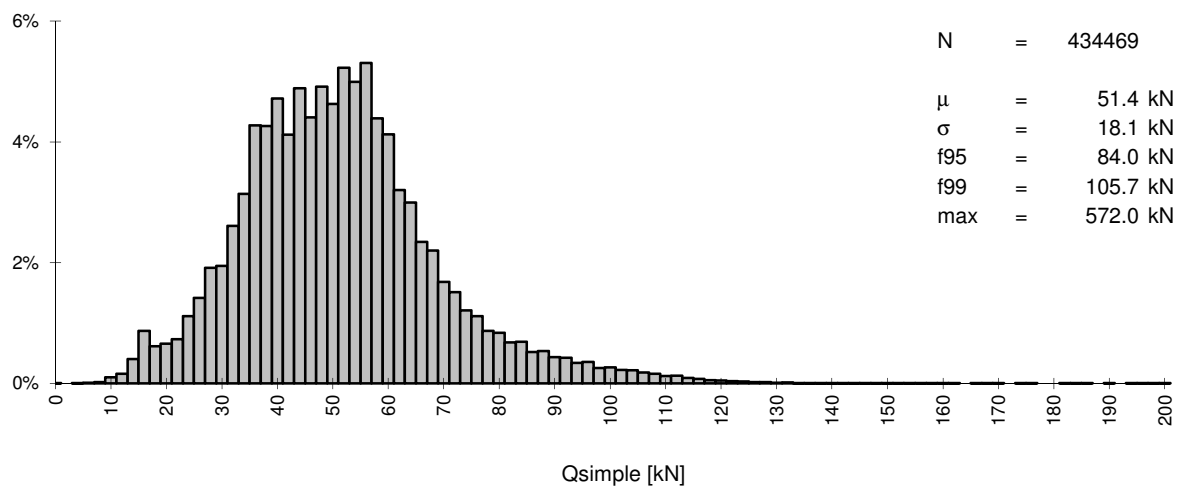
2011 Oberbuchsitzen

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



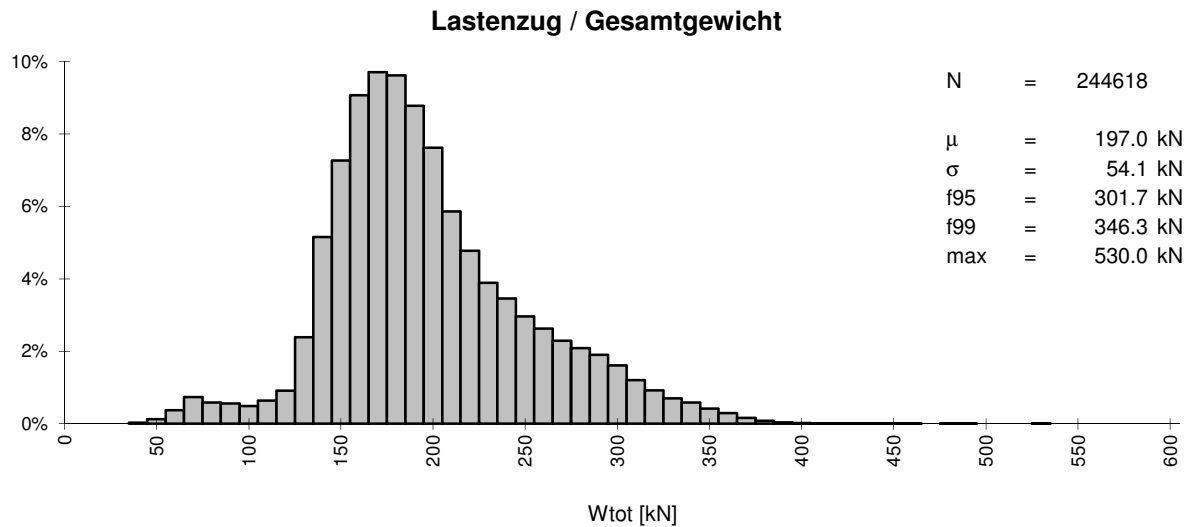
2011 Oberbuchsitzen

Lastwagen / alle Einzelachsen

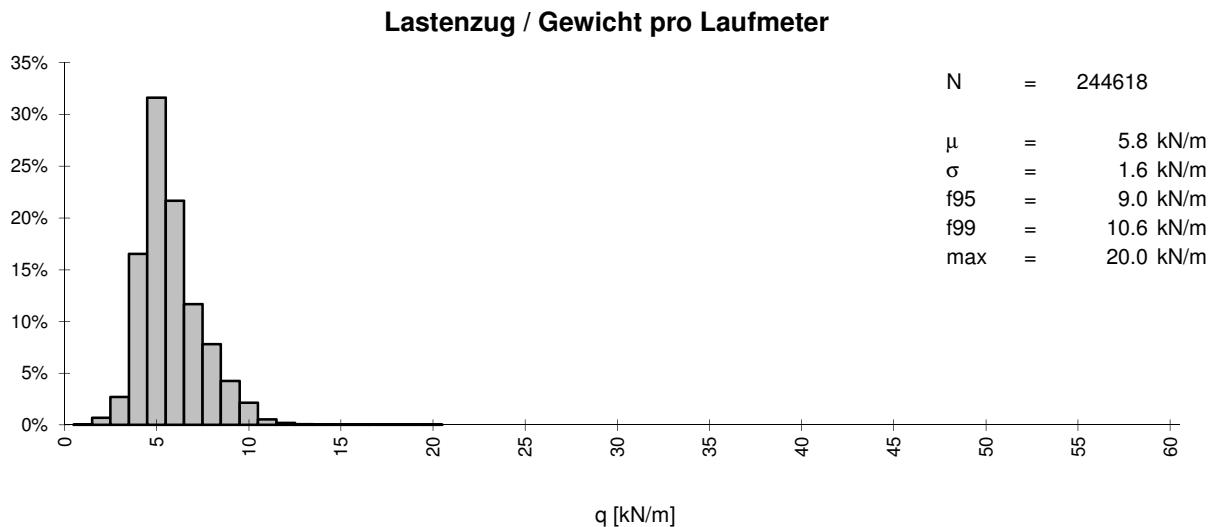


4.3.6 Lastenzüge (LZ)

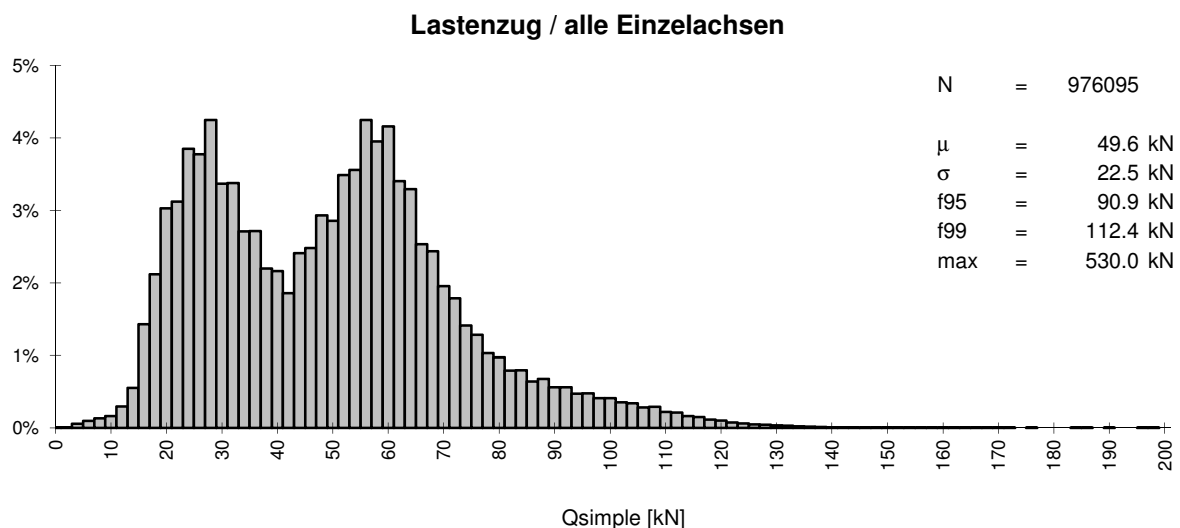
2011 Oberbuchsitzen



2011 Oberbuchsitzen



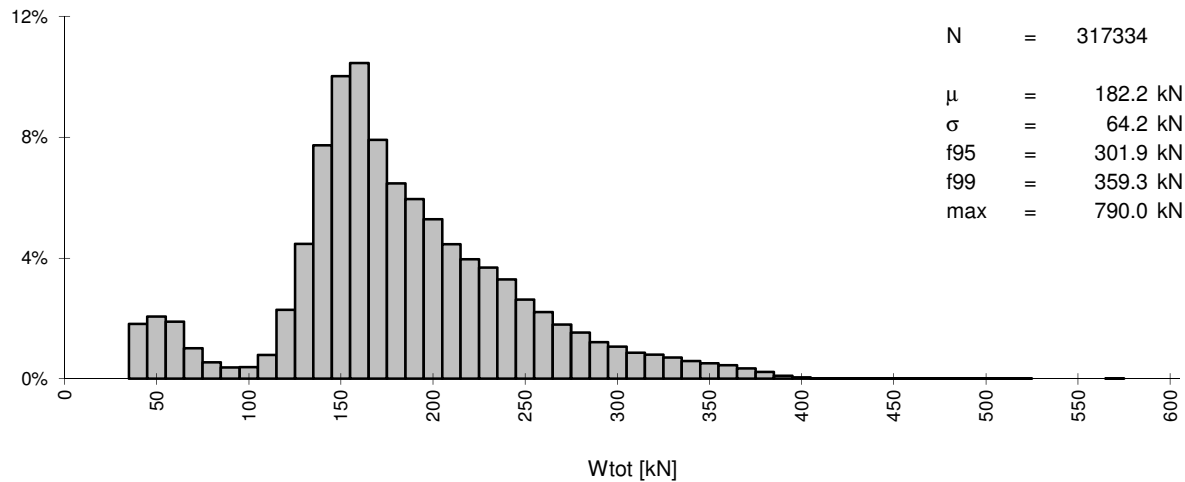
2011 Oberbuchsitzen



4.3.7 Sattelzüge (SZ)

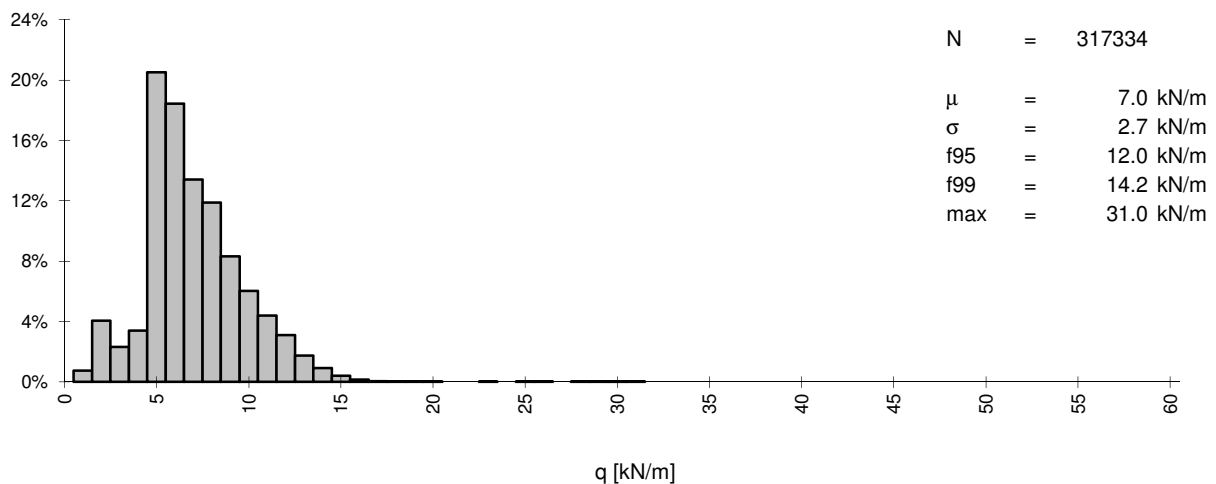
2011 Oberbuchsitzen

Sattelzug / Gesamtgewicht



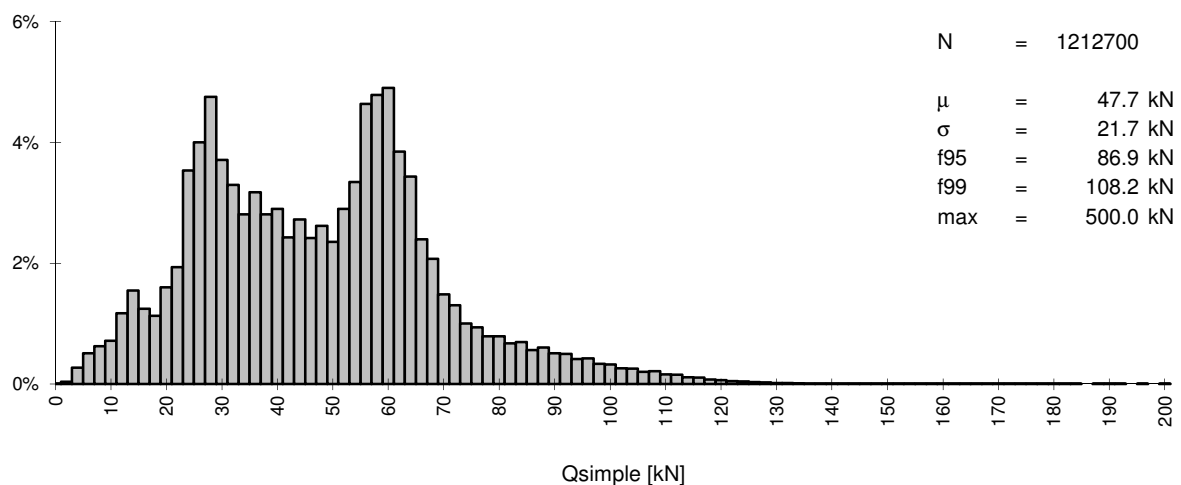
2011 Oberbuchsitzen

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Oberbuchsitzen

Sattelzug / alle Einzelachsen

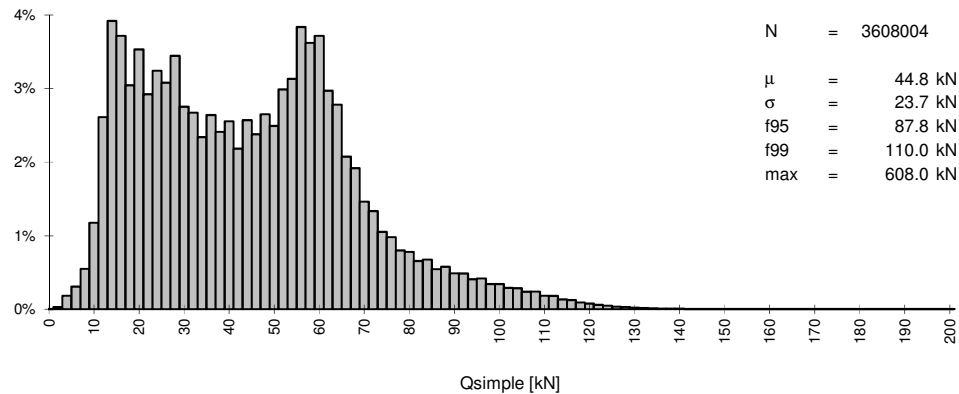


4.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$)

Aufgrund der festgestellten Störung der Fahrzeugklassierung können keine zuverlässigen Aussagen zu den Achslasten der klassifizierten Fahrzeuge gemacht werden. Es wurden nur sehr wenige Fahrzeuge mit Tandemachsen und gar keine Fahrzeuge mit Tridemachsen registriert. Die unten aufgeführten Diagramme sind deshalb mit Vorbehalt zu betrachten.

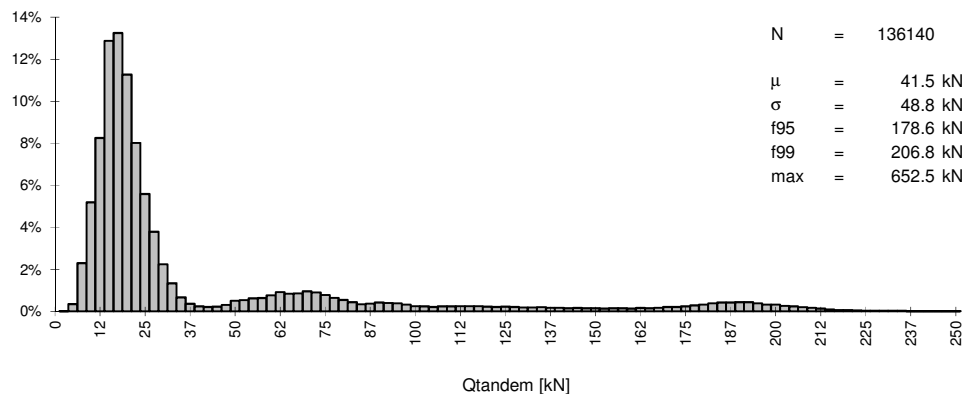
2011 Oberbuchsitzen

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



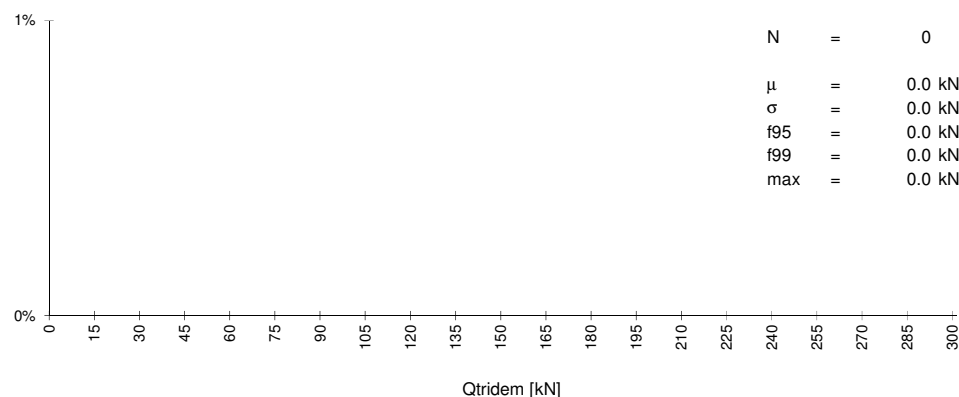
2011 Oberbuchsitzen

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 Oberbuchsitzen

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

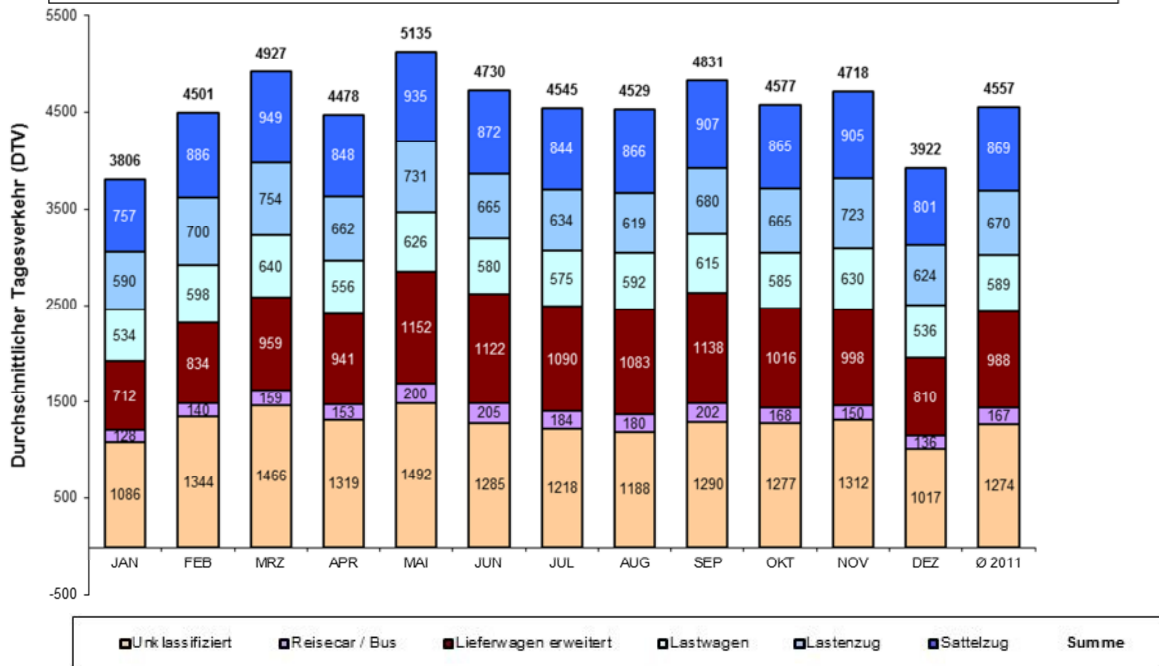


4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

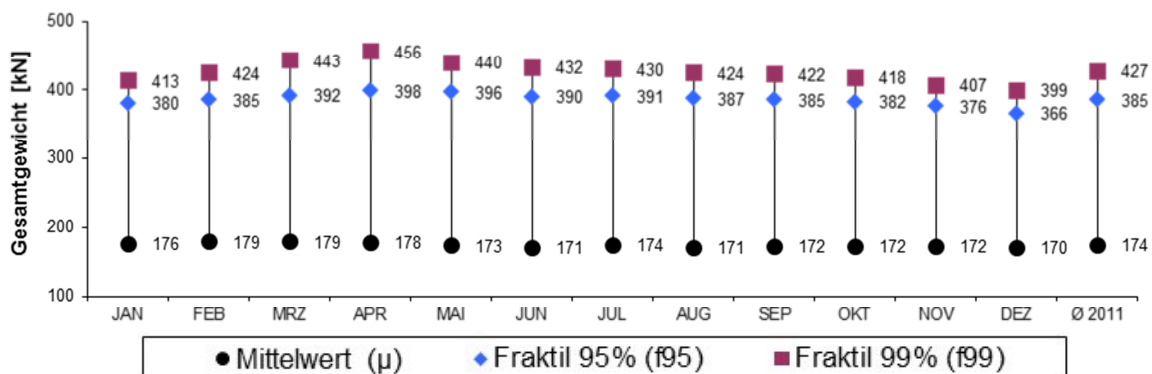
4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen

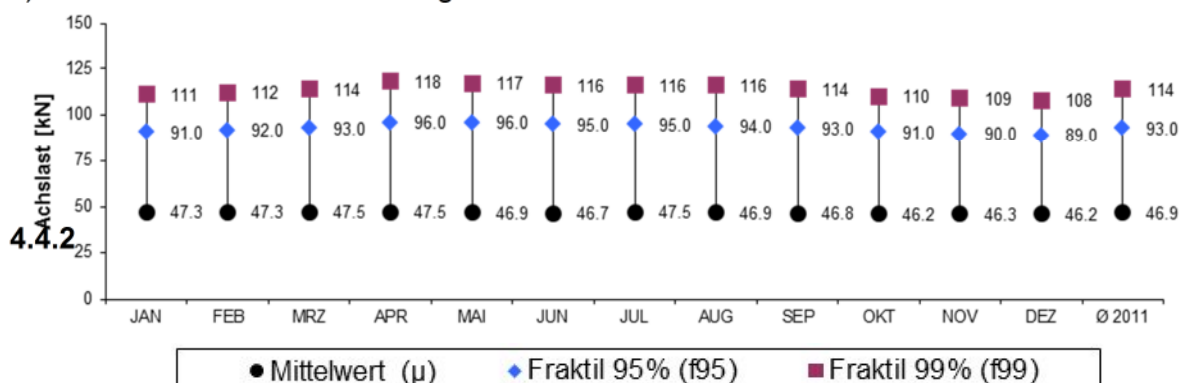
Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie ist deshalb nicht sehr aussagekräftig.



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



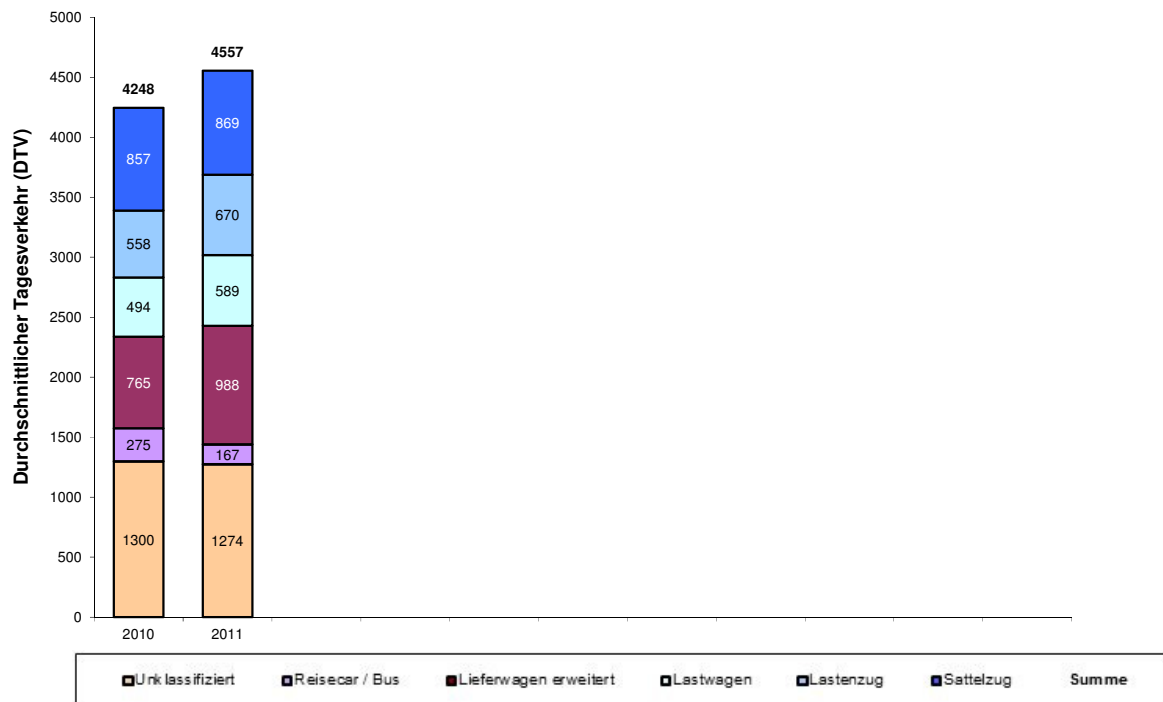
c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



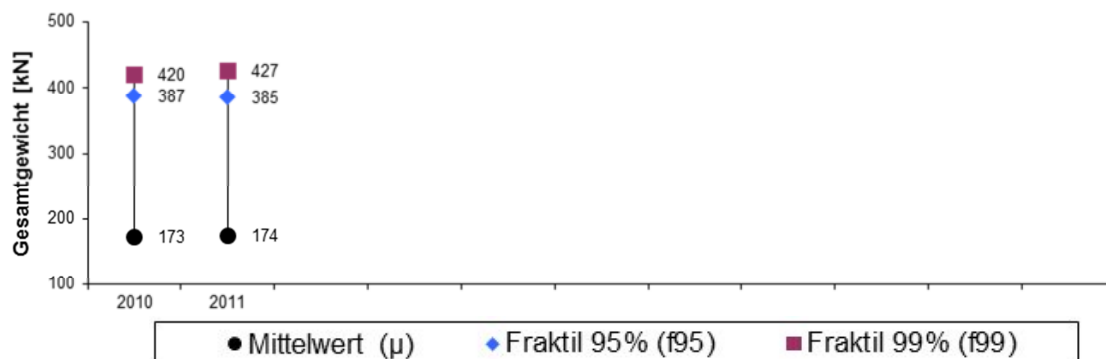
Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtype

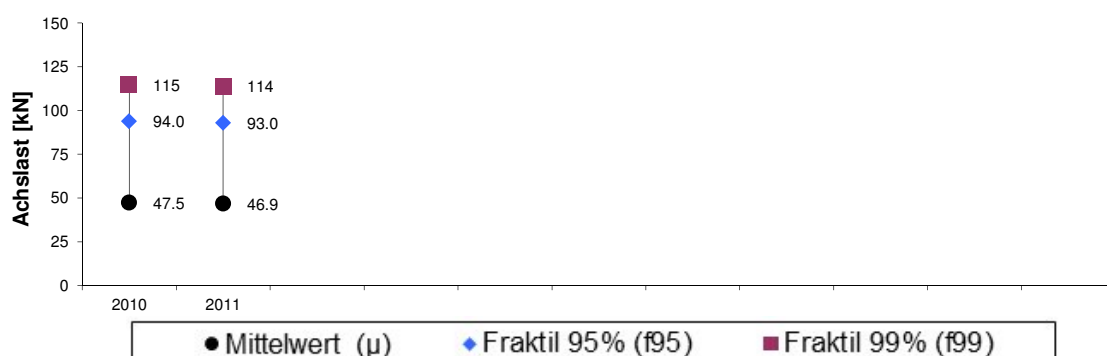
Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie ist deshalb nicht sehr aussagekräftig.



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

Aufgrund eines sehr hohen Anteils an unklassierten Fahrzeugen, wird die Auswertung der konzentrierten Lasten anhand aller Achsen (Fahrzeuge 1 bis 10 Achsen) durchgeführt.

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	46.9	46.9	93.0	114.0
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (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	8.1 kN/m	17.5 kN/m	21.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	2.3 kN/m	5.0 kN/m	6.2 kN/m
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 99% der resultierenden Flächenlasten unter den Werten der Norm.

Im Vergleich zu den übrigen Zählerstandorten sind die resultierenden Flächenlasten überdurchschnittlich tief (s. auch Abs. 9.4). Dies ist auf eine Störung bei der Erfassung der Fahrzeuglänge zurückzuführen. Deshalb kann kein aussagekräftiger Vergleich mit den gleichmässig verteilten Lasten der SIA Norm gezogen werden.

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 Achsentyten sind in den Diagrammen des Abschnitts 4.3.8 dargestellt.

Aufgrund des überdurchschnittlich hohen Anteils an unklassifizierten Fahrzeugen wird die gemessene Verkehrslast mit einem Korrekturfaktor von 1.4 hochgerechnet.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	81'069	41	0.000	10'667	1	0.000	0	0
2	0.006	607'168	3'643	0.001	62'146	44	0.000	0	0
3	0.020	557'568	11'151	0.003	26'752	80	0.001	0	0
4	0.070	455'547	31'888	0.008	3'561	28	0.002	0	0
5	0.150	443'170	66'476	0.020	1'697	34	0.005	0	0
6	0.290	624'247	181'032	0.030	3'482	104	0.010	0	0
7	0.530	404'543	214'408	0.060	4'878	293	0.020	0	0
8	1.000	178'620	178'620	0.100	3'910	391	0.030	0	0
9	1.520	106'208	161'436	0.140	2'138	299	0.040	0	0
10	2.400	72'329	173'590	0.200	1'850	370	0.060	0	0
11	3.660	44'977	164'616	0.280	1'251	350	0.080	0	0
12	5.400	22'052	119'081	0.400	1'328	531	0.110	0	0
13	7.760	7'210	55'950	0.540	1'131	611	0.140	0	0
14	10.870	2'033	22'099	0.730	1'008	736	0.190	0	0
15	14.910	523	7'798	0.960	827	794	0.240	0	0
16	20.060	166	3'330	1.260	778	980	0.300	0	0
17	26.540	58	1'539	1.630	943	1'537	0.380	0	0
18	34.590	112	3'874	2.080	1'426	2'966	0.480	0	0
19	-	-	-	2.640	2'265	5'980	0.590	0	0
20	-	-	-	3.300	2'000	6'600	0.720	0	0
21	-	-	-	4.090	1'202	4'916	0.880	0	0
22	-	-	-	5.030	849	4'270	1.060	0	0
23	-	-	-	-	-	-	1.270	0	0
24	-	-	-	-	-	-	1.520	0	0
25	-	-	-	-	-	-	1.810	0	0
26	-	-	-	-	-	-	2.140	0	0
27	-	-	-	-	-	-	2.510	0	0
28	-	-	-	-	-	-	2.940	0	0
29	-	-	-	-	-	-	3.430	0	0
30	-	-	-	-	-	-	3.980	0	0
Summe		3'607'600	1'400'570		136'089	31'916		0	0

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

Korrekturfaktor $F_k = 1.4$

$$W = F_k \times \Sigma n_i \times k_i = 1.4 \times (1'400'570 + 31'916 + 0) = 2'005'480 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.9 \times W = 0.9 \times 2'005'480 = 1'804'932 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'804'932 / 365 = 4'945 \text{ ESAL}$$

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

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messstelle der Zählstelle Oberbuchsiten (A1) wurde im April 2010 eingerichtet. Der gemessene Schwerverkehr im Jahr 2011 unterliegt starken Schwankungen (s. Diagramm 4.4.1a). Im Mai ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 5135 Fahrzeugen. Im Monat Januar wurde das geringste Schwerverkehrsaufkommen mit 3806 Fahrzeugen gemessen.

Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen (durchschnittlich 27.9%) ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass auch bei der Erfassung der Fahrzeuglänge eine Störung vorliegt. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie und der Vergleich mit den Lastmodellen der SIA Norm 261 sind deshalb unter Vorbehalt zu betrachten.

Bei den klassifizierten Fahrzeugen sind alle Fahrzeugkategorien mit einem relativ konstanten Anteil vertreten. Die Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 21.7%. Die Kategorie „Sattelzug“ weist einen Anteil von 19.1% auf. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.0% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 4.2.2).

Das Gesamtgewicht schwankt zwischen dem Minimalwert im Dezember (170 kN) und dem Maximalwert im März (179 kN). Die mittleren Achslasten sind relativ konstant. (s. Diagramme 4.4.1b und 4.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der gemessene DTV nahm im Vergleich zum Vorjahr von 4'248 auf 4'557 Fahrzeuge zu (+7.3%). Es wurden weniger unklassifizierte Fahrzeuge und deutlich mehr Fahrzeuge der Kategorie „Lieferwagen erweitert“ gemessen (-2%, resp. +28.6%). Der Vergleich mit dem Vorjahr ist mit Vorsicht zu betrachten, da im Jahr 2010 die Daten erst ab April erhoben wurden.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 4.4.2b) steigt von 173 kN auf 174 kN (+0.4%). Der Fraktilwert f95 sinkt um 0.4%, der Fraktilwert f99 steigt dagegen um 1.8%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 4.4.2.c) sinkt im Vergleich zum Vorjahr von 47.5 auf 46.9 kN (-1.3%). Die Fraktilwerte f95 f99 sinken ebenfalls um -1.5%, respektive -1.1%.

Die äquivalente Verkehrslast nimmt von 4'725 auf 4'945 ESAL zu (+4.7%). Die Verkehrslast ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Da die WIM-Messstation Oberbuchsiten erst im Jahr 2010 erstellt wurde, kann kein Vergleich mit den Vorjahren gezogen werden.

5 Monte Ceneri (A2)

5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

5.2 Übersicht Messresultate

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

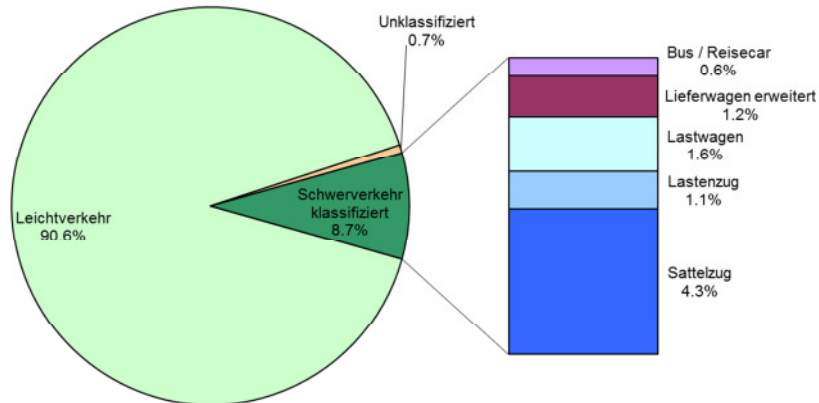
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	17'065'575	46'755	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	15'464'591	42'369	90.6	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'600'984	4'386	9.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	112'911	309	0.7	7.1
01 Bus / Reisecar	95'523	262	0.6	6.0
02 Motorrad	1'314	4	0.0	0.1
03 Personenwagen	35'929	98	0.2	2.2
04 Personenwagen mit Anh.	8'555	23	0.1	0.5
05 Lieferwagen	97'114	266	0.6	6.1
06 Lieferwagen mit Anh.	39'424	108	0.2	2.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	20'041	55	0.1	1.3
08 Lastwagen	273'390	749	1.6	17.1
09 Lastenzug	186'560	511	1.1	11.7
10 Sattelzug	730'223	2'001	4.3	45.6
Total	1'600'984	4'386	9.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	234'778	643	1.4	14.7
Fahrzeuge 8.0 - 18t	412'964	1'131	2.4	25.8
Fahrzeuge 18 - 28t	423'122	1'159	2.5	26.4
Fahrzeuge 28 - 40t	444'227	1'217	2.6	27.7
Fahrzeuge >40t	85'893	235	0.5	5.4
Total	1'600'984	4'386	9.4	100.0

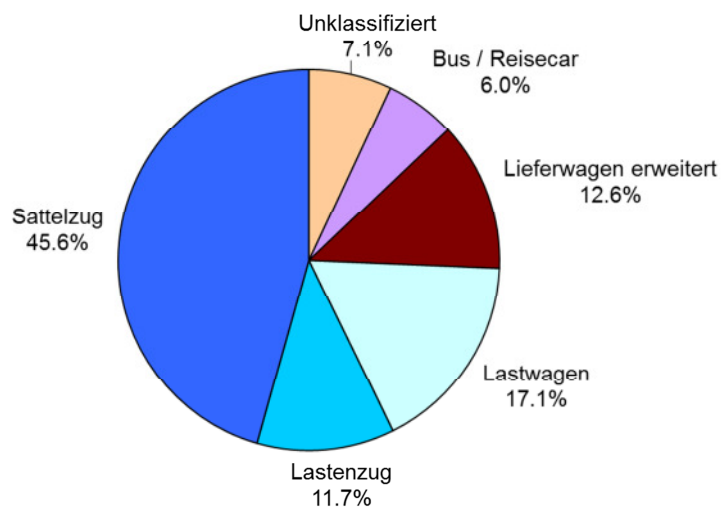
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

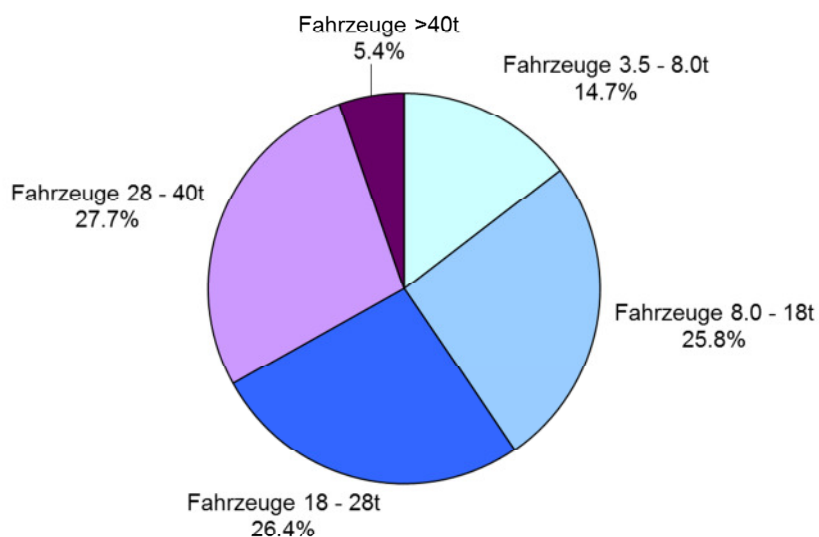
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 Messdiagramme

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 5.3.3 Reisecars 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.1.8.5).

