

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2010

Bern, Juni 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	4
1.7	Klassifizierung der Fahrzeuge	5
1.8	Aufbereitung und Auswertung der Messdaten	7
2	Oberbüren (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	Monte Ceneri (A2)	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	Gotthardtunnel (A2)	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	St Maurice (A9)	59
5.1	Vorhandene Messdaten	59
5.2	Übersicht Messresultate	59
5.3	Messdiagramme	61
5.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	69
5.5	Auswertung der Messdaten	71
6	Oberbuchsitzen (A1)	75
6.1	Vorhandene Messdaten	75
6.2	Übersicht Messresultate	75
6.3	Messdiagramme	77
6.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	85
6.5	Auswertung der Messdaten	87

7	San Bernardino (A13)	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	Vergleich aller Zählerstandorte	107
8.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	107
8.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	108
8.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	109
8.4	Vergleich mit Normlasten	110
8.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	110
9	Schlussfolgerungen	111
	Literaturverzeichnis	113
A	Anhang	115
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	115
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	117
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	119
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	123
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	127
A6	Achsäquivalenzfaktoren	129

Bericht Nr.	3944-09	Revidiert am	
Erstellt am	30.06.2012	Verfasser	
Verfasser	MT, Su, Be	Geprüft	AK
		Freigegeben	
Ablage	2012_06_30-Gesamtbericht_2010.docx		

1 Einleitung

1.1 Ziele des Mandates

Das vorliegende Mandat wurde dem Ingenieurbüro Bächtold & Moor AG vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) erteilt. Das Ziel dieses Mandates ist die Aufbereitung und Auswertung der Messdaten des Schwerververkehrs von sechs WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1). Im Jahr 2010 wurden vier Stationen des Vorjahres aufgrund von Sensordefekten ausser Betrieb genommen: Denges (A1), Mattstetten (A1), Schafisheim (A1) und Trübbach (A13). Zwei neue Stationen wurden in Betrieb genommen: Oberbuchsiten (A1) und San Bernardino (A13).

Stand November 2010

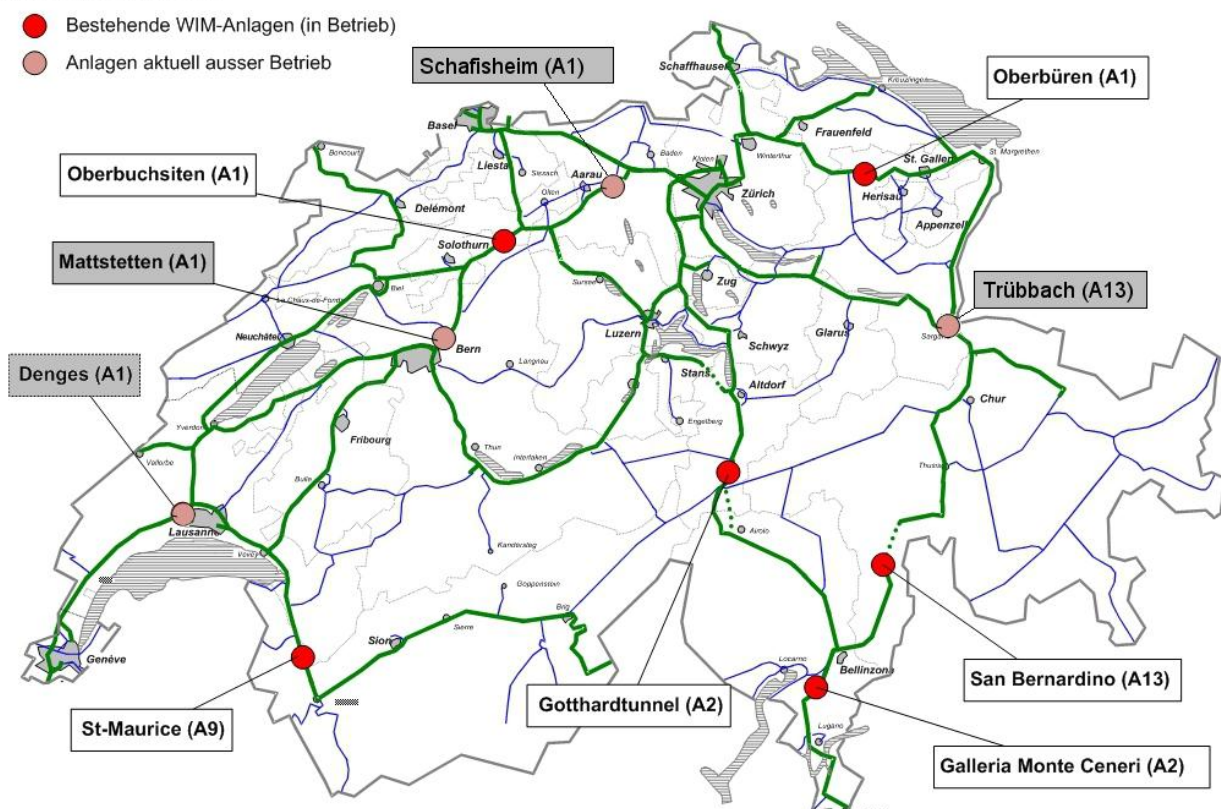


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2010 der sechs 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 sechs aufgeführten WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2010 und ist wie folgt strukturiert:

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

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

1.3 Vorhandene WIM-Messdaten

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

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 (Schwerverkehr, beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang A1 aufgeführt.

An einzelnen Standorten sind nicht alle Fahrstreifen mit WIM-Messgeräten ausgerüstet. Die ausgerüsteten Fahrstreifen sind in der Tabelle 1 grün markiert. Die Anzahl der Fahrstreifen (FS) bezieht sich direkt auf die Nummerierung der Rohdaten. Die verschiedenen Sensor-Layouts sind im Anhang 0 aufgeführt.

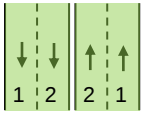
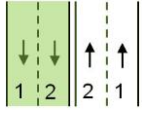
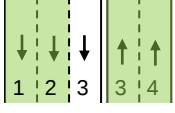
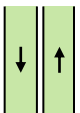
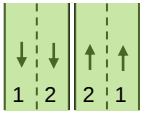
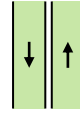
WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	365		Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	365	keine	
416 Ri. Zürich	FS 1;2	365	keine	
425 Oberbuchsiten (A1) 	2x2 (2x WIM)	275	Inbetriebnahme 1.4.2010	Mittelwert Messtage 425
425 Ri. Zürich	FS 1;2			
408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	365		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	Mittelwert Messtage 402
421/422 St-Maurice (A9) 	2x2 (4x WIM)	365	keine	Mittelwert Messtage 421/422
421 Ri. Sion	FS 1;2	365	keine	
422 Ri. Lausanne	FS 1;2	365	keine	
423 San Bernardino (A13) 	2x1 (2x WIM)	153	Inbetriebnahme 1.8.2010	Mittelwert Messtage 423

Tabelle 1: WIM – Anlagen, Messdaten 2010

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 2003-2009 [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12]
- 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 0). Diejenigen Fahrzeuge, welche keine eindeutige Achskonfiguration aufweisen (FZC = 901-910), werden als „unklassifizierte Fahrzeuge“ bezeichnet. Der Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen liegt normalerweise zwischen 1-10% und gibt wichtige Anhaltspunkte bezüglich der Qualität der Messresultate. So äussert sich beispielsweise eine Sensorstörung der Messgeräte häufig mit einem hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der acht WIM-Anlagen im Verlaufe des Jahres 2010 ist im Anhang A5 aufgeführt.

1.7.2 Fahrzeugkategorien

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

1. Reisecars, 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

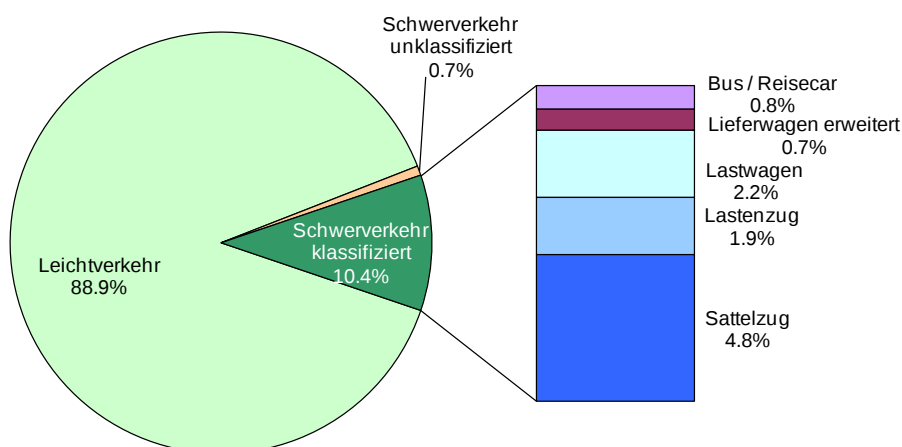


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

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. 0) der gemessenen Achslasten verwendet. Die Maximalwerte der gemessenen Achslasten sind statistische Ausreisser und werden für die Auswertung nicht berücksichtigt.

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

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, Mattstetten und Schafisheim sind 2010 keine Daten vorhanden.

2 Oberbüren (A1)

2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

2.2 Übersicht Messresultate

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

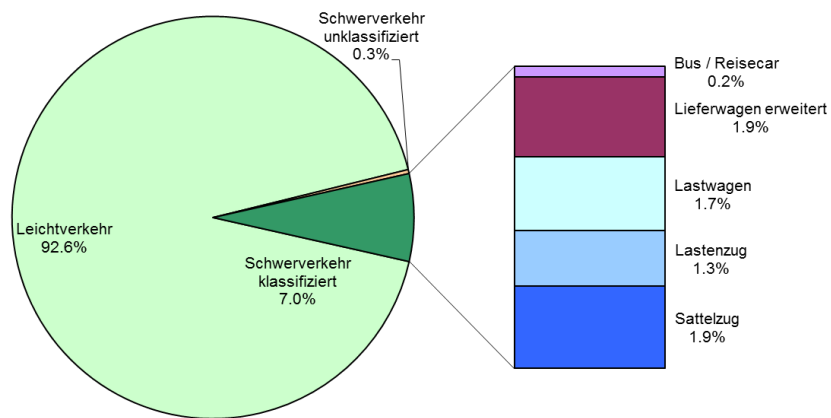
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	20'250'930	55'482	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	18'761'679	51'402	92.6	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'489'251	4'080	7.4	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	65'191	179	0.3	4.4
01 Bus / Reisecar	49'474	136	0.2	3.3
02 Motorrad	803	2	0.0	0.1
03 Personenwagen	87'820	241	0.4	5.9
04 Personenwagen mit Anh.	17'866	49	0.1	1.2
05 Lieferwagen	153'406	420	0.8	10.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	71'541	196	0.4	4.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	43'521	119	0.2	2.9
08 Lastwagen	350'927	961	1.7	23.6
09 Lastenzug	258'926	709	1.3	17.4
10 Sattelzug	389'776	1'068	1.9	26.2
Total	1'489'251	4'080	7.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	437'913	1'200	2.2	29.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	547'954	1'501	2.7	36.8
Fahrzeuge 18 - 28t	321'046	880	1.6	21.6
Fahrzeuge 28 - 40t	143'672	394	0.7	9.6
Fahrzeuge >40t	38'666	106	0.2	2.6
Total	1'489'251	4'080	7.4	100.0