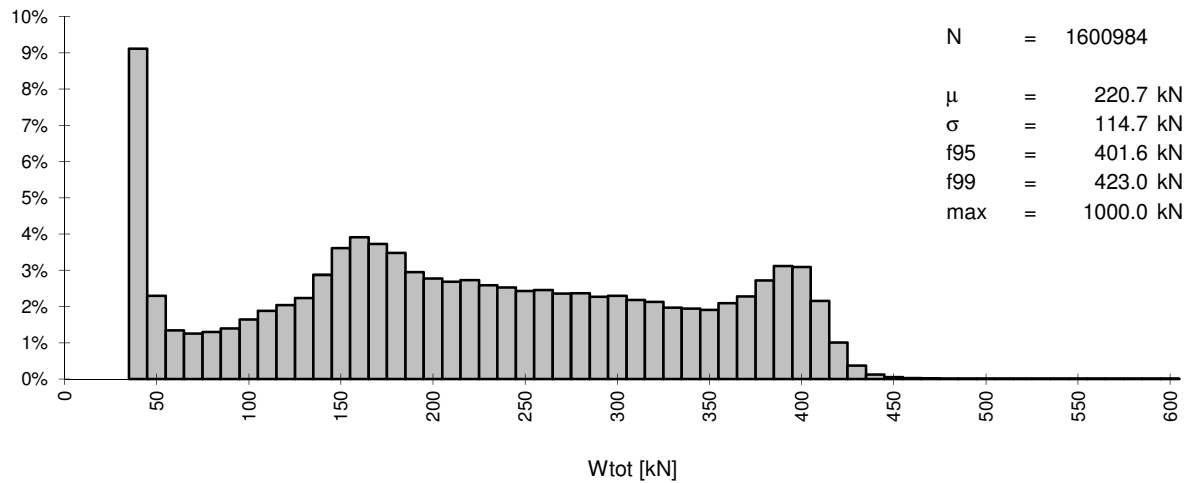
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

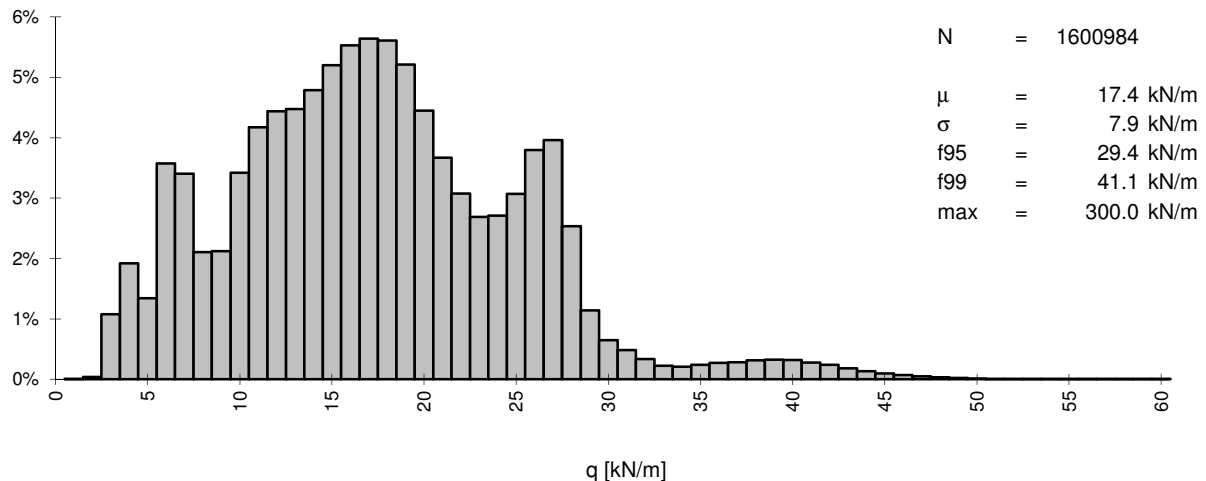
2011 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



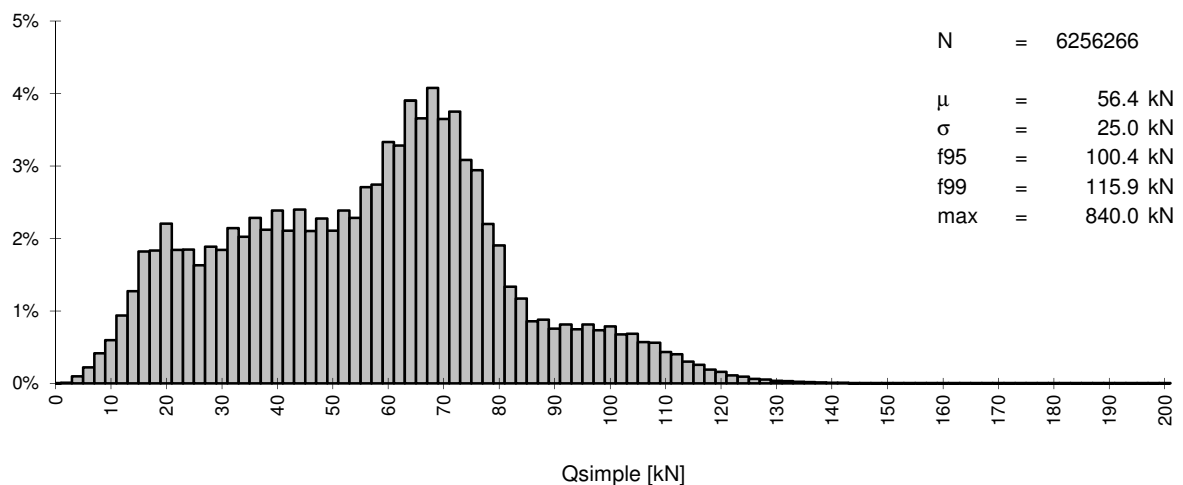
2011 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 Ceneri

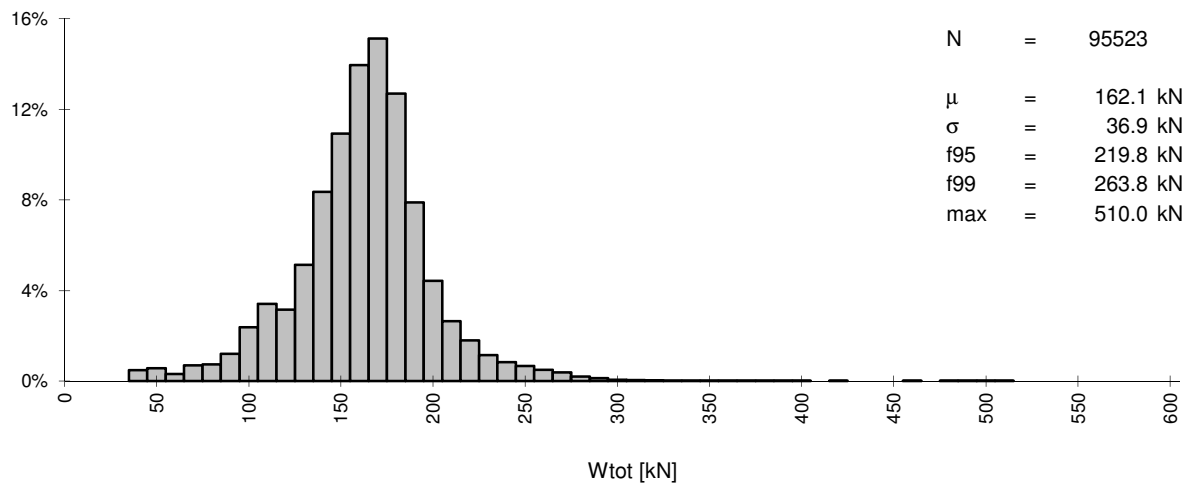
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

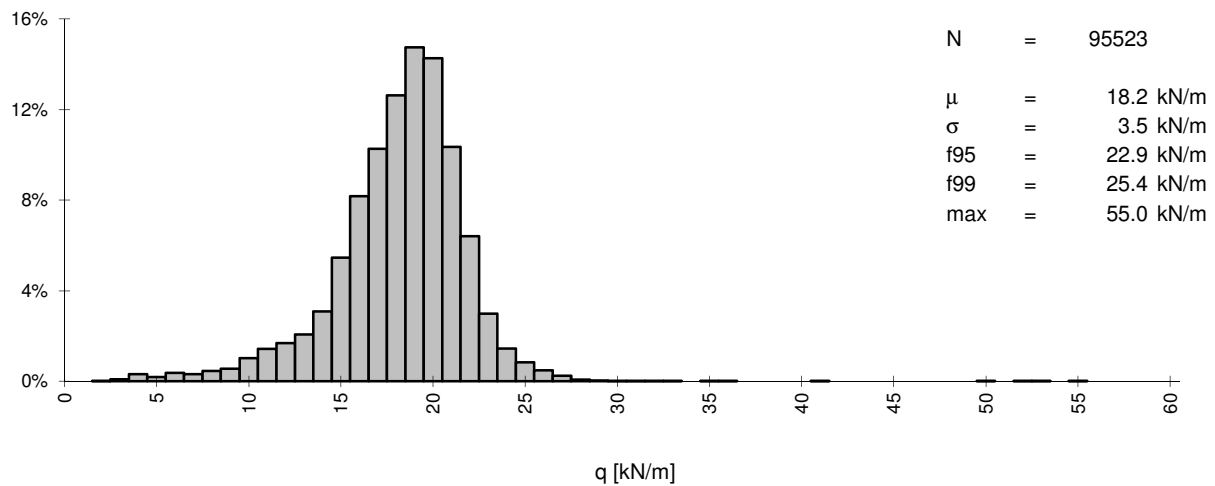
2011 Ceneri

Car / Bus / Gesamtgewicht



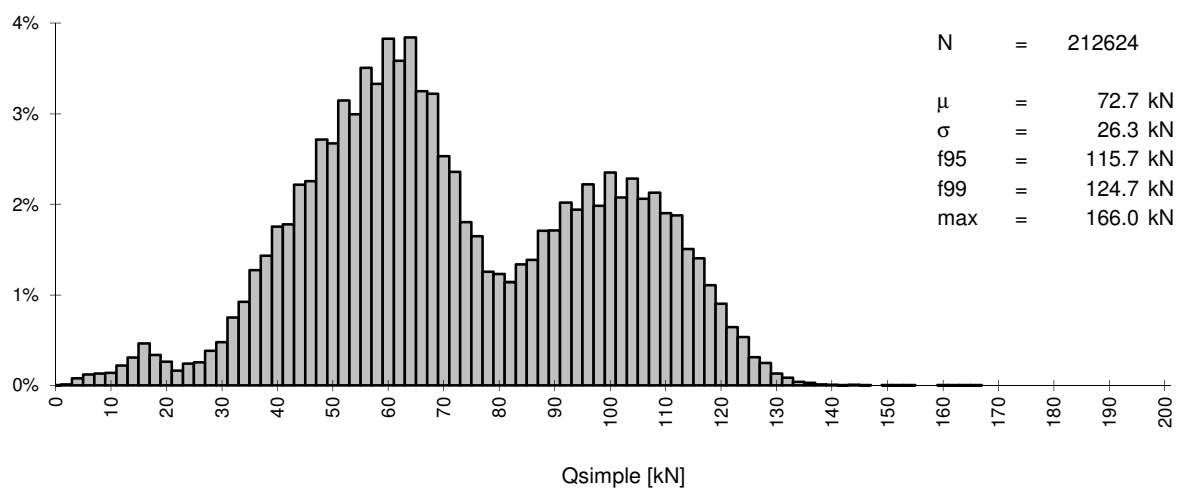
2011 Ceneri

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 Ceneri

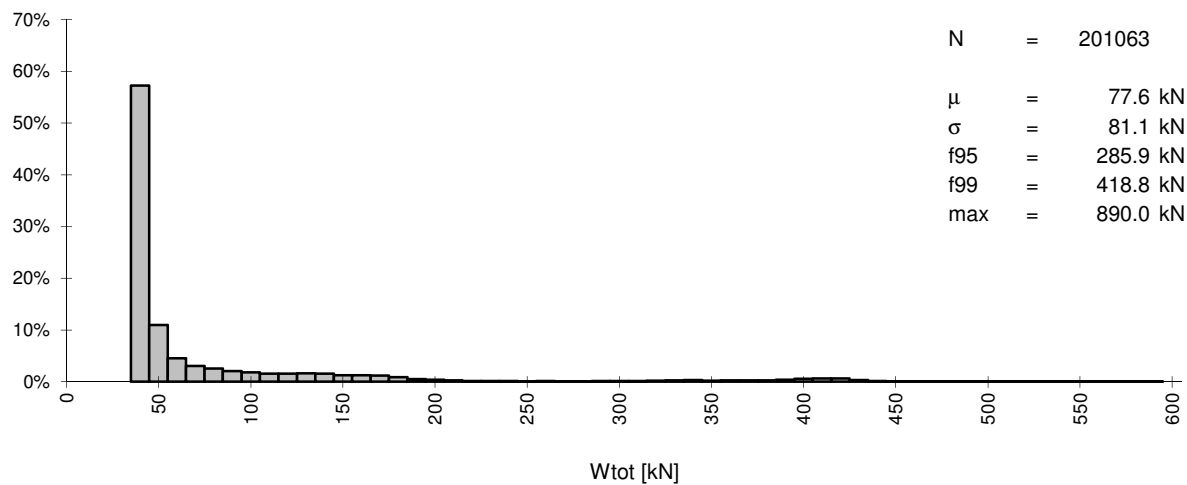
Car / Bus / alle Einzelachsen



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

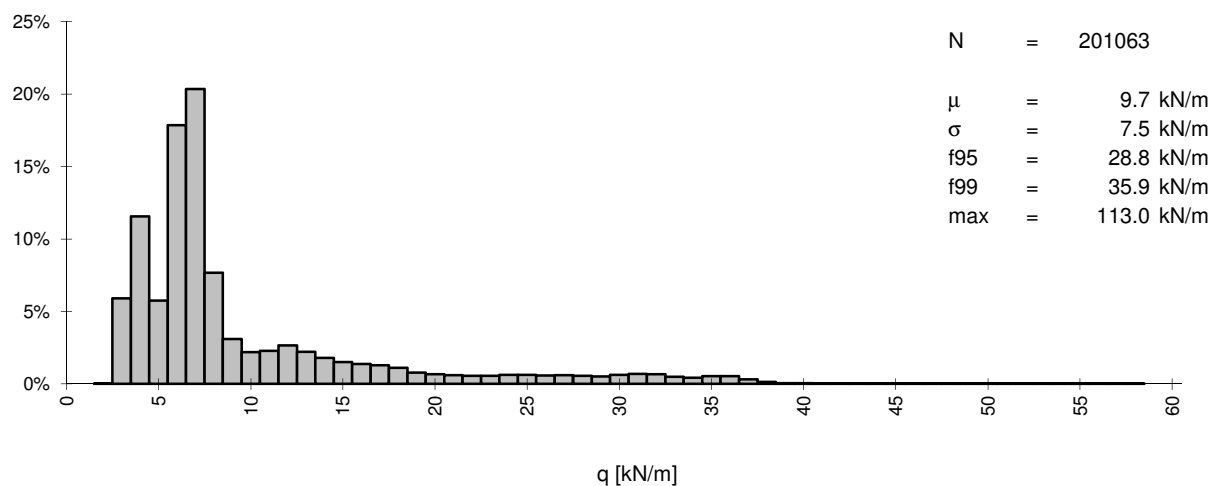
2011 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



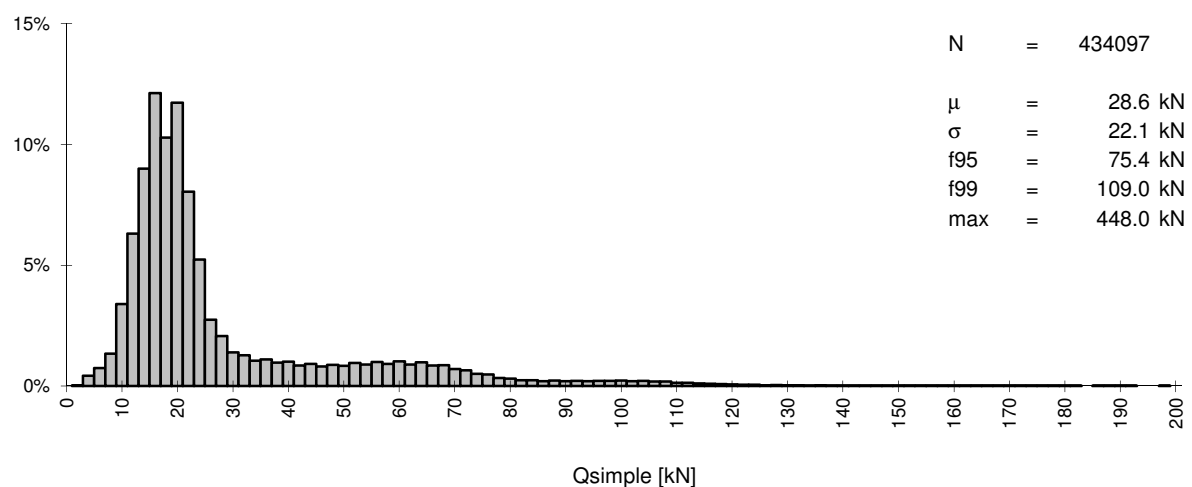
2011 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 Ceneri

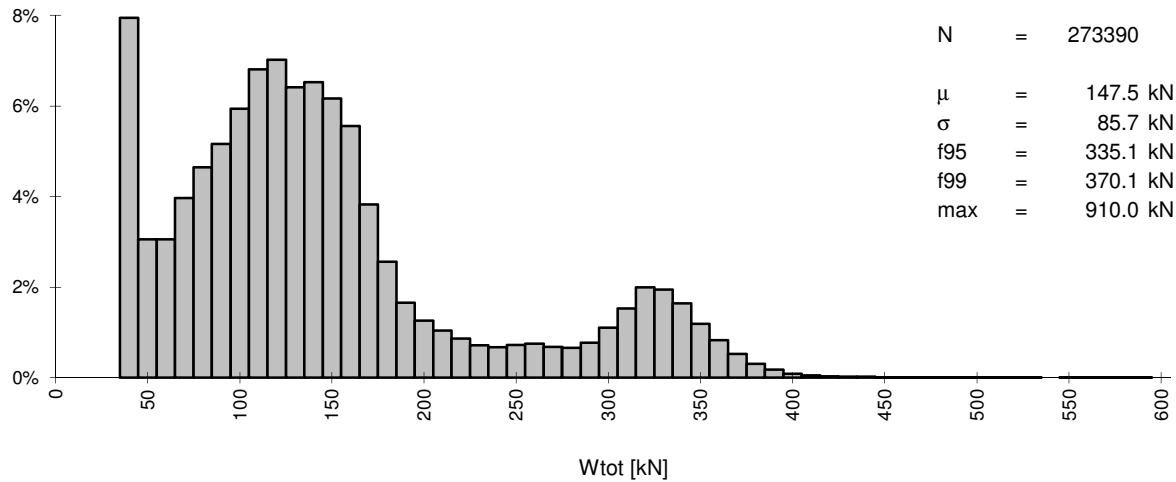
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

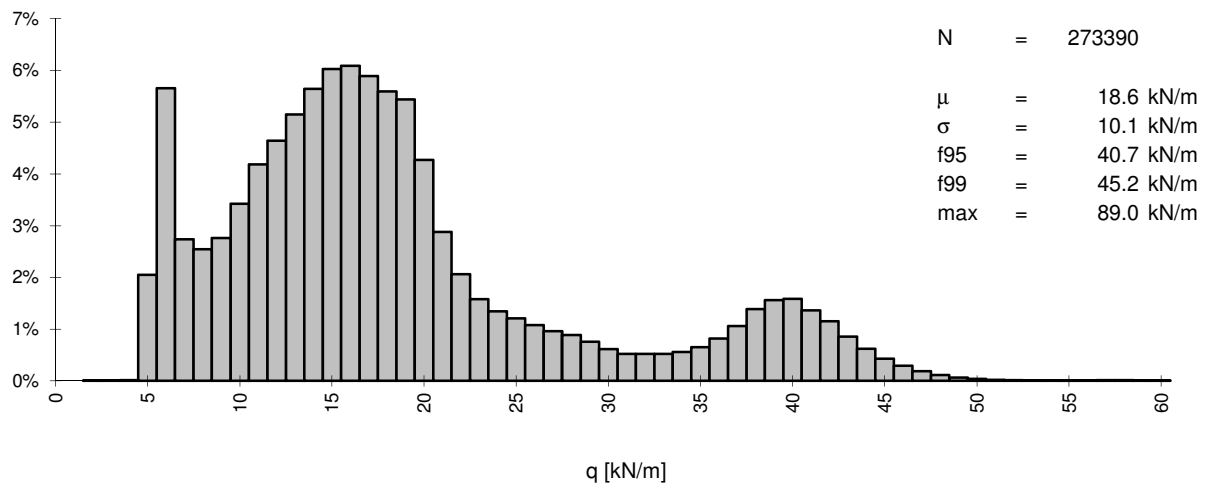
2011 Ceneri

Lastwagen / Gesamtgewicht



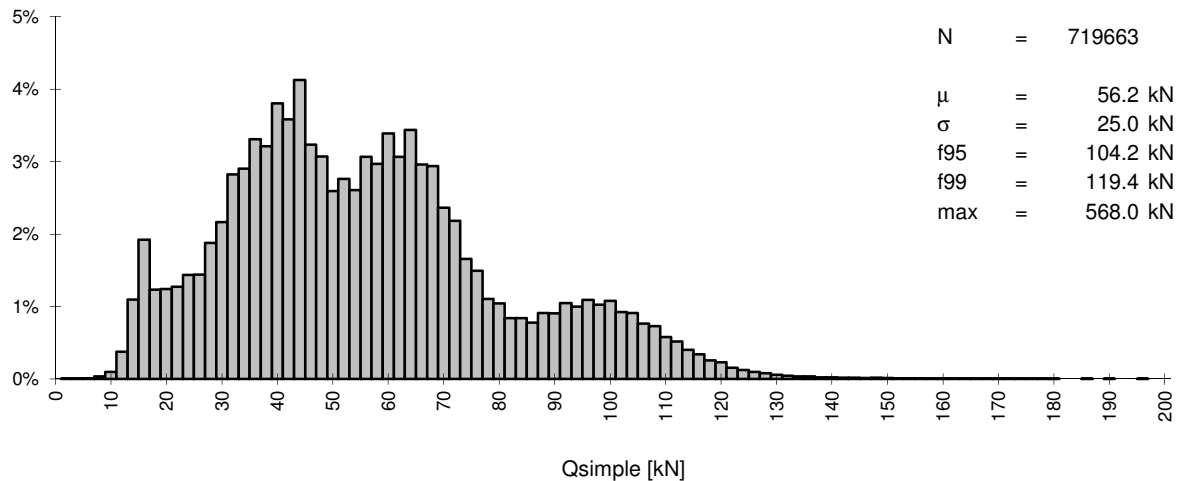
2011 Ceneri

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2011 Ceneri

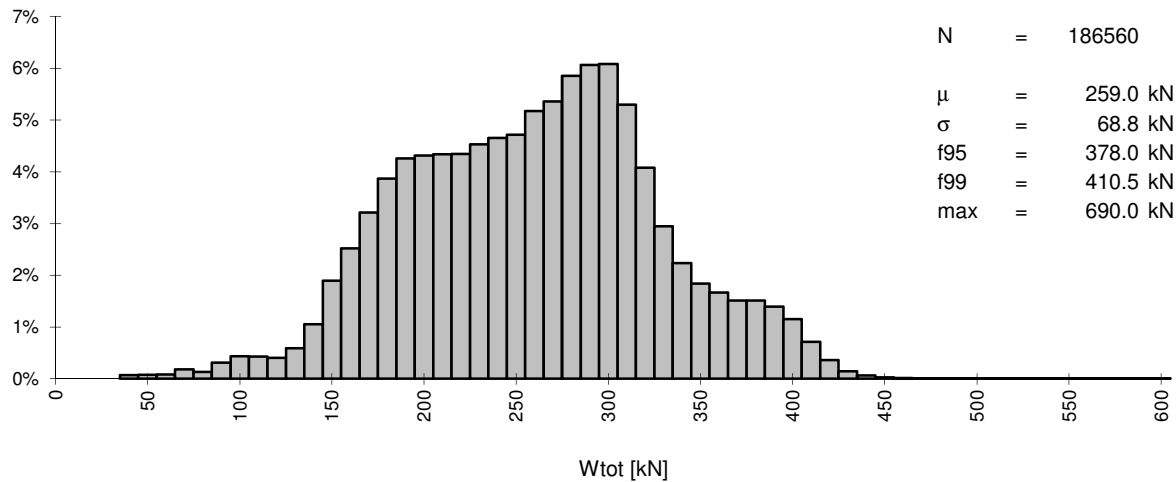
Lastwagen / alle Einzelachsen



5.3.6 Lastenzüge (LZ)

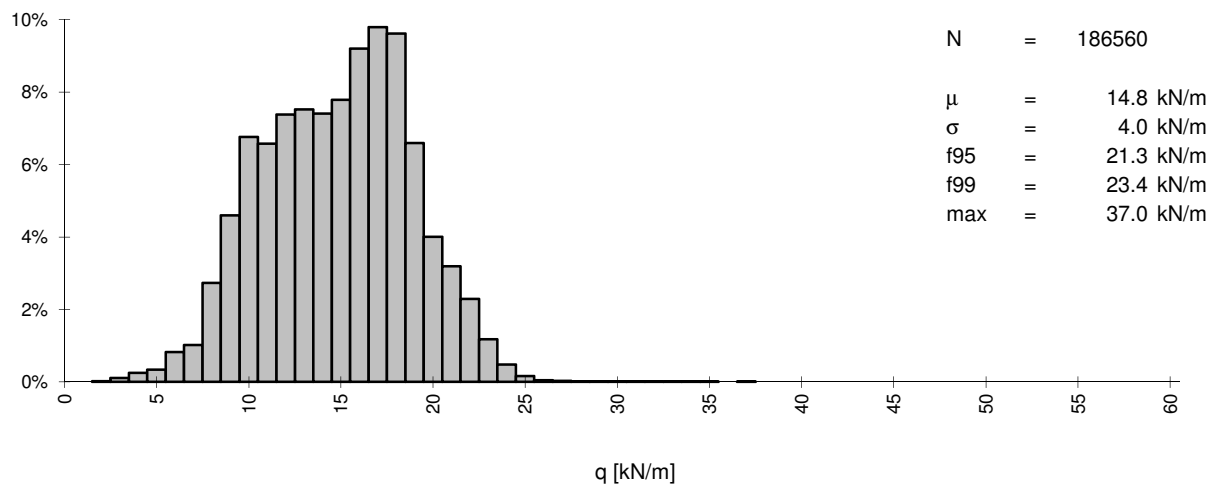
2011 Ceneri

Lastenzug / Gesamtgewicht



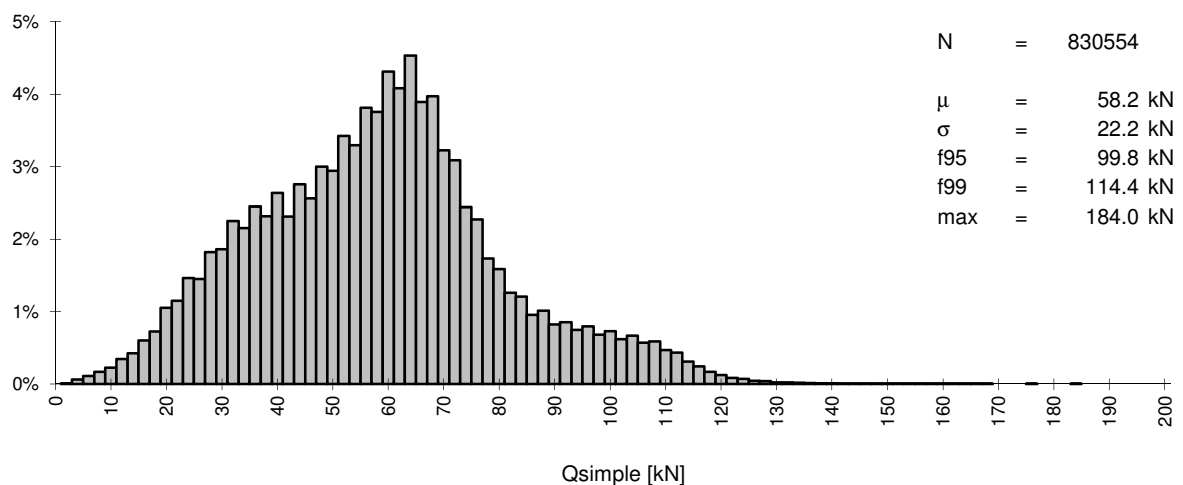
2011 Ceneri

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



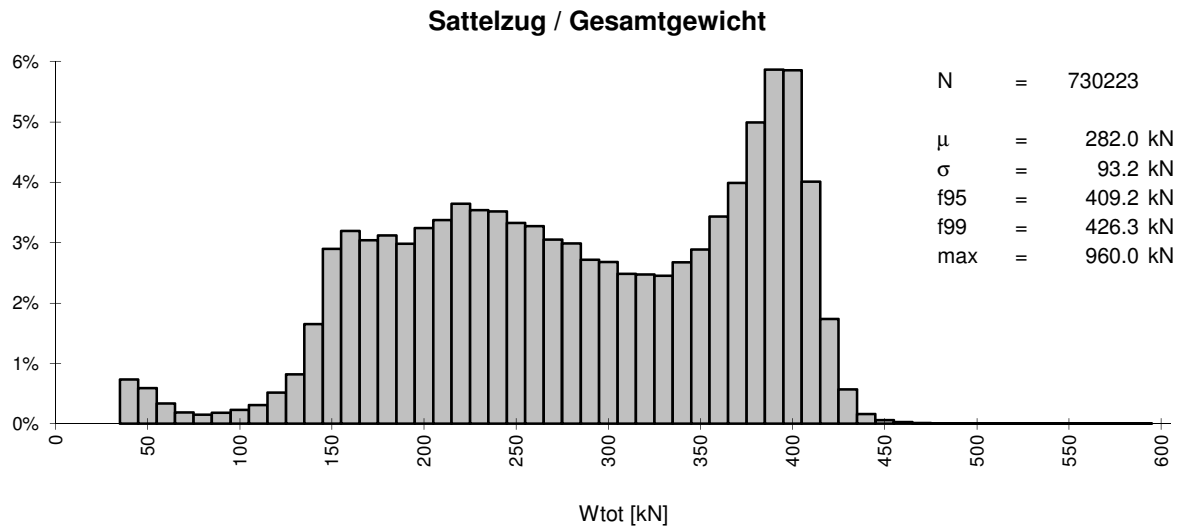
2011 Ceneri

Lastenzug / alle Einzelachsen

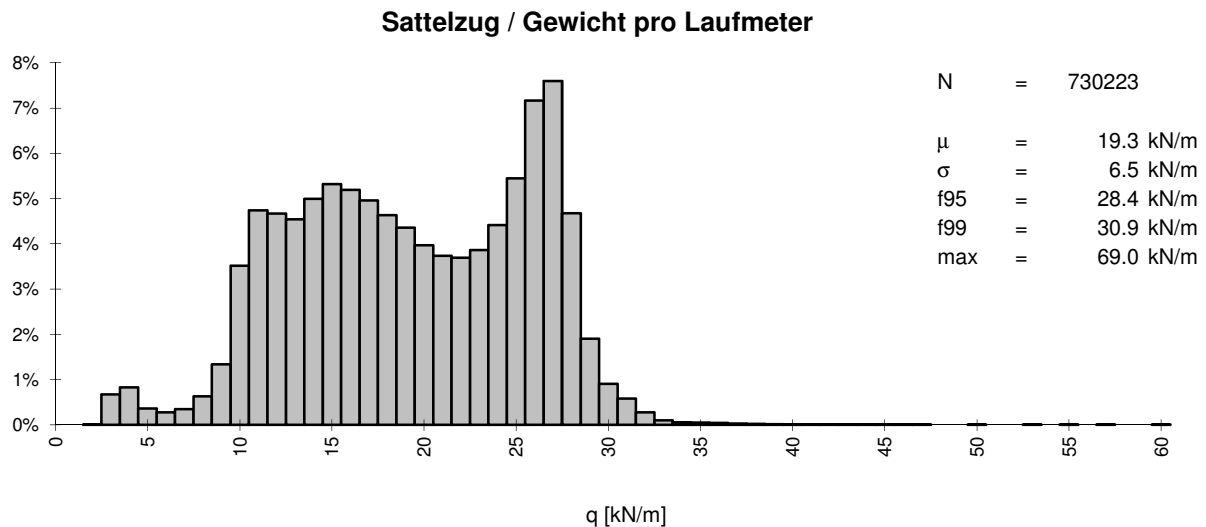


5.3.7 Sattelzüge (SZ)

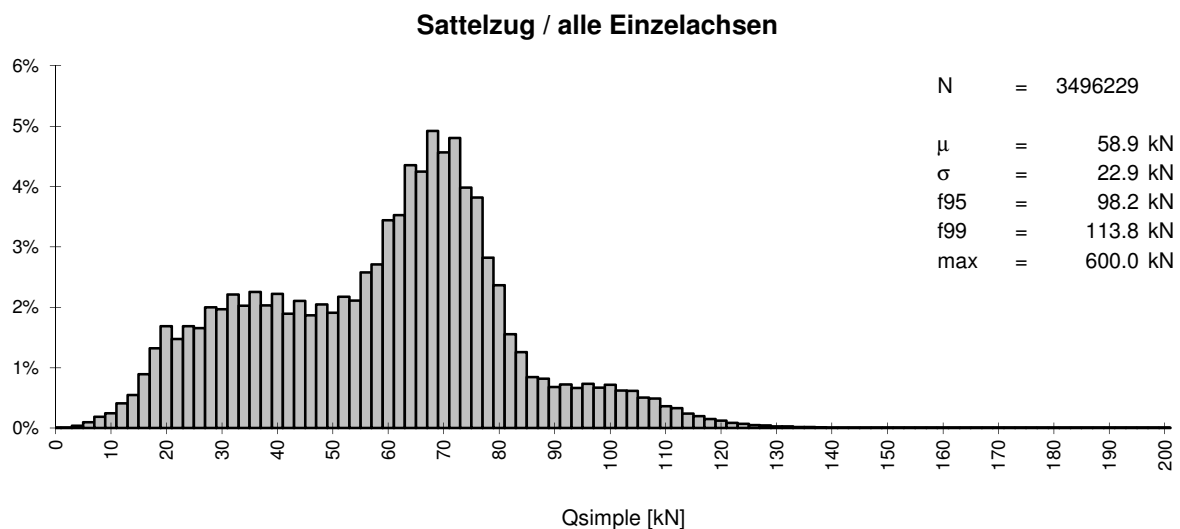
2011 Ceneri



2011 Ceneri



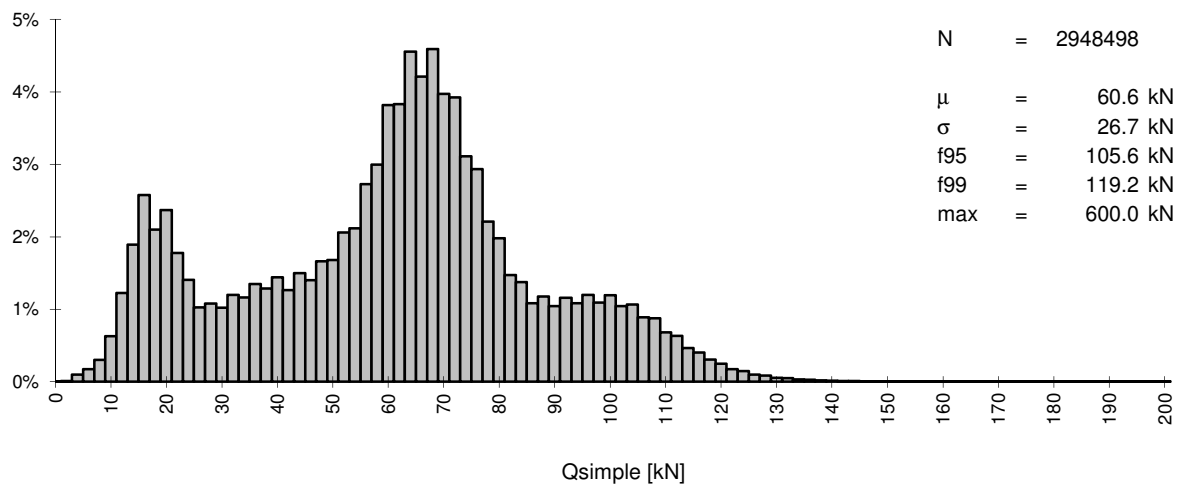
2011 Ceneri



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

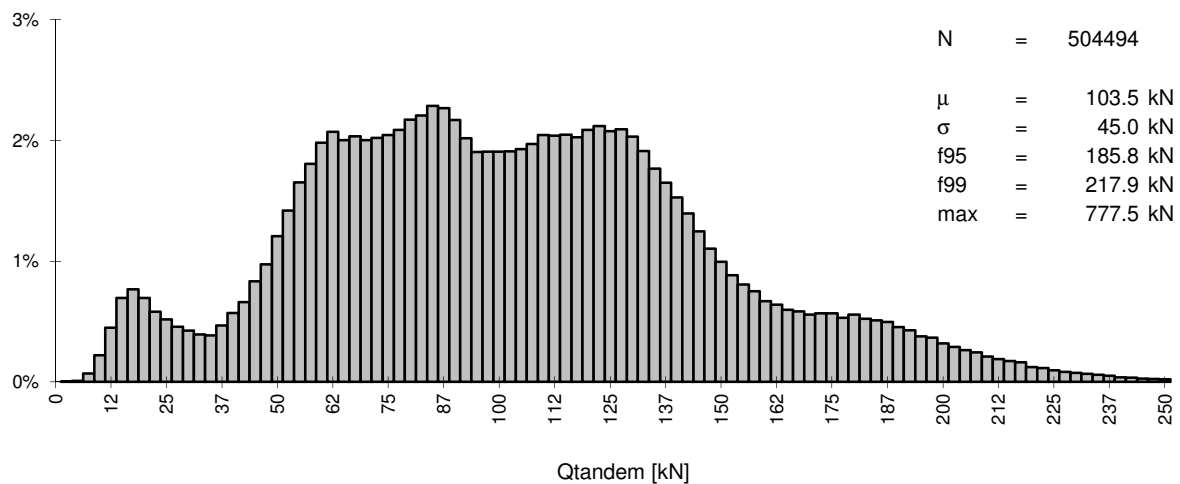
2011 Ceneri

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



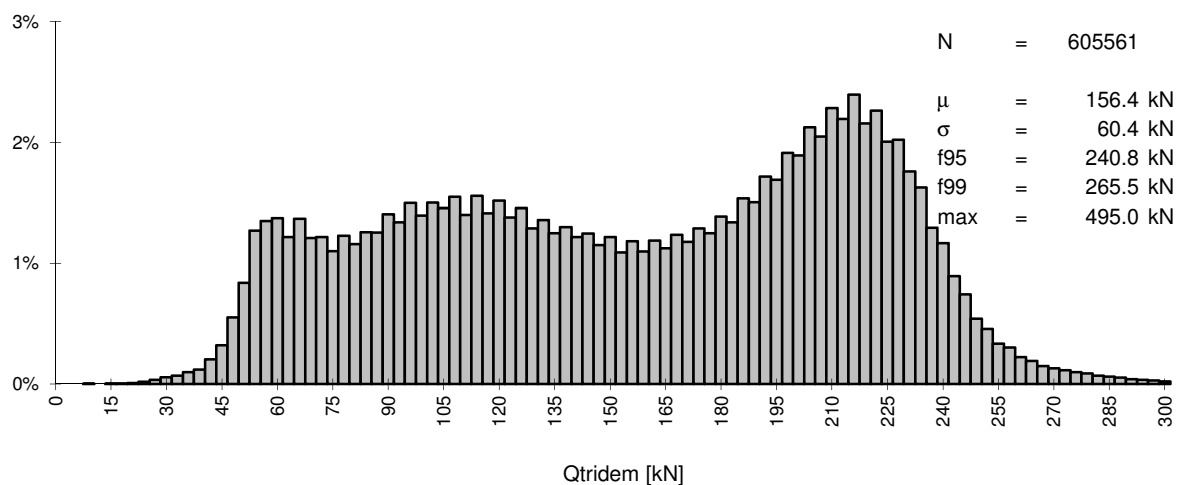
2011 Ceneri

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 Ceneri

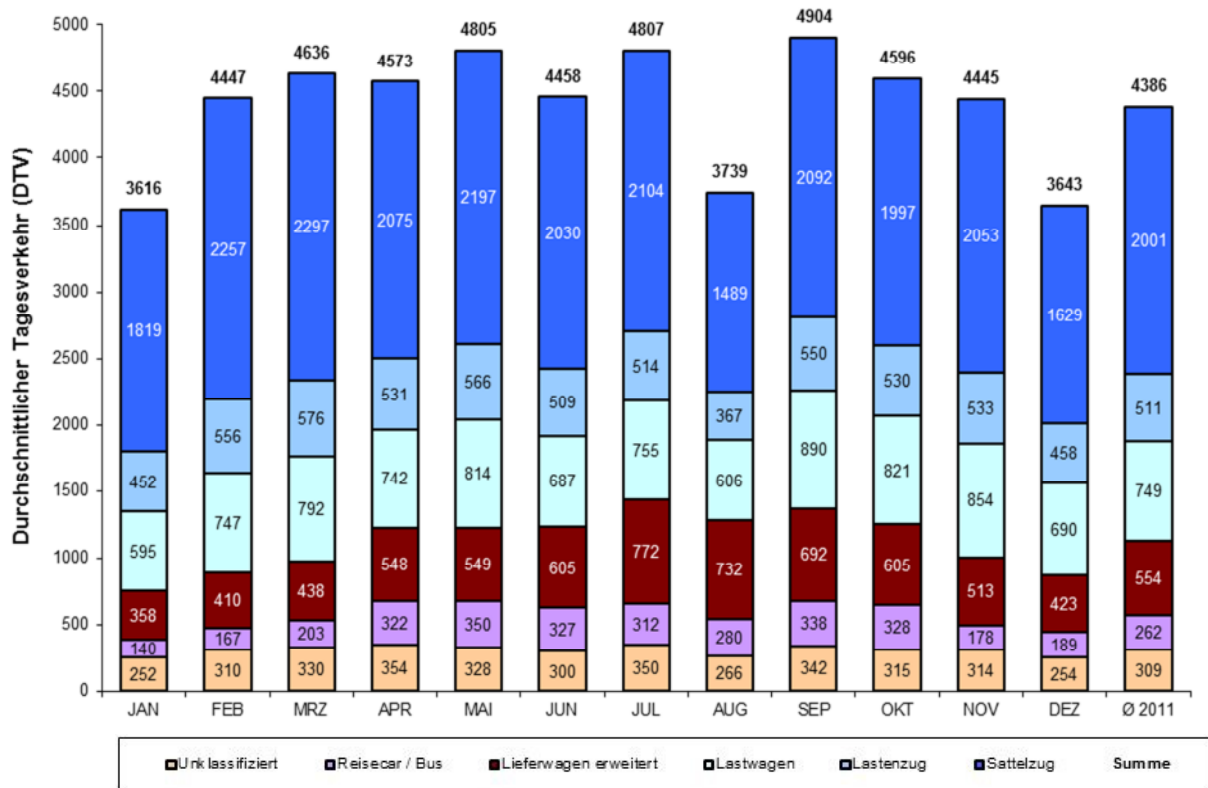
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



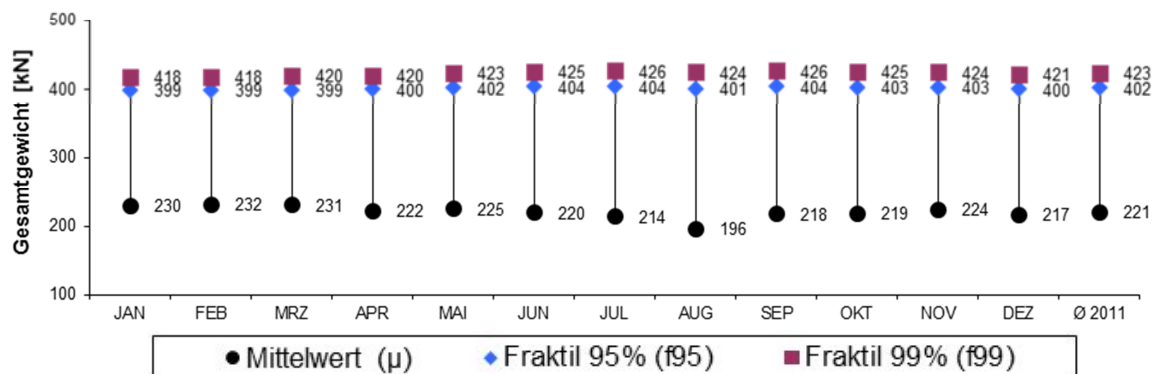
5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

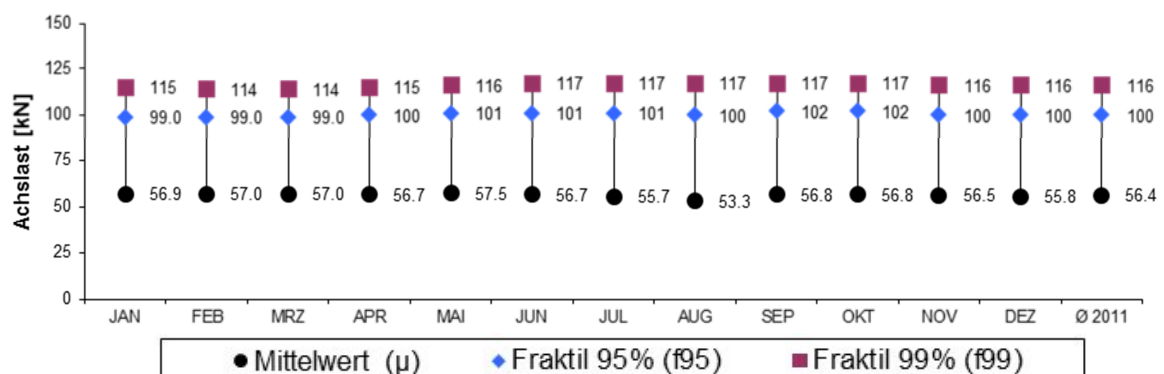
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

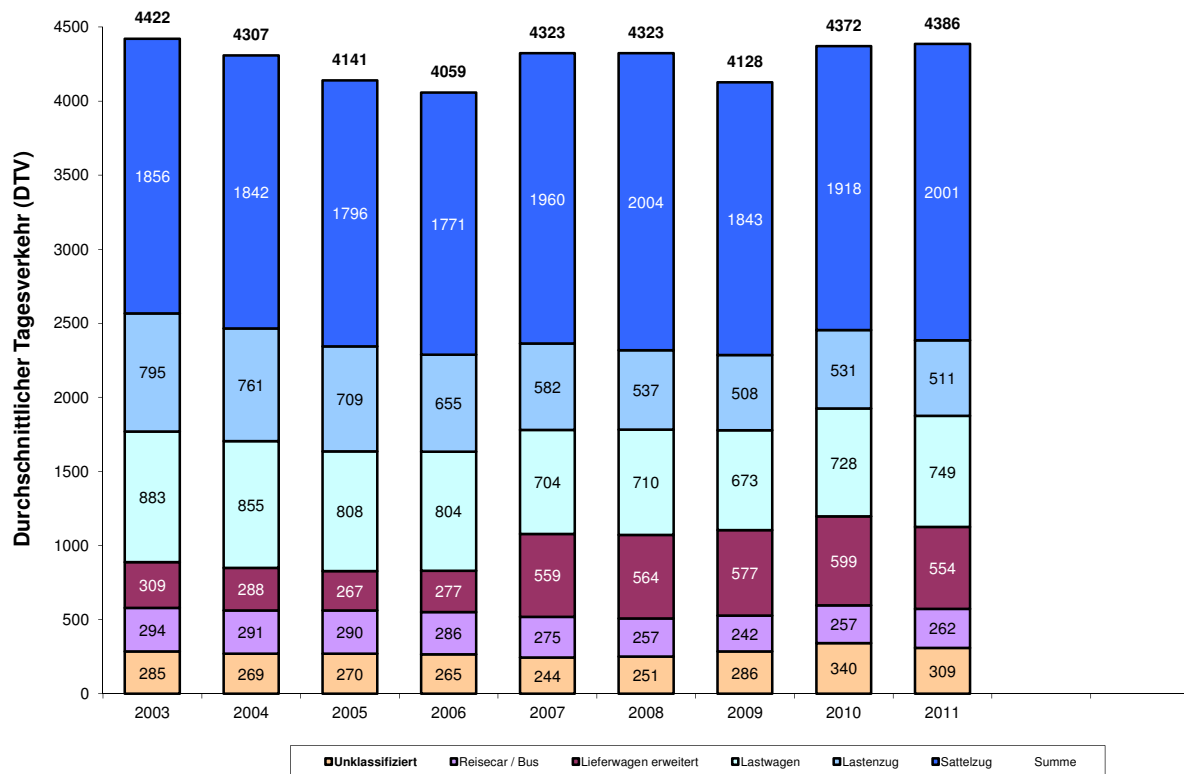


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

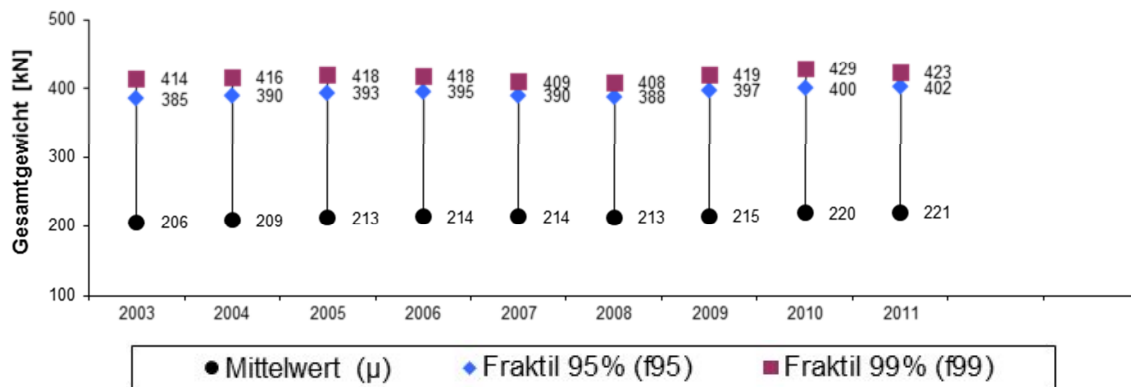


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

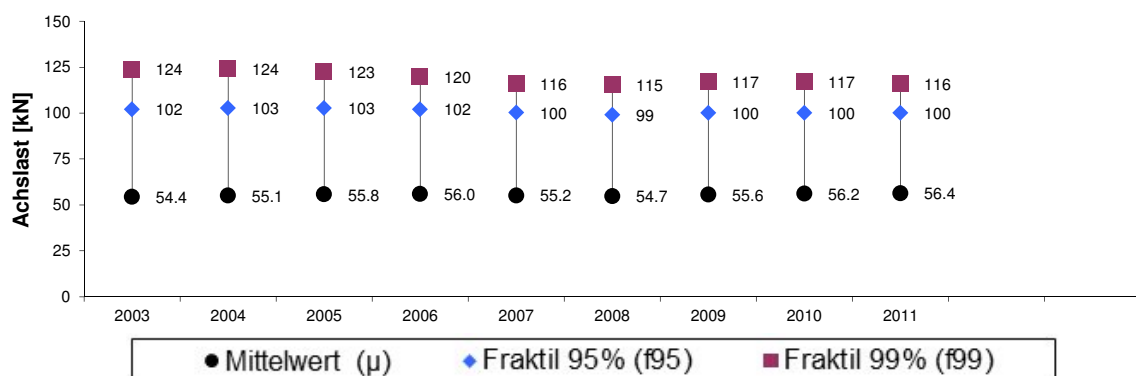
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 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	60.6	60.6	105.6	119.2
Tandemachse	103.5	51.8	92.9	109.0
Tridemachse	156.4	52.1	80.3	88.5
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 60.6 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 51.8 kN, respektive 52.1 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. 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	17.4 kN/m	29.4 kN/m	41.1 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.97 kN/m ²	8.40 kN/m ²	11.74 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.

5.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	35'747	18	0.000	1'501	0	0.000	2	0
2	0.006	299'957	1'800	0.001	13'163	9	0.000	26	0
3	0.020	186'277	3'726	0.003	9'997	30	0.001	706	1
4	0.070	189'973	13'298	0.008	9'169	73	0.002	1'739	3
5	0.150	221'614	33'242	0.020	18'566	371	0.005	6'533	33
6	0.290	404'734	117'373	0.030	34'621	1'039	0.010	29'302	293
7	0.530	624'363	330'912	0.060	40'911	2'455	0.020	23'010	460
8	1.000	417'834	417'834	0.100	42'014	4'201	0.030	21'524	646
9	1.520	181'477	275'845	0.140	45'047	6'307	0.040	30'794	1'232
10	2.400	168'998	405'595	0.200	39'034	7'807	0.060	25'687	1'541
11	3.660	134'515	492'325	0.280	39'632	11'097	0.080	27'320	2'186
12	5.400	60'649	327'505	0.400	41'375	16'550	0.110	35'706	3'928
13	7.760	16'481	127'893	0.540	41'975	22'667	0.140	25'020	3'503
14	10.870	4'190	45'545	0.730	34'585	25'247	0.190	23'689	4'501
15	14.910	1'107	16'505	0.960	23'947	22'989	0.240	29'301	7'032
16	20.060	299	5'998	1.260	15'698	19'779	0.300	20'443	6'133
17	26.540	91	2'415	1.630	12'022	19'596	0.380	21'531	8'182
18	34.590	61	2'110	2.080	11'229	23'356	0.480	30'944	14'853
19	-	-	-	2.640	10'017	26'445	0.590	26'567	15'675
20	-	-	-	3.300	7'527	24'839	0.720	32'258	23'226
21	-	-	-	4.090	5'086	20'802	0.880	50'626	44'551
22	-	-	-	5.030	6'724	33'822	1.060	40'905	43'359
23	-	-	-	-	-	-	1.270	38'143	48'442
24	-	-	-	-	-	-	1.520	35'459	53'898
25	-	-	-	-	-	-	1.810	13'199	23'890
26	-	-	-	-	-	-	2.140	6'638	14'205
27	-	-	-	-	-	-	2.510	4'195	10'529
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'836	5'398
29	-	-	-	-	-	-	3.430	1'126	3'862
30	-	-	-	-	-	-	3.980	766	3'049
Summe		2'948'367	2'619'939		503'840	289'481		604'995	344'609

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'619'939 + 289'481 + 344'609 = 3'254'029 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'254'029 = 1'464'313 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'464'313 / 365 = 4'011 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2011 der Zählstelle Monte Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 4'807 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 45.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 5.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2).

Beim Gesamtgewicht fällt das Minimum des Mittelwerts im August auf (s. Diagramm 5.4.1b). Der tiefe Mittelwert ist auf den geringen Tagesverkehr im August zurückzuführen. Das durchschnittliche Gesamtgewicht ist im August mit einem Wert von 196 kN am tiefsten und liegt im Februar mit einem Wert von 232 kN am höchsten.

Bei den Achslasten tritt ein Mittelwerts-Minimum im August auf. Wie beim Gesamtgewicht dürfte auch diese Erscheinung auf den geringen Tagesverkehr im August zurückzuführen sein. Die mittleren Achsenlasten bleiben ansonsten durchs Jahr relativ konstant (s. Diagramm 5.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2011 passierten durchschnittlich pro Tag 4'386 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 4'372 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Zunahme von 0.3%. Die Sattelzüge verzeichnen mit 83 zusätzlichen Fahrzeugen im Jahr 2011 den grössten Zuwachs.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 5.4.2b) steigt von 220 kN auf 221 kN (+0.3%). Der Fraktilwert f95 steigt ebenfalls um 0.4%, der Fraktilwert f99 sinkt dagegen um 1.4%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 5.4.2.c) steigt im Vergleich zum Vorjahr von 56.2 auf 56.4 kN (+0.4%). Der Fraktilwert f95 bleibt konstant auf 100 kN und der Fraktilwert f99 nimmt leicht von 117 auf 116 kN ab (-0.9%)

Die mittlere Achslast und der durchschnittliche Tagesverkehr nehmen leicht zu. Dass die äquivalente Verkehrslast trotzdem von 3'832 auf 4'012 ESAL (+4.7%) zunimmt, ist auf eine erhöhte Anzahl Sattelzüge zurückzuführen. Die Verkehrslast ist weiterhin der höchsten Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr nahm von 2003 bis 2006 um 8.2% ab. Danach stieg der jährliche Durchschnittswert aber wieder an und erreicht 2011 fast wieder den

Maximalwert von 2003 (-0.8%). Zwischen 2003 und 2006 lag der Anteil der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ bei durchschnittlich 6.7%. Zwischen 2007 und 2011 hingegen lag dieser Wert bei 13.3%. Zwischen 2006 und 2007 ist ein sprunghafter Anstieg des Anteils „Lieferwagen erweitert“ feststellbar. Dies resultierte aus der Umrüstung der Fahrzeugklassifizierung auf das SWISS10 System. Die Fahrzeugkategorien „Lastwagen“ und „Lastenzug“ nahm im selben Zeitraum von 19.8% auf 16.5% respektive von 17.2% auf 12.4% ab. Die Kategorie „Sattelzug“ unterlag über den ganzen Zeitraum gesehen mässigen Schwankungen, stellte aber mit durchschnittlich 44% den weitaus grössten Anteil der Schwerverkehrsfahrzeuge am Monte Ceneri.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2011 kontinuierlich um insgesamt 7.3% zugenommen. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte nehmen zwischen 2003 und 2011 um 4.3% / 2.1% zu, weisen jedoch 2007 und 2008 tiefere Werte auf.

Der Mittelwert der mittleren Achslast nimmt zwischen 2003 und 2011 um 3.6% zu. Die „Fraktil 95%“-Werte hingegen nehmen im Vergleich mit 2003 um 1.6%, die „Fraktil 99%“-Werte um 6.4% ab, bleiben aber zwischen 2007 und 2011 relativ stabil.

6 Gotthardtunnel (A2)

6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

6.2 Übersicht Messresultate

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

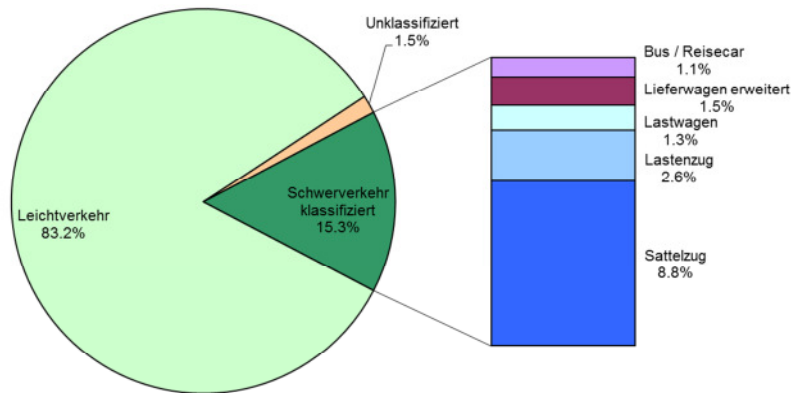
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	6'306'470	17'278	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	5'246'332	14'374	83.2	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'060'138	2'904	16.8	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	94'670	259	1.5	8.9
01 Bus / Reiseкар	66'775	183	1.1	6.3
02 Motorrad	72	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'535	4	0.0	0.1
04 Personenwagen mit Anh.	13'880	38	0.2	1.3
05 Lieferwagen	33'232	91	0.5	3.1
06 Lieferwagen mit Anh.	34'356	94	0.5	3.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	11'521	32	0.2	1.1
08 Lastwagen	83'031	227	1.3	7.8
09 Lastenzug	167'060	458	2.6	15.8
10 Sattelzug	554'006	1'518	8.8	52.3
Total	1'060'138	2'904	16.8	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	132'939	364	2.1	12.5
Fahrzeuge 8.0 - 18t	198'450	544	3.1	18.7
Fahrzeuge 18 - 28t	323'020	885	5.1	30.5
Fahrzeuge 28 - 40t	359'764	986	5.7	33.9
Fahrzeuge > 40t	45'965	126	0.7	4.3
Total	1'060'138	2'904	16.8	100.0

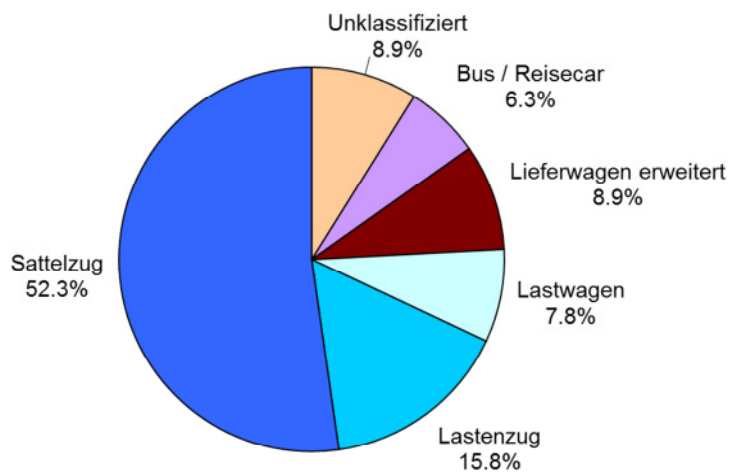
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

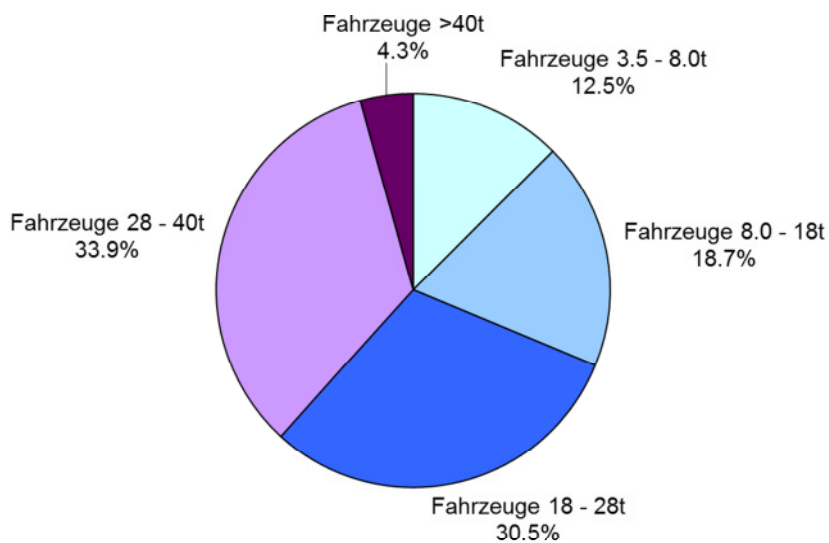
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



6.3 Messdiagramme

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 6.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 6.3.3 Reisecars 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 siehe Abs. 1.5).

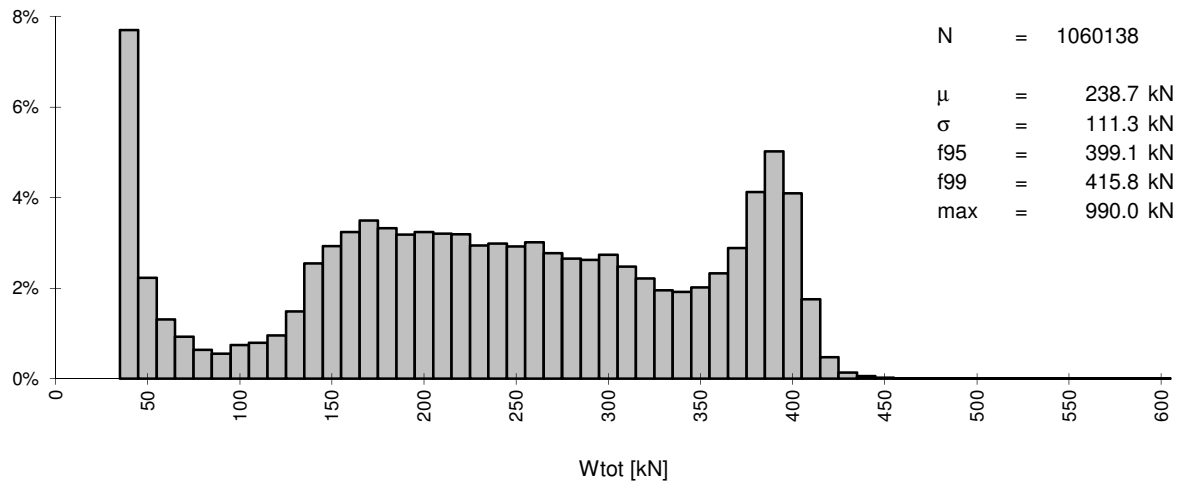
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
μ :	Mittelwert
σ :	Standartabweichung
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 $\geq 3.5\text{t}$)

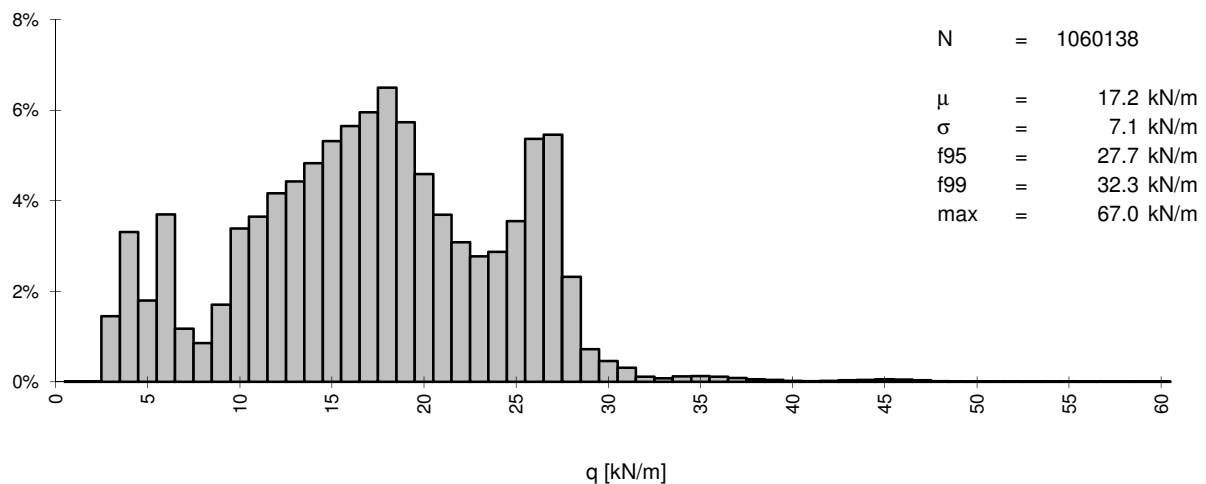
2011 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



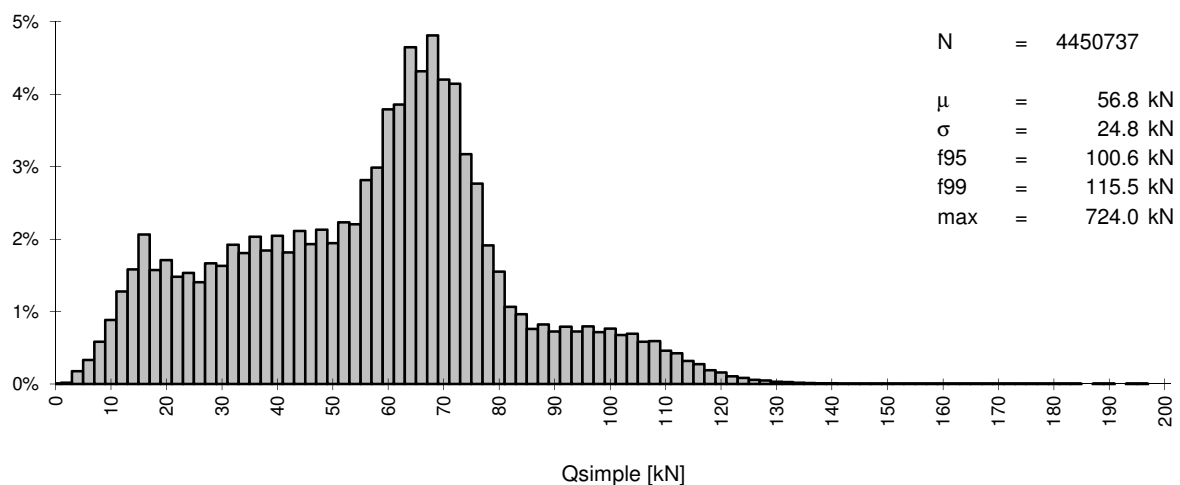
2011 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

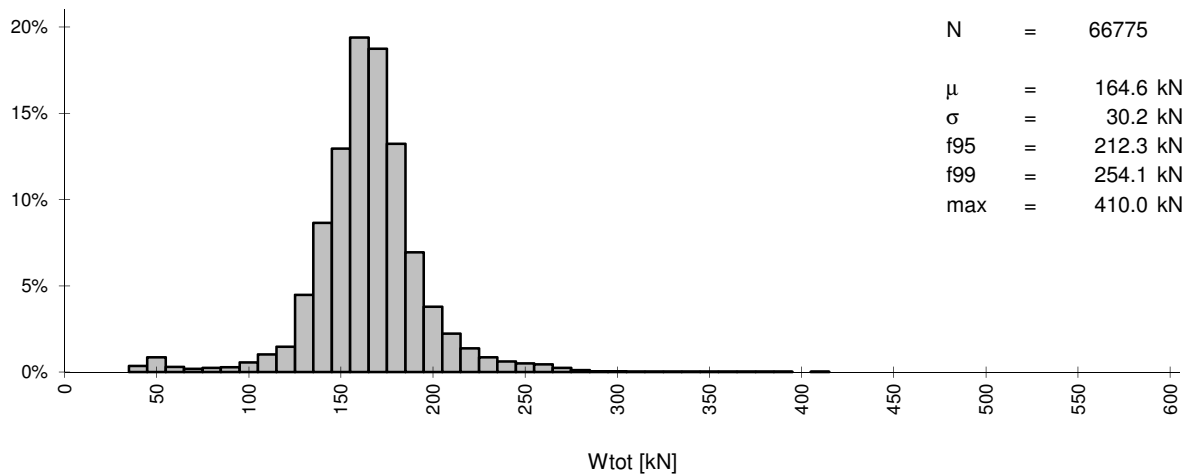
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

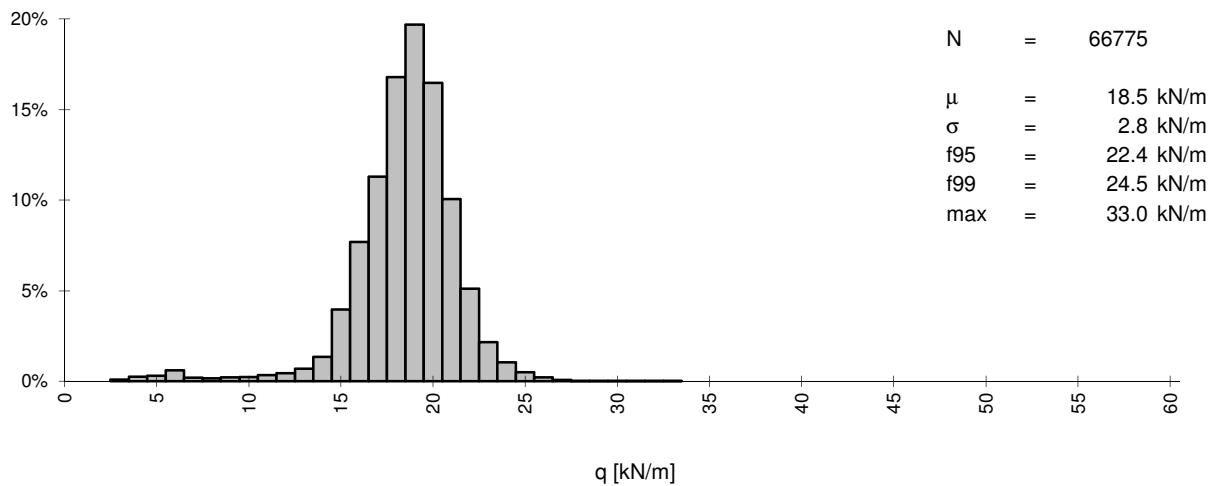
2011 Gotthard

Car / Bus / Gesamtgewicht



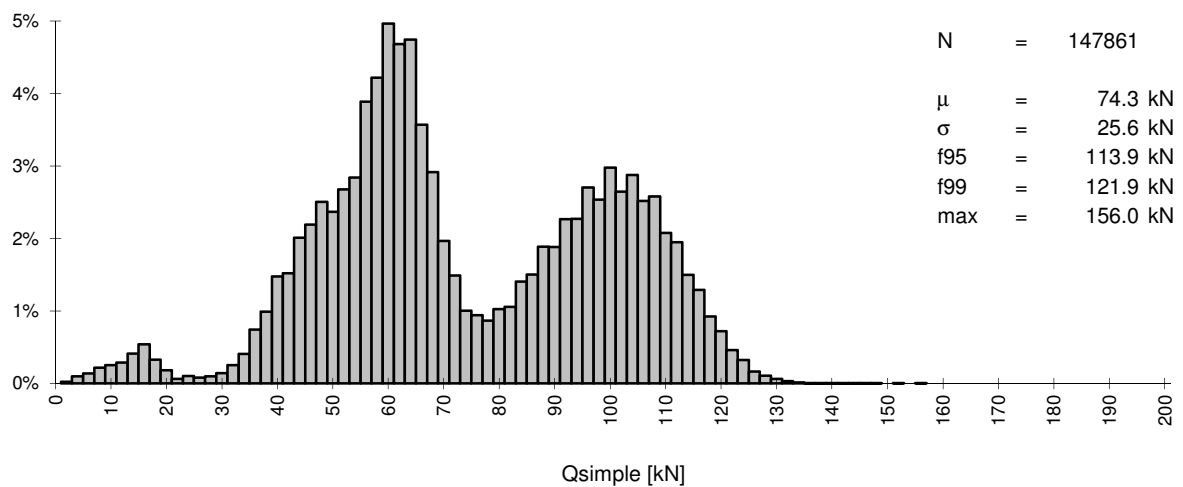
2011 Gotthard

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

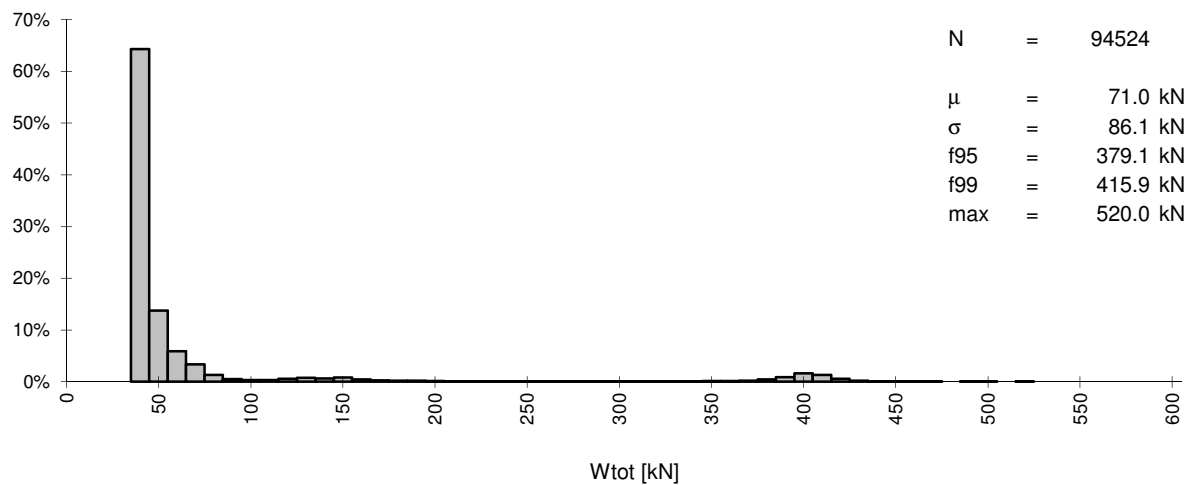
Car / Bus / alle Einzelachsen



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

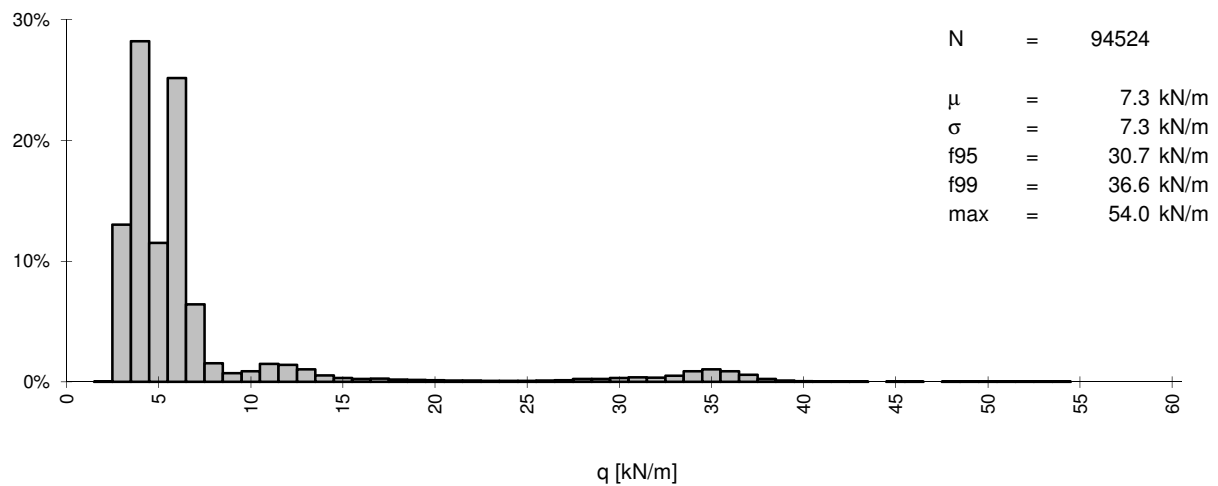
2011 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



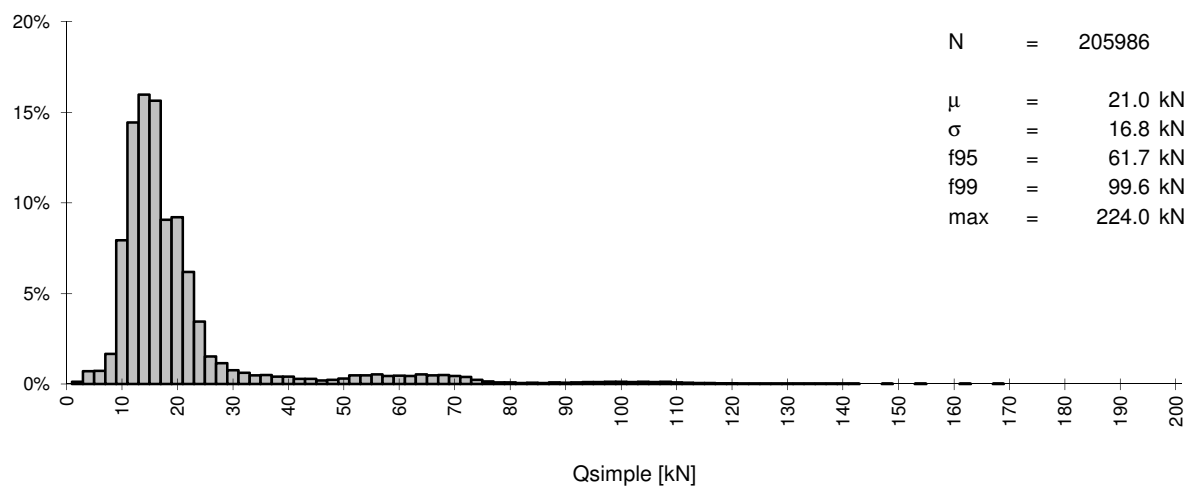
2011 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

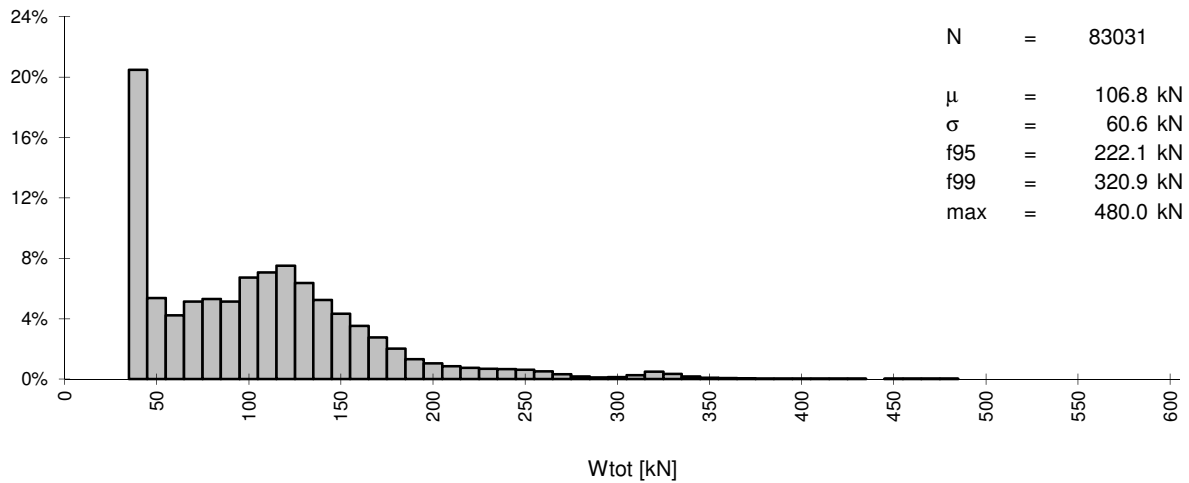
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