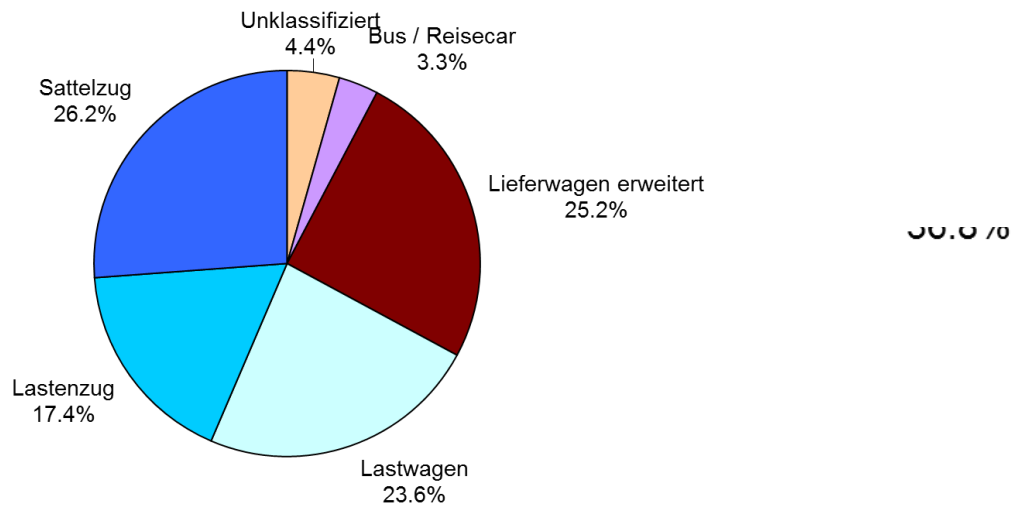
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

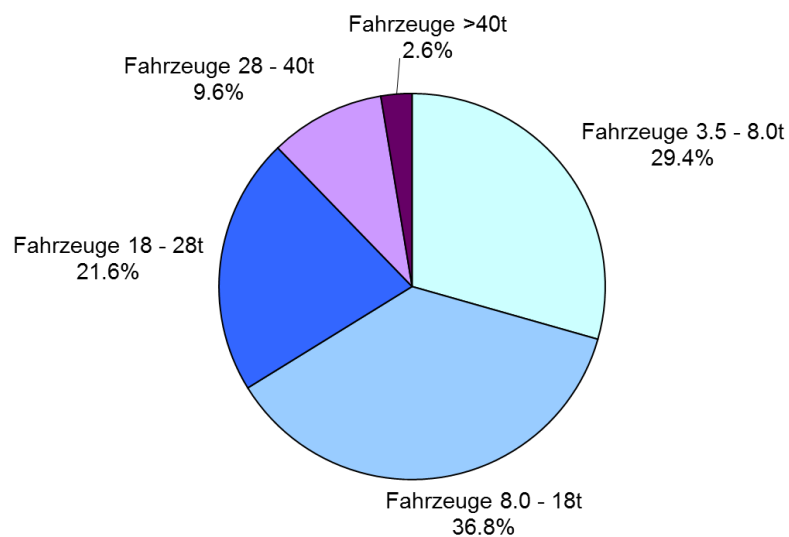
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



2.3 Messdiagramme

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2010 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 (GWTOT) 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. 0).

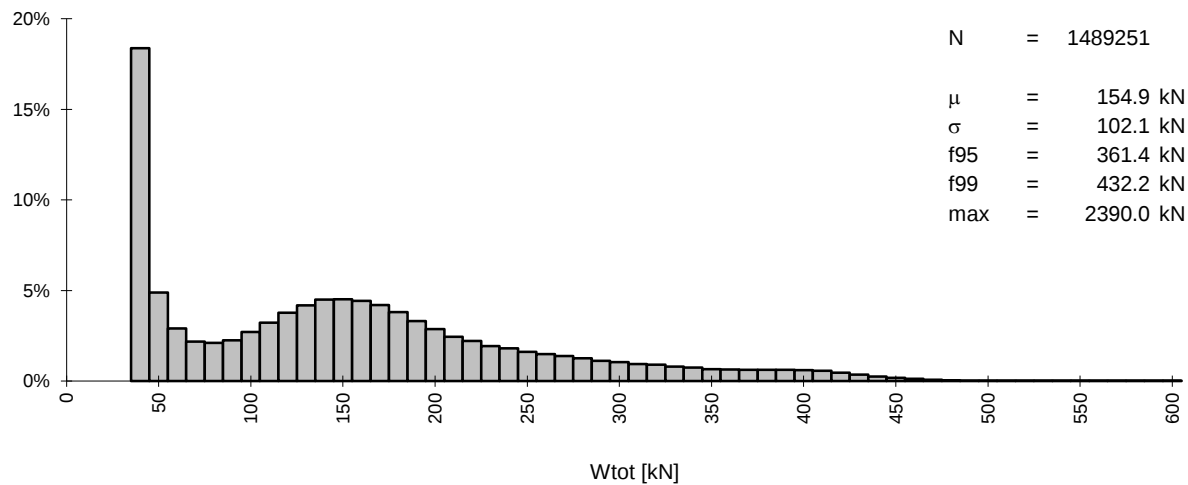
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

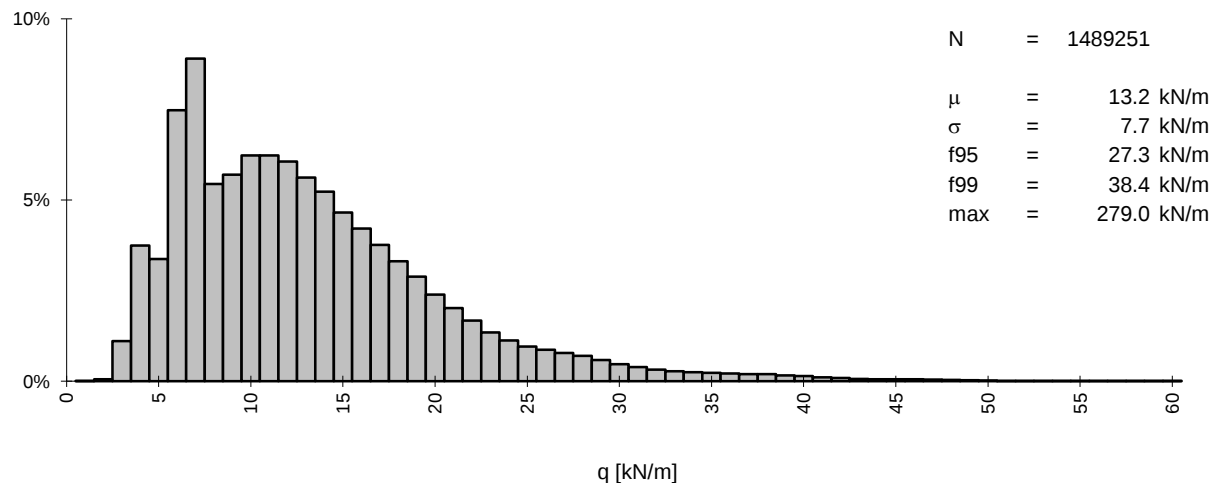
2010 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



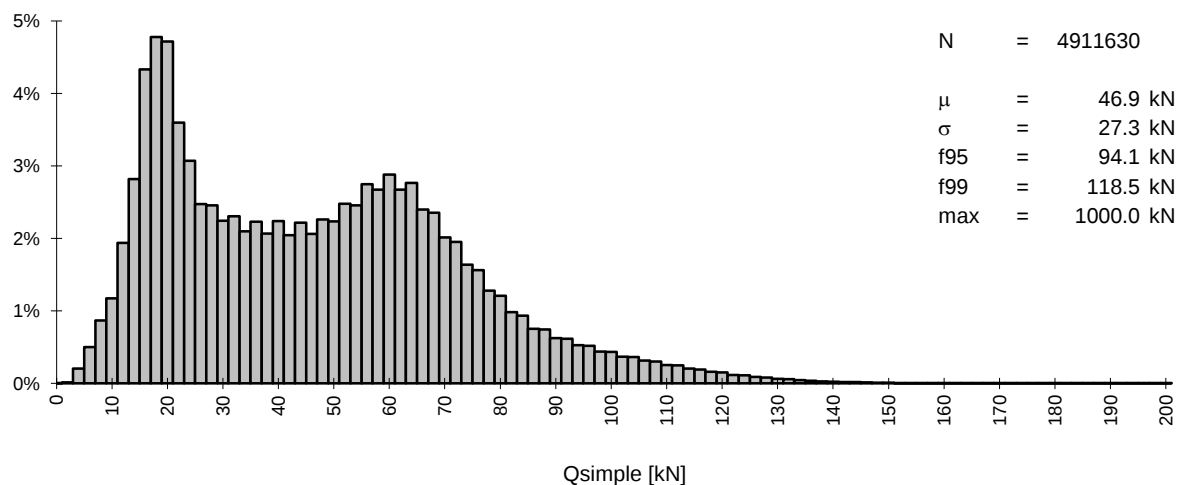
2010 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

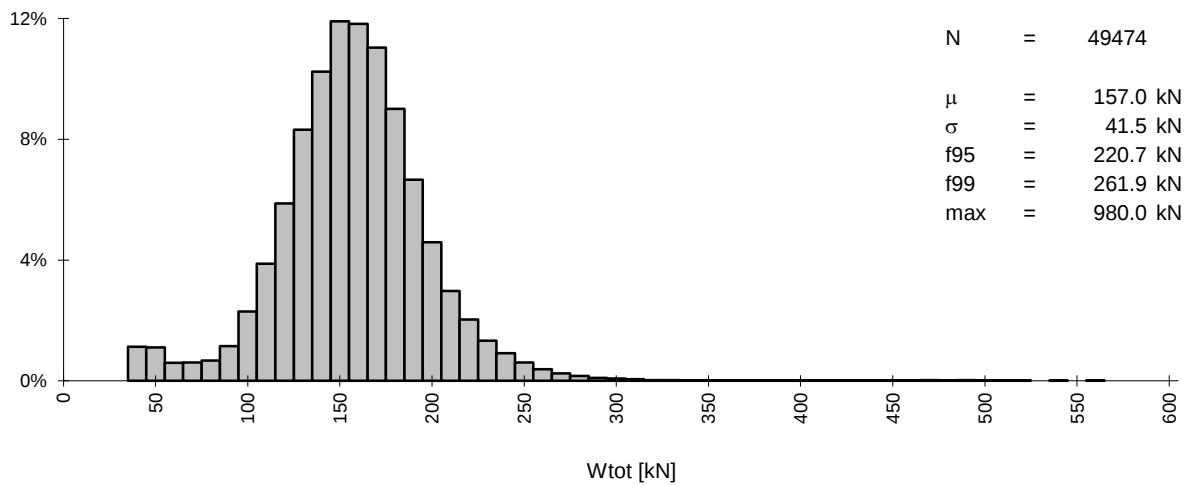
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

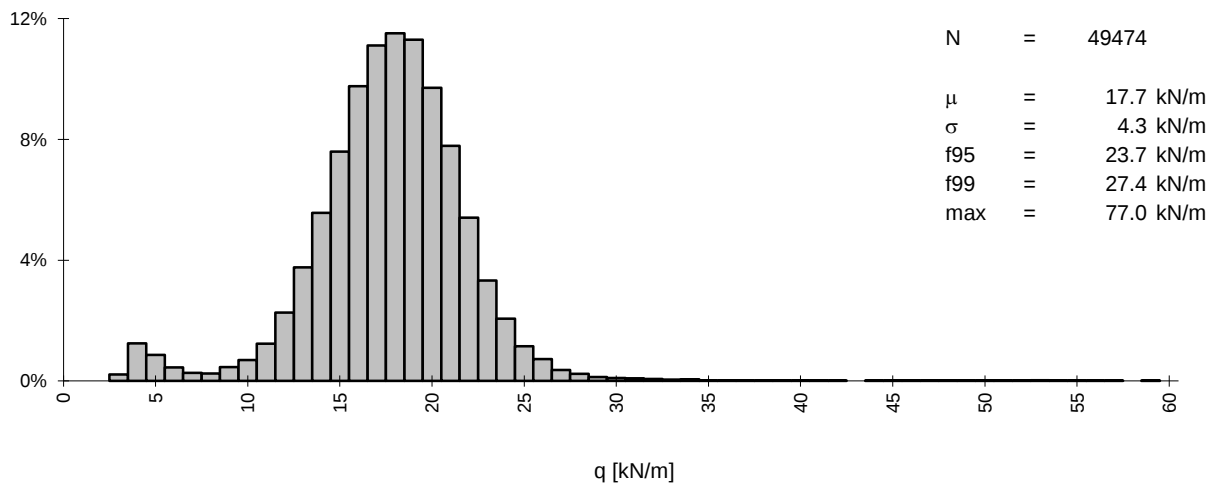
2010 Oberbüren

Car / Bus / Gesamtgewicht



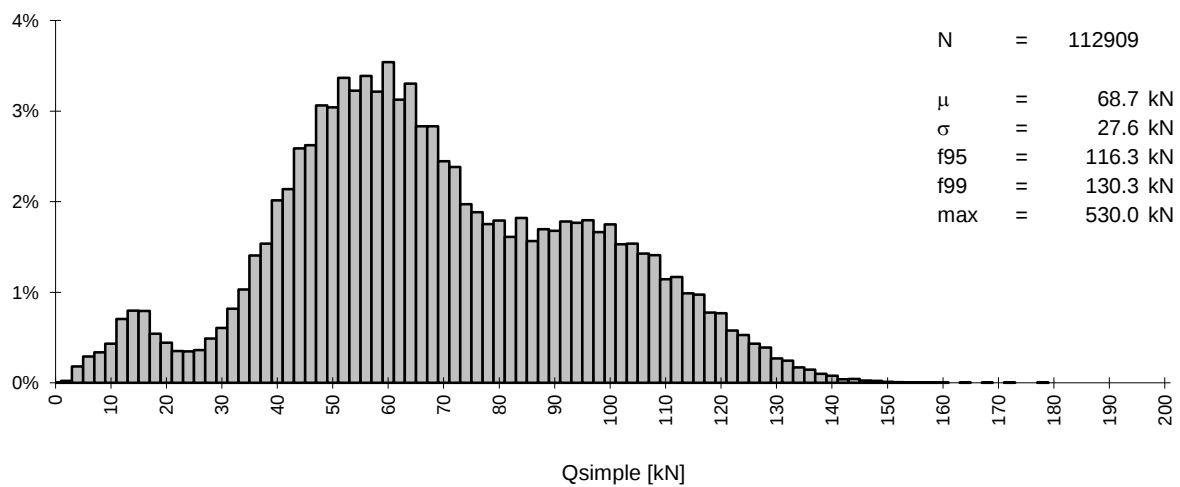
2010 Oberbüren

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

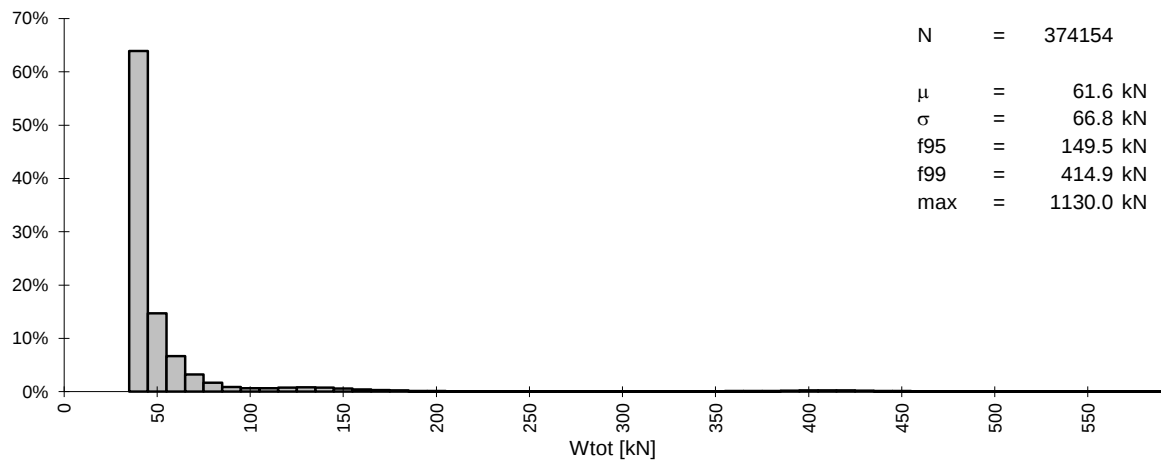
Car / Bus / alle Einzelachsen



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

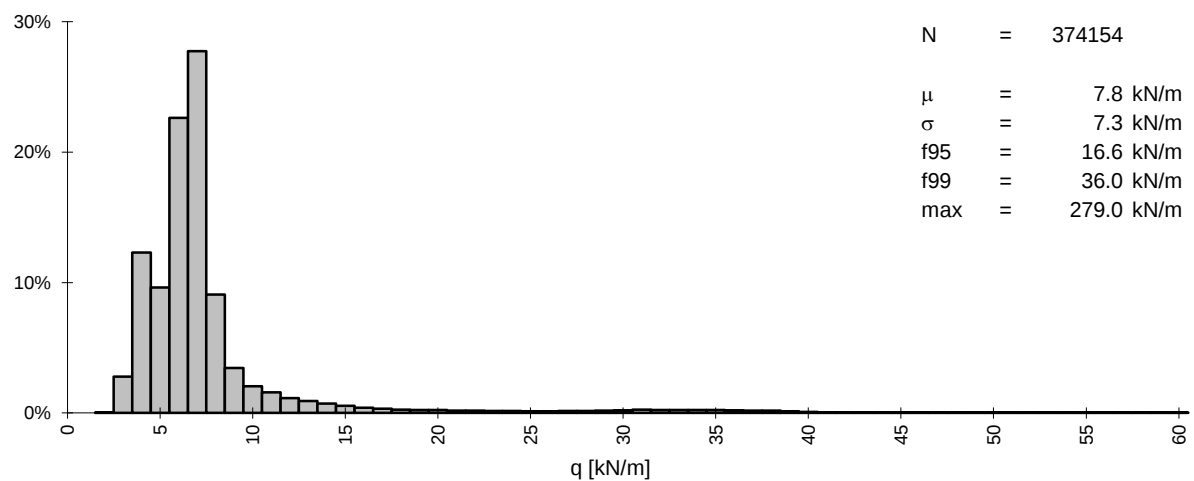
2010 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



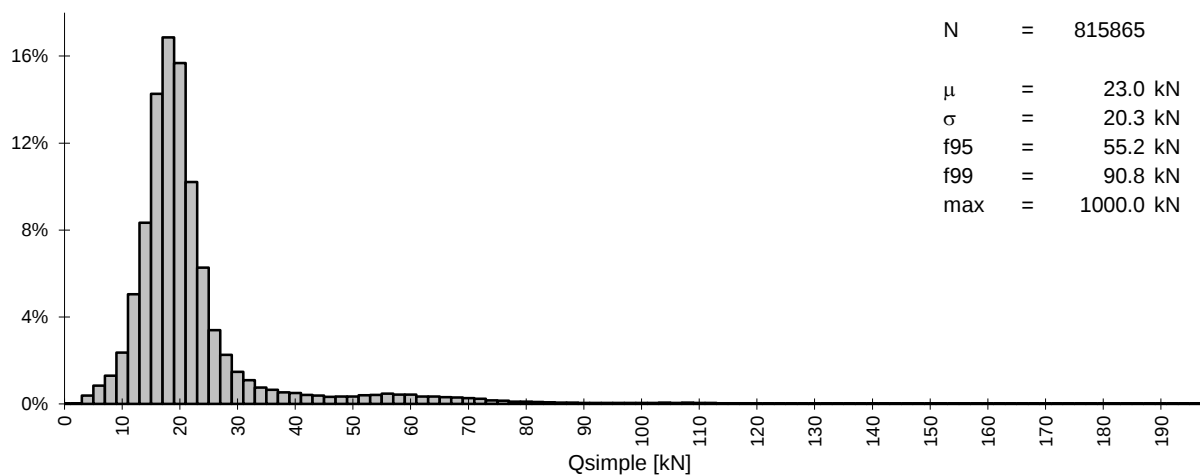
2010 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

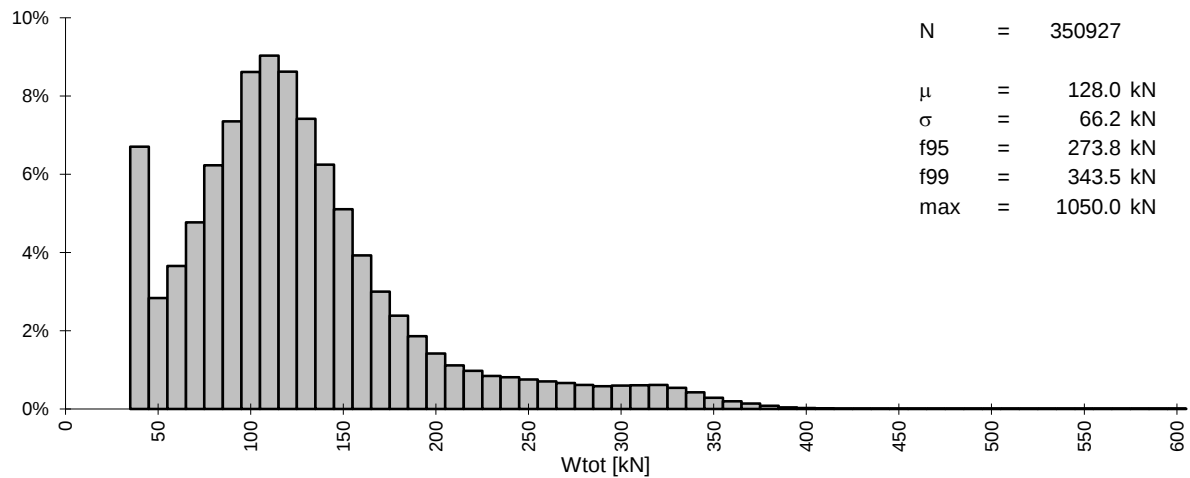
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