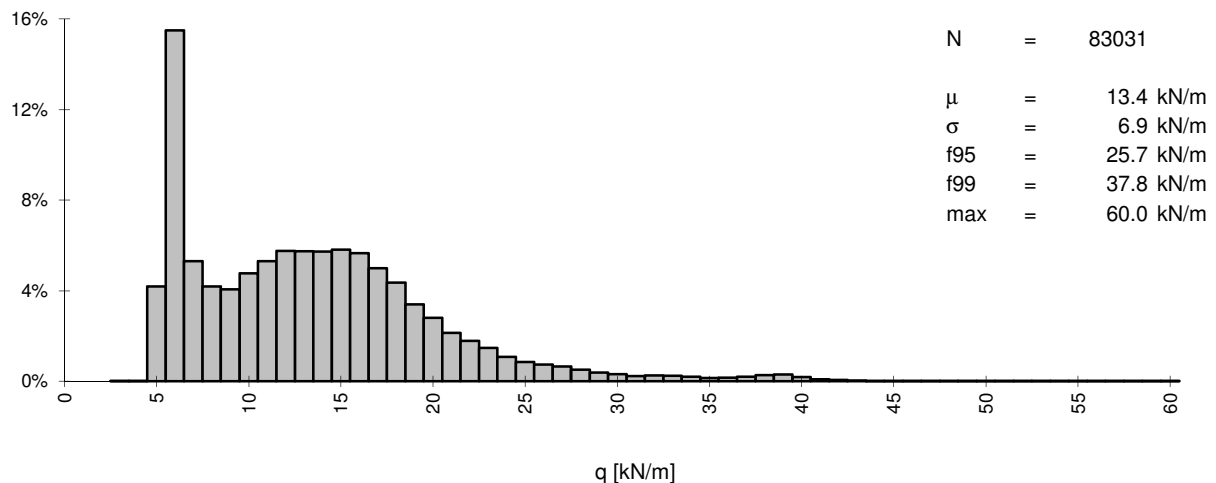
2011 Gotthard

Lastwagen / Gesamtgewicht



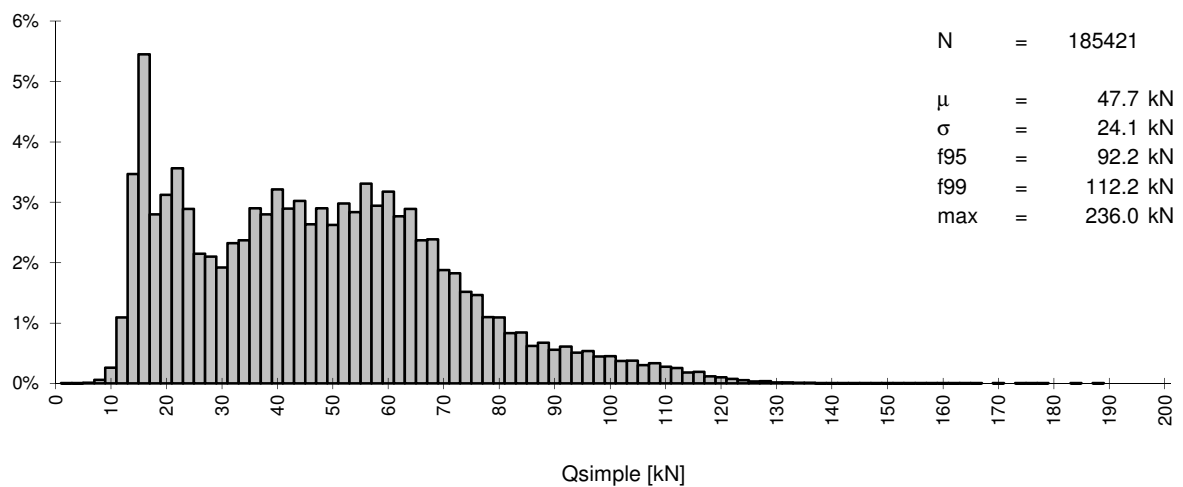
2011 Gotthard

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

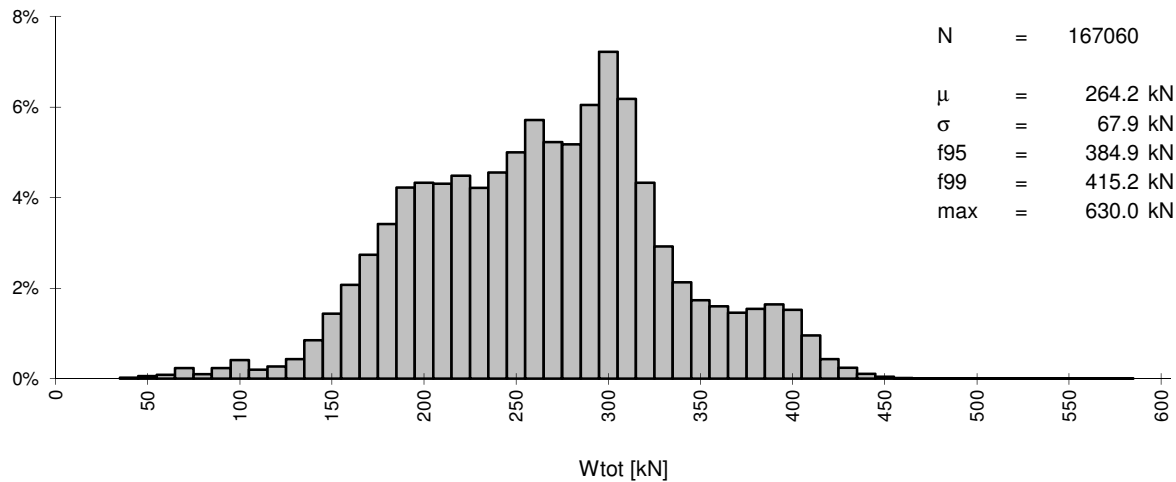
Lastwagen / alle Einzelachsen



6.3.6 Lastenzüge (SZ)

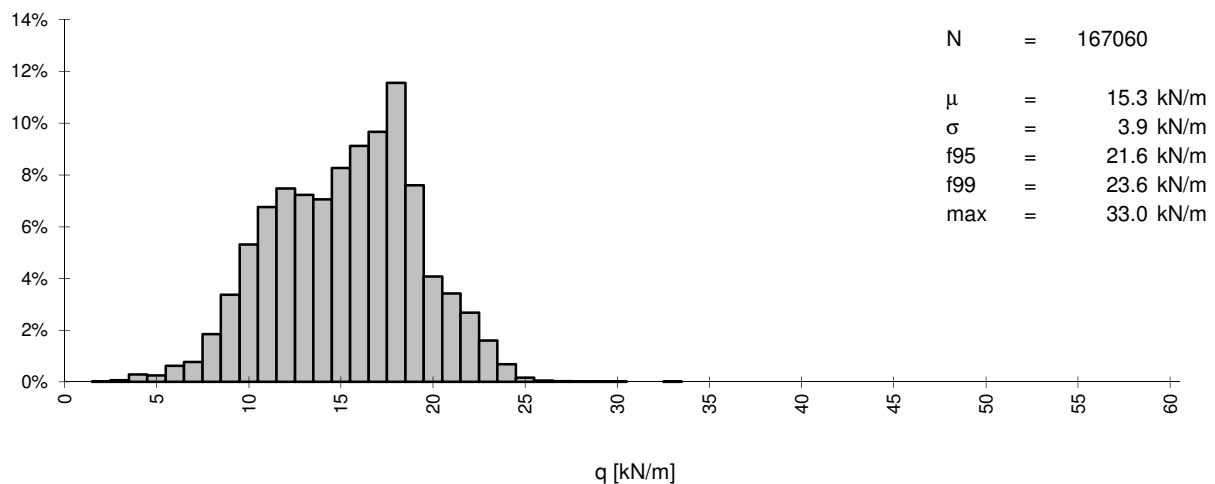
2011 Gotthard

Lastenzug / Gesamtgewicht



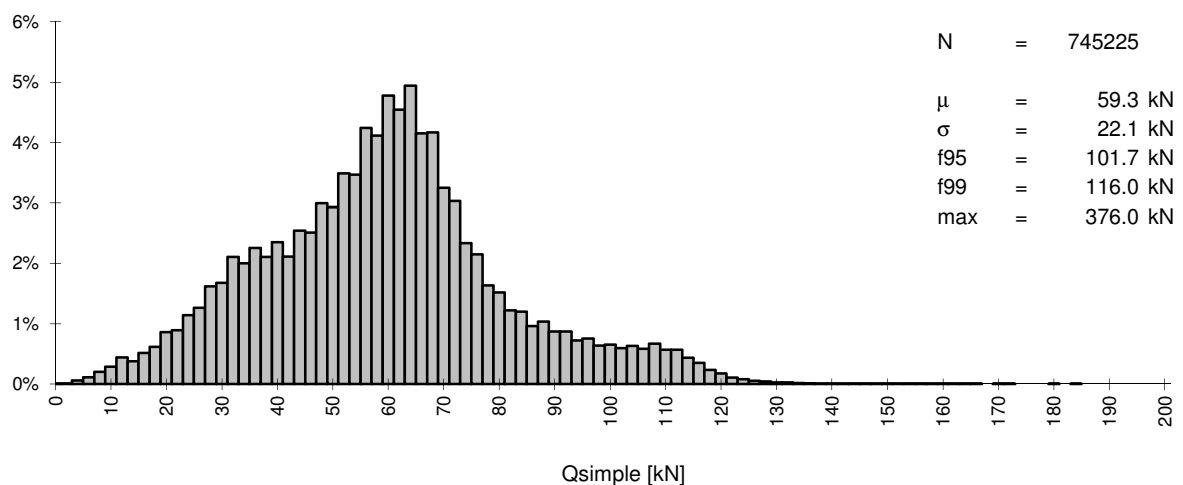
2011 Gotthard

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

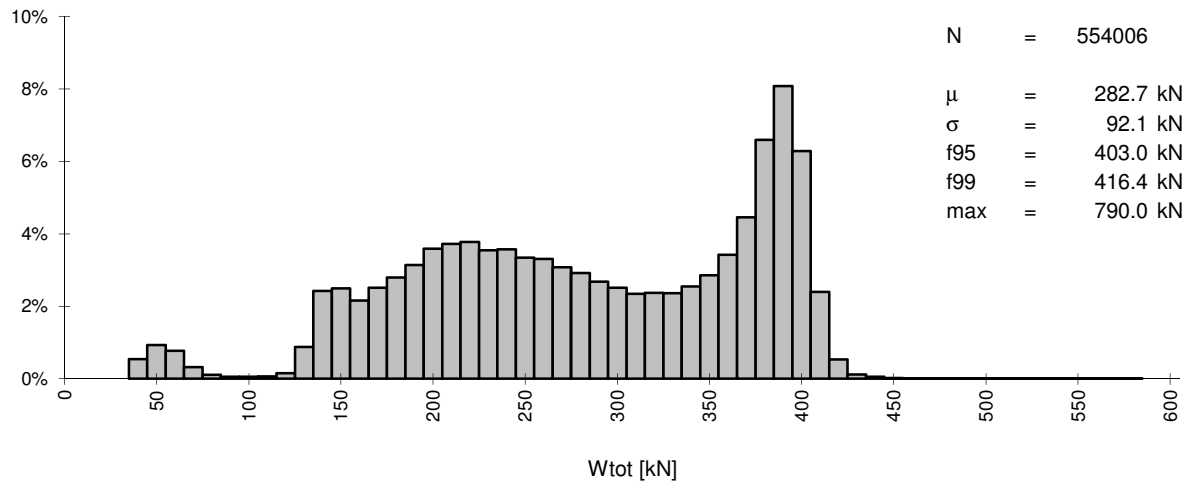
Lastenzug / alle Einzelachsen



6.3.7 Sattelzüge (SZ)

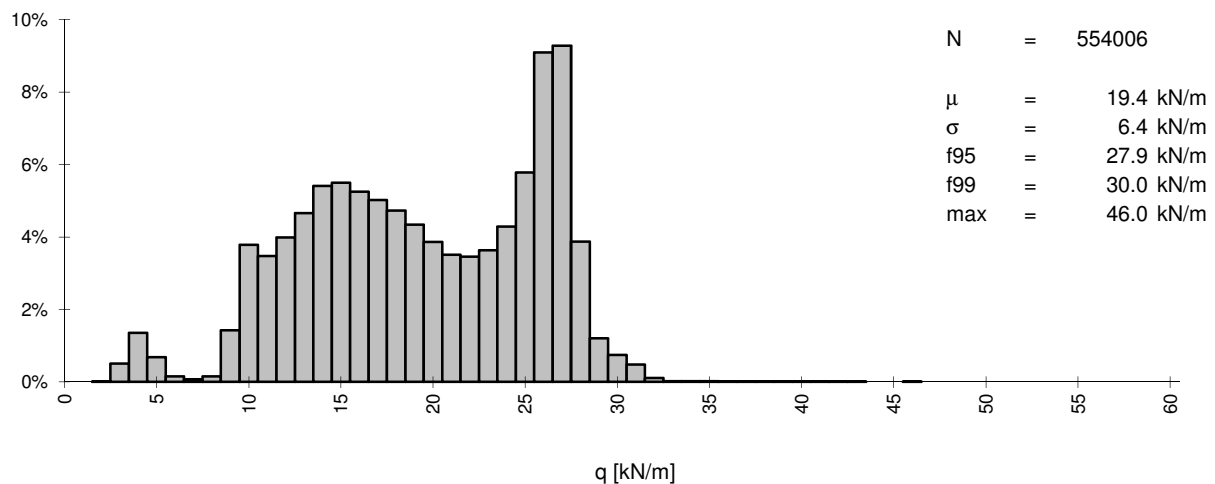
2011 Gotthard

Sattelzug / Gesamtgewicht



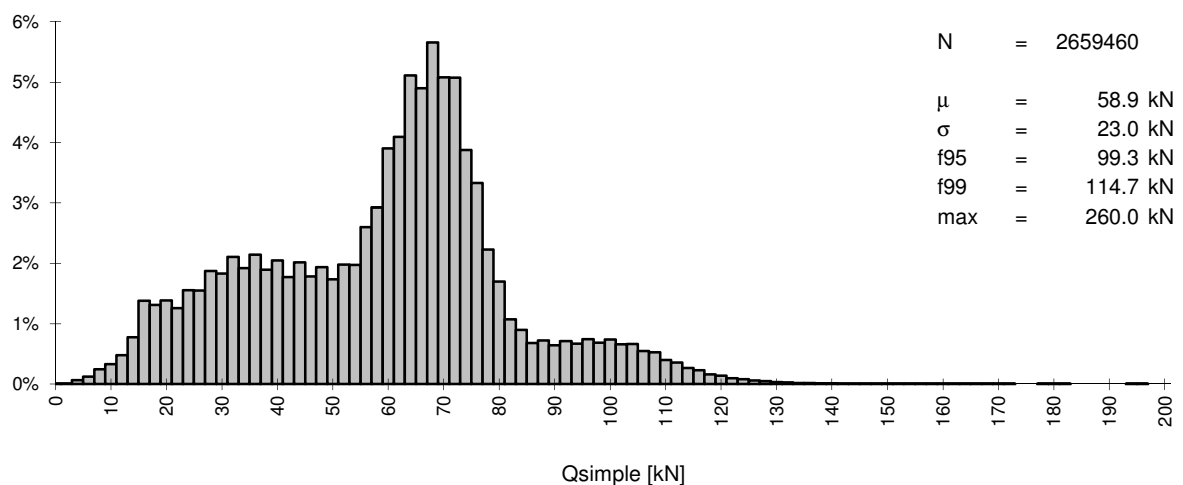
2011 Gotthard

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 Gotthard

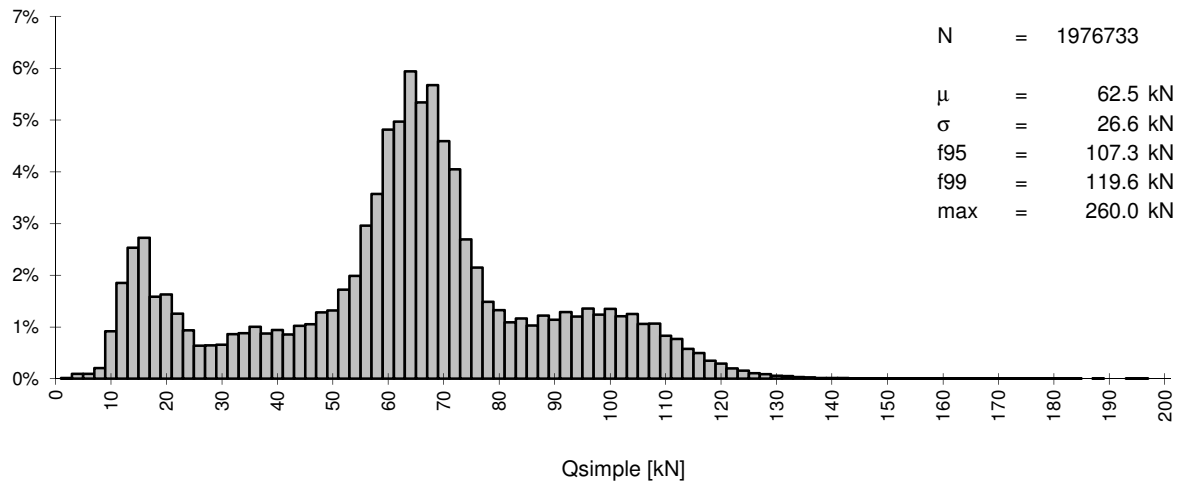
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

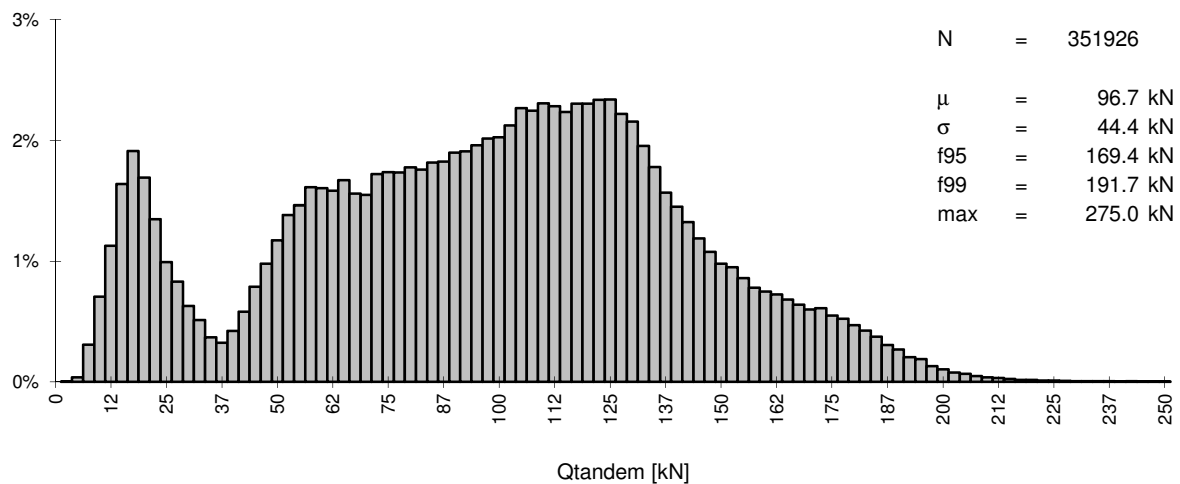
2011 Gotthard

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



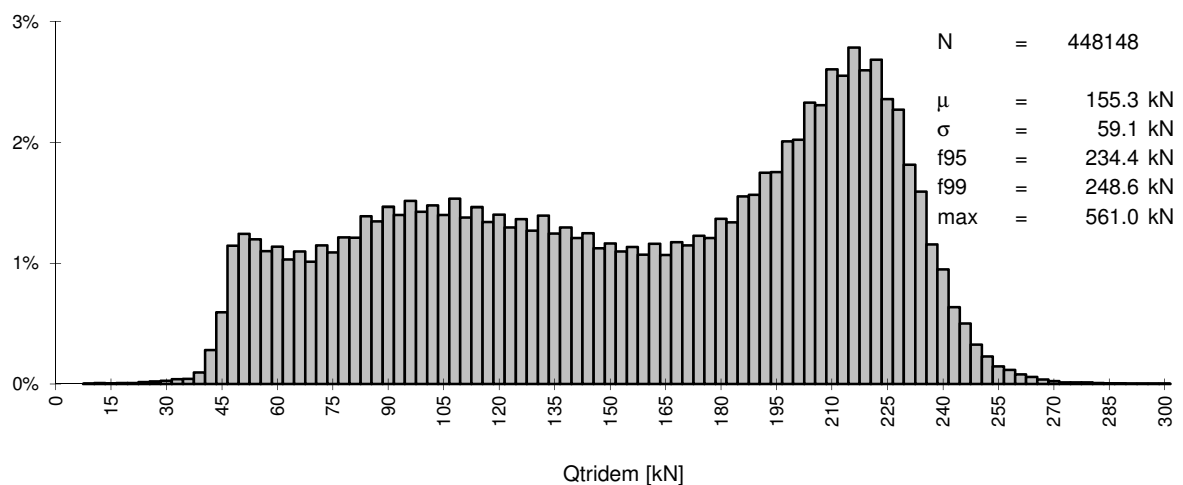
2011 Gotthard

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 Gotthard

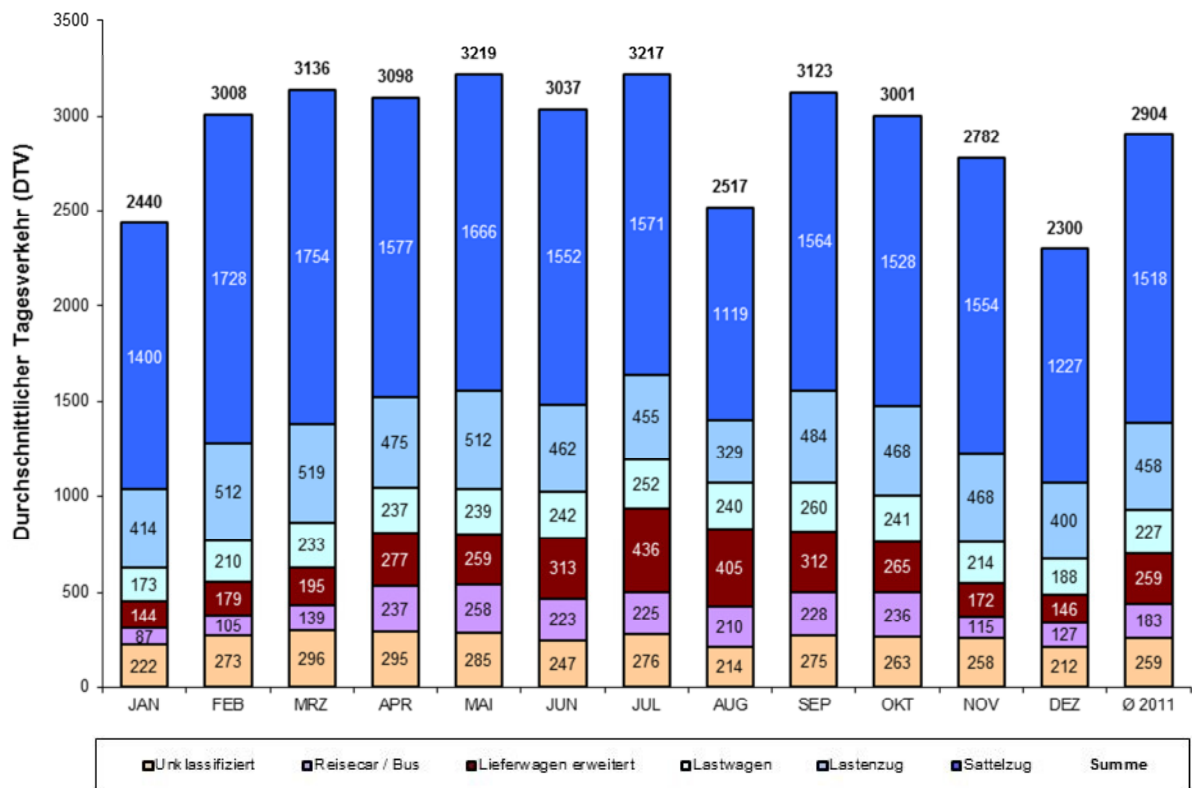
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



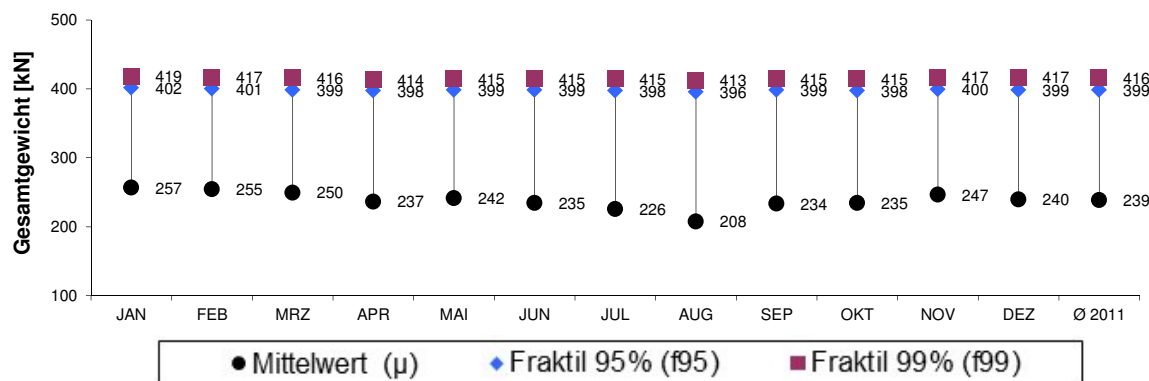
6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

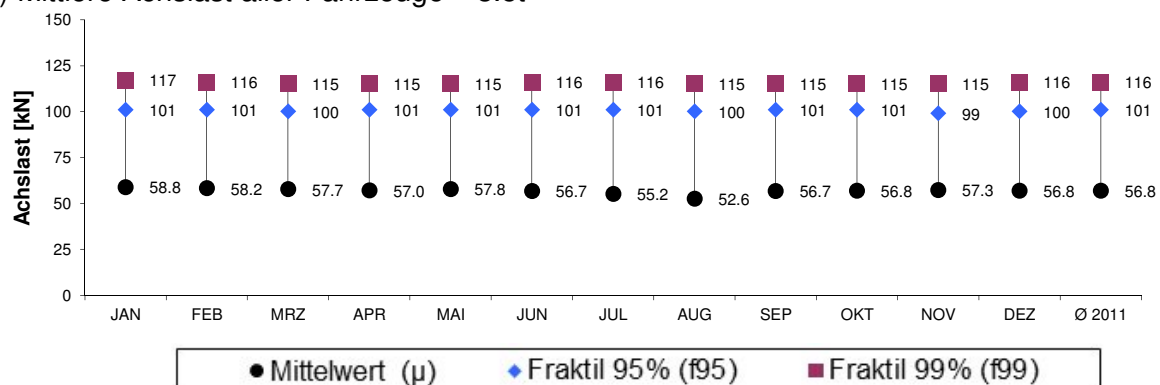
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

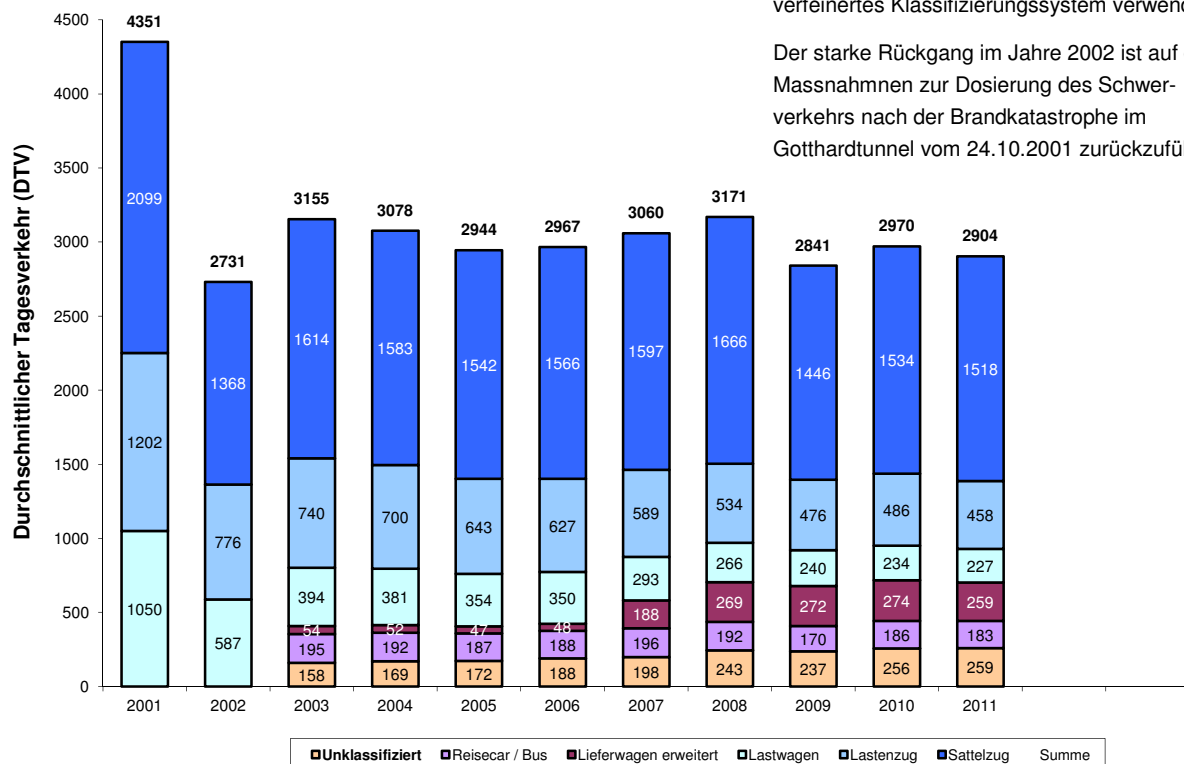


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

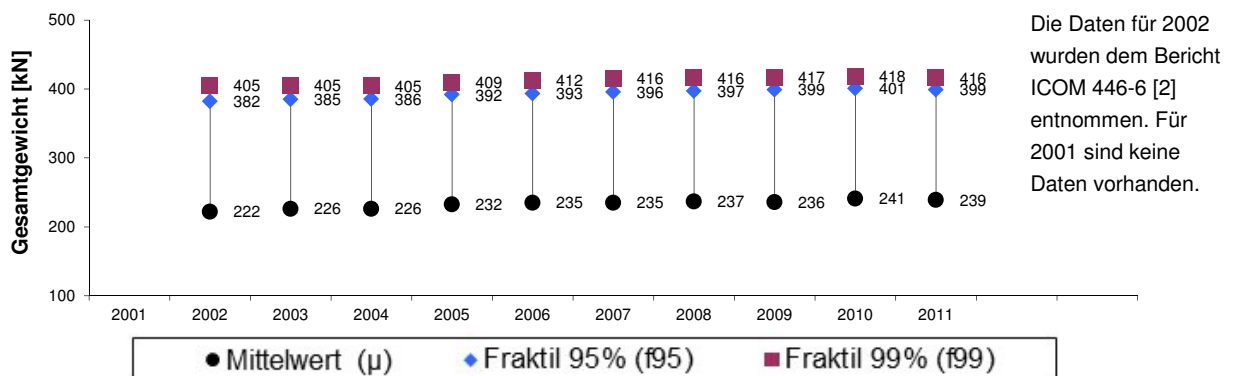


6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

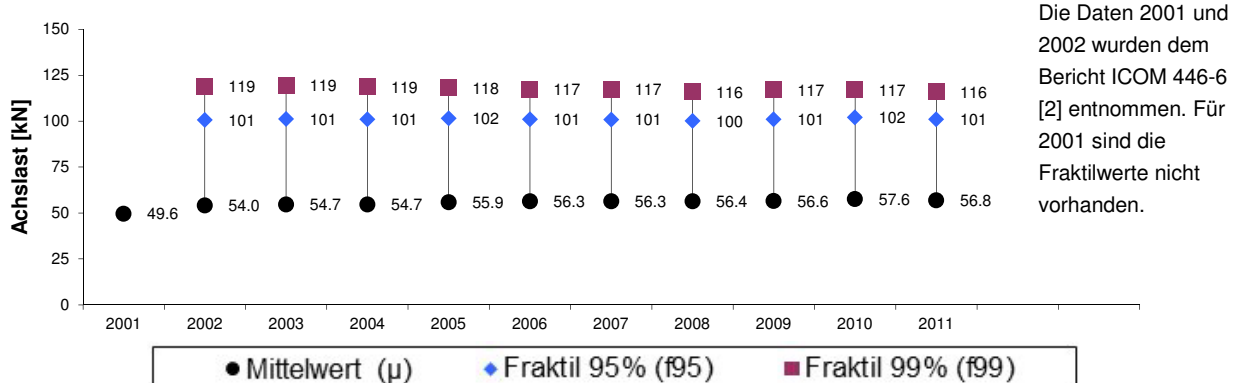
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	62.5	62.5	107.3	119.6
Tandemachse	96.7	48.4	84.7	95.9
Tridemachse	155.3	51.8	78.1	82.9
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 62.5 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.4 kN und 51.8 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 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	17.2 kN/m	27.7 kN/m	32.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.9 kN/m ²	7.9 kN/m ²	9.2 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.

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	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	26'240	13	0.000	3'712	0	0.000	10	0
2	0.006	204'313	1'226	0.001	22'427	16	0.000	93	0
3	0.020	81'761	1'635	0.003	13'386	40	0.001	338	0
4	0.070	90'276	6'319	0.008	5'730	46	0.002	802	2
5	0.150	109'453	16'418	0.020	12'406	248	0.005	9'075	45
6	0.290	297'718	86'338	0.030	21'343	640	0.010	21'022	210
7	0.530	524'379	277'921	0.060	22'386	1'343	0.020	14'102	282
8	1.000	231'648	231'648	0.100	24'526	2'453	0.030	15'510	465
9	1.520	111'686	169'763	0.140	25'683	3'596	0.040	24'302	972
10	2.400	127'467	305'921	0.200	27'846	5'569	0.060	19'476	1'169
11	3.660	107'214	392'403	0.280	31'495	8'819	0.080	19'796	1'584
12	5.400	49'124	265'270	0.400	32'131	12'852	0.110	25'085	2'759
13	7.760	11'963	92'833	0.540	31'864	17'207	0.140	17'661	2'473
14	10.870	2'681	29'142	0.730	23'778	17'358	0.190	17'679	3'359
15	14.910	607	9'050	0.960	16'095	15'451	0.240	21'308	5'114
16	20.060	147	2'949	1.260	11'766	14'825	0.300	14'825	4'448
17	26.540	32	849	1.630	9'324	15'198	0.380	15'284	5'808
18	34.590	16	553	2.080	7'575	15'756	0.480	22'234	10'672
19	-	-	-	2.640	4'837	12'770	0.590	19'991	11'795
20	-	-	-	3.300	2'201	7'263	0.720	24'726	17'803
21	-	-	-	4.090	817	3'342	0.880	41'571	36'582
22	-	-	-	5.030	574	2'887	1.060	35'591	37'726
23	-	-	-	-	-	-	1.270	32'821	41'683
24	-	-	-	-	-	-	1.520	24'748	37'617
25	-	-	-	-	-	-	1.810	6'575	11'901
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'206	4'721
27	-	-	-	-	-	-	2.510	914	2'294
28	-	-	-	-	-	-	2.940	196	576
29	-	-	-	-	-	-	3.430	94	322
30	-	-	-	-	-	-	3.980	47	187
Summe		1'976'725	1'890'252		351'902	157'679		448'082	242'569

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'890'252 + 157'679 + 242'569 = 2'290'500 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'290'500 = 1'145'250 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'145'250 / 365 = 3'137 \text{ ESAL}$$

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

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2011 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 6.4.1a). Im Juli und September treten die meisten Fahrten mit 3'217 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 52.3%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 4.3% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 6.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 6.4.1b und 6.4.1c) variieren übers Jahr hinweg nur leicht – im August ist hingegen ein deutlicher Rückgang der Mittelwerte erkennbar.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2011 passierten pro Tag durchschnittlich 2'904 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 2'970 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 6.4.2a). Dies entspricht einer geringfügigen Abnahme von 2.2%.

Das mittlere Gesamtgewicht hat um 1.0% (von 241kN auf 239kN) abgenommen und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge nahm um 1.4% auf 56.8 kN ab. Die Fraktilewerte verändern sich nur sehr geringfügig gegenüber dem Vorjahr (s. Diagramm 6.4.2b).

Die mittlere Achslast und das Verkehrsaufkommen nehmen im Vergleich zum Jahr 2010 ab. Daher nimmt auch die Belastung des Strassenbelags ab (s. Abs. 6.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sank von 3'385 ESAL auf 3'137 ESAL (-7.3%) und ist weiterhin der Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Die starken Verkehrsschwankungen zwischen 2001 und 2003 im Gotthardtunnel (s. Diagramm 6.4.2a) 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.

2003-2011

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen sieben Jahren von 3'155 auf 2'904 Fahrzeuge pro Tag abgenommen, dies entspricht einem Verkehrsrückgang von 8.0%. Die tiefsten Werte traten 2009 (2'841 Fahrzeuge) und 2011 (2'904 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 acht Jahre konstant. Die Anteile von „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nehmen kontinuierlich ab – von 12.5% auf 7.8% respektive 23.5% auf 15.8%; demgegenüber fahren „Lieferwagen erweitert“ deutlich häufiger: der Anteil am Schwerverkehr beträgt 2003 1.7%, 2011 lag dieser Wert bei 8.9%. Zwischen 2006 und 2007 ist ein sprunghafter Anstieg des Anteils „Lieferwagen erweitert“ feststellbar. Dies resultierte aus der Umrüstung der Fahrzeugklassifizierung auf das SWISS10 System.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge >3.5 t steigt zwischen 2003 und 2011 kontinuierlich um insgesamt 5.5% an. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte steigen mit 4.3% und 2.6% etwas weniger stark an. Der Anteil der Fahrzeuge über 40 t Gesamtgewicht steigt von 1.4% (2003) auf 4.3% (2011).

Die mittlere Achslast nimmt zwischen 2003 und 2010 kontinuierlich um insgesamt 5.3% zu. 2011 liegt der Wert etwas unter demjenigen des Vorjahres (-1.4%). Die „Fraktil 95%“-Werte bleiben hingegen konstant und die „Fraktil 99%“-Werte nehmen um 2.3% ab.

7 St Maurice (A9)

7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

7.2 Übersicht Messresultate

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

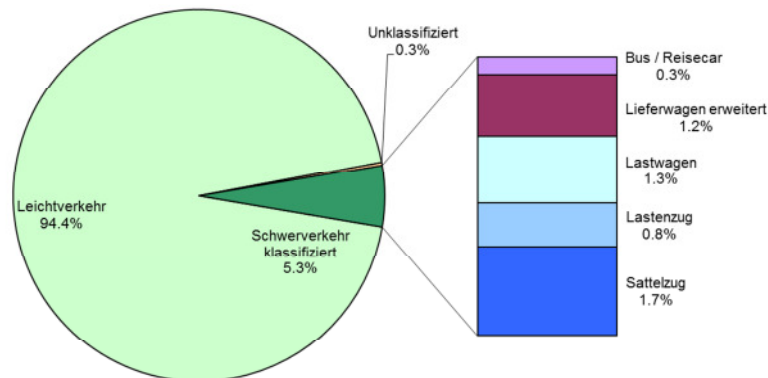
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle St.Maurice (A9) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

St-Maurice (A9) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	12'946'550	35'470	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	12'224'047	33'491	94.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	722'503	1'979	5.6	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	35'556	97	0.3	4.9
01 Bus / Reiserar	43'972	120	0.3	6.1
02 Motorrad	74	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	30'593	84	0.2	4.2
04 Personenwagen mit Anh.	9'449	26	0.1	1.3
05 Lieferwagen	67'305	184	0.5	9.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	29'429	81	0.2	4.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	16'286	45	0.1	2.3
08 Lastwagen	163'327	447	1.3	22.6
09 Lastenzug	106'963	293	0.8	14.8
10 Sattelzug	219'549	602	1.7	30.4
Total	722'503	1'979	5.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	180'429	494	1.4	25.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	227'855	624	1.8	31.5
Fahrzeuge 18 - 28t	165'010	452	1.3	22.8
Fahrzeuge 28 - 40t	101'671	279	0.8	14.1
Fahrzeuge >40t	47'538	130	0.4	6.6
Total	722'503	1'979	5.6	100.0

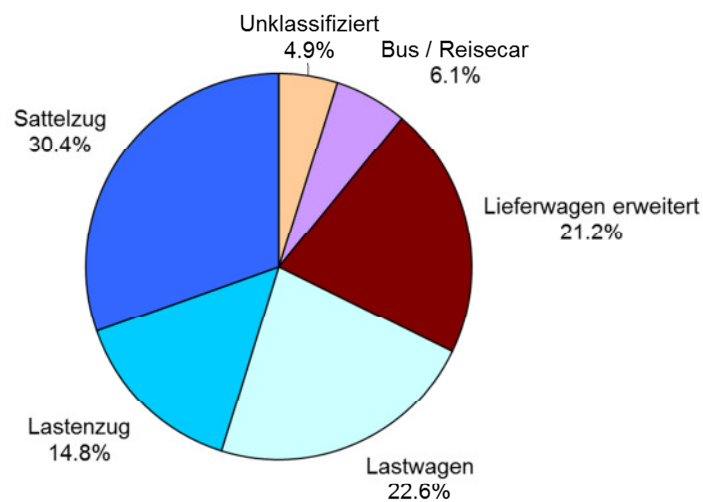
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle St-Maurice

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

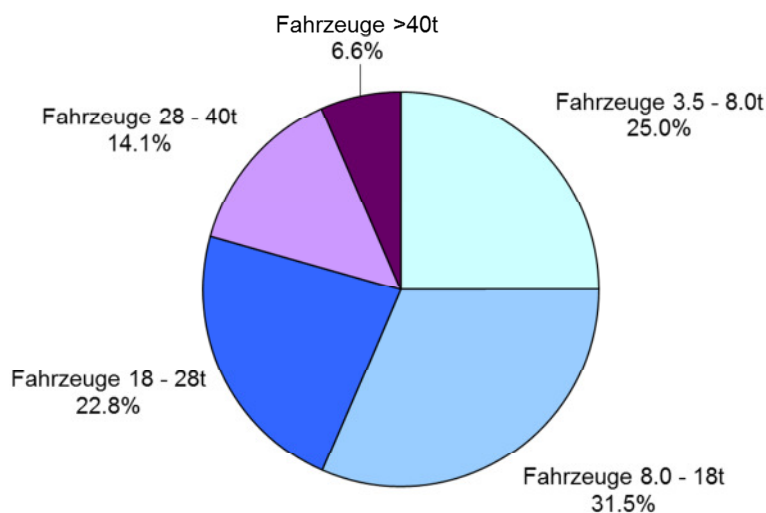
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 Messdiagramme

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle St. Maurice (A9) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 5.3.3 Reisecars 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 7.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs.1.8.5).

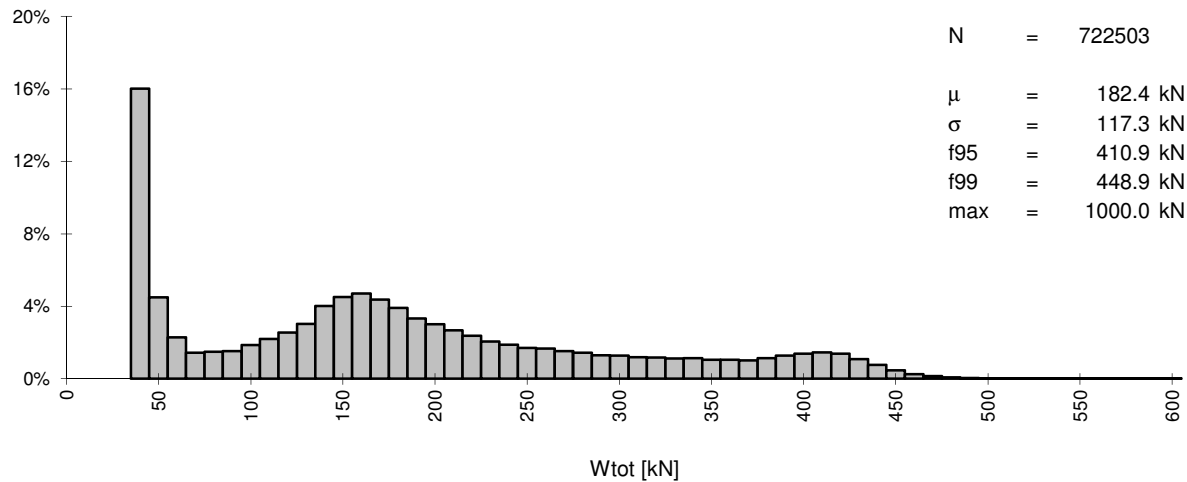
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

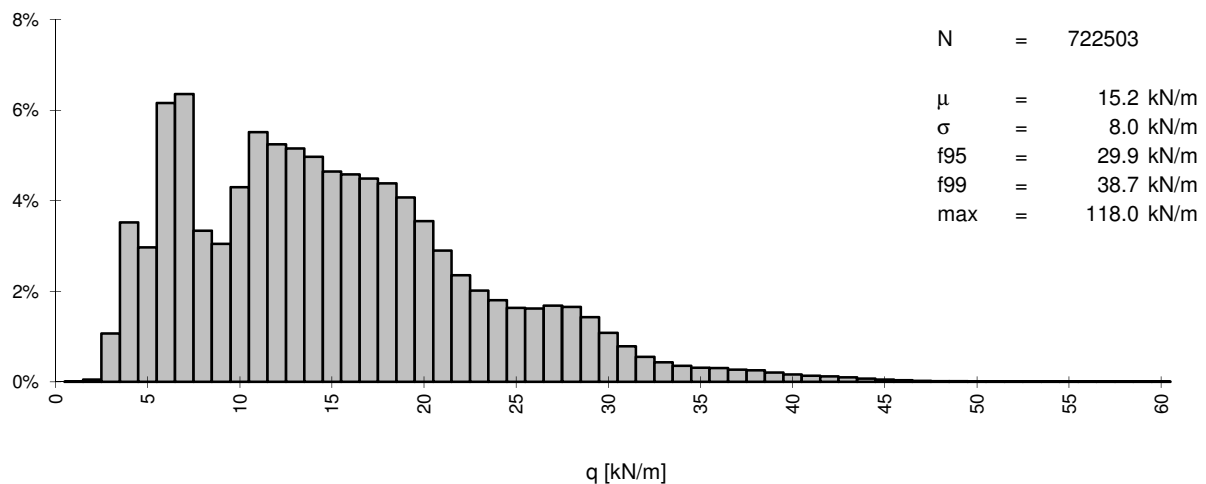
2011 St.Maurice

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



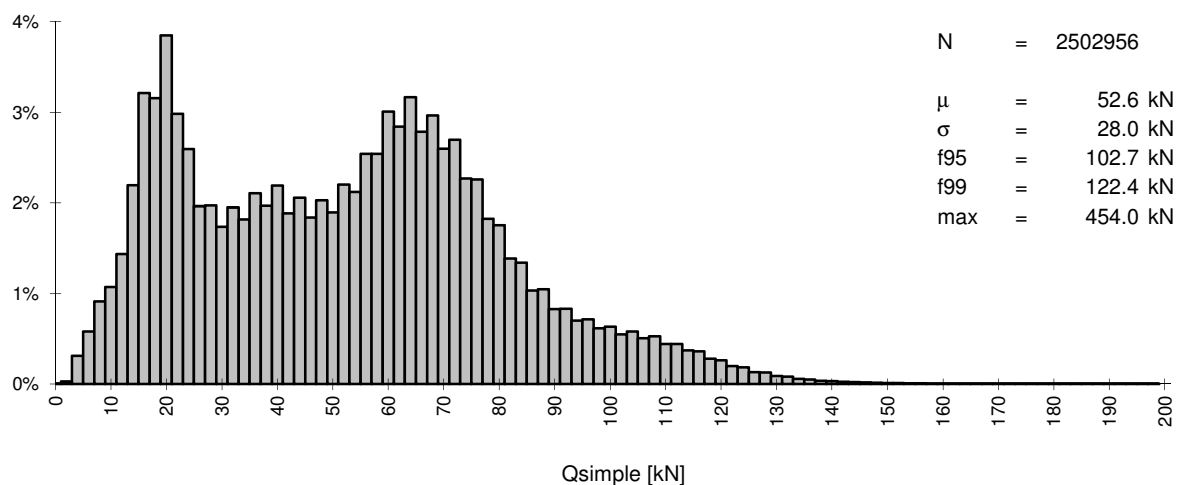
2011 St.Maurice

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

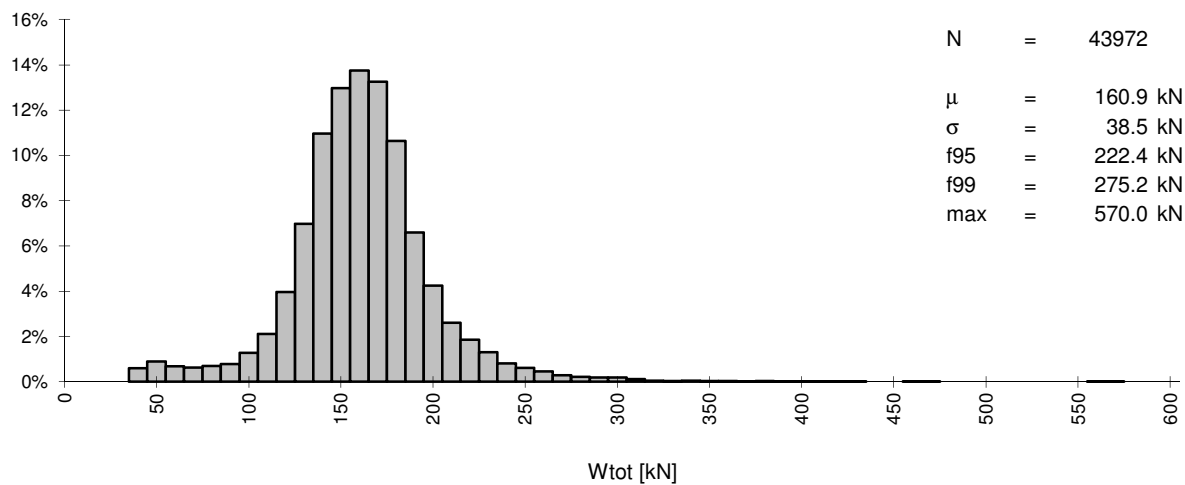
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

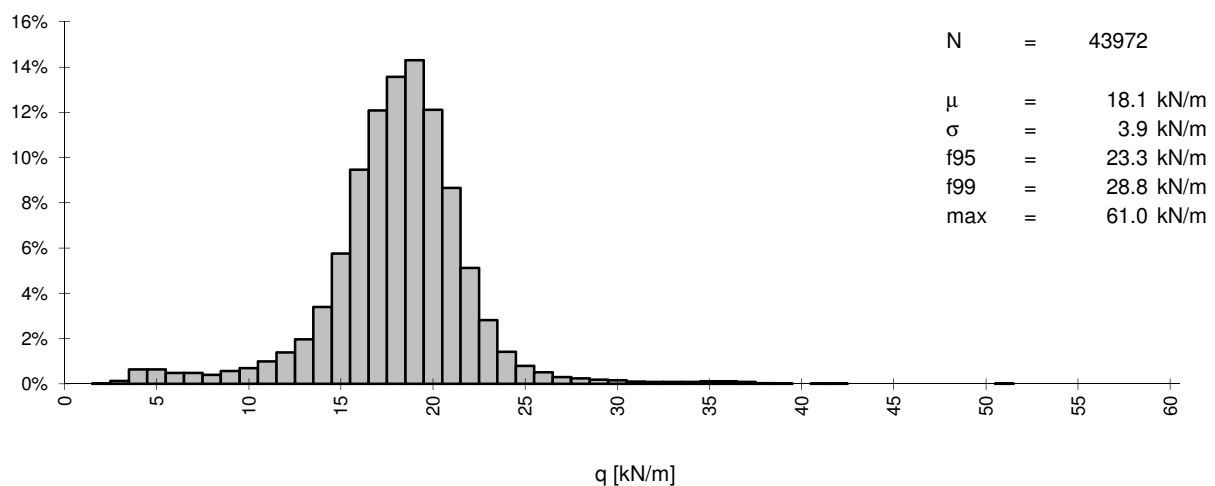
2011 St.Maurice

Car / Bus / Gesamtgewicht



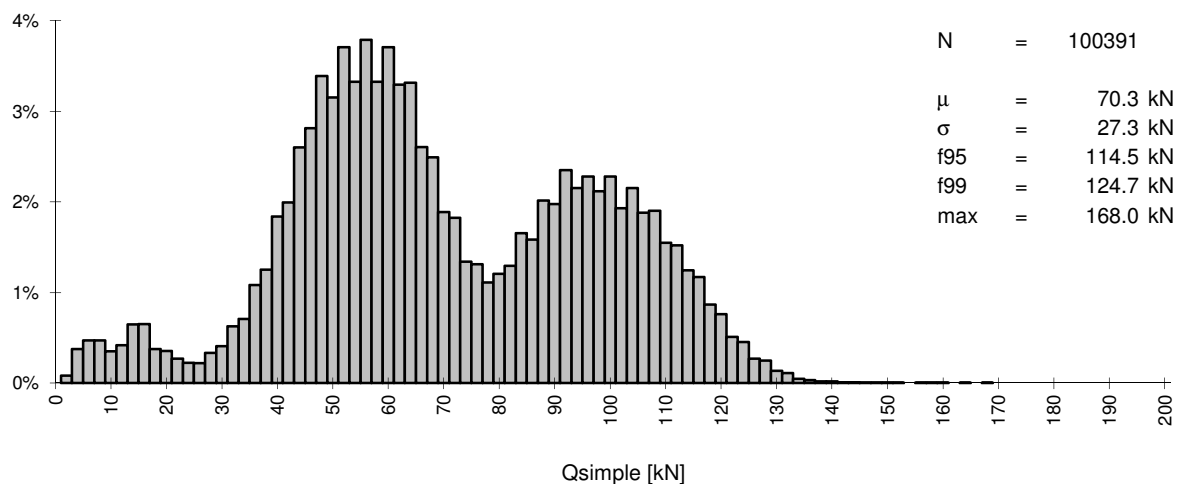
2011 St.Maurice

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

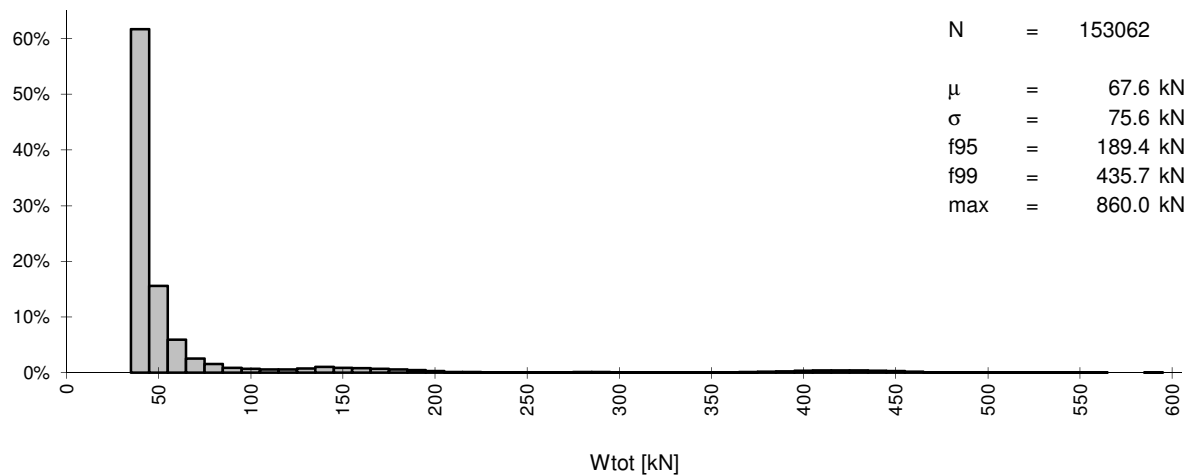
Car / Bus / alle Einzelachsen



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

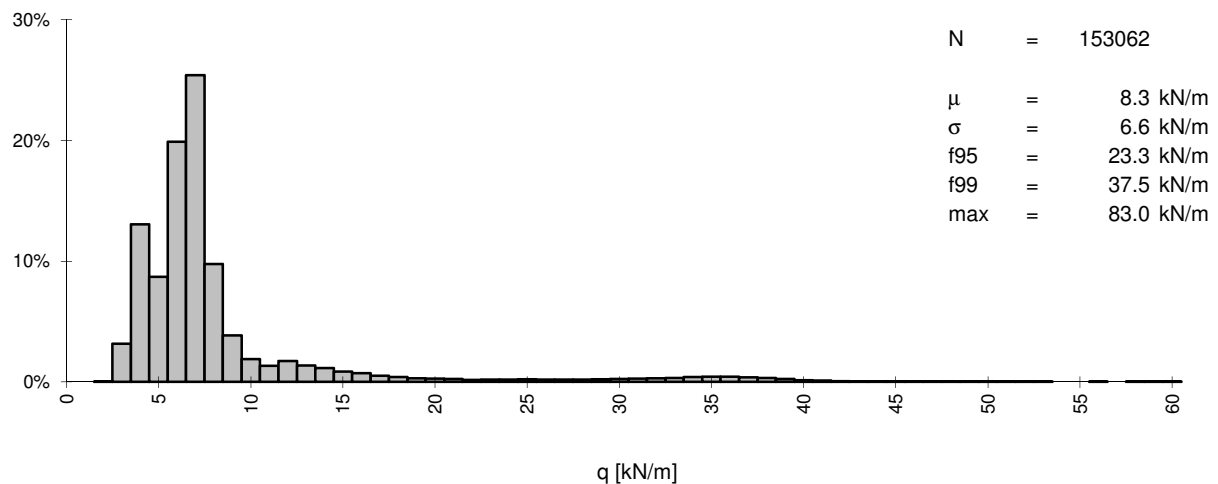
2011 St.Maurice

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



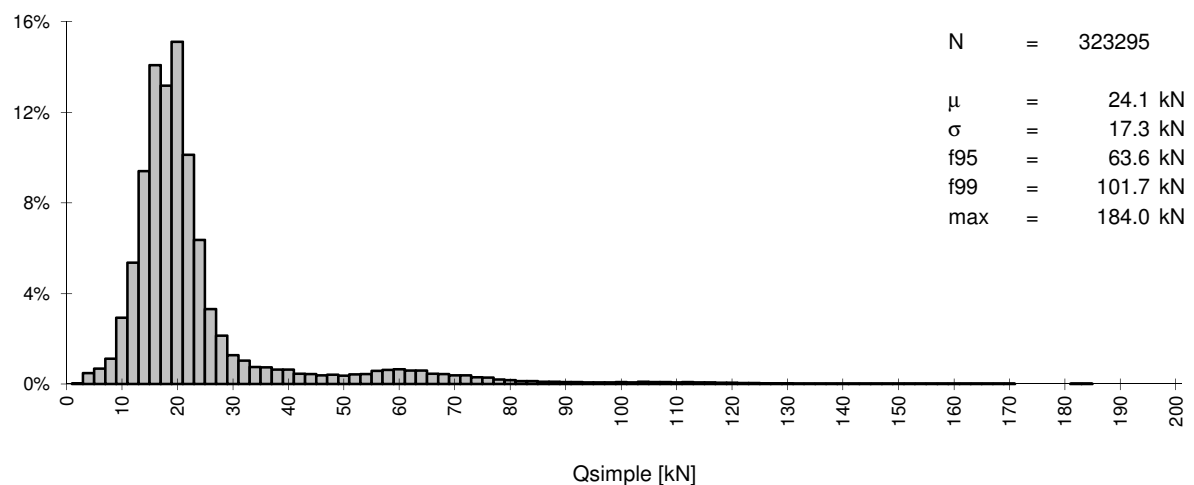
2011 St.Maurice

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

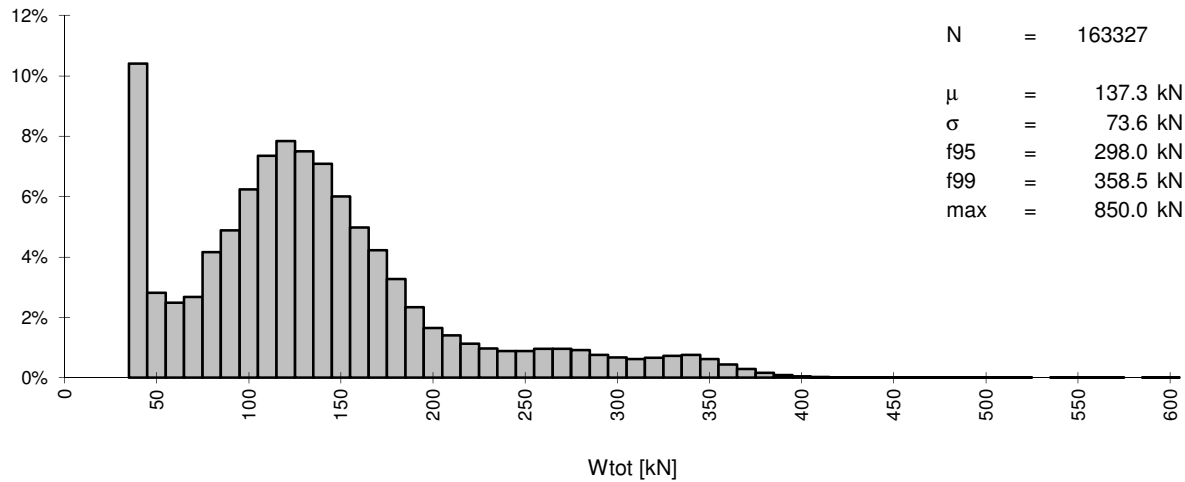
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

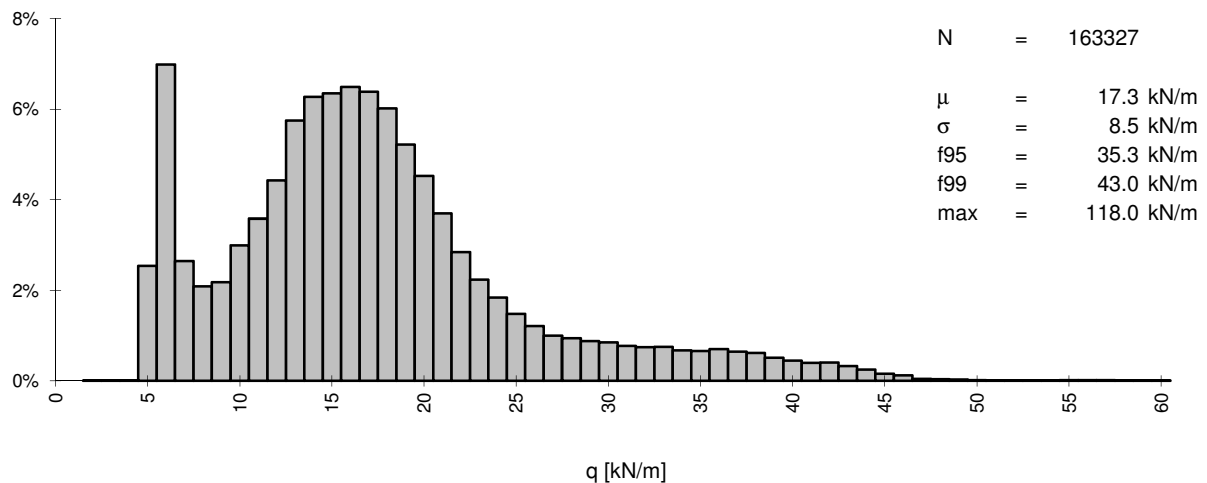
2011 St.Maurice

Lastwagen / Gesamtgewicht



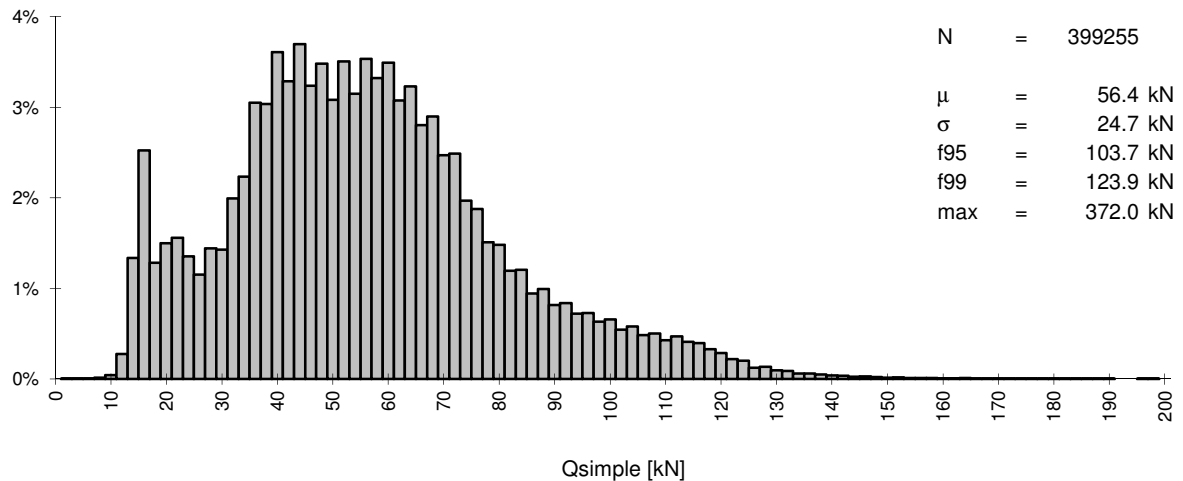
2011 St.Maurice

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

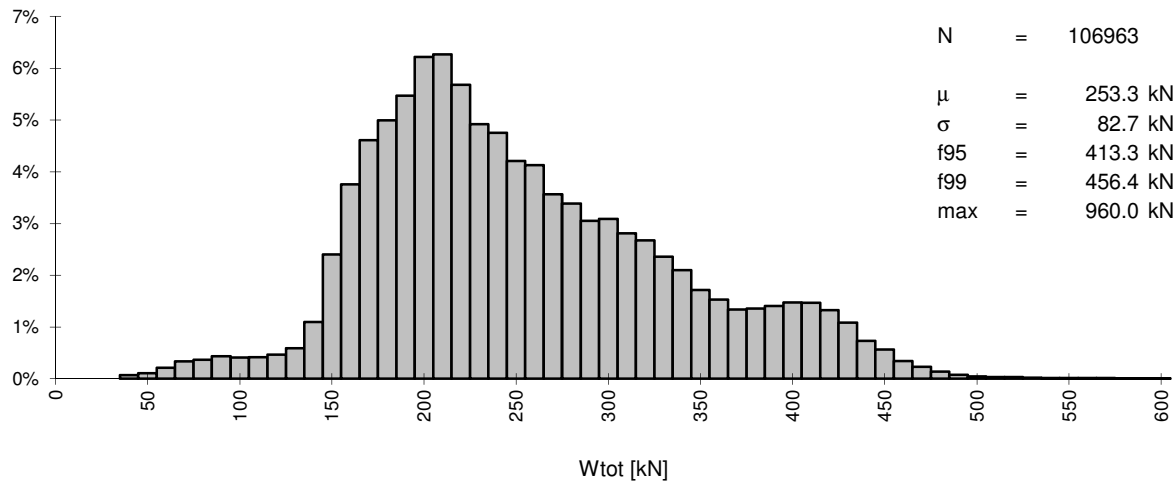
Lastwagen / alle Einzelachsen



7.3.6 Lastenzüge (LZ)

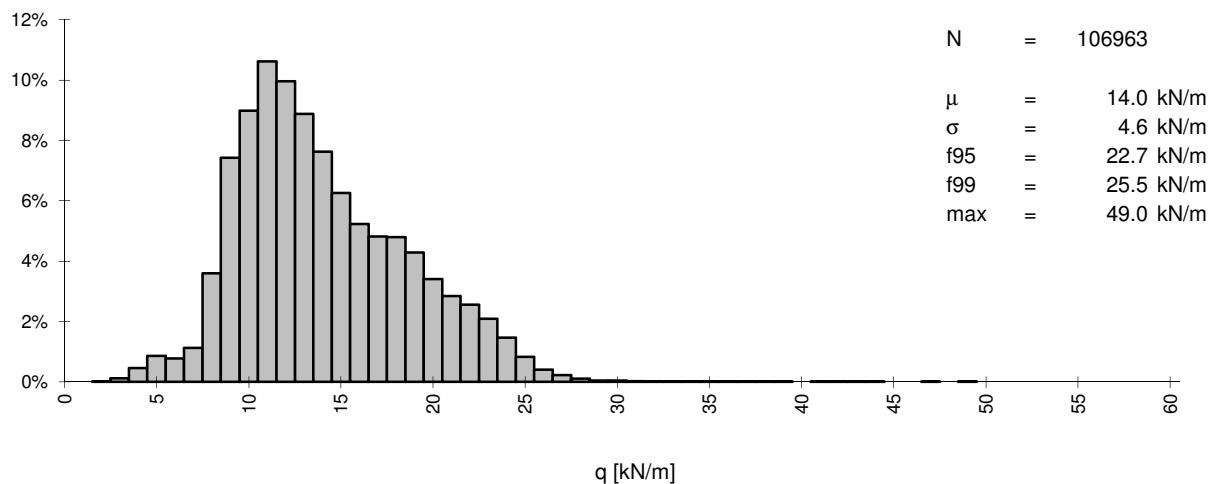
2011 St.Maurice

Lastenzug / Gesamtgewicht



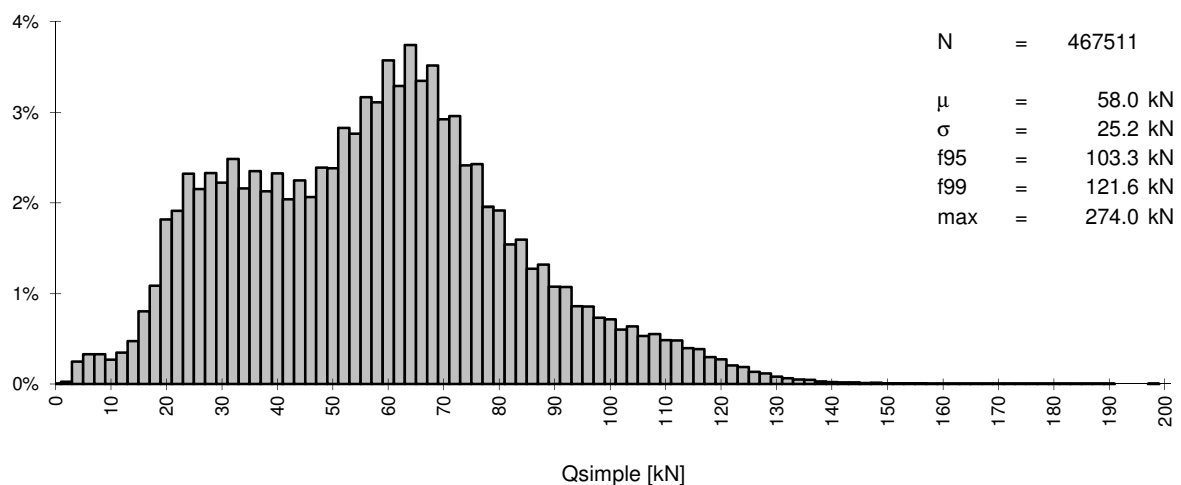
2011 St.Maurice

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

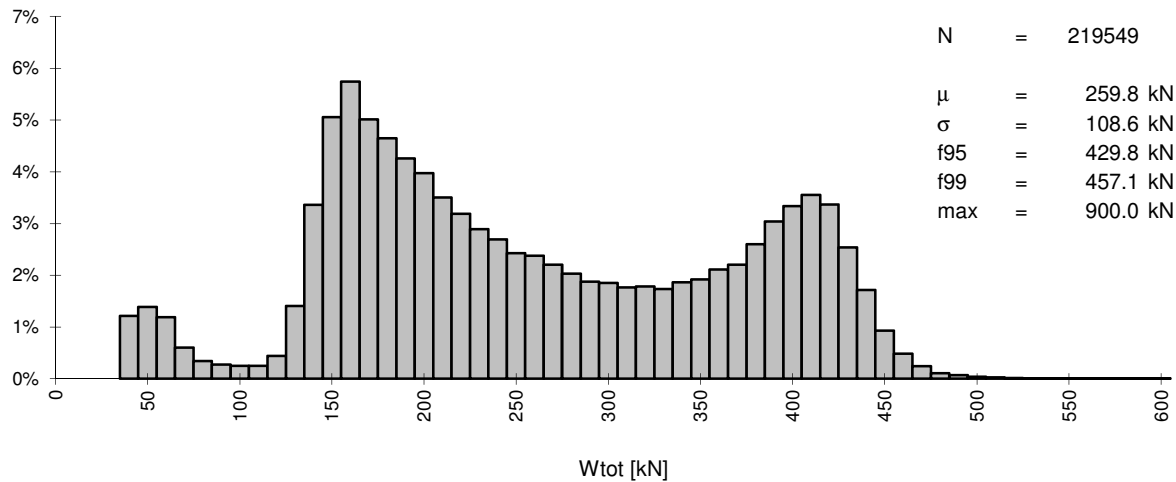
Lastenzug / alle Einzelachsen



7.3.7 Sattelzüge (SZ)

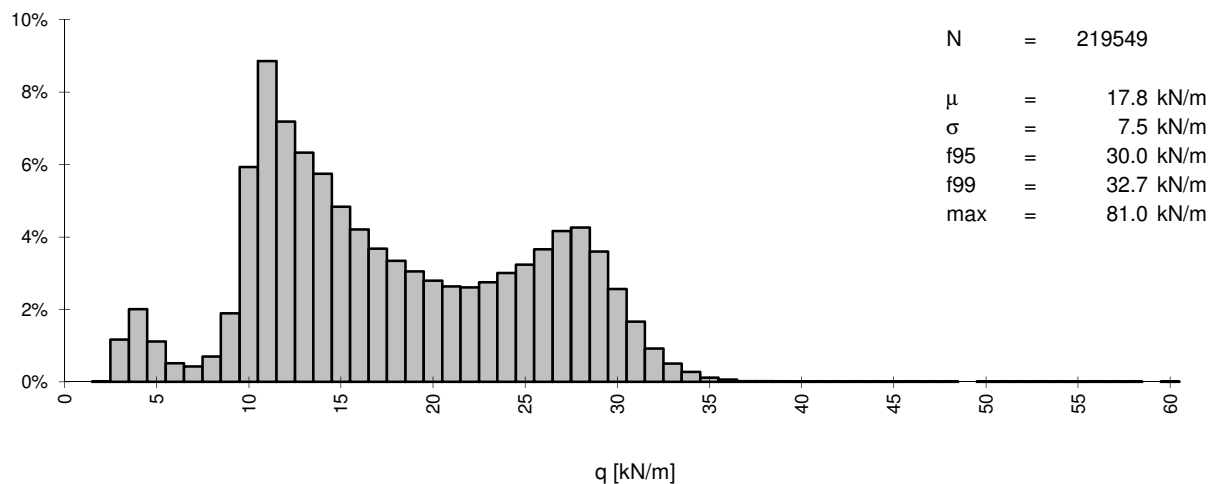
2011 St.Maurice

Sattelzug / Gesamtgewicht



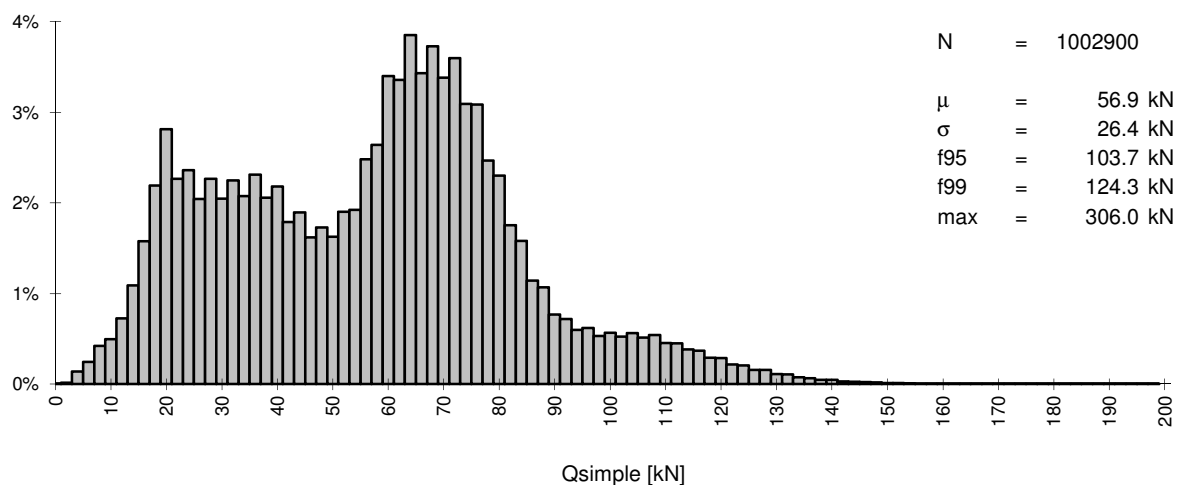
2011 St.Maurice

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 St.Maurice

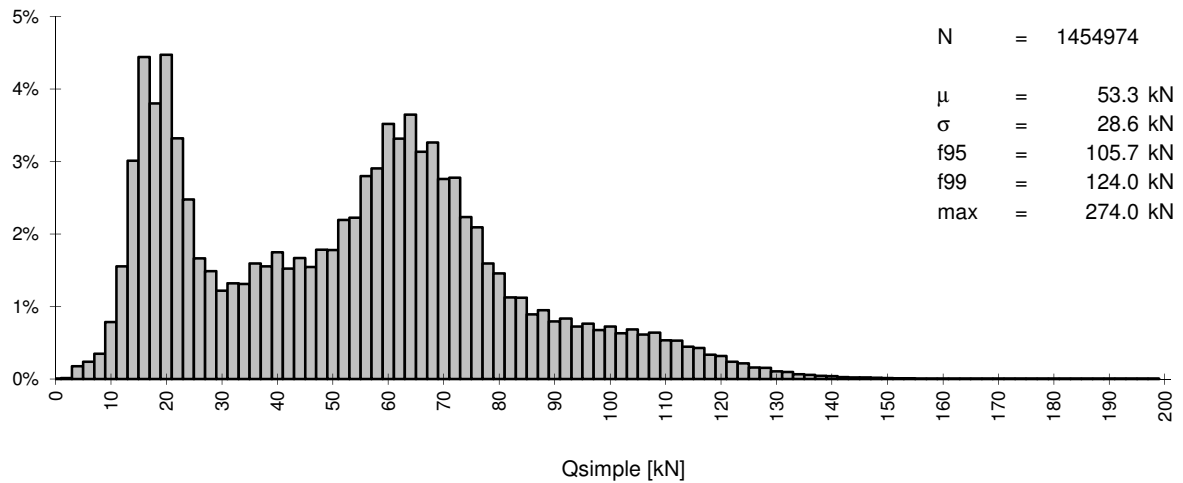
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

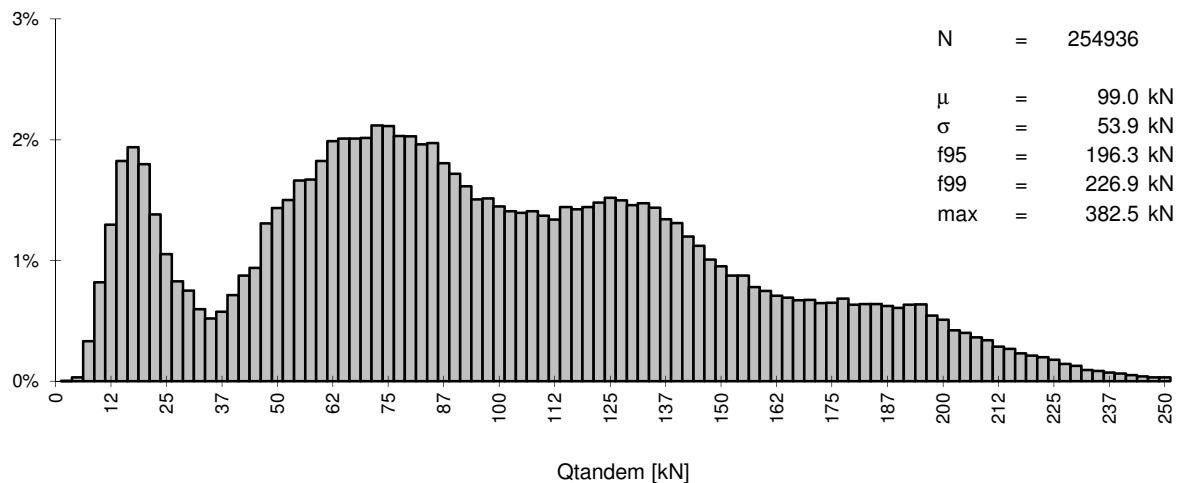
2011 St.Maurice

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



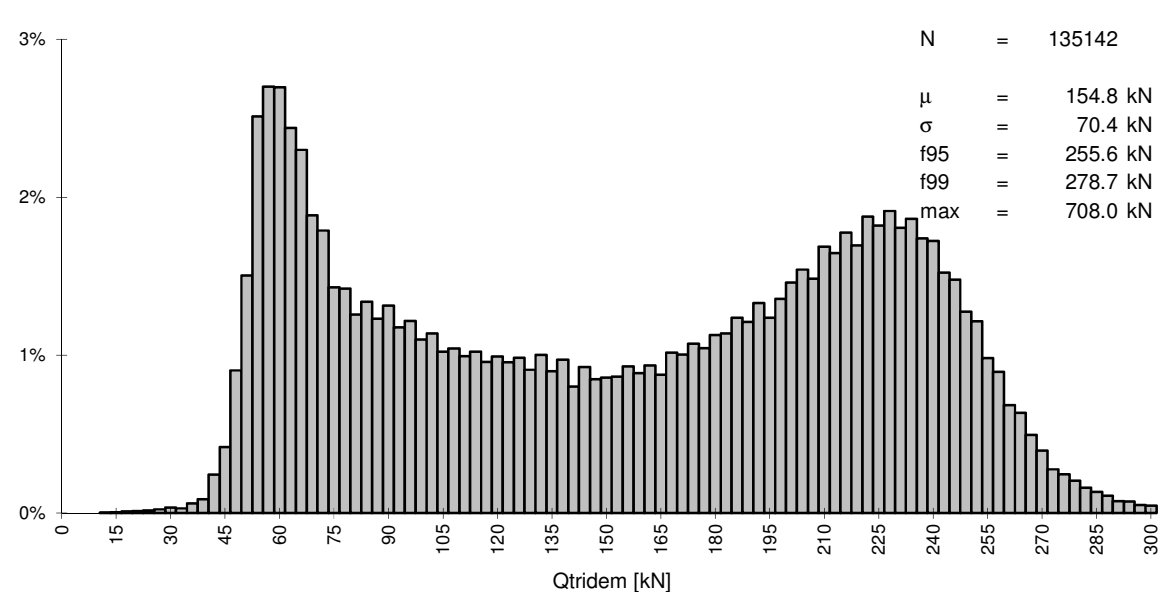
2011 St.Maurice

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 St.Maurice

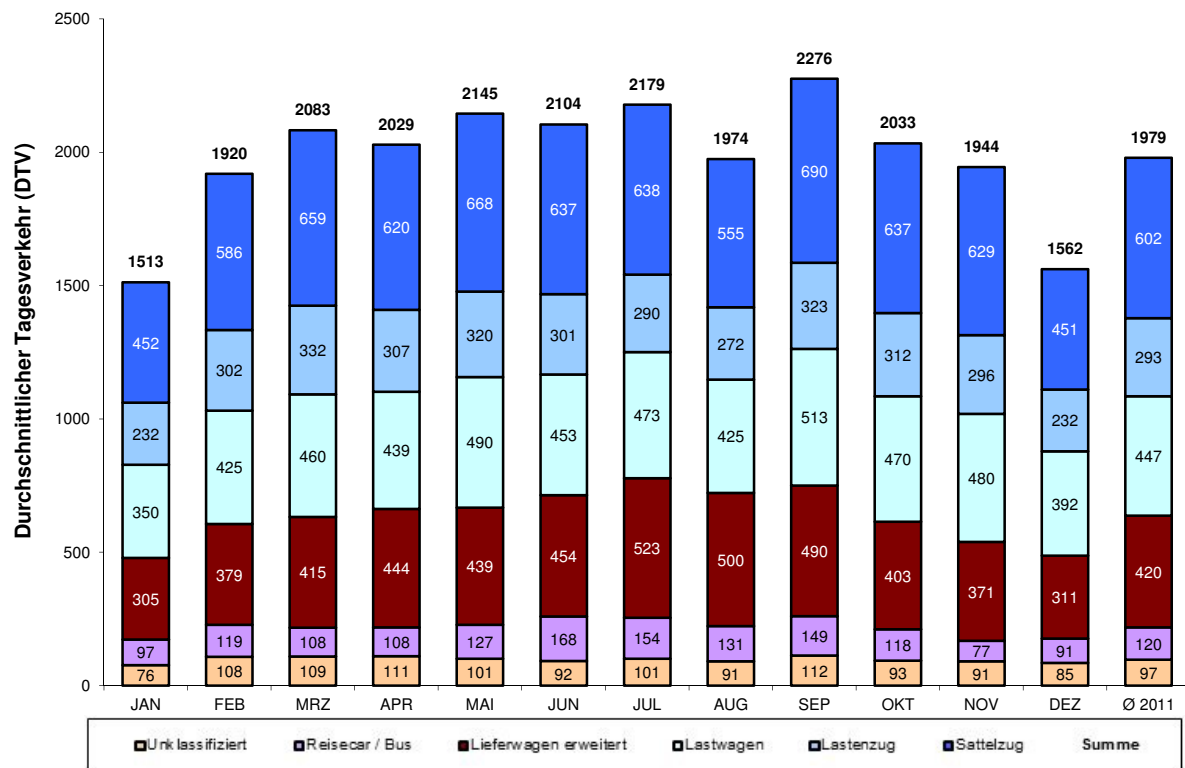
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