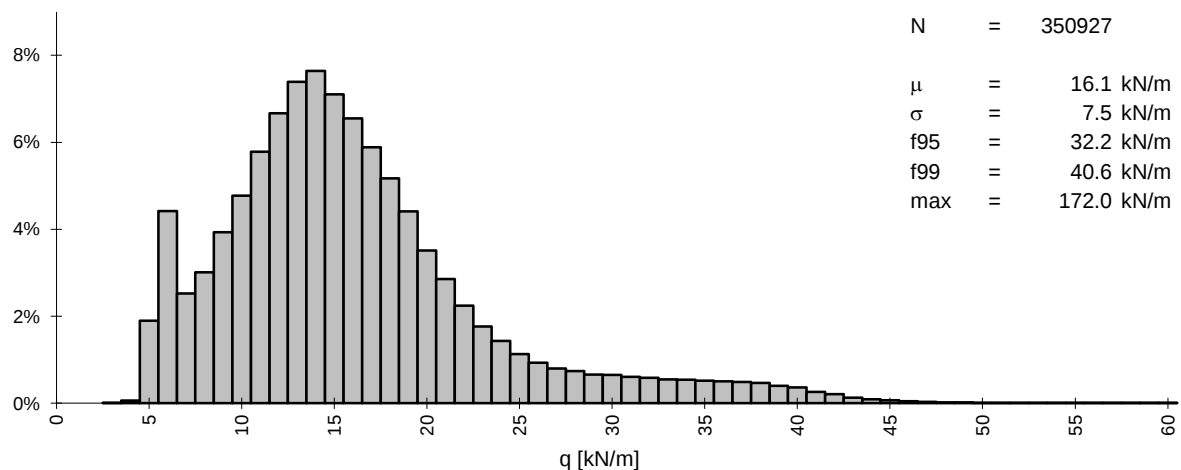
2010 Oberbüren

Lastwagen / Gesamtgewicht



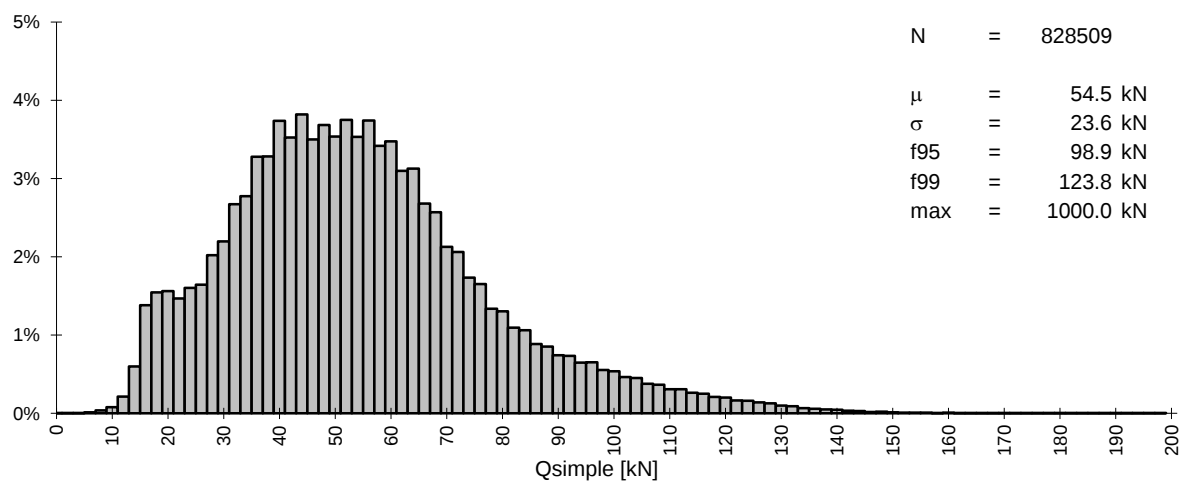
2010 Oberbüren

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

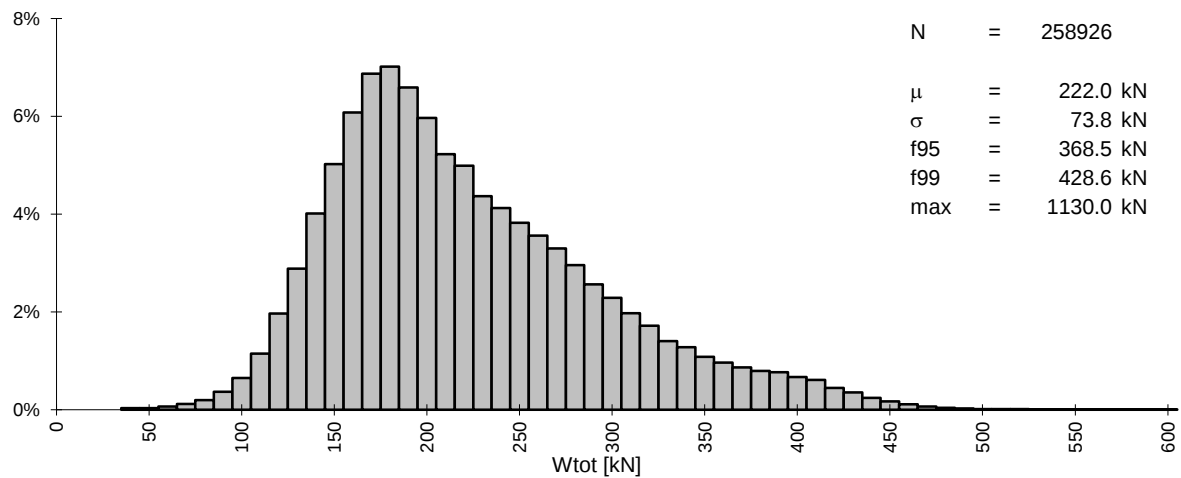
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

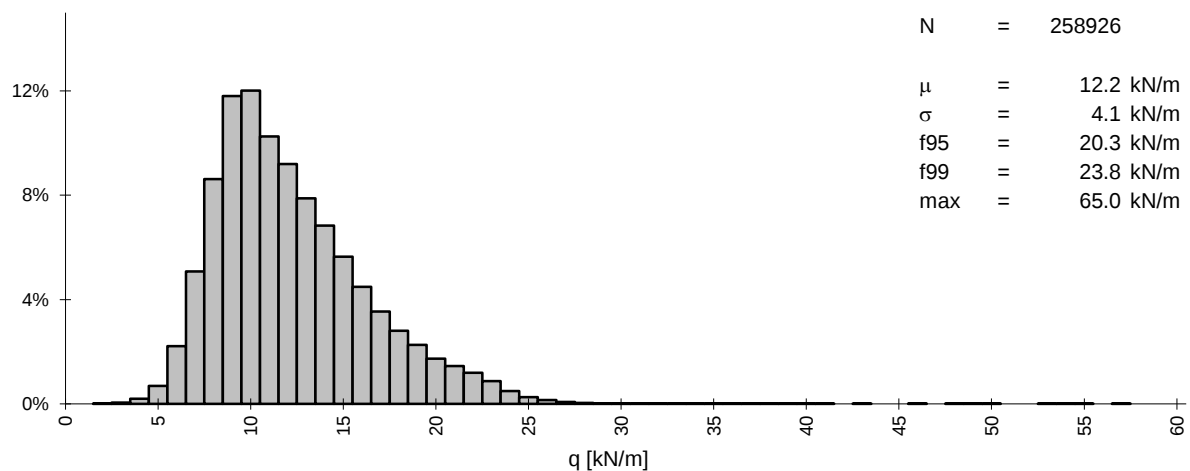
2010 Oberbüren

Lastenzug / Gesamtgewicht



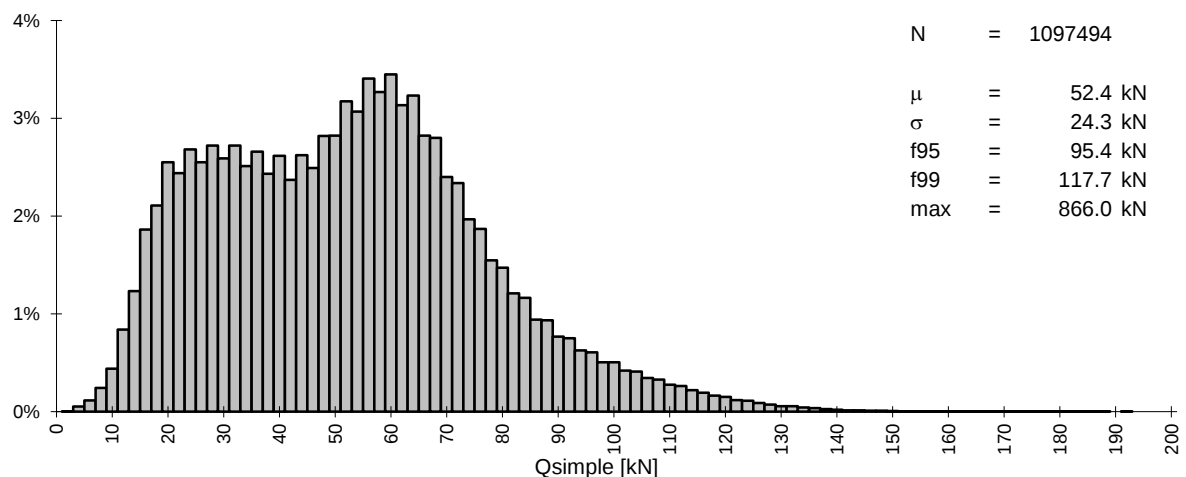
2010 Oberbüren

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

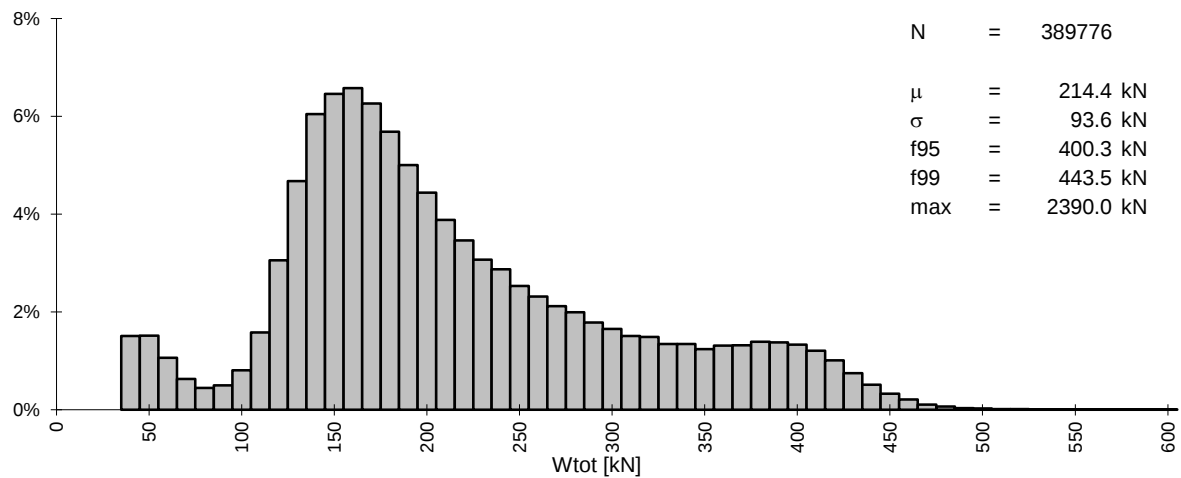
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