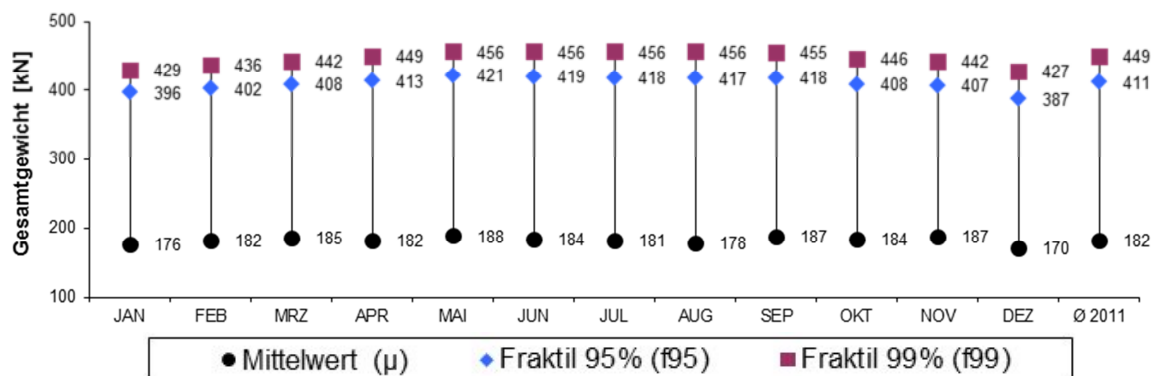
7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

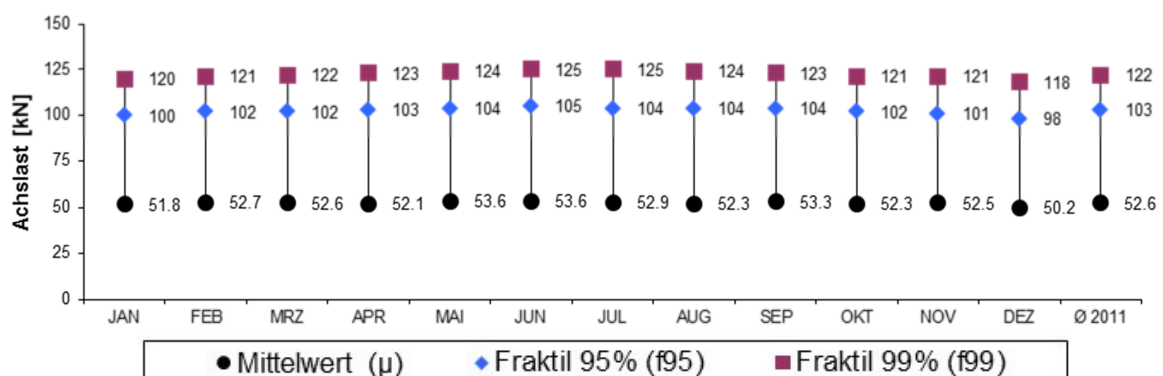
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

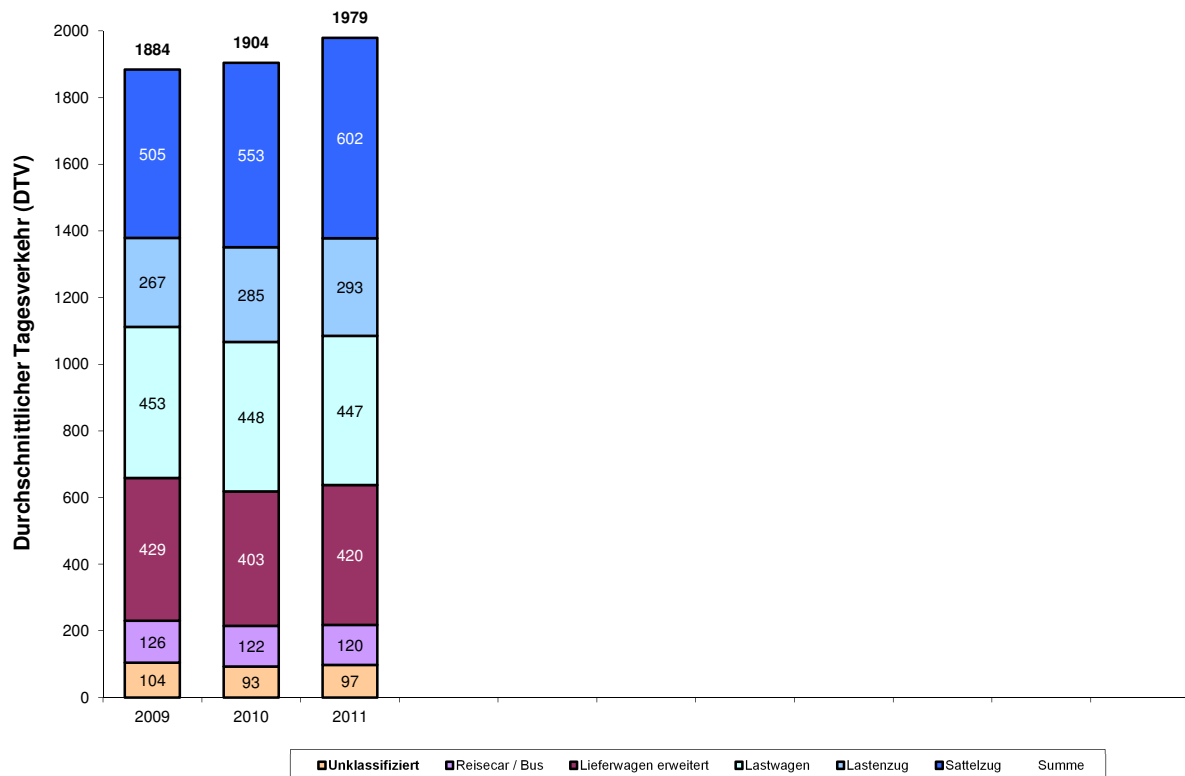


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

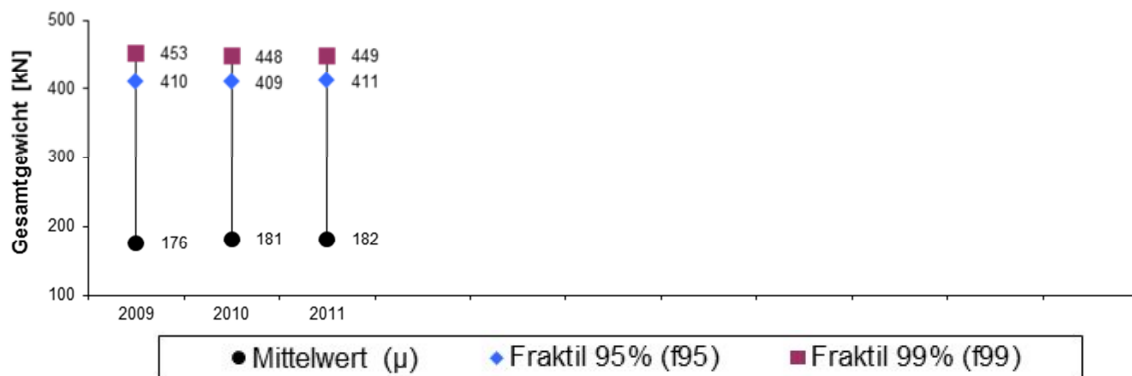


7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

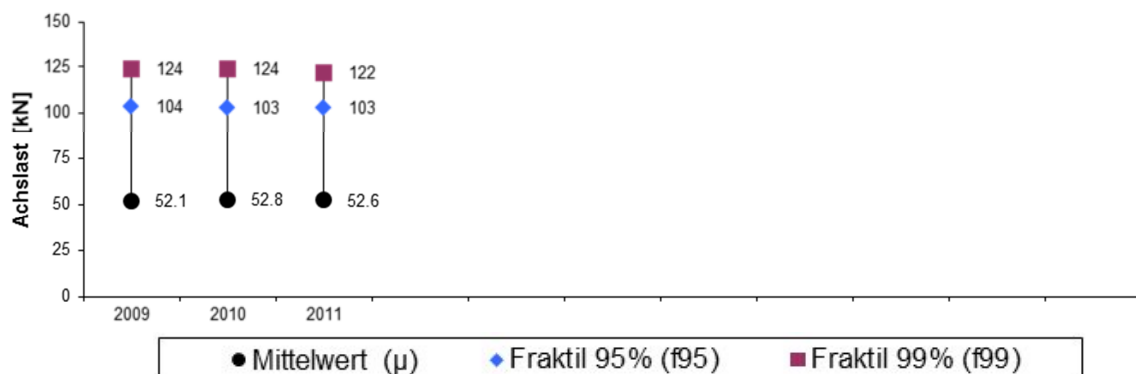
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



7.5 Auswertung der Messdaten

7.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte 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	53.3	53.3	105.7	124.0
Tandemachse	99.0	49.5	98.2	113.5
Tridemachse	154.8	51.6	85.2	92.9
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 53.3 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 49.5 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 unter dem Wert von $Q_{k1} = 150$ kN.

b) Gleichmässig verteilte Lasten

Das gemessene Gewicht pro Laufmeter aller schweren Lastfahrzeuge (s. Abs. 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	15.2 kN/m	29.9 kN/m	38.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.34 kN/m ²	8.54 kN/m ²	11.06 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.

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	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	22'938	11	0.000	3'028	0	0.000	0	0
2	0.006	251'609	1'510	0.001	17'481	12	0.000	22	0
3	0.020	148'055	2'961	0.003	10'234	31	0.001	119	0
4	0.070	109'663	7'676	0.008	6'147	49	0.002	244	0
5	0.150	120'836	18'125	0.020	11'606	232	0.005	2'119	11
6	0.290	198'633	57'604	0.030	16'978	509	0.010	12'725	127
7	0.530	234'844	124'467	0.060	20'462	1'228	0.020	8'955	179
8	1.000	147'820	147'820	0.100	21'151	2'115	0.030	6'276	188
9	1.520	71'301	108'378	0.140	19'021	2'663	0.040	6'950	278
10	2.400	54'349	130'438	0.200	15'512	3'102	0.060	4'722	283
11	3.660	45'278	165'717	0.280	14'224	3'983	0.080	4'327	346
12	5.400	30'002	162'011	0.400	14'401	5'760	0.110	5'360	590
13	7.760	12'841	99'646	0.540	15'185	8'200	0.140	3'849	539
14	10.870	4'519	49'122	0.730	14'182	10'353	0.190	3'883	738
15	14.910	1'532	22'842	0.960	10'906	10'470	0.240	4'643	1'114
16	20.060	500	10'030	1.260	8'351	10'522	0.300	3'623	1'087
17	26.540	145	3'848	1.630	7'009	11'425	0.380	3'821	1'452
18	34.590	98	3'390	2.080	6'677	13'888	0.480	5'747	2'759
19	-	-	-	2.640	6'407	16'914	0.590	4'845	2'859
20	-	-	-	3.300	5'935	19'586	0.720	5'306	3'820
21	-	-	-	4.090	3'897	15'939	0.880	8'344	7'343
22	-	-	-	5.030	5'407	27'197	1.060	6'915	7'330
23	-	-	-	-	-	-	1.270	7'585	9'633
24	-	-	-	-	-	-	1.520	9'645	14'660
25	-	-	-	-	-	-	1.810	5'780	10'462
26	-	-	-	-	-	-	2.140	4'178	8'941
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'988	7'500
28	-	-	-	-	-	-	2.940	985	2'896
29	-	-	-	-	-	-	3.430	548	1'880
30	-	-	-	-	-	-	3.980	341	1'357
Summe		1'454'963	1'115'596		254'201	164'179		134'845	88'371

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum ni \times ki = 1'115'596 + 164'179 + 88'371 = 1'368'146 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'368'146 = 615'666 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 615'666 / 365 = 1'687 \text{ ESAL}$$

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

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Zählstelle St. Maurice (A9) wurde im Jahr 2009 neu eingeführt, daher können die Daten nur mit den zwei vorangegangenen Jahren verglichen werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 7.4.1a). Im Juli und September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 2179, resp. 2276 Fahrzeugen pro Tag. In den Wintermonaten Dezember und Januar, sowie im Ferienmonat August fahren deutlich weniger Fahrzeuge pro Tag über die WIM-Messstelle St.-Maurice.

Die Kategorie „Sattelzug“ kommt mit 30.4% am häufigsten vor. Der Anteil an Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 40 to ist mit 6.6% überdurchschnittlich hoch.

Das Gesamtgewicht aller schweren Lastfahrzeuge erreicht im Dezember mit 387 kN den tiefsten Wert des Jahres, nimmt danach kontinuierlich bis zum höchsten Wert im Mai (421 kN) zu und in der zweiten Jahreshälfte wieder ab. Die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge sind über das Jahr gesehen relativ konstant (s. Diagramme 7.4.1b und 7.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2011 passierten pro Tag durchschnittlich 1979 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, 3.9% mehr als im Vorjahr (s. Diagramm 0a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 0b) beträgt 182 kN und hat somit im Vergleich mit dem Vorjahr um 0.9% zugenommen. Die Fraktilwerte f95 und f99 liegen bei 411 kN und 449 kN. Im Vergleich mit dem Vorjahr nahm das durchschnittliche Gewicht der schwersten 5% der Fahrzeuge geringfügig zu (Vorjahreswert f95 = 409 kN), das durchschnittliche Gewicht der schwersten 1% der Fahrzeuge blieb praktisch gleich (Vorjahreswert f99 = 448 kN).

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 0c) beträgt 52.6 kN und hat im Vergleich mit dem Vorjahr um 0.4% abgenommen. Die entsprechenden Fraktilwerte f95 und f99 betragen 103 kN (-0.6%) und 122 kN (-1.1%).

Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt 1'687 ESAL und hat somit im Vergleich zum Vorjahr um 2.8% zugenommen. Dies ist auf die Verkehrszunahme der schweren Lastfahrzeuge zurückzuführen. Die äquivalente Verkehrslast wird aber immer noch der Verkehrsklasse T5 zugeordnet.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) hat seit 2009 kontinuierlich zugenommen (+6.0%). Den grössten Anteil an dieser Zunahme ist der erhöhten Anzahl Sattel- und Lastenzüge (+20%, resp. +10.6%) zuzuschreiben. Die anderen Fahrzeugkategorien blieben relativ konstant.

Das durchschnittliche Gewicht hat seit 2009 ebenfalls um 3.4% zugenommen. Der „Fraktil 95%“-Wert blieb recht konstant, der „Fraktil 99%“-Wert nahm geringfügig ab (-0.9%).

Der Mittelwert der mittleren Achslast und die entsprechenden Fraktilwerte schwanken zwischen 2009 und 2011 nur geringfügig.

8 San Bernardino (A13)

8.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2011 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

8.2 Übersicht Messresultate

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

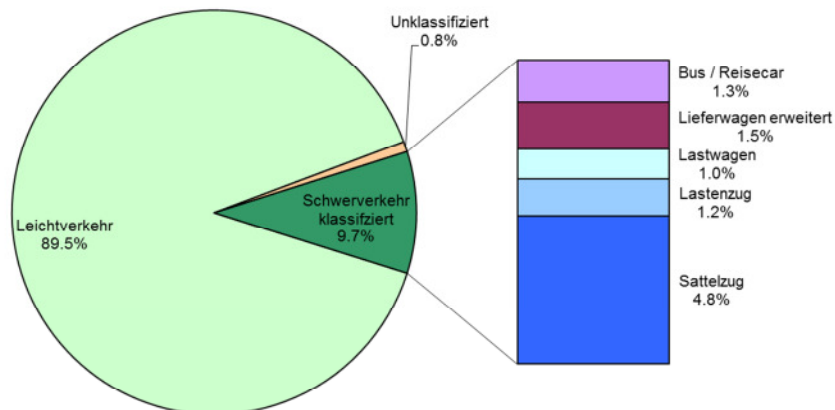
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle San Bernardino (A13) im Verlaufe des Jahres 2011 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 dargestellt.

San Bernardino (A13) 2011	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	2'457'180	6'732	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	2'198'256	6'023	89.5	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	258'924	709	10.5	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	19'989	55	0.8	7.7
01 Bus / Reisecar	32'815	90	1.3	12.7
02 Motorrad	30	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'164	3	0.0	0.4
04 Personenwagen mit Anh.	5'965	16	0.2	2.3
05 Lieferwagen	16'423	45	0.7	6.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	11'069	30	0.5	4.3
07 Lieferwagen mit Auflieger	2'105	6	0.1	0.8
08 Lastwagen	23'373	64	1.0	9.0
09 Lastenzug	29'204	80	1.2	11.3
10 Sattelzug	116'787	320	4.8	45.1
Total	258'924	709	10.5	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	47'452	130	1.9	18.3
Fahrzeuge 8.0 - 18t	65'544	180	2.7	25.3
Fahrzeuge 18 - 28t	66'336	182	2.7	25.6
Fahrzeuge 28 - 40t	66'200	181	2.7	25.6
Fahrzeuge >40t	13'392	37	0.5	5.2
Total	258'924	709	10.5	100.0

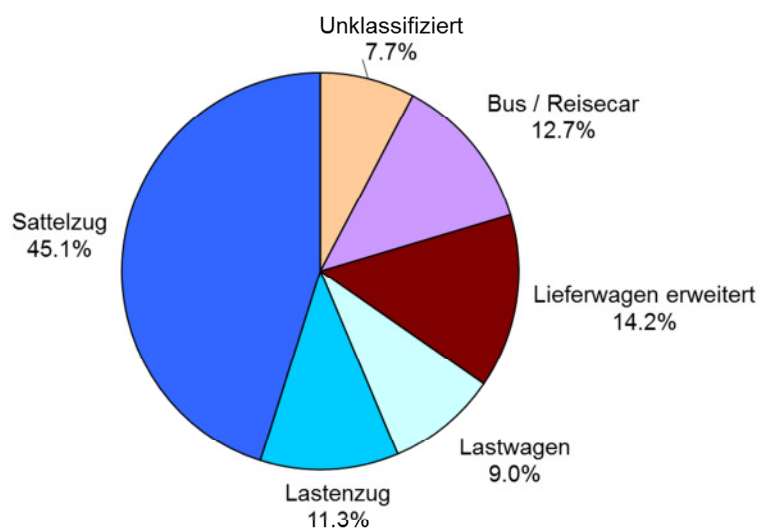
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle San Bernardino

8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

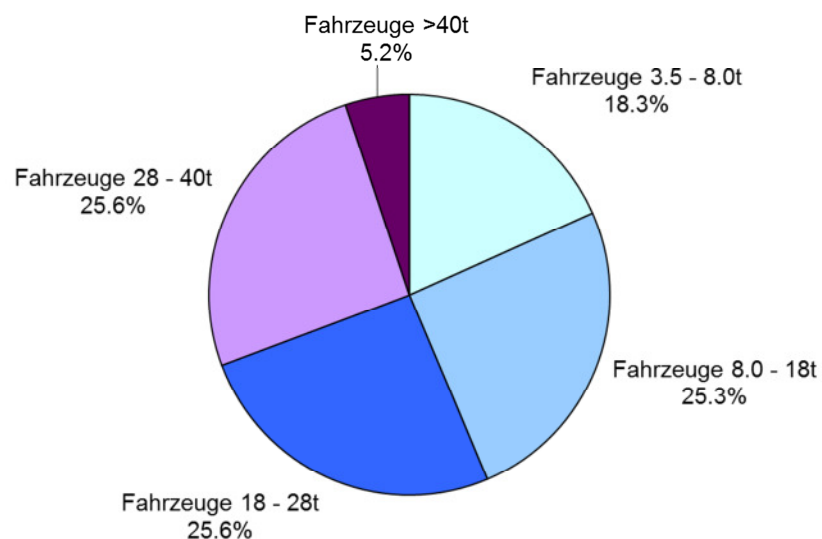
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



8.3 Messdiagramme

8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle San Bernardino (A13) 2011 sind folgendermassen strukturiert:

- 8.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 8.3.3 Reiseautos 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.1.8.5).

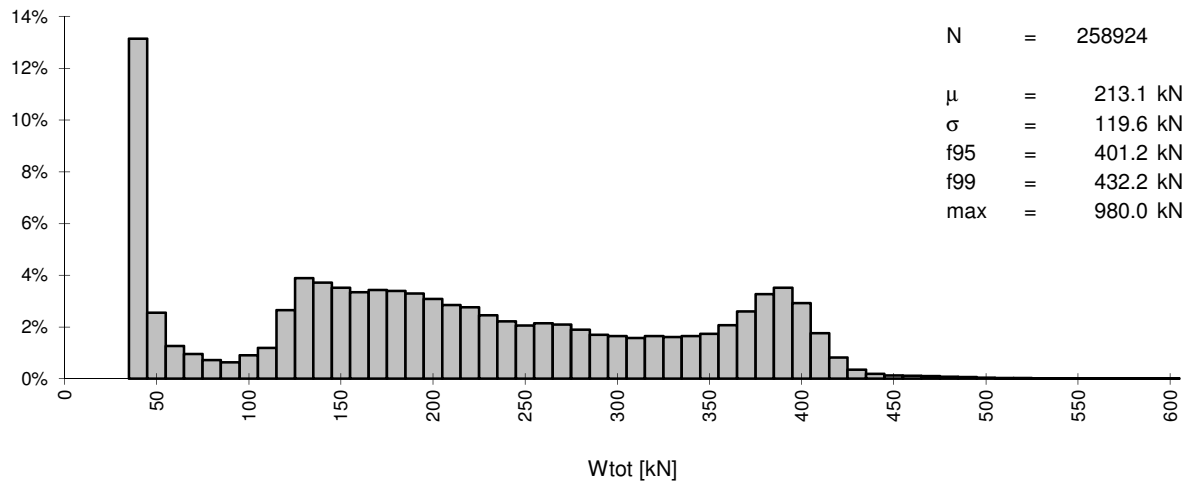
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

8.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5\text{t}$)

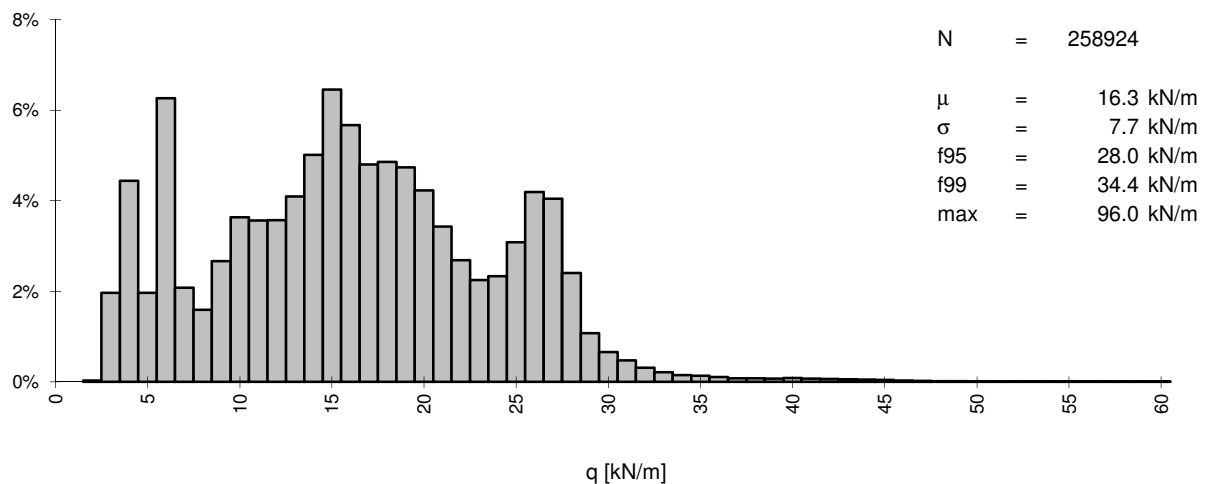
2011 SanBernardino

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



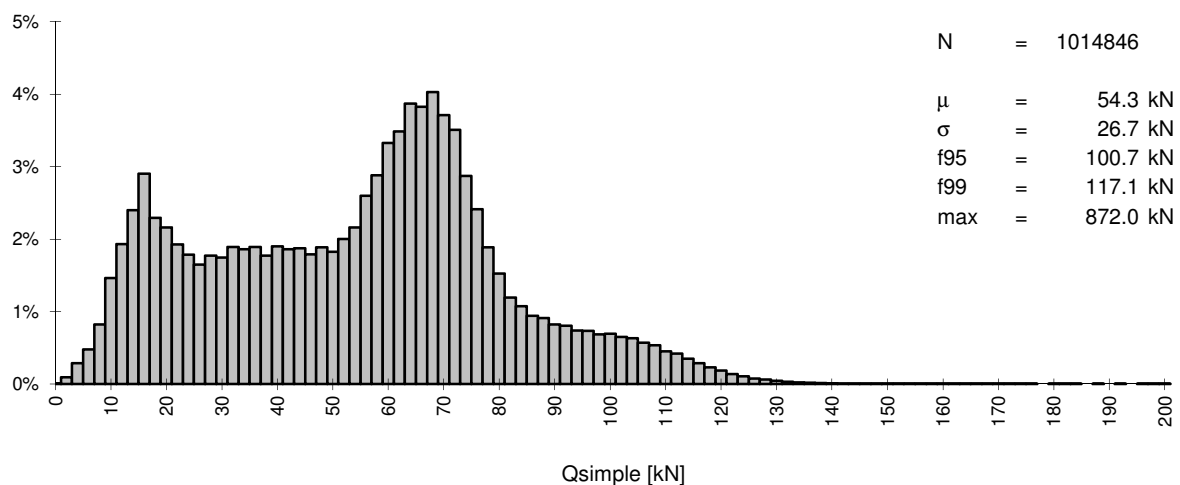
2011 SanBernardino

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2011 SanBernardino

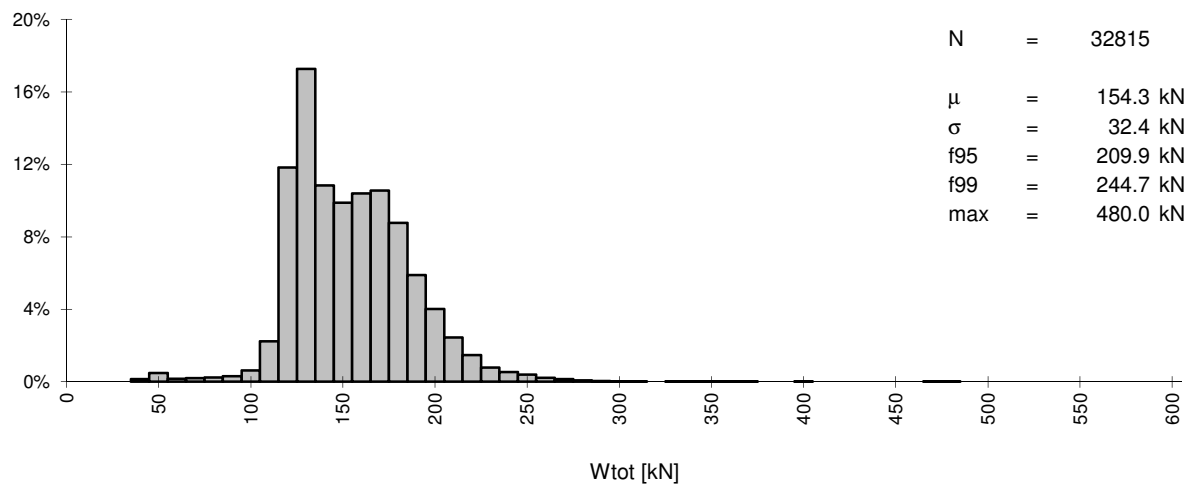
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



8.3.3 Reisecars und Busse (CB)

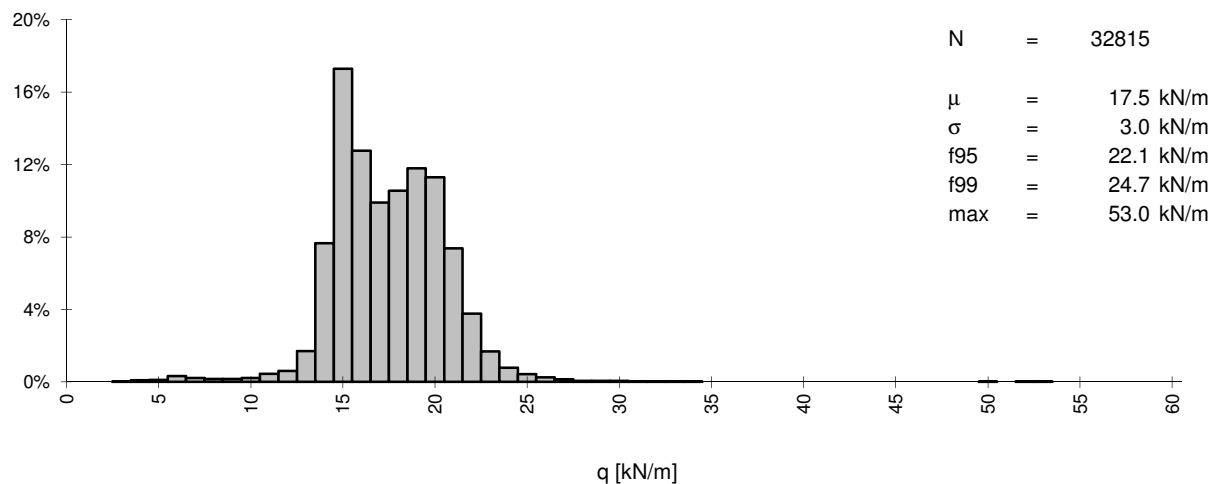
2011 SanBernardino

Car / Bus / Gesamtgewicht



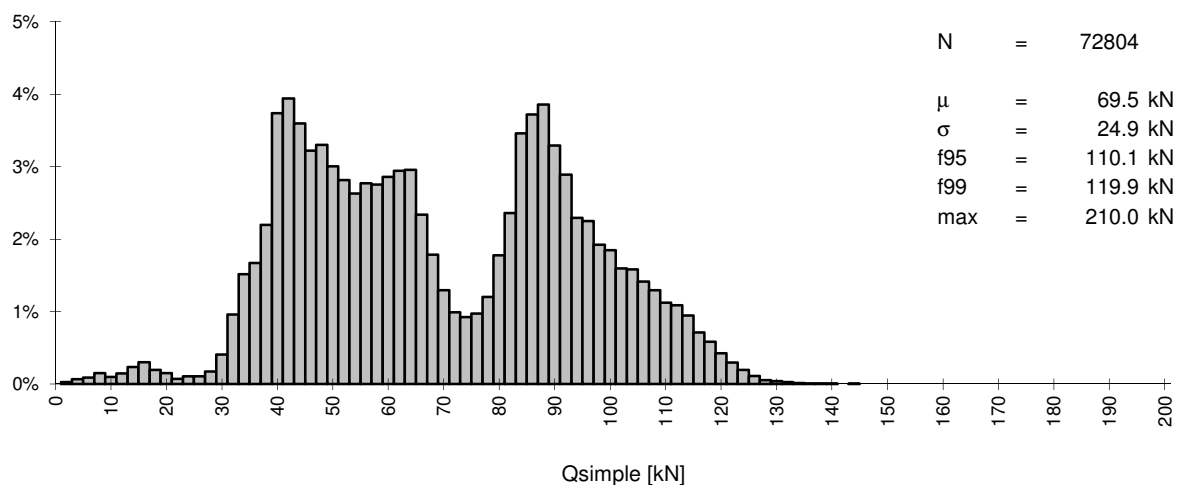
2011 SanBernardino

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2011 SanBernardino

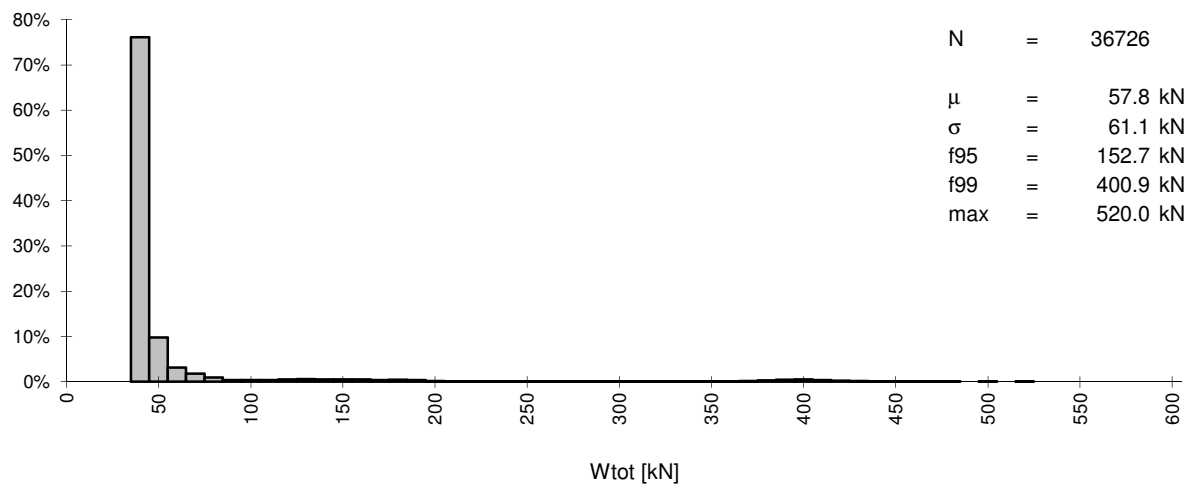
Car / Bus / alle Einzelachsen



8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

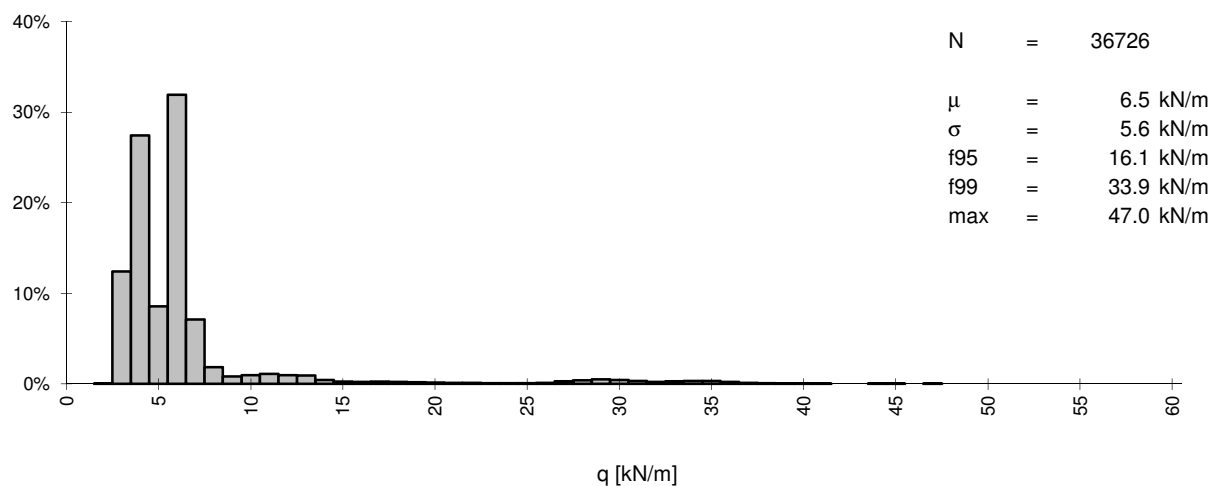
2011 SanBernardino

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



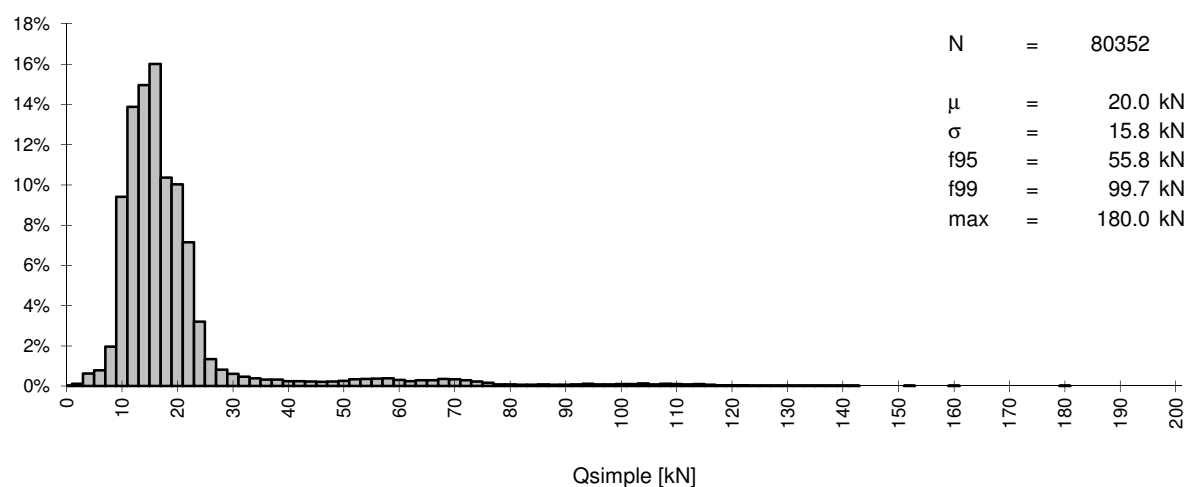
2011 SanBernardino

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2011 SanBernardino

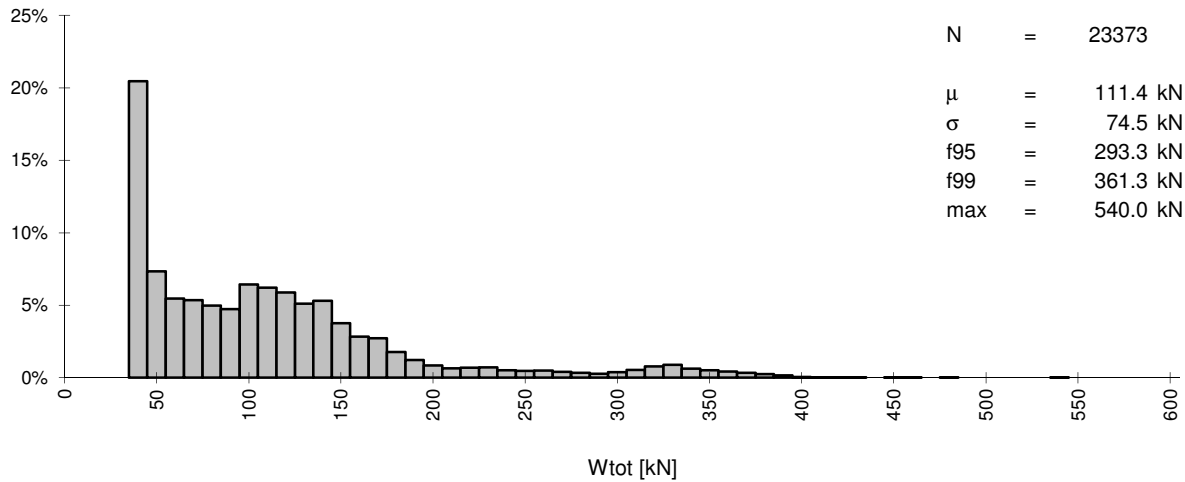
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.3.5 Lastwagen (LW)