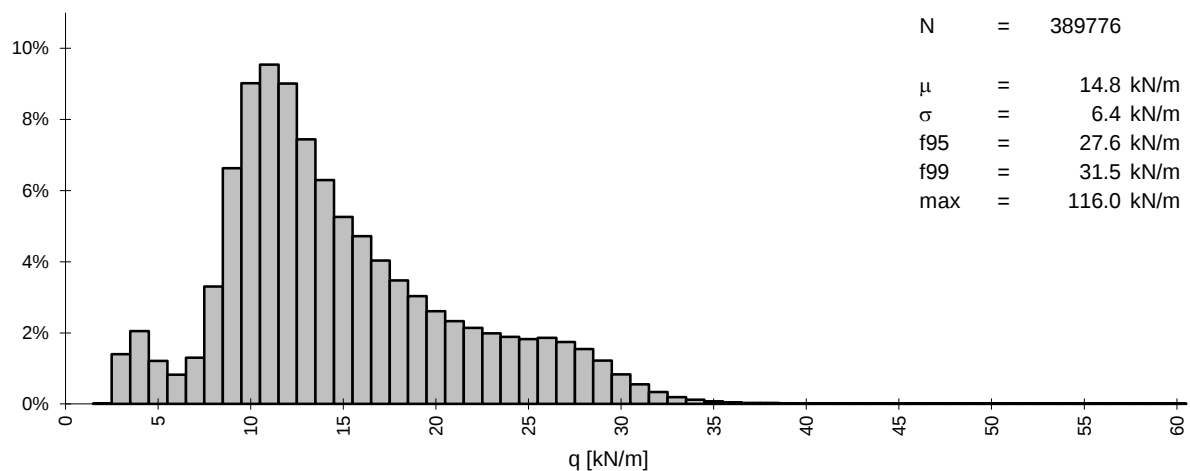
2010 Oberbüren

Sattelzug / Gesamtgewicht



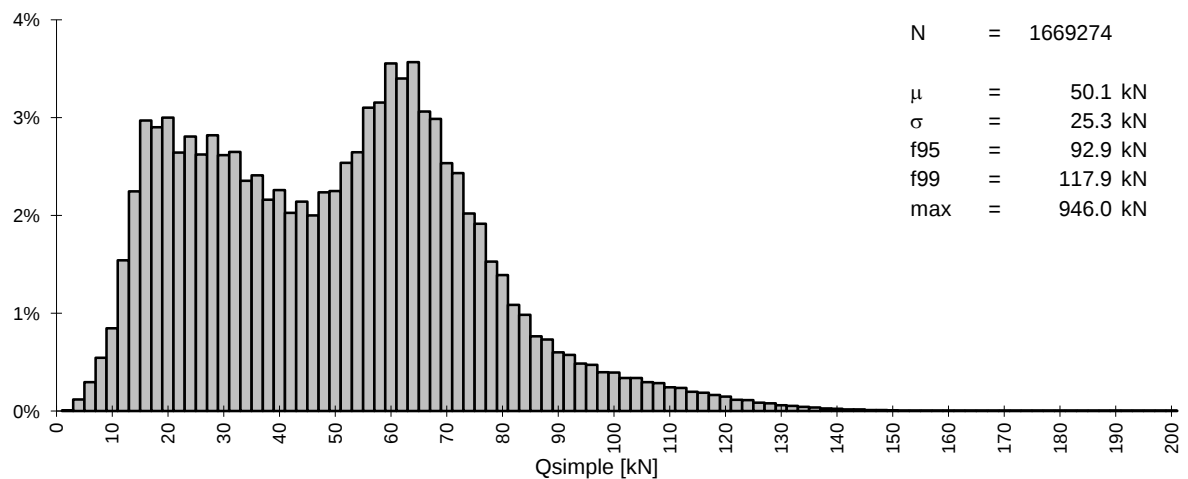
2010 Oberbüren

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbüren

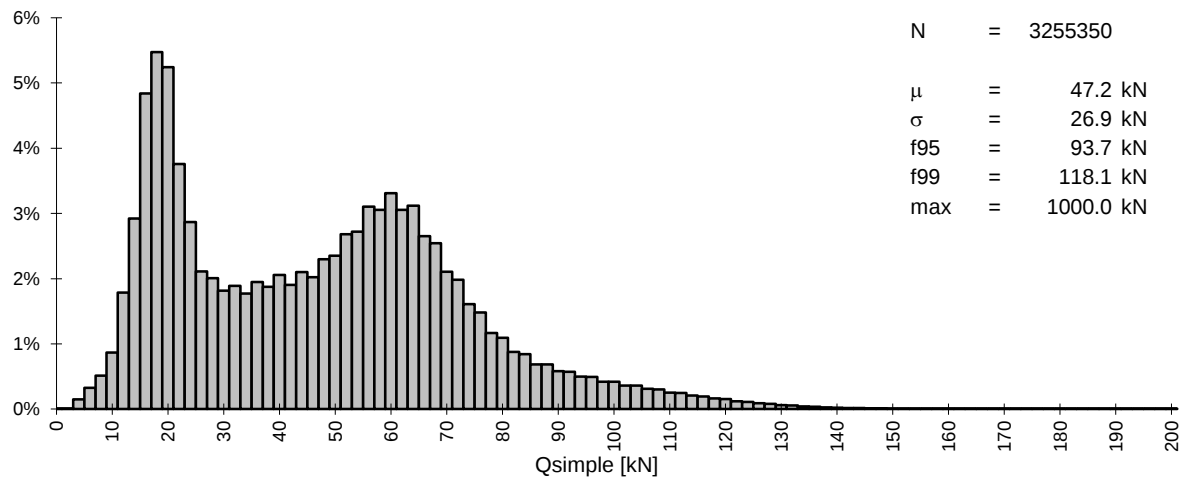
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

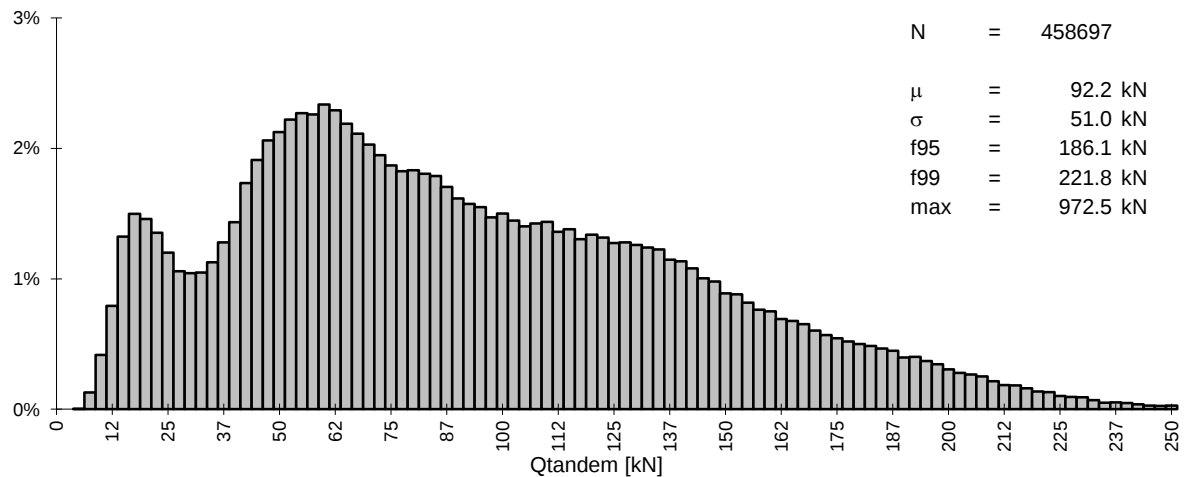
2010 Oberbüren

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



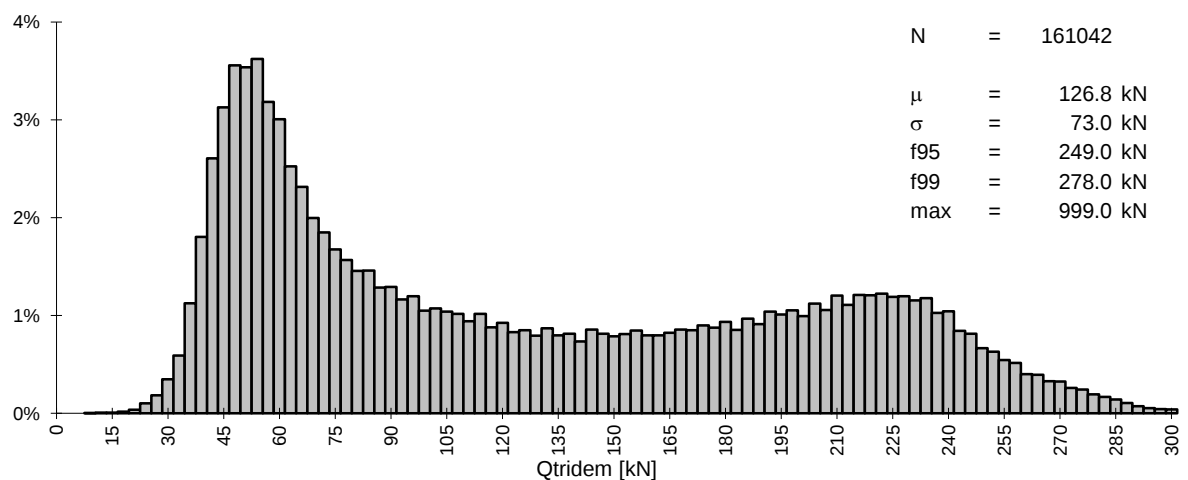
2010 Oberbüren

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010 Oberbüren

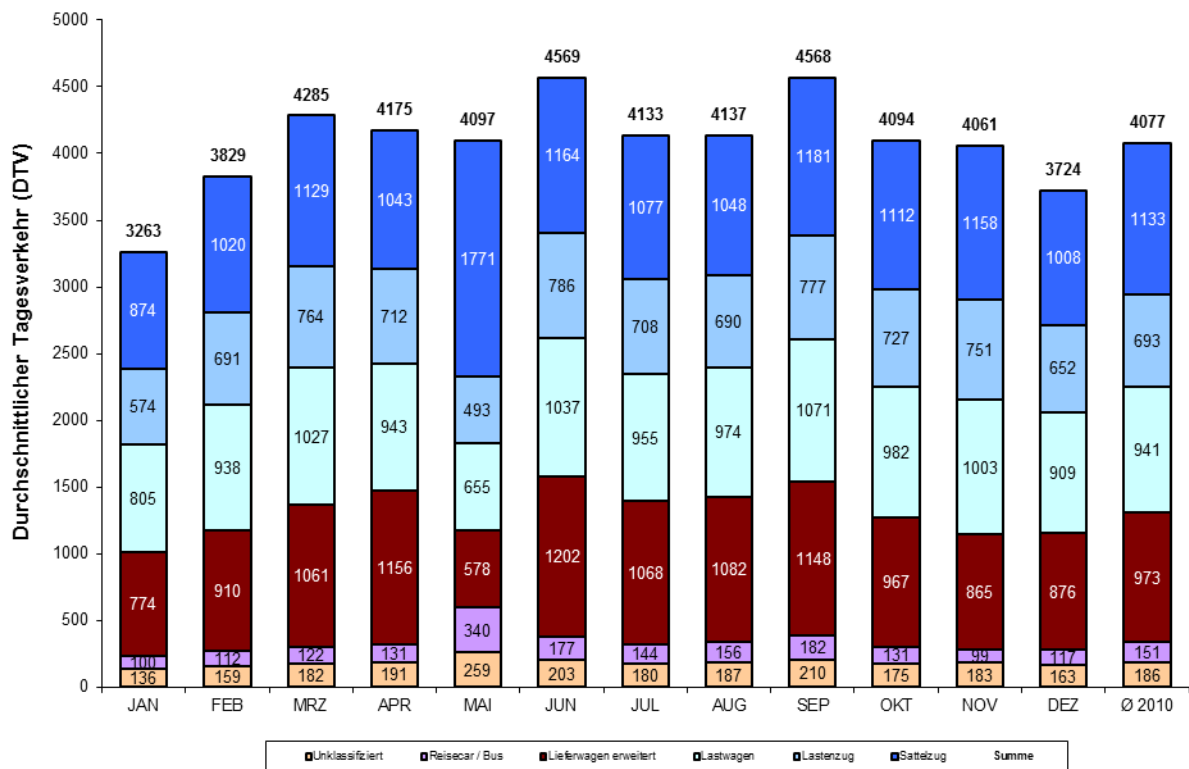
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



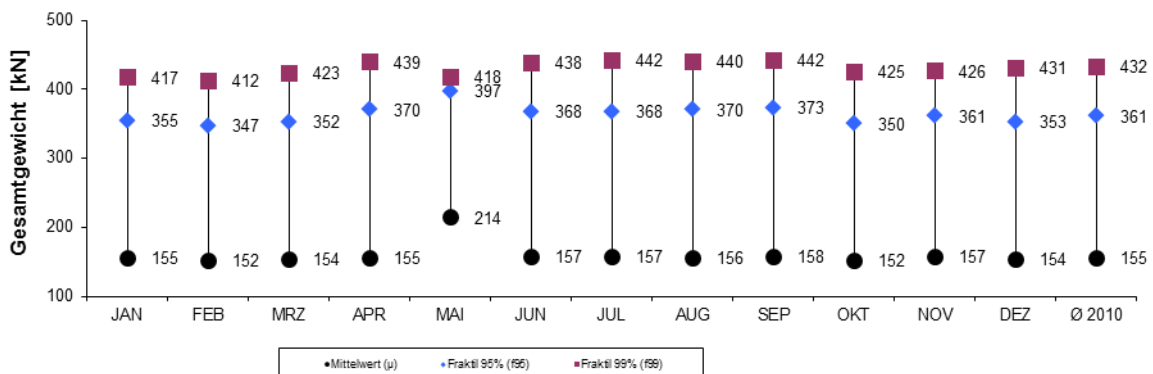
2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

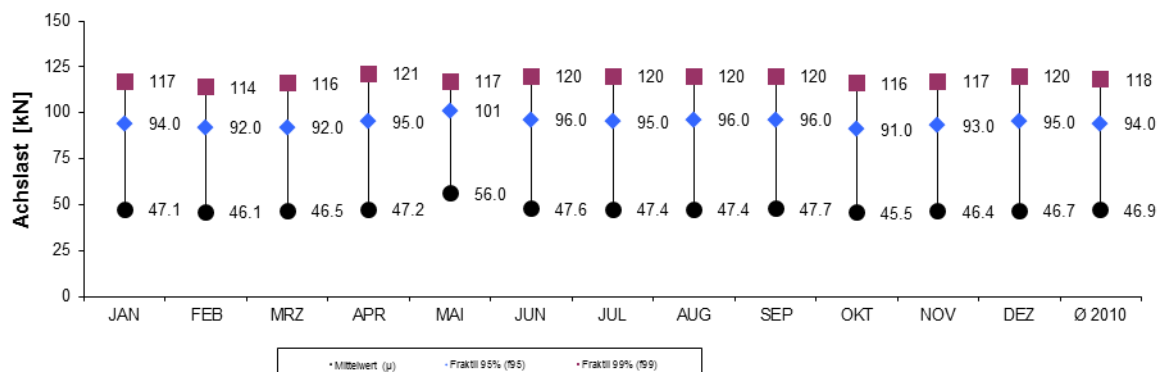
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