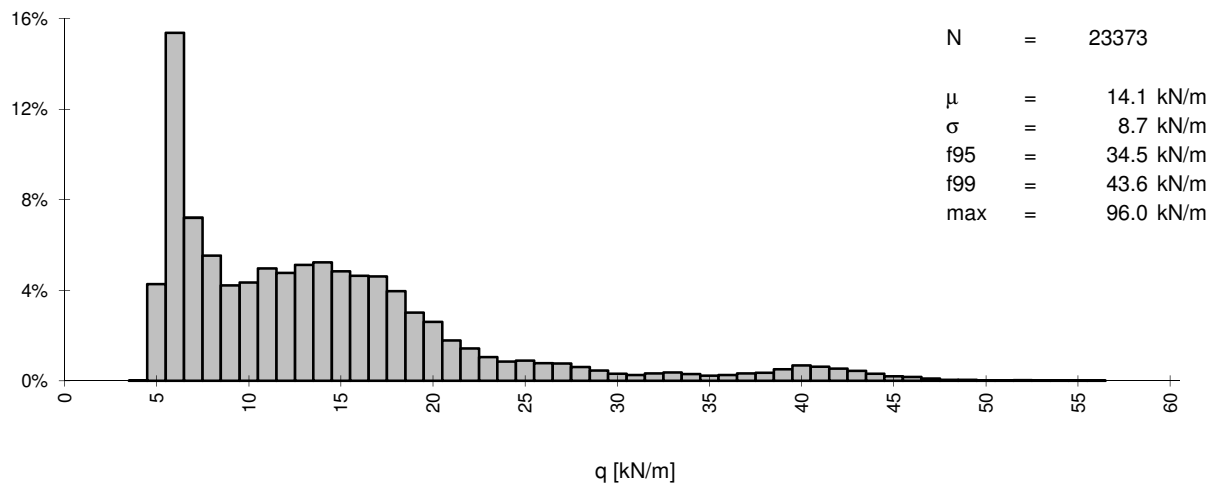
2011 SanBernardino

Lastwagen / Gesamtgewicht



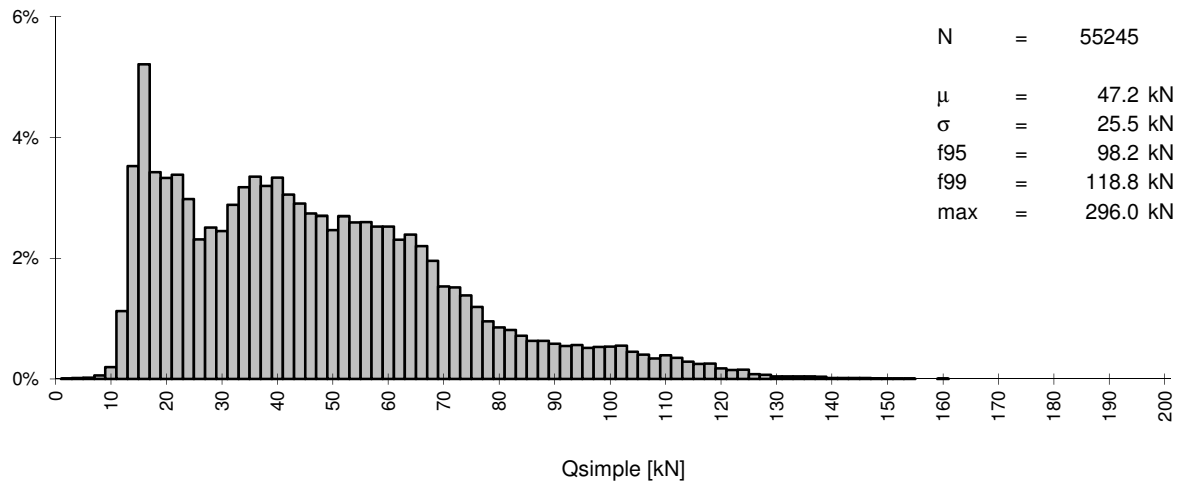
2011 SanBernardino

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



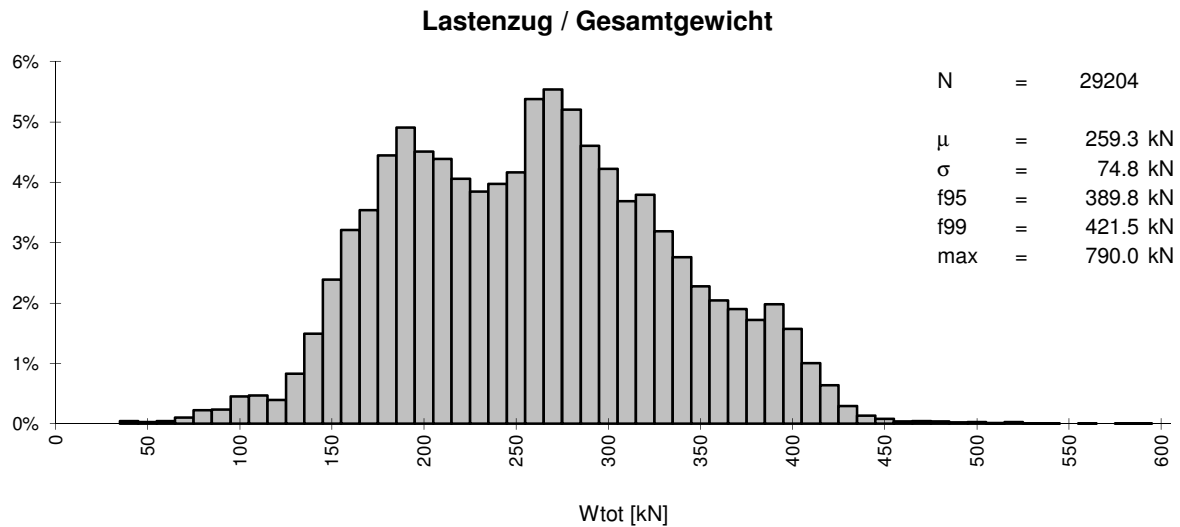
2011 SanBernardino

Lastwagen / alle Einzelachsen

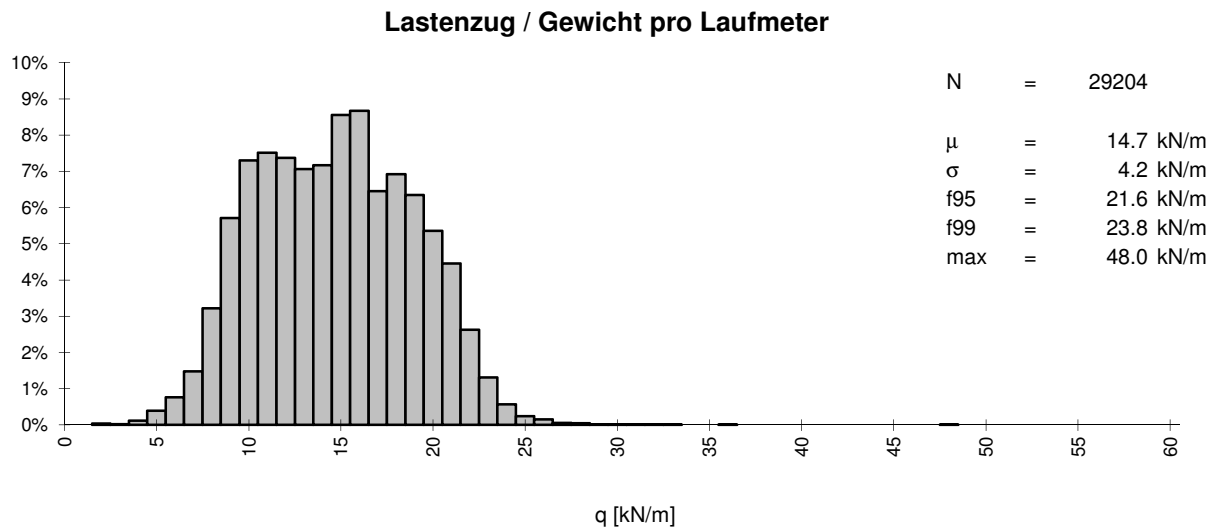


8.3.6 Lastenzüge (LZ)

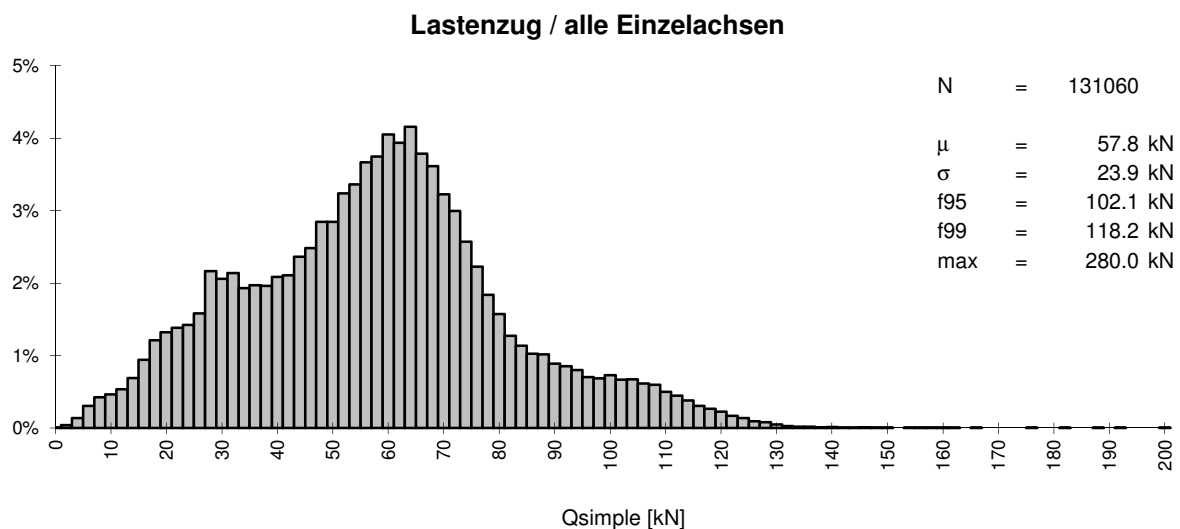
2011 SanBernardino



2011 SanBernardino



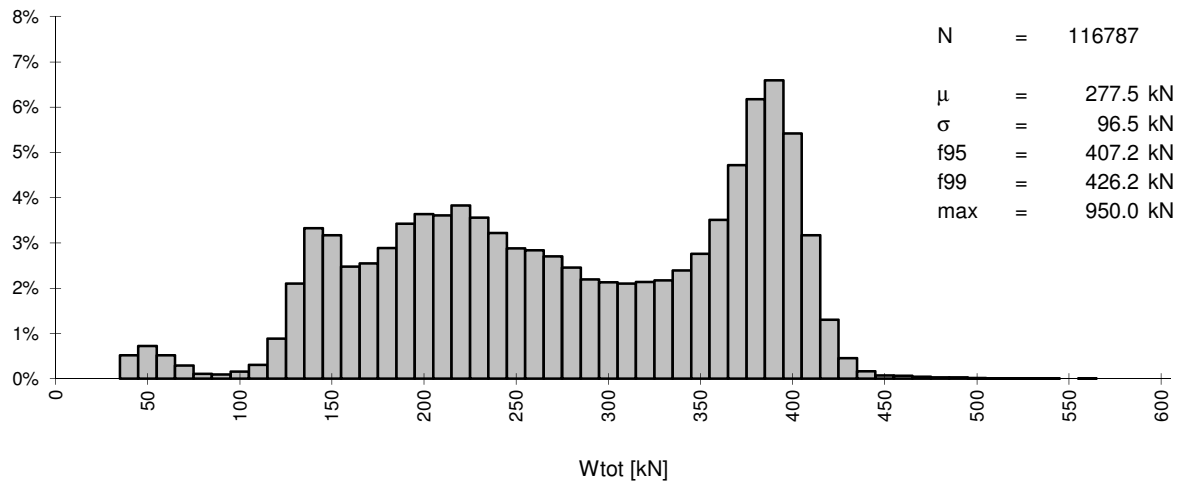
2011 SanBernardino



8.3.7 Sattelzüge (SZ)

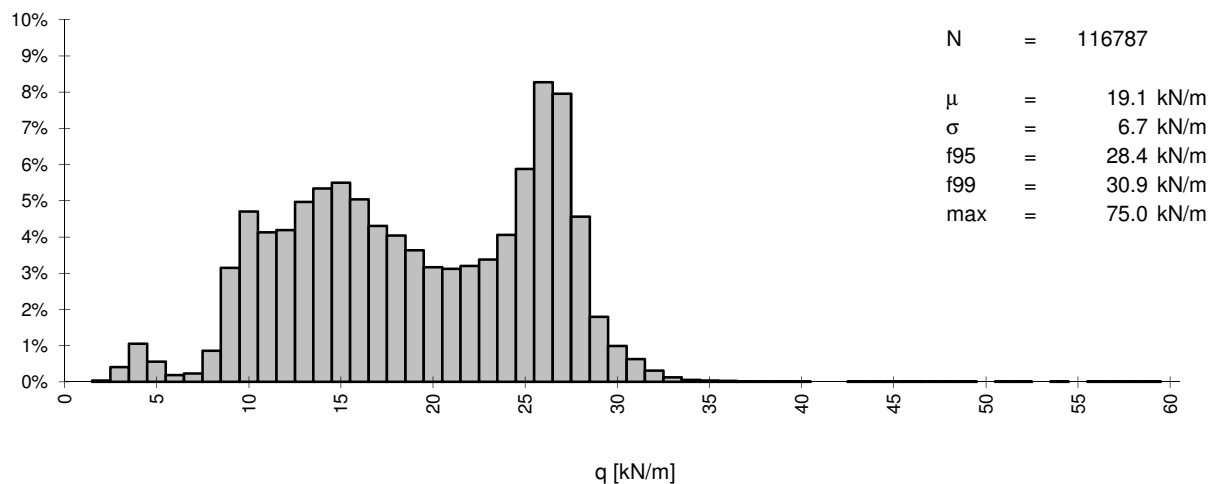
2011 SanBernardino

Sattelzug / Gesamtgewicht



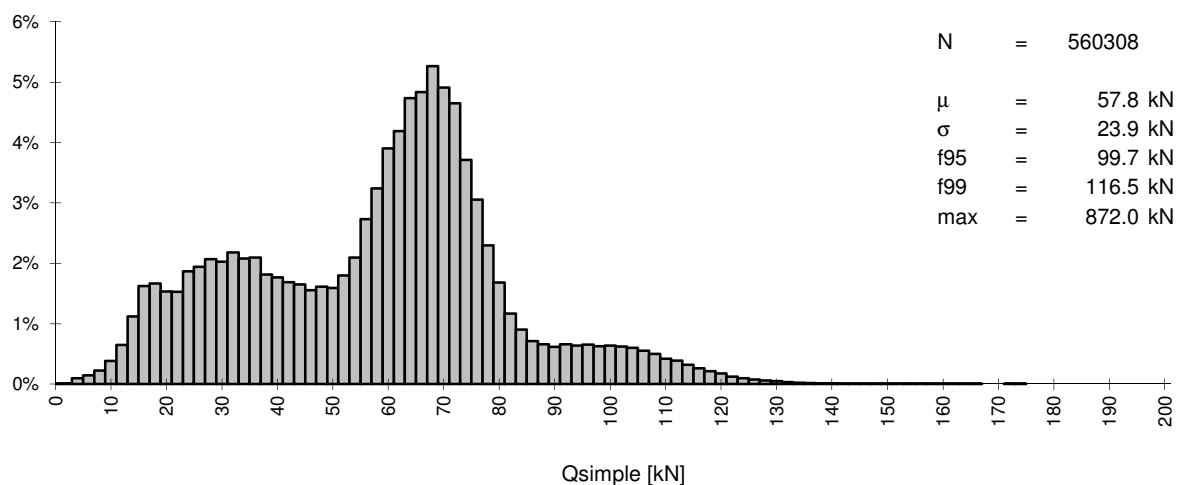
2011 SanBernardino

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2011 SanBernardino

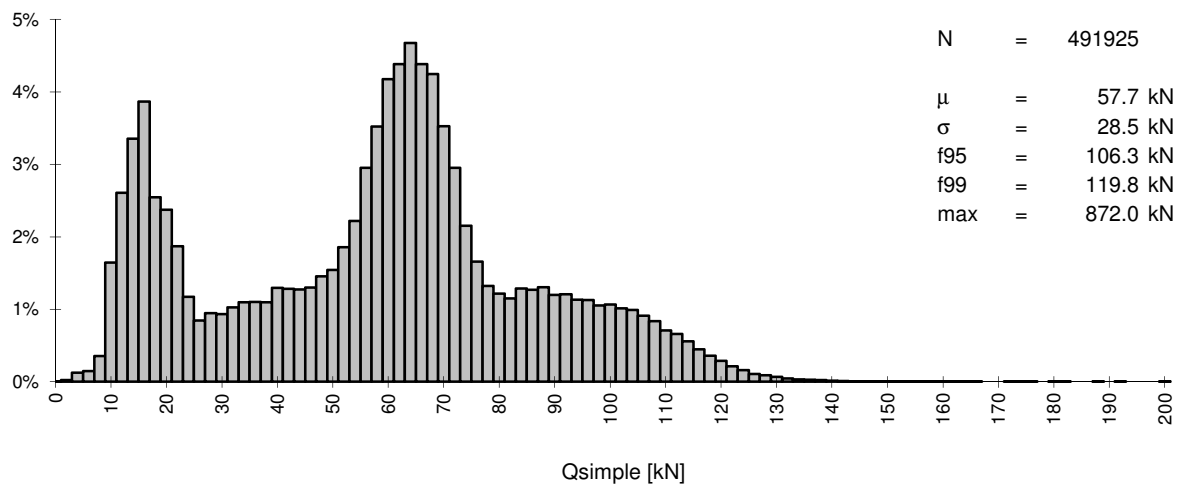
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

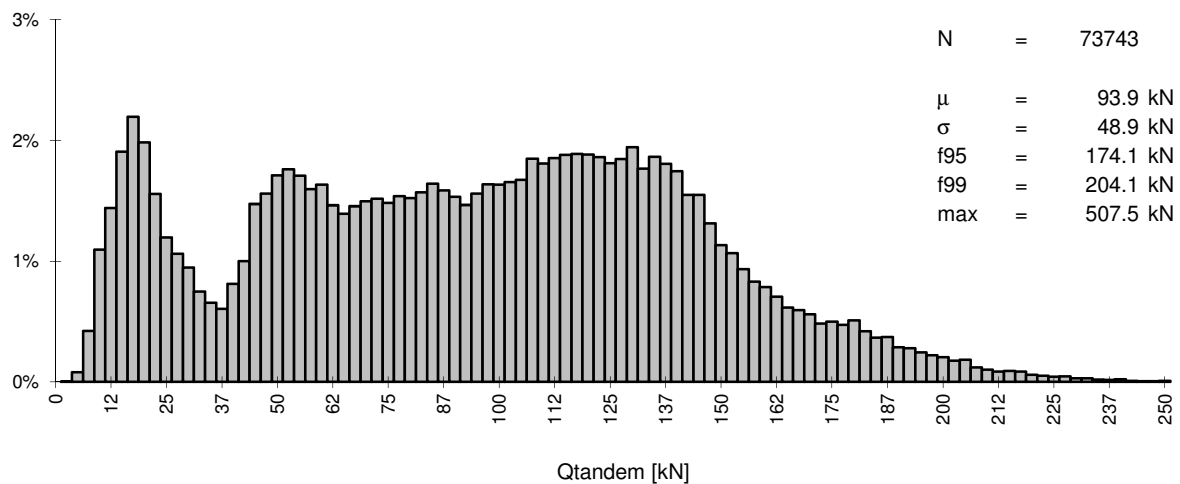
2011 SanBernardino

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



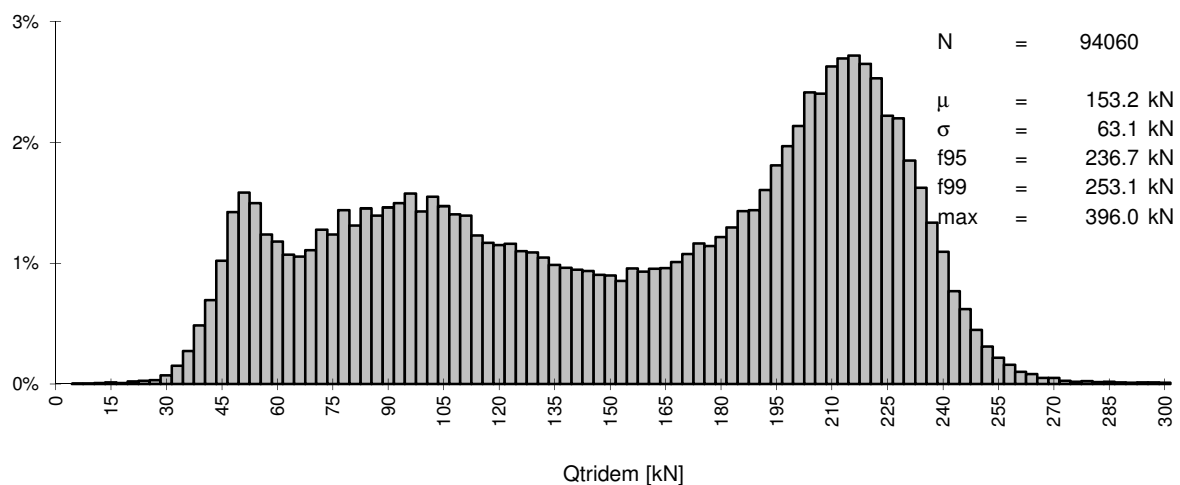
2011 SanBernardino

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2011 SanBernardino

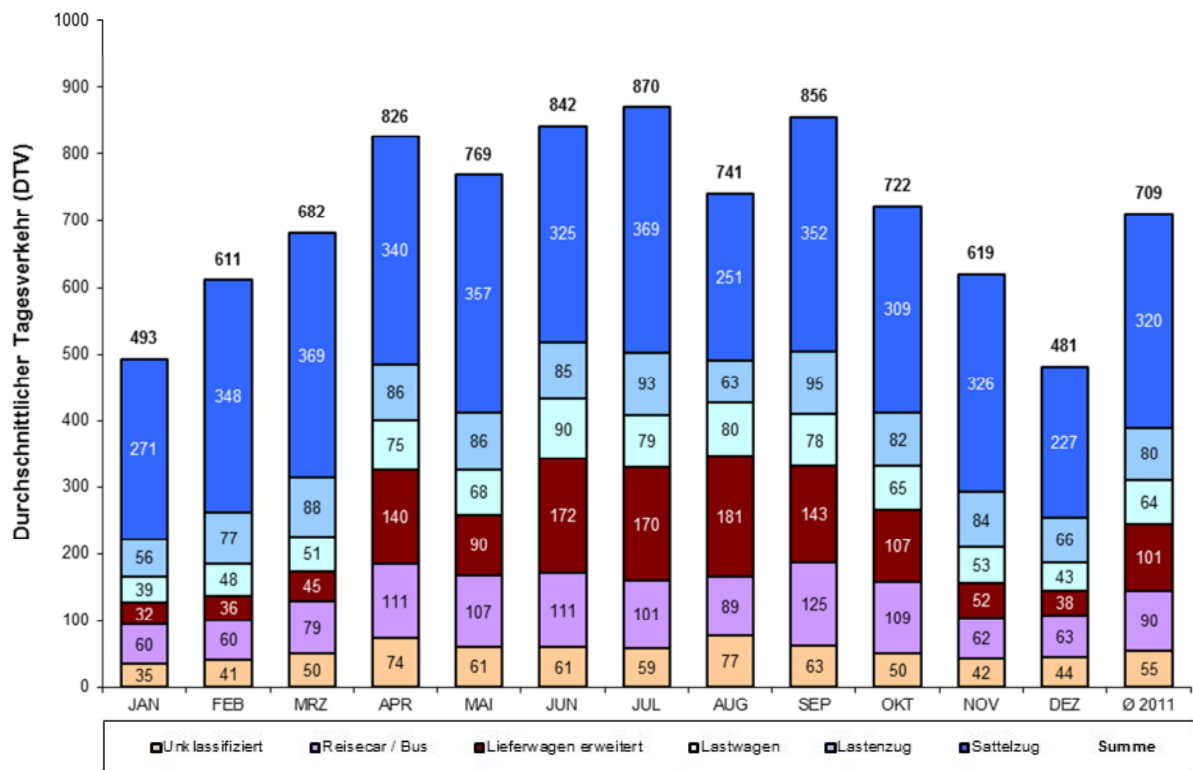
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



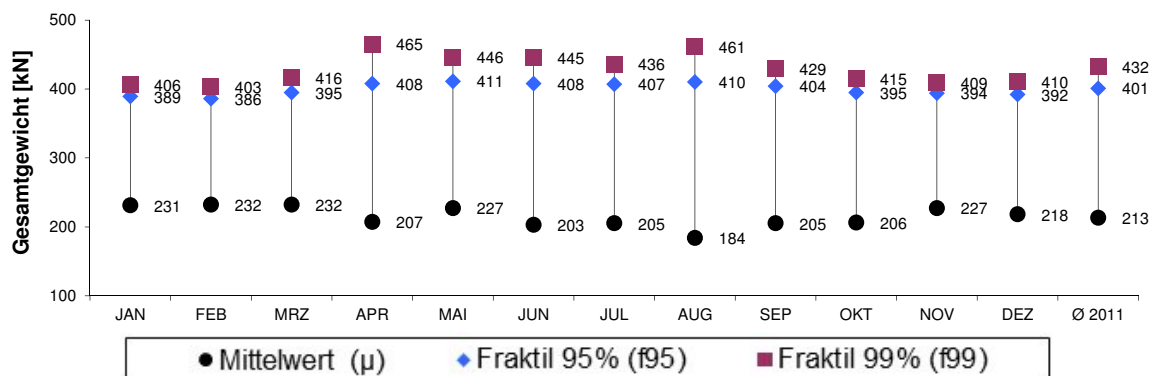
8.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

8.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

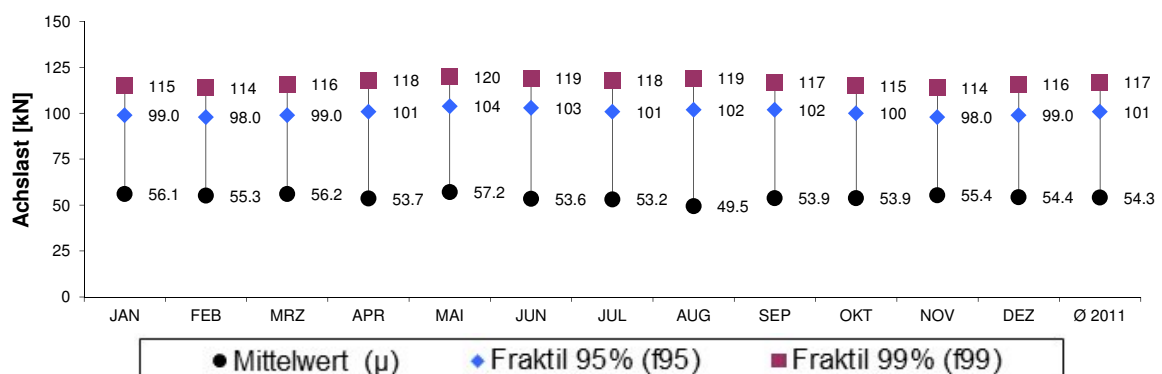
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

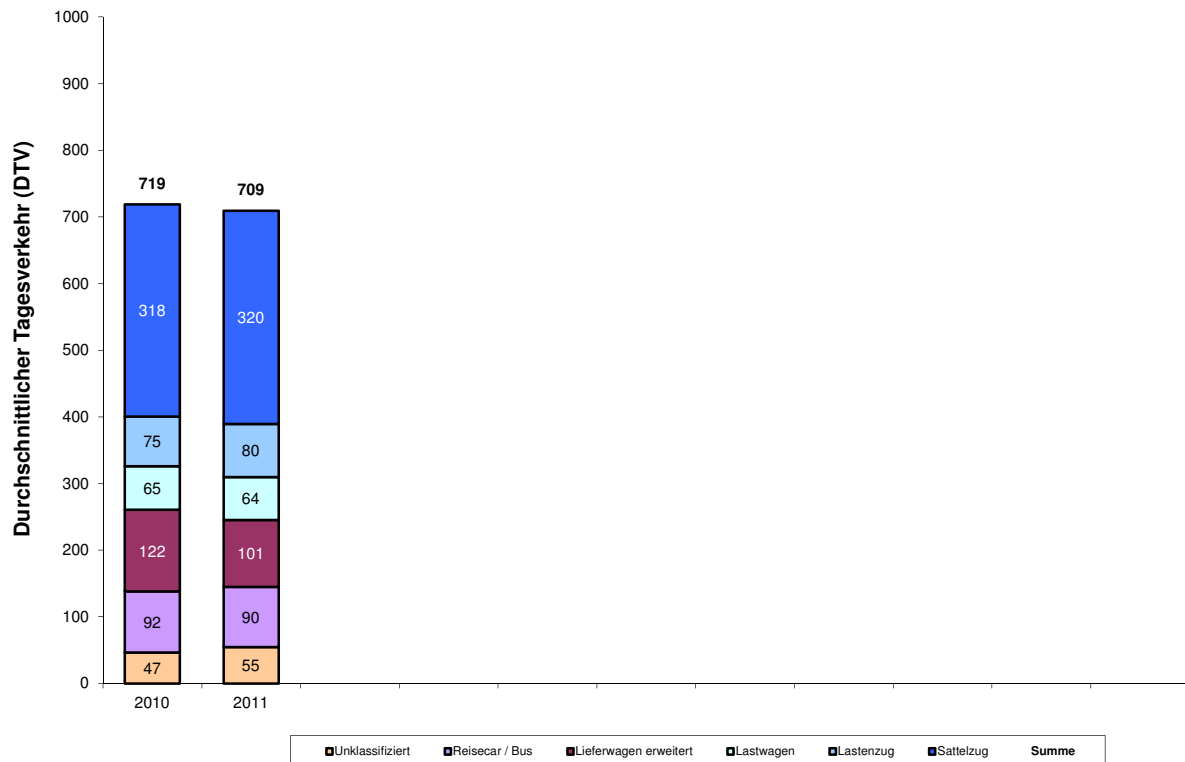


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

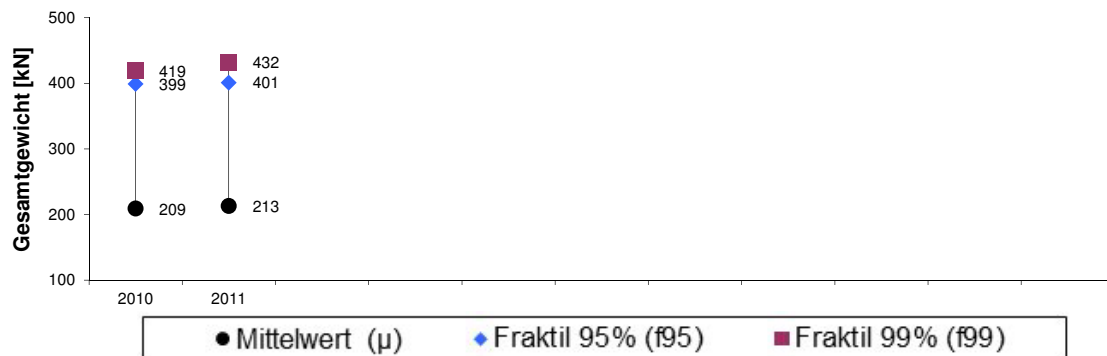


8.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

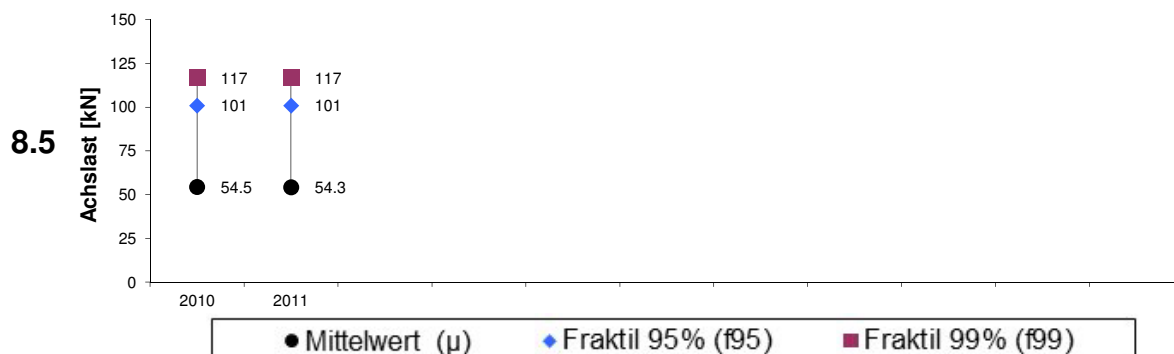
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



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	57.7	57.7	106.3	119.8
Tandemachse	93.9	47.0	87.1	102.1
Tridemachse	153.2	51.0	78.9	84.4
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 57.7 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 47.0 kN, respektive 51.0 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. Mehr als 99% der gemessenen Achslasten 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	16.3 kN/m	28.0 kN/m	34.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.7 kN/m ²	8.0 kN/m ²	9.8 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 mehr als 95%, aber weniger als 99% 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	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	11'317	6	0.000	1'184	0	0.000	5	0
2	0.006	72'593	436	0.001	5'551	4	0.000	28	0
3	0.020	28'390	568	0.003	3'514	11	0.001	145	0
4	0.070	27'665	1'937	0.008	2'082	17	0.002	859	2
5	0.150	33'733	5'060	0.020	4'238	85	0.005	2'957	15
6	0.290	72'488	21'022	0.030	4'939	148	0.010	5'177	52
7	0.530	104'445	55'356	0.060	4'286	257	0.020	3'048	61
8	1.000	45'813	45'813	0.100	4'466	447	0.030	3'728	112
9	1.520	30'587	46'492	0.140	4'669	654	0.040	5'294	212
10	2.400	27'496	65'990	0.200	4'642	928	0.060	4'241	254
11	3.660	21'961	80'377	0.280	5'152	1'443	0.080	4'170	334
12	5.400	11'398	61'549	0.400	5'535	2'214	0.110	4'661	513
13	7.760	3'128	24'273	0.540	5'503	2'972	0.140	3'156	442
14	10.870	683	7'424	0.730	5'293	3'864	0.190	2'823	536
15	14.910	144	2'147	0.960	4'088	3'924	0.240	3'471	833
16	20.060	52	1'043	1.260	2'668	3'362	0.300	2'583	775
17	26.540	10	265	1.630	1'829	2'981	0.380	2'755	1'047
18	34.590	10	346	2.080	1'449	3'014	0.480	4'334	2'080
19	-	-	-	2.640	1'067	2'817	0.590	3'926	2'316
20	-	-	-	3.300	701	2'313	0.720	5'068	3'649
21	-	-	-	4.090	430	1'759	0.880	9'023	7'940
22	-	-	-	5.030	443	2'228	1.060	7'594	8'050
23	-	-	-	-	-	-	1.270	6'546	8'313
24	-	-	-	-	-	-	1.520	5'559	8'450
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'733	3'137
26	-	-	-	-	-	-	2.140	648	1'387
27	-	-	-	-	-	-	2.510	268	673
28	-	-	-	-	-	-	2.940	66	194
29	-	-	-	-	-	-	3.430	45	154
30	-	-	-	-	-	-	3.980	46	183
Summe		491'913	420'104		73'729	35'441		93'957	51'713

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum ni \times ki = 420'104 + 35'441 + 51'713 = 507'258 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 507'258 = 253'629 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 253'629 / 365 = 695 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T4 (schwer).**

8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr unterliegt einer starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 8.4.1a). Das höchste Schwerverkehrsaufkommen wurde im Juli mit 870 Fahrzeugen pro Tag gemessen. In den Wintermonaten Dezember und Januar passierten deutlich weniger Fahrzeuge die WIM-Messstelle San Bernardino (481, resp. 493 Fahrzeuge pro Tag).

Die Kategorie „Sattelzug“ kommt mit 45.1% am häufigsten vor. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 5.2% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 8.2.2)

Das Gesamtgewicht aller schweren Lastfahrzeuge schwankt stark und erreicht im August mit 184 kN das Minimum und im Februar-März mit 232 kN das Maximum. Das Minimum im August lässt sich durch einen viel geringeren Anteil der Fahrzeugklasse „Sattelzug“ am Gesamtverkehrsaufkommen erklären.

Die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge und deren „Fraktil 95% und 99%“-Werte sind über das Jahr gesehen relativ konstant (s. Diagramme 8.4.1b und 8.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

In den letzten 5 Monaten des Jahres 2010 passierten pro Tag durchschnittlich 719 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle (s. Diagramm 0a). Im Jahr 2011 waren es durchschnittlich 709 Fahrzeuge (-1.3%).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 0b) nahm im Vergleich zum Vorjahr von 209 auf 213 kN zu (+2.0%). Die Fraktilwerte f95 und f99 nahmen ebenfalls von 399 und 419 kN auf 401 resp. 432 kN zu (+0.6% resp. +3.1%).

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 0c) nahm von 54.5 kN auf 54.3 kN ab (-0.4%). Die entsprechenden Fraktilwerte f95 und f99 bleiben konstant bei 101 kN und 117 kN.

Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt mit 695 ESAL 4.9% tiefer als im Vorjahr. Sie wird aber immer noch der Verkehrsklasse T4 (schwer) zugeordnet.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Daten sind erst ab 2010 vorhanden.

9 Vergleich aller Zählerstandorte

9.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2011 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV des Schwerververkehrs am Zählerstandort.

Stand November 2011

- Bestehende WIM-Anlagen (in Betrieb)
- Anlagen aktuell ausser Betrieb

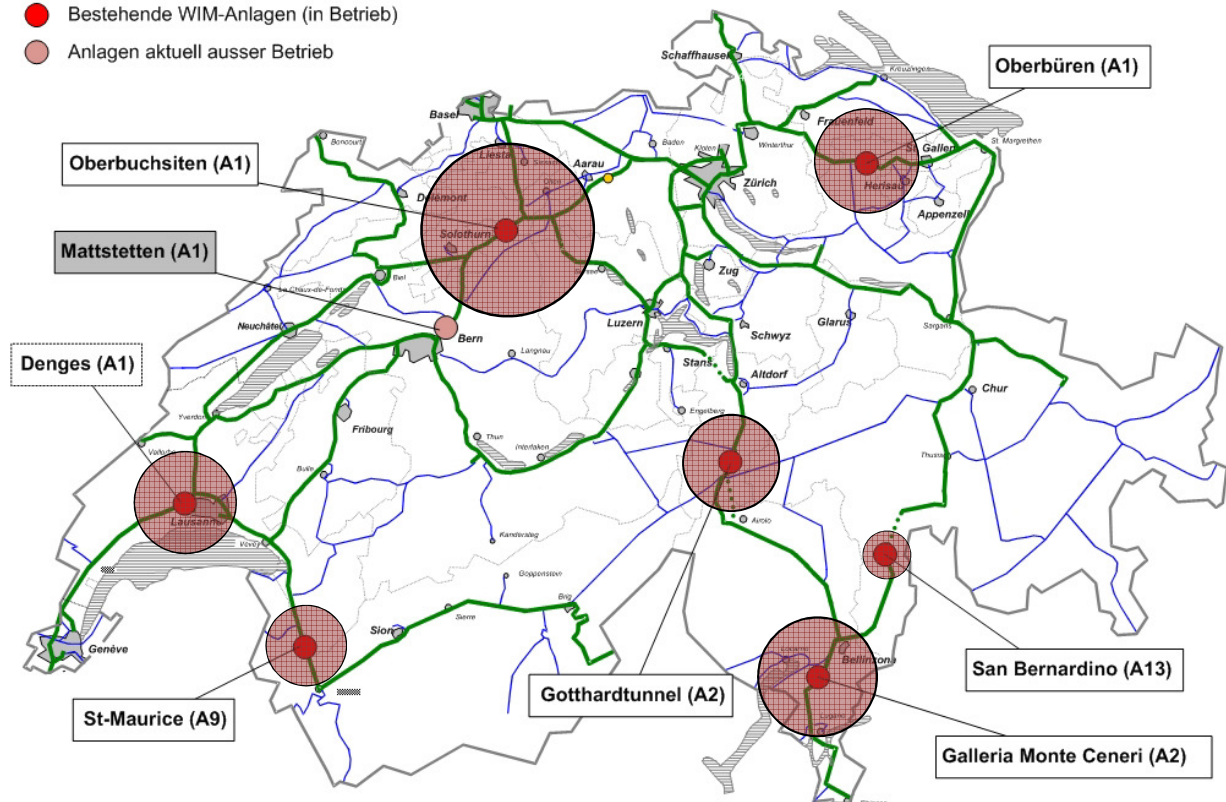


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

DTV	Denges	Oberbüren	Monte Ceneri	Gotthard-tunnel	St. Maurice	Oberbuchsiten (nur Ri. Zürich)	San Bernardino
Gesamtverkehr	91'935	55'590	46'755	17'278	35'470	43'311	6'732
Schwerverkehr	3'200	3'409	4'336	2'904	1'979	4'557	709
% Schwerverkehr	6.5	6.1	9.4	16.8	5.6	10.5	10.5

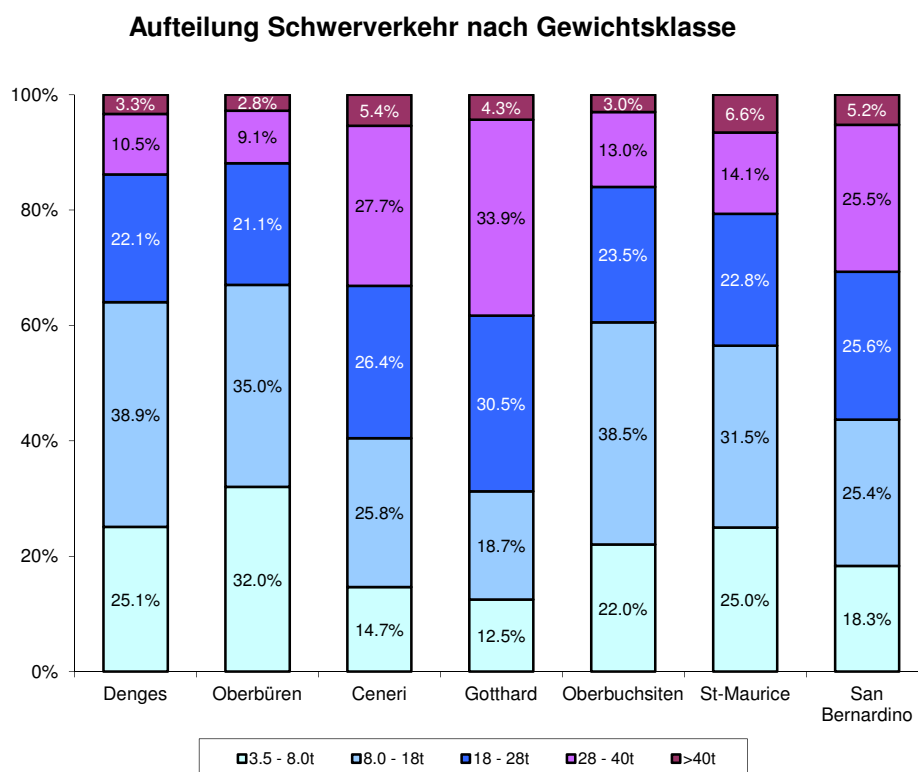
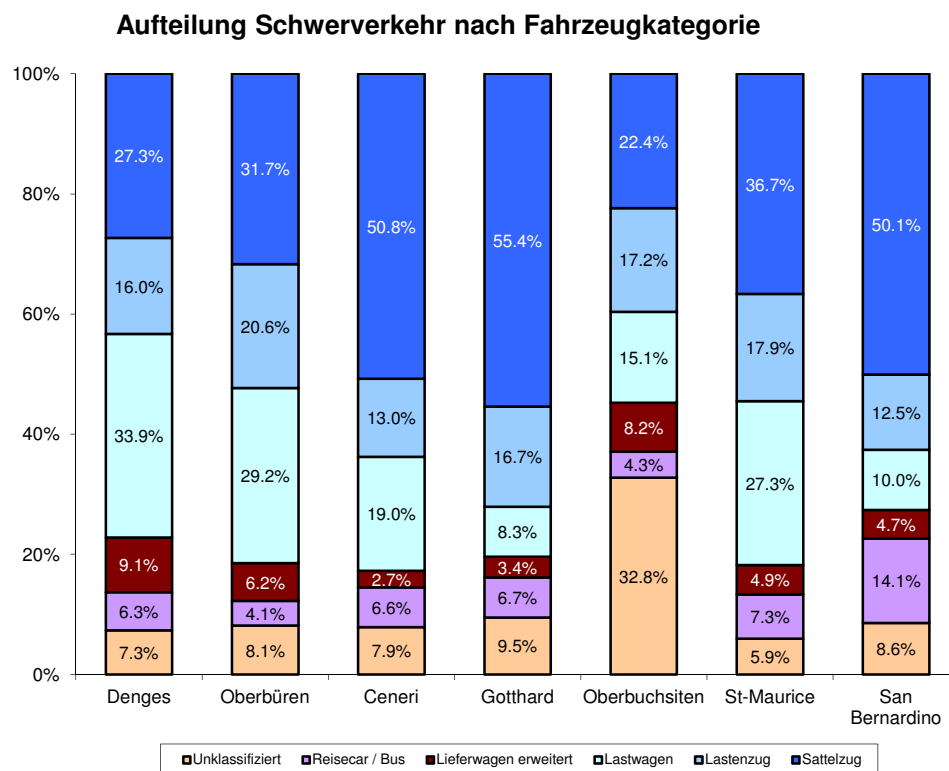
Am Zählerstandort Oberbuchsiten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von auf beide Richtungen hochgerechneten 9'114 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen bei der Zählstelle San Bernardino mit 709 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird an den Standorten Gotthard (16.8%), Oberbuchsiten (10.5%) und San Bernardino (10.5%), gemessen. Auf der A9, am Zählerstandort St. Maurice, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (5.6%).