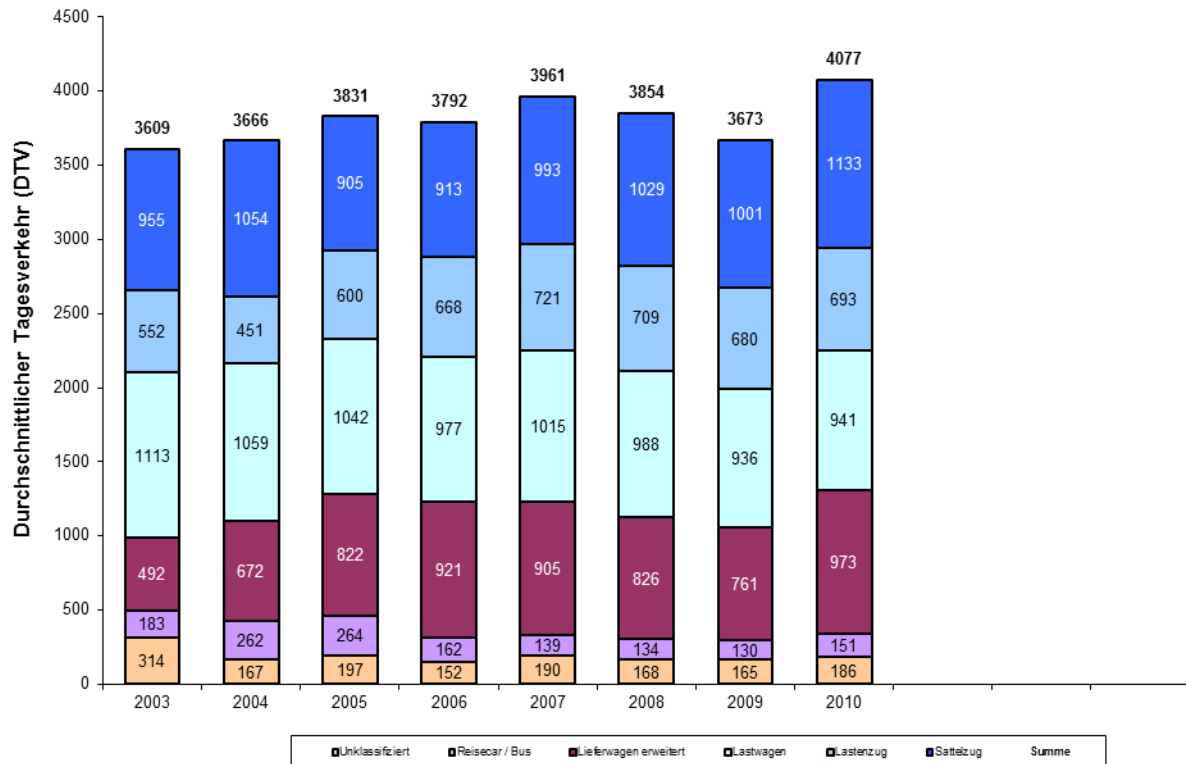


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

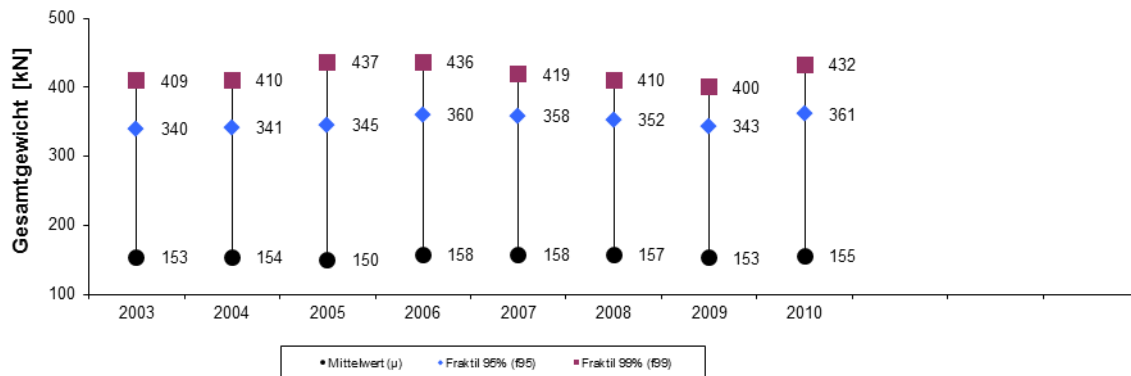


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

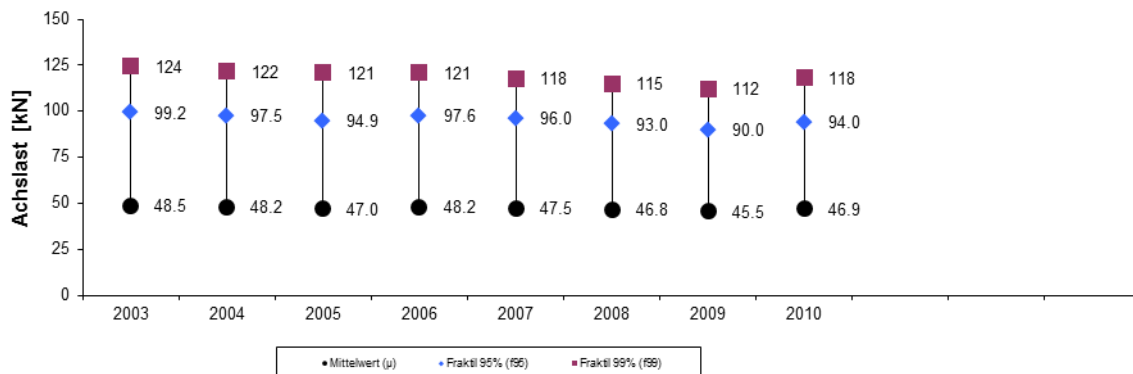
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.8.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	47.2	47.2	93.7	118.1
Tandemachse	92.2	46.1	93.1	110.9
Tridemachse	126.8	42.3	83.0	92.7
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 47.2 kN, respektive 46.1 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 42.3 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. 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	13.2 kN/m	27.3 kN/m	38.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.77 kN/m ²	7.80 kN/m ²	10.97 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.

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	60'653	30	0.000	2'510	0	0.000	1	0
2	0.006	659'722	3'958	0.001	23'261	16	0.000	56	0
3	0.020	408'636	8'173	0.003	21'354	64	0.001	1'084	1
4	0.070	310'755	21'753	0.008	22'429	179	0.002	5'668	11
5	0.150	347'613	52'142	0.020	35'923	718	0.005	14'961	75
6	0.290	484'125	140'396	0.030	41'673	1'250	0.010	21'499	215
7	0.530	438'672	232'496	0.060	39'548	2'373	0.020	11'006	220
8	1.000	238'864	238'864	0.100	34'292	3'429	0.030	8'201	246
9	1.520	119'605	181'800	0.140	31'708	4'439	0.040	8'849	354
10	2.400	78'217	187'721	0.200	27'964	5'593	0.060	5'499	330
11	3.660	51'803	189'599	0.280	26'181	7'331	0.080	5'043	403
12	5.400	31'518	170'197	0.400	24'680	9'872	0.110	6'067	667
13	7.760	15'003	116'423	0.540	23'524	12'703	0.140	3'981	557
14	10.870	6'049	65'753	0.730	21'775	15'896	0.190	3'993	759
15	14.910	2'079	30'998	0.960	18'128	17'403	0.240	5'149	1'236
16	20.060	611	12'257	1.260	14'736	18'567	0.300	3'951	1'185
17	26.540	200	5'308	1.630	12'048	19'638	0.380	3'989	1'516
18	34.590	209	7'229	2.080	9'789	20'361	0.480	5'739	2'755
19	-	-	-	2.640	8'242	21'759	0.590	4'406	2'600
20	-	-	-	3.300	6'529	21'546	0.720	5'001	3'601
21	-	-	-	4.090	4'647	19'006	0.880	7'048	6'202
22	-	-	-	5.030	6'553	32'962	1.060	5'675	6'016
23	-	-	-	-	-	-	1.270	5'819	7'390
24	-	-	-	-	-	-	1.520	7'089	10'775
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'739	6'768
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'723	5'827
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'339	5'871
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'127	3'313
29	-	-	-	-	-	-	3.430	671	2'302
30	-	-	-	-	-	-	3.980	347	1'381
Summe		3'254'334	1'665'097		457'494	235'106		160'720	72'576

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'665'097 + 235'106 + 72'576 = 1'972'779 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'972'779 = 887'750 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 887'750 / 365 = 2'432 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2010 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer schwachen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 2.4.1a). Im Juni und September ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4'569 und 4'568 Fahrzeugen. In den Monaten Dezember und Januar ist ein Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.7%. Die Kategorie „Lastwagen“ weist einen Anteil von 23.1% auf. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.6% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2).

Die durchschnittlichen Gesamtgewichte und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge bleiben mit Ausnahme im Mai über die zwölf Monate hinweg relativ konstant (s. Diagramme 2.4.1 b und c). Im Mai sind sowohl der Mittelwert als auch das 95% Fraktil des Gesamtgewichts deutlich höher als in den anderen Monaten. Dies ist auf ein vermehrtes Aufkommen von Sattelzügen in diesem Monat zurück zu führen. Zwischen April und September sind die Werte generell etwas höher als in den Wintermonaten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2009 passierten durchschnittlich pro Tag 4'077 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 3'673 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 10.9%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 2.4.2a). Die Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ nimmt am meisten zu, der DTV steigt von 761 auf 973 Fahrzeuge (+27.9%).

Das mittlere Gesamtgewicht nimmt im Vergleich zum Vorjahr um 1.3% von 153 auf 155 kN zu. Die Fraktilwerte 95% und 99% nehmen um 5.2% von 343 auf 361 kN, respektive um 8.0% von 400 auf 432 kN zu (s. Diagramm 2.4.2b).

Die mittlere Achslast nimmt von 45.5 auf 46.9 kN zu (+3.4%) und erreicht somit wieder fast den Wert von 2008 (47.0 kN). Der Fraktilwert 95% erhöht sich von 90.0 auf 94.0 kN (+4.4%) und der Fraktilwert 99% von 112 auf 118 kN (+5.4%) (s. Diagramm 2.4.2c).

Die deutliche Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast im Vergleich zum Vorjahr wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 2.5.2): Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt an von 1'871 auf 2'432 ESAL (+30%), ist aber weiterhin der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zuzuordnen.

Achtjährige Entwicklung des Schwerverkehrs

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat zwischen 2003 und 2010 von 3'609 auf 4'077 Fahrzeuge pro Tag zugenommen, dies entspricht einem Mehrverkehr von 13%. Bis 2007 wächst der Schwerverkehr um 10%, danach nimmt er um 7.3% bis 2009 ab und überschreitet den Wert von 2007 im Jahr 2010 wieder um 2.9%.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs hat sich zwischen 2003 und 2010 leicht verändert. Der Anteil der Fahrzeugkategorien „Lieferwagen erweitert“ und „Sattelzug“ hat zugenommen, während der Anteil der Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ deutlich zurückgegangen ist.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs ist 2010 mit 155 kN so hoch wie der Durchschnitt von 2003-2010. Die Fraktile 95% und 99% weisen nach einem Rückgang zwischen 2006 und 2009 im Jahr 2010 wieder höhere Werte auf.

Die Achslasten nehmen zwischen 2003 und 2009 um 5.2% (Mittelwert) respektive 9.3% („Fraktile 95%-Wert“) kontinuierlich ab, 2010 liegt der Mittelwert wieder auf dem Niveau von 2008 und der „Fraktile 95%-Wert“ liegt sogar um 1.0% höher als 2008.

3 Monte Ceneri (A2)

3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

3.2 Übersicht Messresultate

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

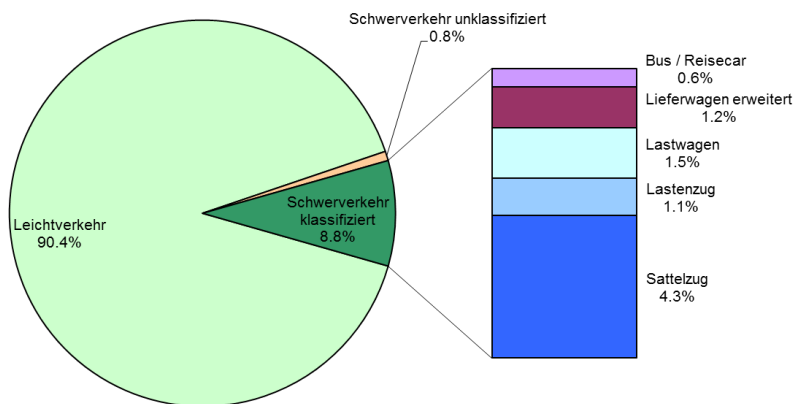
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	16'671'010	45'674	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	15'070'499	41'289	90.4	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'600'511	4'385	9.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	131'362	360	0.8	8.2
01 Bus / Reisekar	94'670	259	0.6	5.9
02 Motorrad	1'355	4	0.0	0.1
03 Personenwagen	39'502	108	0.2	2.5
04 Personenwagen mit Anh.	8'536	23	0.1	0.5
05 Lieferwagen	93'025	255	0.6	5.8
06 Lieferwagen mit Anh.	38'465	105	0.2	2.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	24'388	67	0.1	1.5
08 Lastwagen	256'635	703	1.5	16.0
09 Lastenzug	189'341	519	1.1	11.8
10 Sattelzug	723'232	1'981	4.3	45.2
Total	1'600'511	4'385	9.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	239'526	656	1.5	15.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	389'080	1'066	2.4	25.8
Fahrzeuge 18 - 28t	413'429	1'133	2.6	27.4
Fahrzeuge 28 - 40t	401'899	1'101	2.5	26.7
Fahrzeuge >40t	62'719	172	0.4	4.2
Total	1'506'653	4'128	9.4	100.0

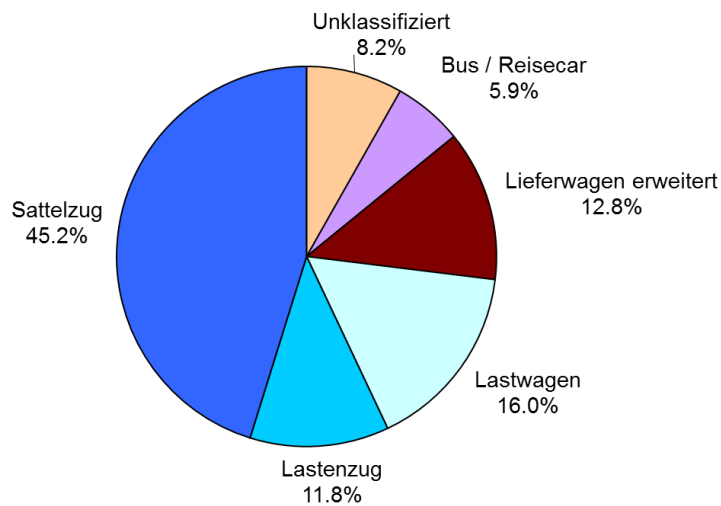
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

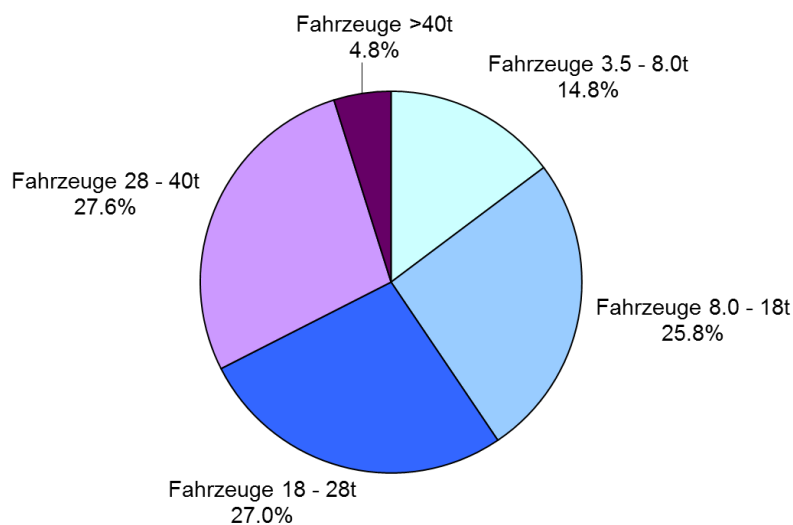
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 Messdiagramme

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2010 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 (GW_{TOT}) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 3.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 0).

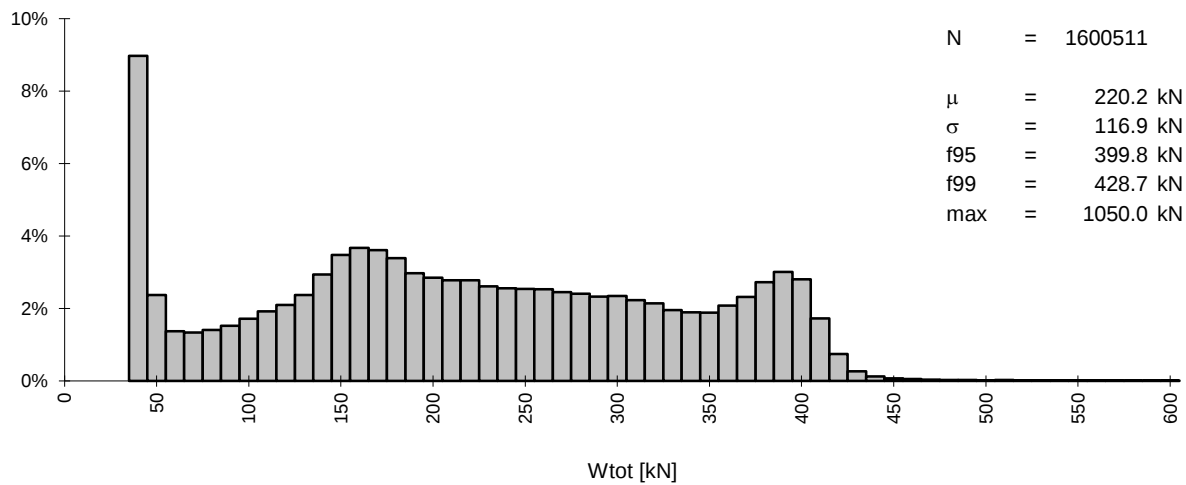
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

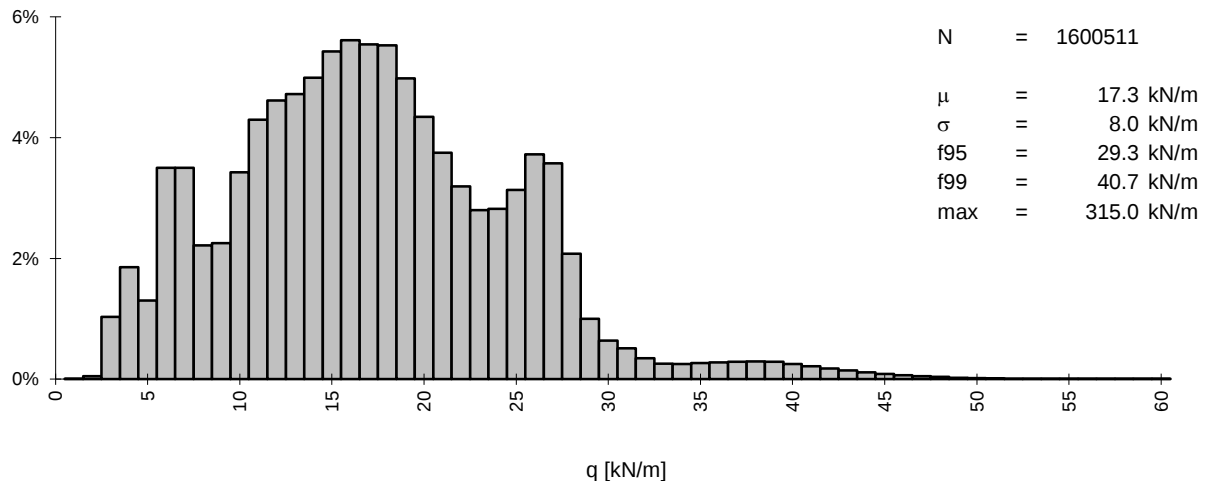
2010 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



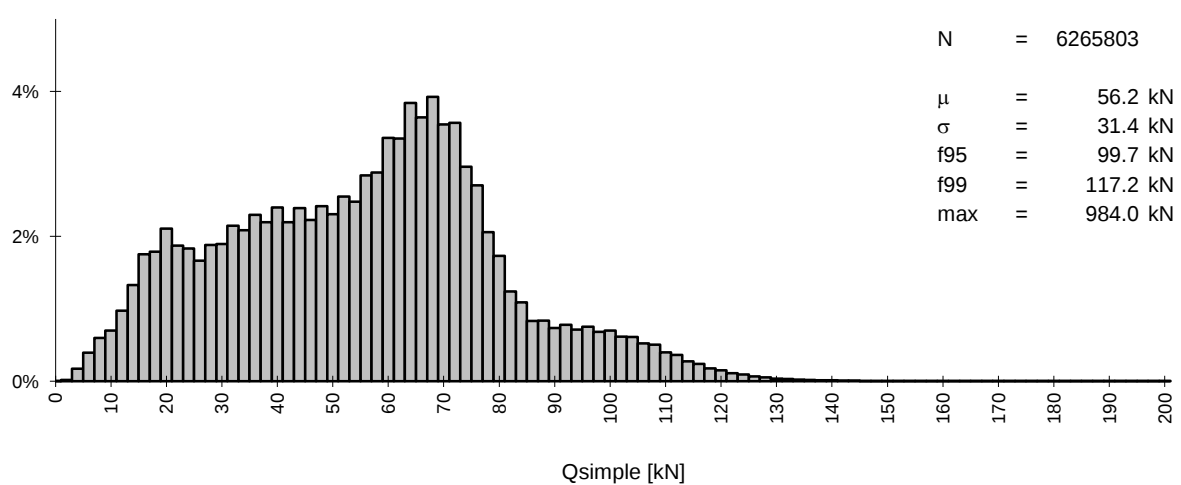
2010 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010 Ceneri

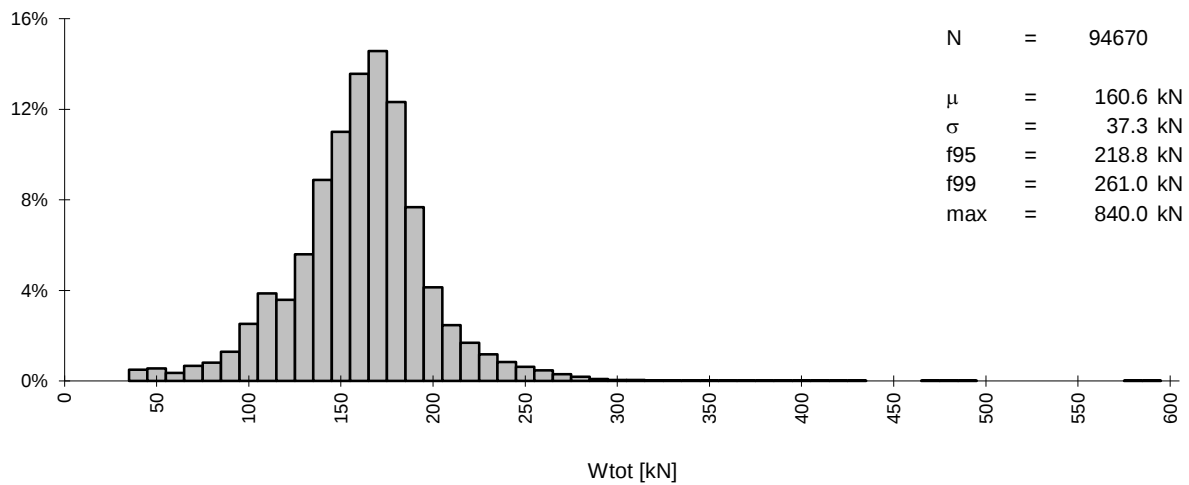
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