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

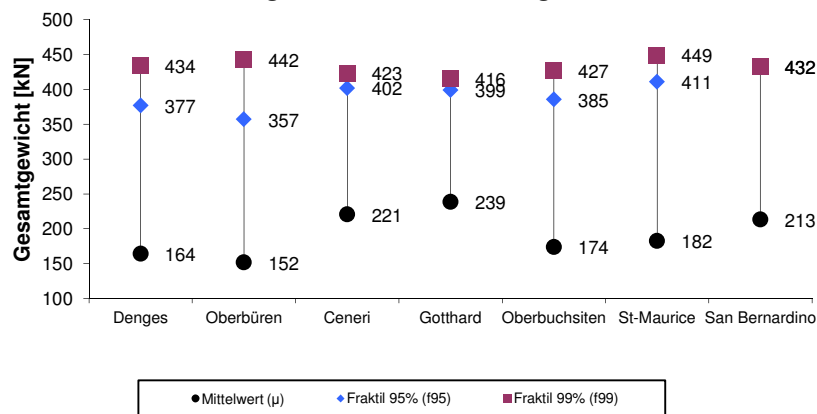
Achslast (Abs. 9.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 9.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 9.5).

9.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs

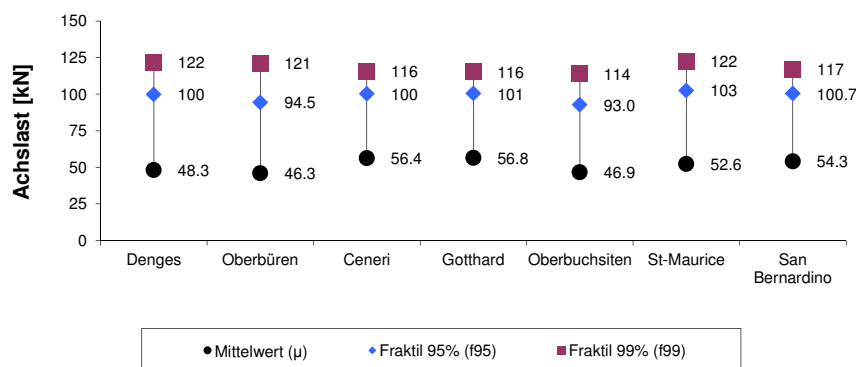


9.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast

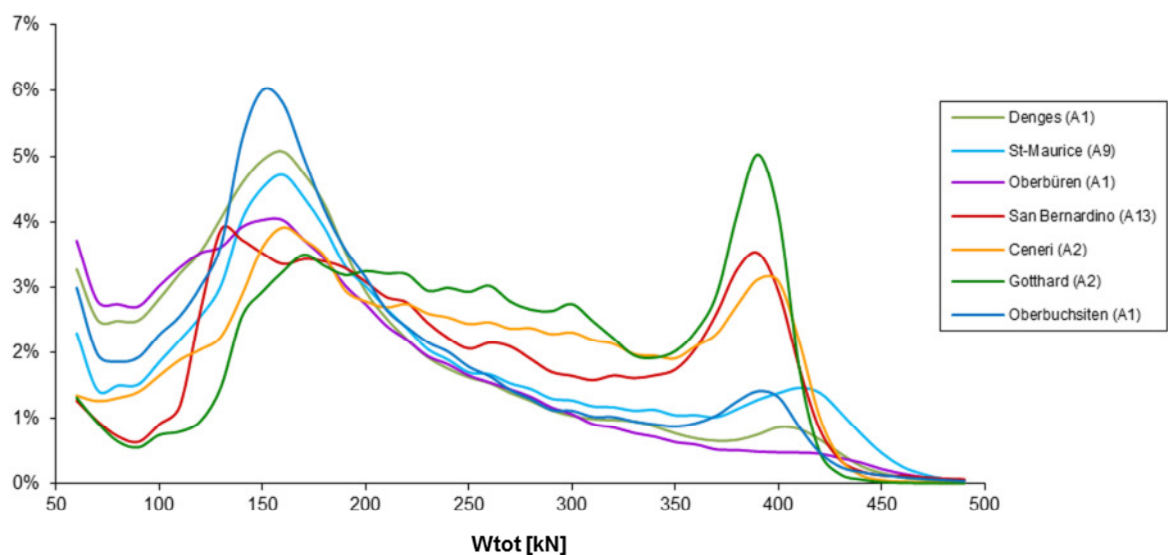
Gesamtgewicht aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Verteilung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 6.0t$

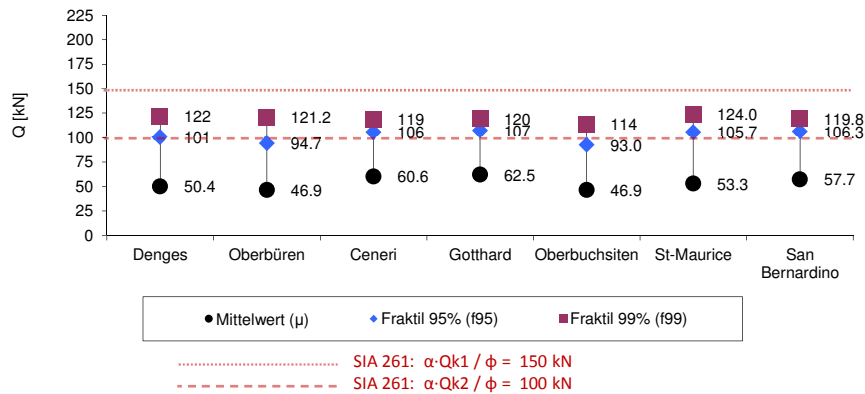


Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

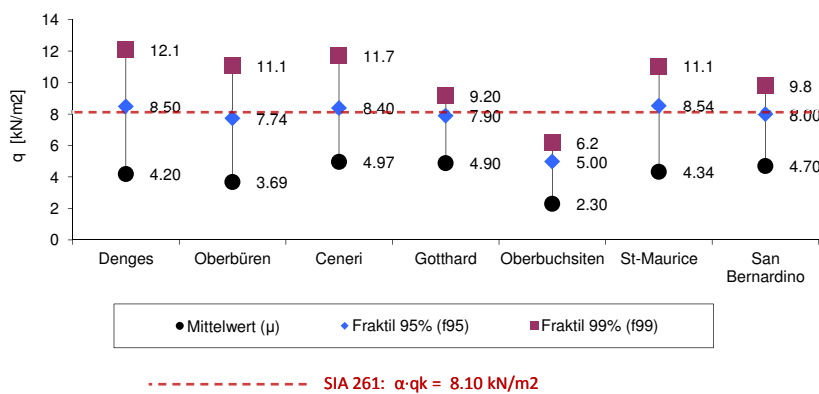
9.4 Vergleich mit Normlasten

Berechnungsmethode für den Vergleich mit den Normlasten siehe Abschnitt 1.8.5.

a) konzentrierte Lasten

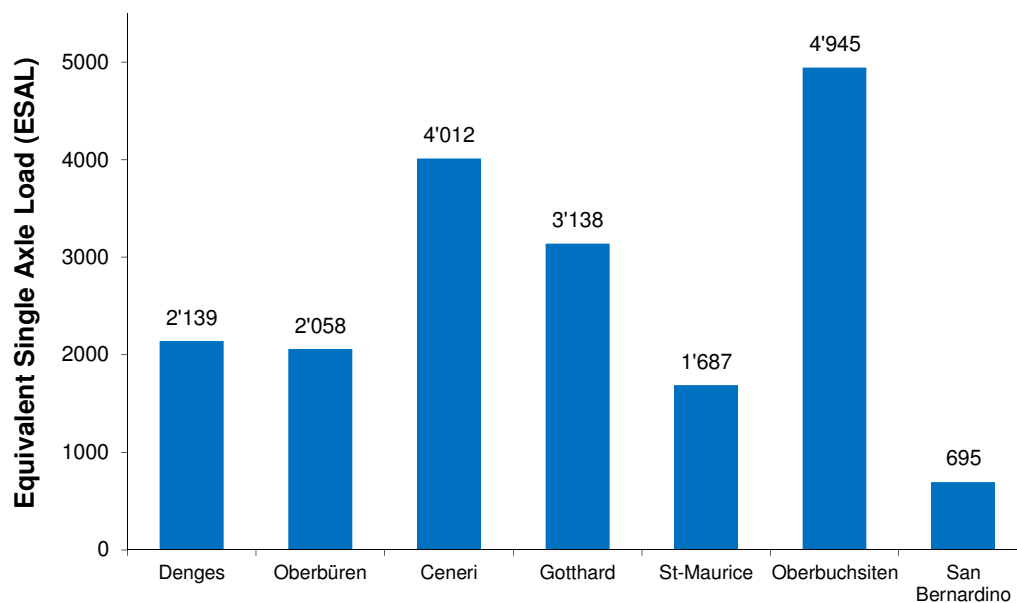


b) gleichmässig verteilte Lasten



9.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



10 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2011 der sechs bisherigen Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen im Allgemeinen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre.
- Bei der Station Oberbüren wurde ab August 2011 ein überdurchschnittlich starker Rückgang des Schwerverkehrs gemessen (s. Abs. 3.5.3). Dies ist möglicherweise auf eine Fehlfunktion eines Sensors zurückzuführen. Die Auswertung der Station Oberbüren 2011 ist deshalb mit Vorsicht zu betrachten.
- Bei der 2010 neu erstellten Station Oberbuchsitzen ergaben die Auswertungen eine überdurchschnittlich hohe Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge (s. Abs. 4.5.3) und eine Störung bei der Erfassung der Fahrzeuglänge. Dies führte dazu, dass einige Berechnungen nicht oder nur approximativ durchgeführt werden konnten.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2011 variiert zwischen 709 (San Bernardino, A13) und 9'114 (Oberbuchsitzen, A1) Fahrzeugen pro Tag (s. Abs. 9.1). Der höchste Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, am Standort Gotthard (16.8%) gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden (s. Abs. 9.2). Auf der A1 (Oberbüren und Oberbuchsitzen) und auf der A9 (St-Maurice) ist die Zusammensetzung des Schwerverkehrs relativ ausgeglichen, während auf der A2 (Ceneri, Gotthard) und der A13 (San Bernardino) 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 mit 6.6% 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 San Bernardino entspricht der Verkehrsklasse T4 (schwer), diejenige der Standorte Oberbüren und St-Maurice entspricht der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) und diejenige der Standorte Oberbuchsitzen, Ceneri und Gotthard der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Erhebungen über mehrere Jahre ausgewertet. Der Vergleich zum Vorjahr und die längerfristige Verkehrsentwicklung sind in den nachfolgenden Tabellen ersichtlich.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Verkehrsentwicklung im Vergleich zum Vorjahr für die aktuell betriebenen Stationen (Denges: Vergleich mit 2009).

Station	DTV 2010 / 2011	Mittelwert Gesamtgewicht 2010 / 2011	Mittelwert Achslast 2010 / 2011	Äquiv. Verkehrslast 2010 / 2011
Denges (A1) (2009-2011)	+1.5%	+3.1%	-0.8%	-10.9%
Oberbüren (A1)*	-16.4%	-2.1%	-1.3%	-15.4%
Oberbuchsitzen (A1)	+7.3%	+0.4%	-1.3%	+4.7%
Ceneri (A2)	+0.3%	+0.3%	+0.4%	+4.7%
Gotthard (A2)	-2.2%	-1.0%	-1.4%	-7.3%
St. Maurice (A9)	+3.9%	+0.9%	-0.4%	+2.8%
San Bernardino (A13)	-1.3%	+2.0%	-0.4%	-4.9%
*Oberbüren: Auswertung 2011 mit Vorsicht zu betrachten (s. Abs. 3.5.3)				

Die nachfolgende Tabelle zeigt Verkehrsentwicklung im Vergleich zum 2003 für die Stationen Oberbüren, Ceneri, Denges und Gotthard. Die Stationen St. Maurice (Inbetriebnahme 2009), San Bernardino (Inbetriebnahme 2010) und Oberbuchsitzen (Inbetriebnahme 2010) verfügen über keine vollständigen Datenreihen.

Station	DTV 2003 / 2011	Mittelwert Gesamtgewicht 2003 / 2011	Mittelwert Achslast 2003 / 2011	Äquiv. Verkehrslast 2003 / 2011
Denges (A1)	+3.9%	+6.5%	-0.6%	-7.8%
Oberbüren (A1) (2003-2010)	+13.1%	+1.1%	-3.3%	+1.7%
Ceneri (A2)	-0.8%	+7.3%	+3.6%	+2.3%
Gotthard (A2)	-8.0%	+5.5%	+3.9%	-12.6%

Bächtold & Moor AG

Bern, 21. Dezember 2012

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.
- [12] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2009, Bächtold & Moor AG, Bern, Dezember 2010.
- [13] ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2010, Bächtold & Moor AG, Bern, Juni 2012.

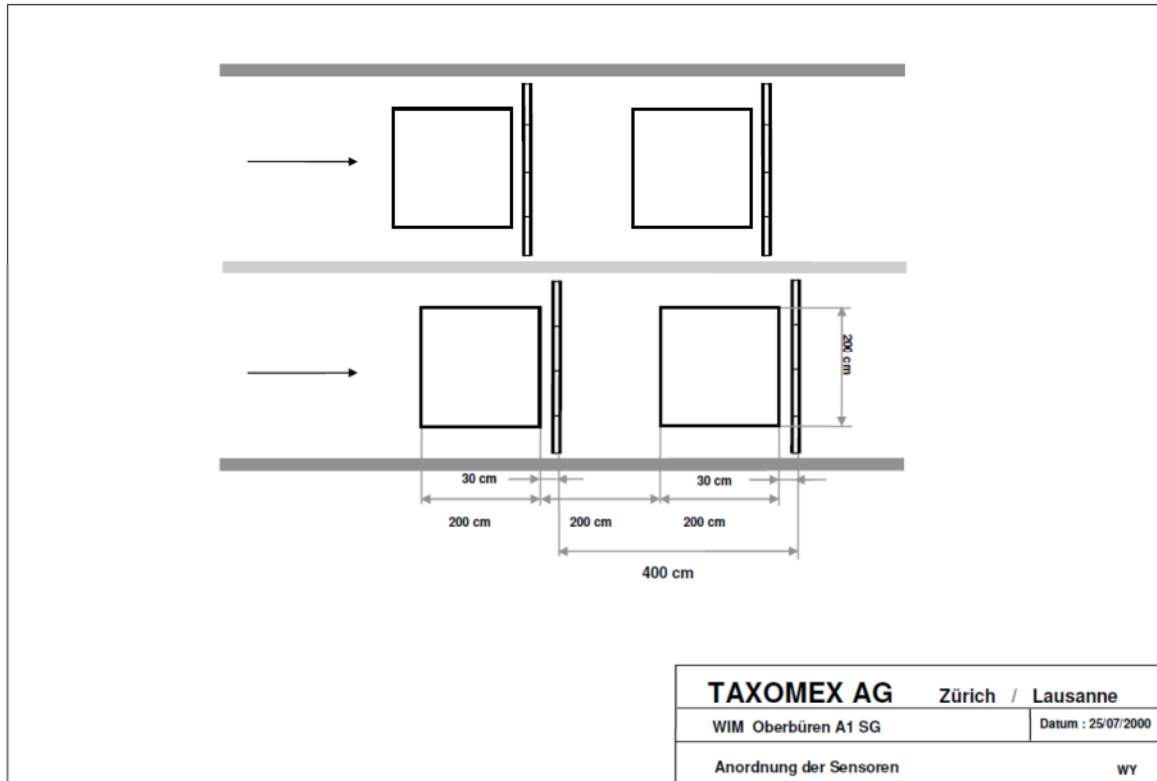
WIM-Anlage	2011											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
401 - Mattstetten (A1)												
402 - Gotthard (A2)												
403 - Plazzas (A13)												
405 - Denges, Dir. Lausanne (A1)												
406 - Denges, Dir. Morges (A1)												
407 - Truebbach (A13)												
408 - Ceneri (A2)												
408 - Ceneri, Ri Nord (A2)												
409 - Ceneri, Ri Süd (A2)												
410 - Oberbueren (A1)												
411 - Schafisheim West, Ri Zürich (A1)												
412 - Schafisheim Ost, Ri Bern (A1)												
413 - Mattstetten, Ri Zürich (A1)												
414 - Mattstetten, Ri Bern (A1)												
415 - Oberbueren, Ri St. Gallen (A1)												
416 - Oberbueren, Ri Zürich (A1)												
417 - Truebbach, Ri Chur (A13)												
418 - Truebbach, Ri St. Margrethen (A13)												
419 - Felsenau, Ri Lausanne												
421 - St-Maurice, Ri Sion (A9)												
422 - St-Maurice, Ri Lausanne (A9)												
423 - San Bernadino, Nord (A13)												
425 - Oberbuchsitzen (A1)												

	Typ PAT
	Typ M660/Kistler
	Daten vollständig
	Daten nicht vollständig
	keine Daten
	Daten vorhanden
	Daten vorhanden, ohne Qualitätskontrolle

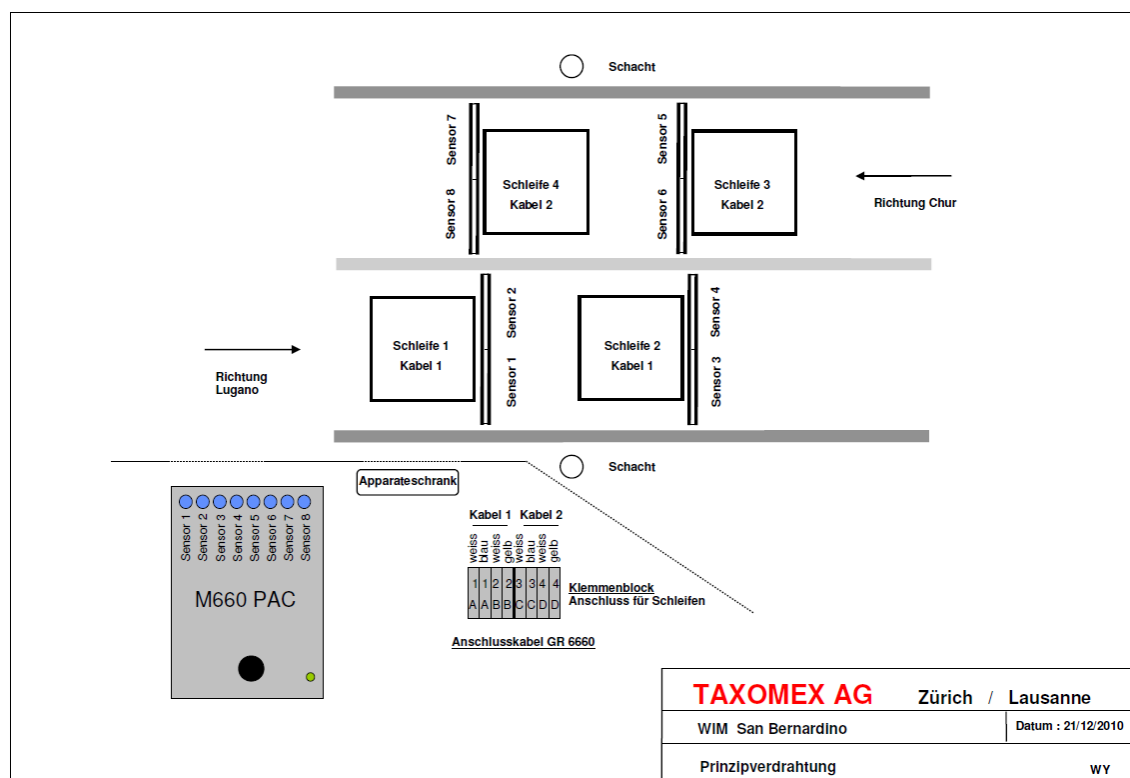
A2 Sensor-Layouts WIM-Anlagen

Standard-Layout

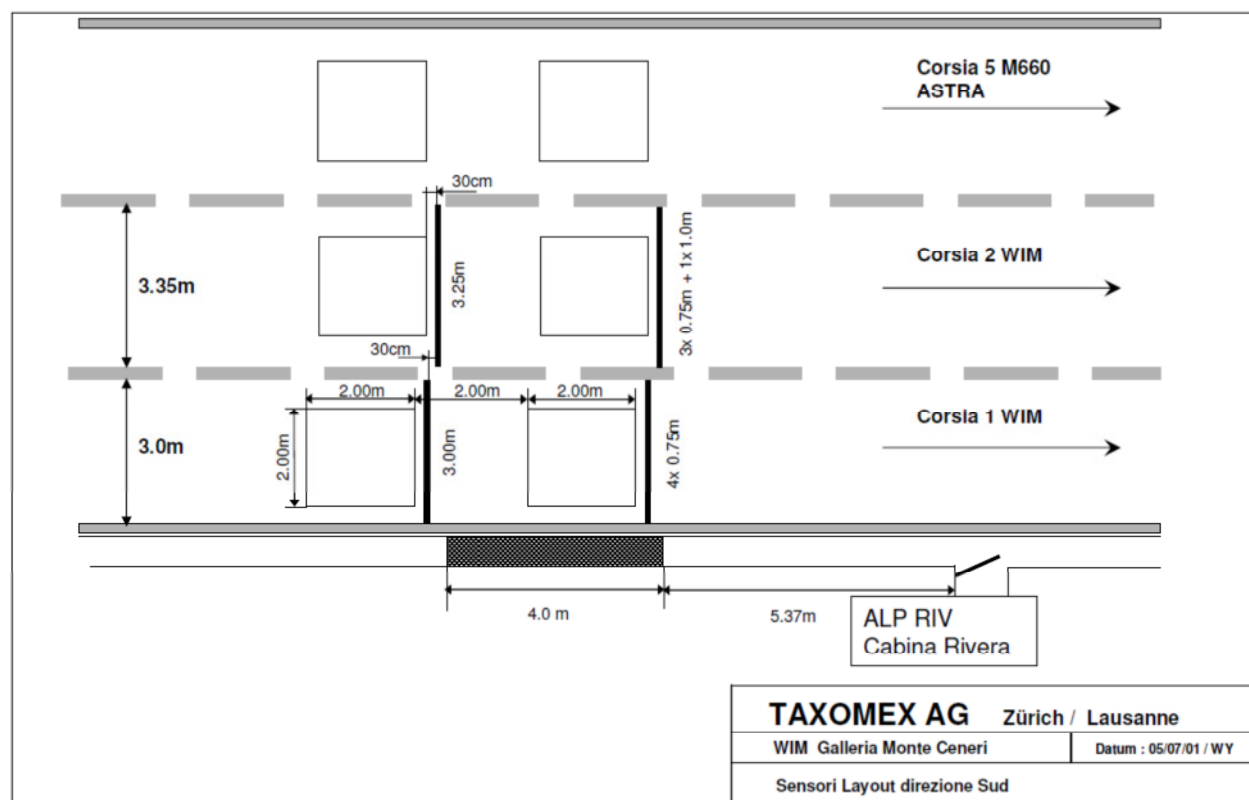
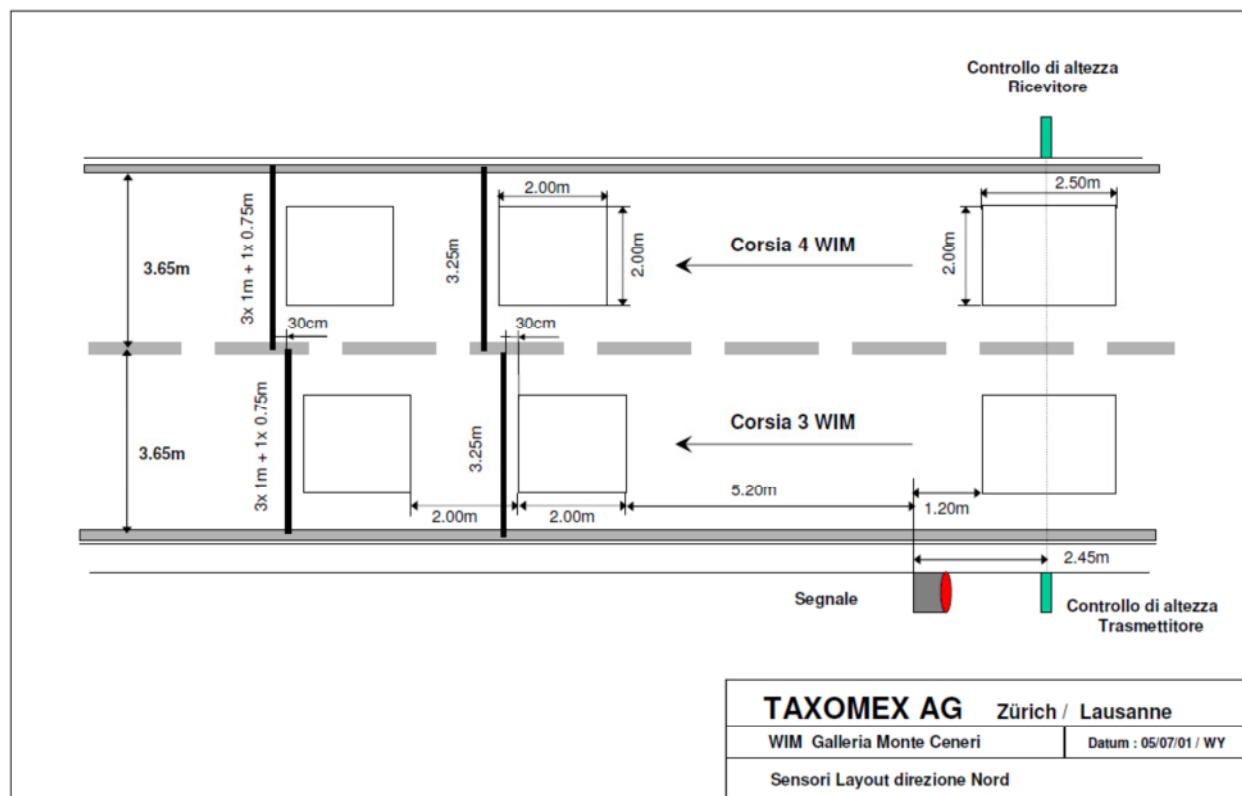
Die Standorte Denges, Oberbüren, Gotthard, St-Maurice und Oberbuchsiten sind mit dem Standard-Layout gem. Beispiel Oberbüren ausgerüstet. Die Sensor-Layouts der Standorte San Bernardino und Ceneri sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.



Sensor-Layout San Bernardino



Sensor-Layout Monte Ceneri



A3 Vergleichsmessungen WIM-Anlagen

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	!	-10.80	4.07	-10.33	5.40	-	-	-	-3.96	4.75	-4.80	6.80	-	-	-
2010	✓	-15.23	4.92	-14.46	5.66	14.60%	5.40%	E (30)	-11.04	4.95	-12.04	6.97	12.00%	-	D+ (20)
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	!	-2.90	4.66	-2.45	5.45	-	-	-	-2.14	2.66	-1.94	4.15	-	-	-
2010	✓	-5.91	6.28	-4.49	6.36	9.60%	-	D (25)	-6.87	2.07	-6.75	3.72	7.00%	-	C (15)
2011															

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

2011: keine Vergleichsmessung

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	!	3.44	3.92	2.99	5.14	-	-	-	0.28	1.82	0.16	3.54	-	-	-
2010	✓	5.16	4.48	3.82	5.78	-5.00%	-	C (15)	0.21	1.60	-0.14	3.41	-	-	A (5)
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	!	1.43	4.27	2.20	6.77	-	-	-	-0.19	1.59	0.50	2.71	-	-	-
2010	✓	1.41	4.99	1.69	7.65	-	-	C (15)							
2011															

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

2011: keine Vergleichsmessung

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	✓	-0.28	4.00	-0.34	4.83	-	-	B (10)	-0.80	2.09	-0.42	4.05	-	-	B+ (7)
2011	✓	-0.18	3.12	0.48	4.56	-	-	B+ (7)	-0.85	2.52	-0.51	3.86	-	-	B+ (7)

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	✓	0.50	2.74	0.40	4.40	-	-	B+ (7)	-1.37	2.64	-0.70	4.44	-	-	B (10)
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														
2009	4.79	2.95	3.95	4.01	-4.50%	-	B (10)	4.67	2.30	3.91	3.27	-4.30%	-	D (25)
2010	-0.32	2.27	-1.42	3.32	-	-	A (5)	-1.54	2.28	-2.55	3.77	2.10%	-	B+ (7)
2011														

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

2011: keine Vergleichsmessung

WIM-Anlage Oberbuchsiten

?	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	✓													
2006	✓													
2007	✓													
2008	✓													
2009	✓													
2010	✓	0.90	1.41	0.72	2.78	-	-	D+ (20)						
2011	✓	-1.10	2.15	-1.56	3.47	-	-	A (5)						

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

WIM-Anlage San Bernardino

?	NS Ri ???							ÜS Ri ???						
	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														
2010														
2011	✓	4.19	2.58	3.42	4.46	-4.15%	-	B (10)						

?	NS Ri ???							ÜS Ri ???						
	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	!													
2010														
2011		-2.01	2.47	-1.16	4.71	1.30%	-	B (10)						

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 + ---000	4		126
		0-----0 + ---000	5		129
		0-----00 + ---0----	4		131
		0-----00 + ---0-0	5		132
		0-----00 + ---000	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		OBERBÜREN		OBERBUCHSITEN		CENERI		GOTTHARD		ST-MAURICE		SAN BERNARDINO	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Car / Bus (CB)																
01	520	0-----o	38492	4.374	31839	2.559	47895	2.879	75331	4.705	53376	5.035	32971	4.563	26036	10.055
01	521	0-----o + ---o---	1014	0.115	938	0.075	13112	0.788	515	0.032	116	0.011	723	0.100	37	0.014
01	522	0-----o + ---oo---	1026	0.117	718	0.058	0	0.000	912	0.057	678	0.064	945	0.131	216	0.083
01	530	0-----oo	8548	0.971	8297	0.667	0	0.000	18291	1.142	12371	1.167	8832	1.222	6347	2.451
01	531	0-----oo + ---o---	80	0.009	272	0.022	0	0.000	245	0.015	22	0.002	209	0.029	24	0.009
01	532	0-----oo + ---oo---	195	0.022	70	0.006	0	0.000	228	0.014	211	0.020	231	0.032	84	0.032
01	540	0-----ooo	157	0.018	25	0.002	0	0.000	1	0.000	1	0.000	61	0.008	71	0.027
01	570	0-----o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
Motorrad (MR)																
02	010	o-----o	1766	0.201	694	0.056	1460	0.088	1314	0.082	72	0.007	74	0.010	30	0.012
Personenwagen (PW)																
03	100	o-----o	4954	0.563	47416	3.811	34487	2.073	35929	2.244	1535	0.145	30593	4.234	1164	0.450
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																
04	101	o-----o + ---o---	3548	0.403	7692	0.618	20986	1.262	5551	0.347	8577	0.809	3567	0.494	3809	1.471
04	102	o-----o + ---oo---	10794	1.227	7833	0.630	72065	4.332	3004	0.188	5303	0.500	5882	0.814	2156	0.833
Lieferwagen (LI)																
05	210	o-----o	71124	8.082	130682	10.504	80240	4.824	97114	6.066	33232	3.135	67305	9.316	16423	6.343
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																
06	211	o-----o + ---o---	16910	1.922	37754	3.034	58130	3.495	23539	1.470	15820	1.492	13600	1.882	6591	2.546
06	212	o-----o + ---oo---	35692	4.056	25715	2.067	57702	3.469	15885	0.992	18536	1.748	15829	2.191	4478	1.729
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																
07	119	o-----o + ---o---	8533	0.970	14645	1.177	3510	0.211	4245	0.265	2694	0.254	4067	0.563	233	0.090
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	121	o-----o + ---o---	2332	0.265	4320	0.347	6254	0.376	1206	0.075	806	0.076	1588	0.220	171	0.066
07	122	o-----o + ---oo---	96	0.011	210	0.017	25953	1.560	681	0.043	27	0.003	39	0.005	8	0.003
07	126	o-----o + ---oo---	4796	0.545	6228	0.501	0	0.000	4973	0.311	1669	0.157	3836	0.531	544	0.210
07	129	o-----o + ---ooo	6897	0.784	5113	0.411	0	0.000	7555	0.472	3447	0.325	3826	0.530	915	0.353
07	131	o-----oo + ---o---	456	0.052	857	0.069	0	0.000	322	0.020	298	0.028	618	0.086	63	0.024
07	132	o-----oo + ---oo---	0	0.000	4	0.000	0	0.000	25	0.002	0	0.000	1	0.000	0	0.000
07	136	o-----oo + ---ooo	798	0.091	1355	0.109	0	0.000	1030	0.064	2565	0.242	2243	0.310	153	0.059
07	139	o-----oo + ---ooo	79	0.009	7	0.001	0	0.000	4	0.000	15	0.001	68	0.009	18	0.007
Lastwagen (LW)																
08	219	o-----o	26111	2.967	38155	3.067	12765	0.767	28934	1.807	20029	1.889	21439	2.967	5885	2.273
08	220	o-----o	154094	17.511	181020	14.549	197211	11.856	139542	8.716	46877	4.422	92446	12.795	11625	4.490
08	230	o-----oo	34816	3.956	41725	3.354	0	0.000	35501	2.217	12645	1.193	24239	3.355	3045	1.176
08	240	oo-----oo	5301	0.602	1203	0.097	0	0.000	15572	0.973	504	0.048	1394	0.193	334	0.129
08	250	oo-----o	3409	0.387	3455	0.278	4839	0.291	1444	0.090	246	0.023	2044	0.283	182	0.070
08	260	oo-----oo	41269	4.690	30969	2.489	0	0.000	52397	3.273	2730	0.258	21765	3.012	2302	0.889
Lastenzug (LZ)																
09	419	o-----o + ---oo---	370	0.042	380	0.031	0	0.000	331	0.021	348	0.033	477	0.066	37	0.014
09	421	o-----o + ---o---	2067	0.235	9061	0.728	6934	0.417	3725	0.233	3010	0.284	1556	0.215	428	0.165
09	422	o-----o + o-----o	66952	7.608	129246	10.388	236150	14.197	42160	2.633	31277	2.950	50017	6.923	6599	2.549
09	423	o-----o + o-----oo	1723	0.196	2457	0.197	0	0.000	4038	0.252	3037	0.286	2606	0.361	789	0.305
09	424	o-----o + o-----ooo	104	0.012	11	0.001	0	0.000	112	0.007	1	0.000	262	0.036	3	0.001
09	426	o-----o + ---oo---	22544	2.562	20560	1.653	0	0.000	53906	3.367	53753	5.070	16985	2.351	8016	3.096
-	427	o-----o + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	428	o-----o + oo-----oo	371	0.042	256	0.021	0	0.000	279	0.017	26	0.002	83	0.011	13	0.005
09	431	o-----oo + ---o---	158	0.018	2036	0.164	0	0.000	1560	0.097	314	0.030	535	0.074	157	0.061
09	432	o-----oo + o-----o	21108	2.399	35665	2.867	0	0.000	26551	1.658	25141	2.371	22552	3.121	7559	2.919
09	433	o-----oo + o-----oo	835	0.095	1003	0.081	0	0.000	1452	0.091	427	0.040	940	0.130	200	0.077
09	434	o-----oo + o-----ooo	265	0.030	8	0.001	0	0.000	249	0.016	4	0.000	148	0.020	5	0.002
09	436	o-----oo + ---oo---	6908	0.785	6019	0.484	0	0.000	51651	3.226	48970	4.619	8858	1.226	4915	1.898
09	438	o-----oo + oo-----oo	110	0.013	266	0.021	0	0.000	62	0.004	75	0.007	105	0.015	19	0.007
09	441	o-----ooo + ---o---	9	0.001	8	0.001	0	0.000	1	0.000	0	0.000	100	0.014	5	0.002
09	442	o-----ooo + o-----o	135	0.015	383	0.031	0	0.000	17	0.001	11	0.001	125	0.017	144	0.056
09	443	o-----ooo + o-----oo	65	0.007	15	0.001	0	0.000	21	0.001	17	0.002	6	0.001	7	0.003
09	444	o-----ooo + o-----ooo	1	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	446	o-----ooo + ---oo---	249	0.028	22	0.002	0	0.000	8	0.000	13	0.001	40	0.006	95	0.037
09	448	o-----ooo + oo-----oo	6	0.001	10	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000	2	0.001
09	451	o-----ooo + ---o---	1	0.000	133	0.011	15	0.001	0	0.000	1	0.000	1	0.000	3	0.001
09	452	oo-----o + o-----o	53	0.006	167	0.013	1519	0.091	62	0.004	91	0.009	87	0.012	28	0.011
09	453	oo-----o + o-----oo	4	0.000	4	0.000	0	0.000	12	0.001	2	0.000	0	0.000	4	0.002
09	454	oo-----o + o-----ooo	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	456	oo-----o + ---oo---	26	0.003	65	0.005	0	0.000	4	0.000	3	0.000	8	0.001	53	0.020
09	458	oo-----o + oo-----oo	2	0.000	3	0.000	0	0.000	2	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000
09	481	oo-----oo + ---o---	30	0.003	135	0.011	0	0.000	11	0.001	5	0.000	14	0.002	6	0.002
09	482	oo-----oo + o-----o	561	0.064	1604	0.129	0	0.000	185	0.012	272	0.026	1165	0.161	74	0.029
09	483	oo-----oo + o-----oo	470	0.053	185	0.015	0	0.000	63	0.004	196	0.018	164	0.023	8	0.003
09	484	oo-----oo + o-----ooo	33	0.004	1	0.000	0	0.000	13	0.001	5	0.000	22	0.003	0	0.000
09	486	oo-----oo + ---oo---	205	0.023	171	0.014	0	0.000	46	0.003	37	0.003	99	0.014	31	0.012
09	488	oo-----oo + oo-----oo	47	0.005	37	0.003	0	0.000	37	0.002	24	0.002	5	0.001	4	0.002

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	DENGES		OBERBÜREN		OBERBUCHSITEN		CENERI		GOTTHARD		ST-MAURICE		SAN BERNARDINO	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
		Sattelzug (SZ)														
10	319	O-----O + ---O----	1589	0.181	9494	0.763	6643	0.399	6450	0.403	1685	0.159	2639	0.365	407	0.157
10	320	O-----O	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
10	321	O-----O + ---O----	17834	2.027	42379	3.406	49993	3.005	8487	0.530	5984	0.564	9388	1.299	1314	0.507
10	322	O-----O + ---O--O	8591	0.976	15765	1.267	260698	15.673	16971	1.060	2030	0.191	5748	0.796	453	0.175
10	326	O-----O + ---OO	82117	9.332	128811	10.353	0	0.000	109785	6.857	94771	8.939	66101	9.149	20906	8.074
10	329	O-----O + ---OOO	95548	10.858	113390	9.114	0	0.000	579900	36.221	442430	41.733	127757	17.683	91222	35.231
10	331	O-----OO + ---O----	376	0.043	1288	0.104	0	0.000	360	0.022	131	0.012	273	0.038	65	0.025
10	332	O-----OO + ---O--O	1530	0.174	3380	0.272	0	0.000	2610	0.163	1180	0.111	3122	0.432	400	0.154
10	336	O-----OO + ---OO	3520	0.400	5427	0.436	0	0.000	3556	0.222	4095	0.386	3190	0.442	781	0.302
10	339	O-----OO + ---OOO	2629	0.299	2555	0.205	0	0.000	2104	0.131	1700	0.160	1331	0.184	1239	0.479
		Schwerverkehr klassifiziert	822433	93.46	1161612	93.3646	1198561	72.0548	1488073	92.9474	965468	91.07	686947	95.0788	238935	92.28
		Schwerverkehr unklassifiziert	57551	6.54	82555	6.64	464841	27.95	112911	7.05	94670	8.93	35556	4.92	19989	7.72
		Schwerverkehr Total	879984	100.00	1244167	100.00	1663402	100.00	1600984	100.00	1060138	100.00	722503	100.00	258924	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2011														
		% Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr														

A6 Achssäquivalenzfaktoren

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.