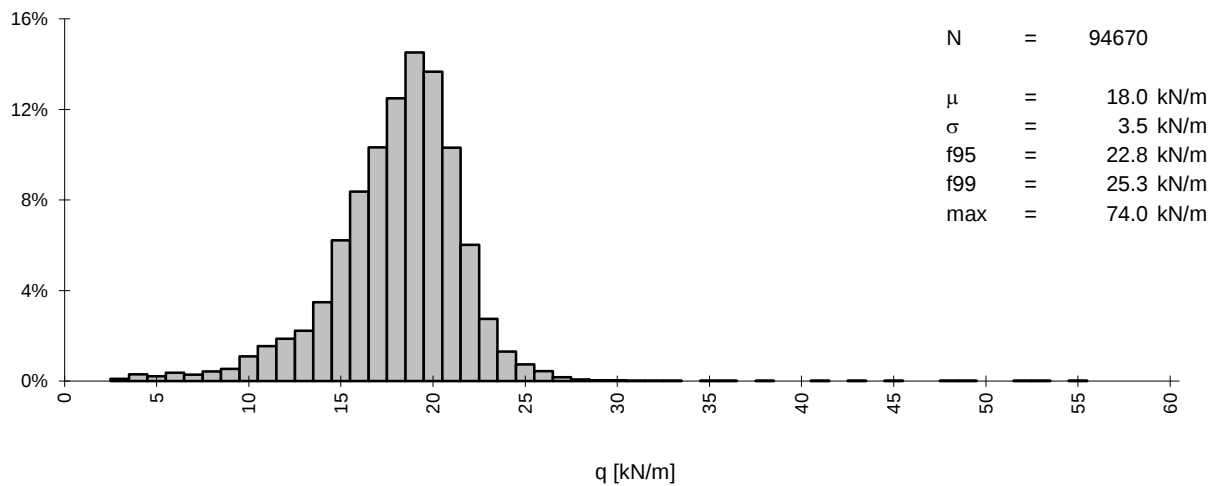
2010 Ceneri

Car / Bus / Gesamtgewicht



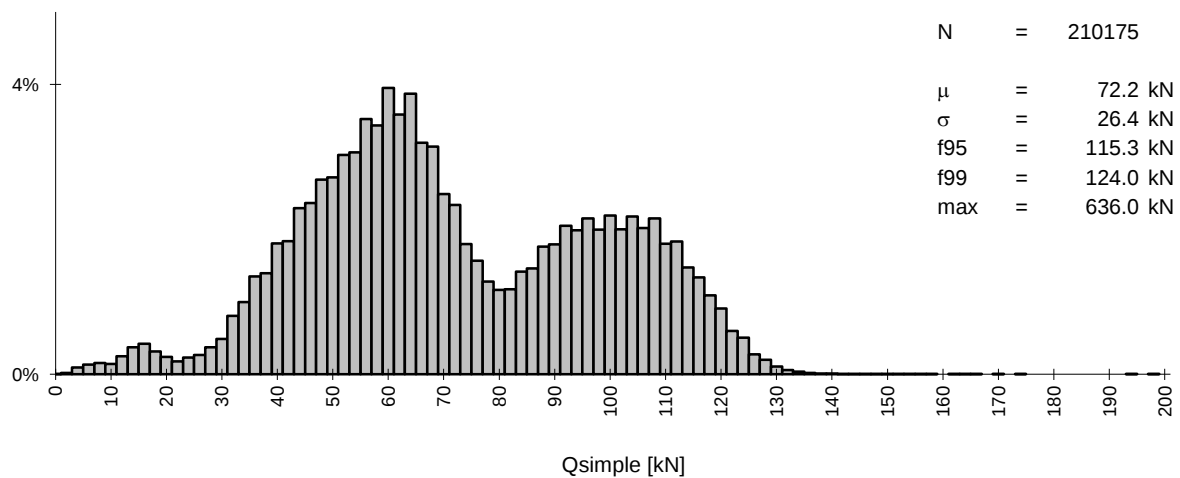
2010 Ceneri

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010 Ceneri

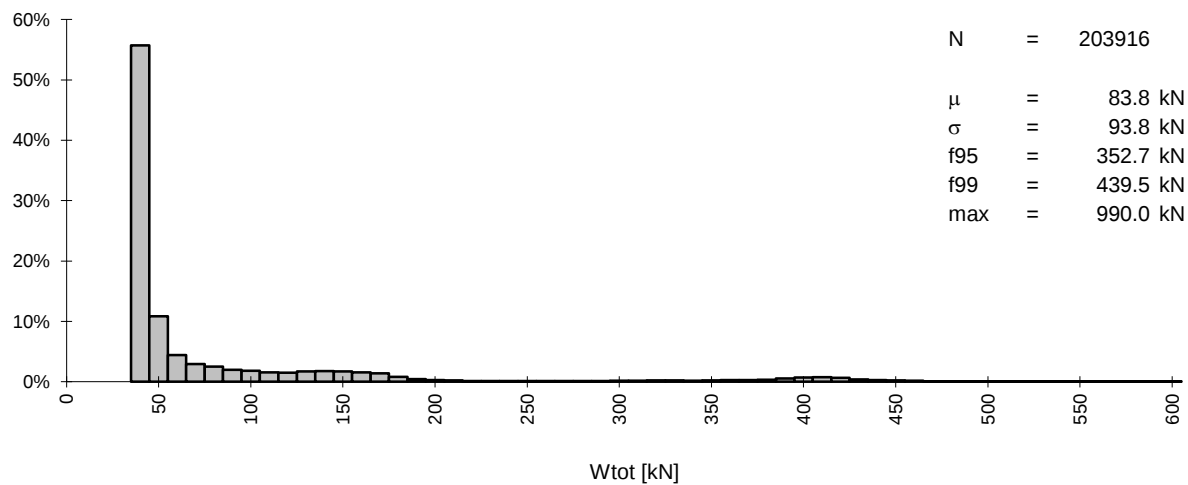
Car / Bus / alle Einzelachsen



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

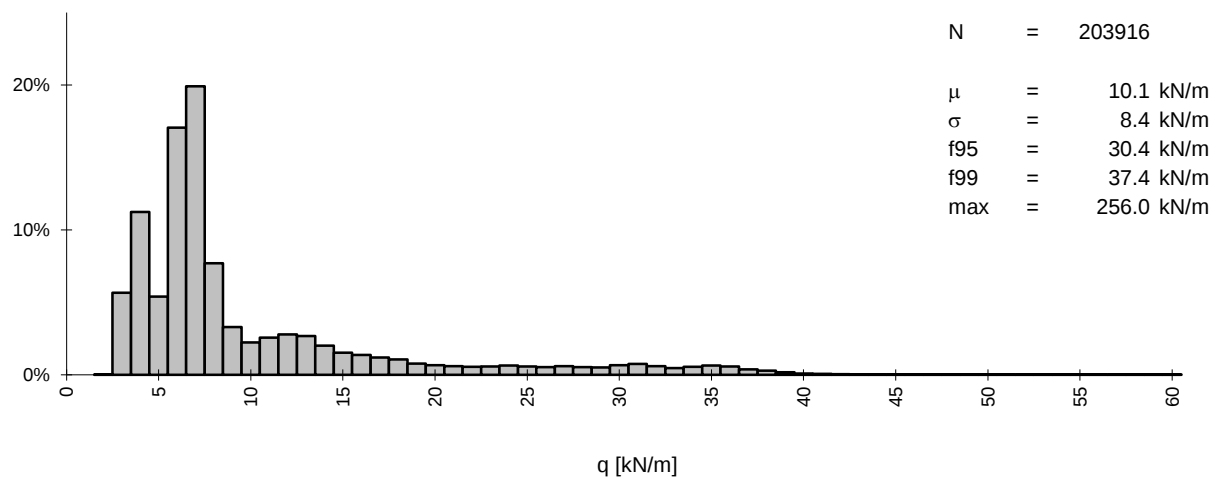
2010 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



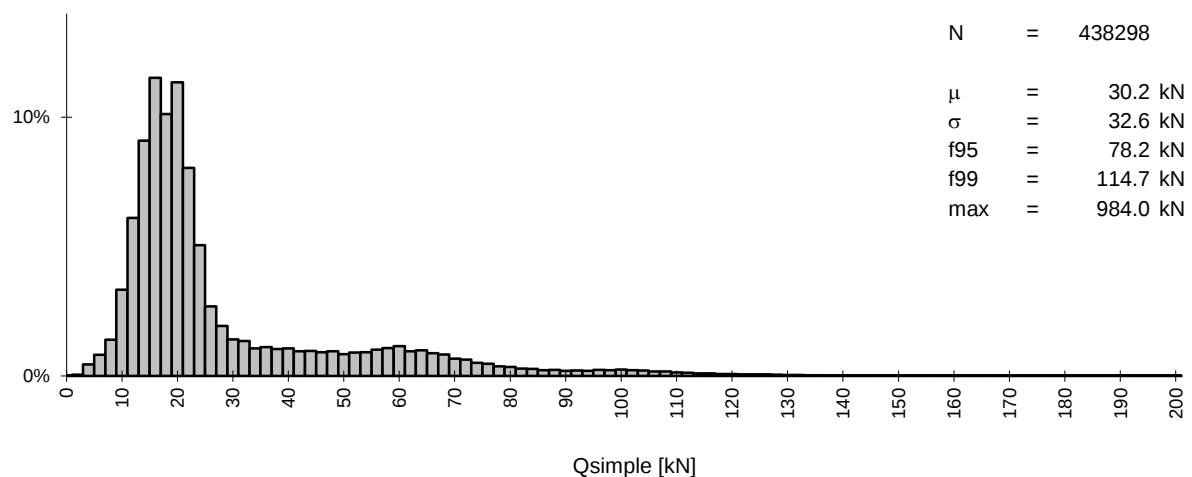
2010 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010 Ceneri

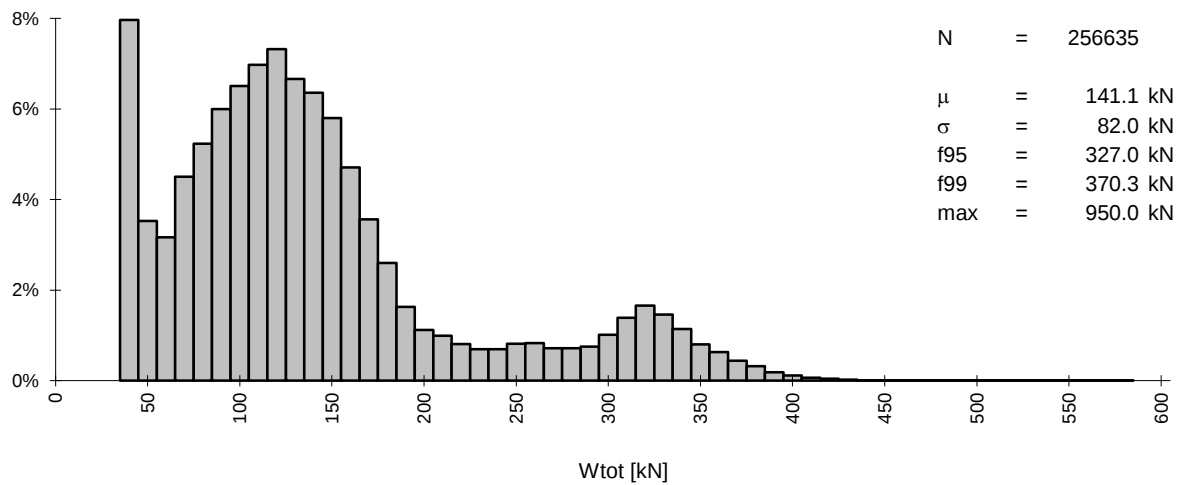
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

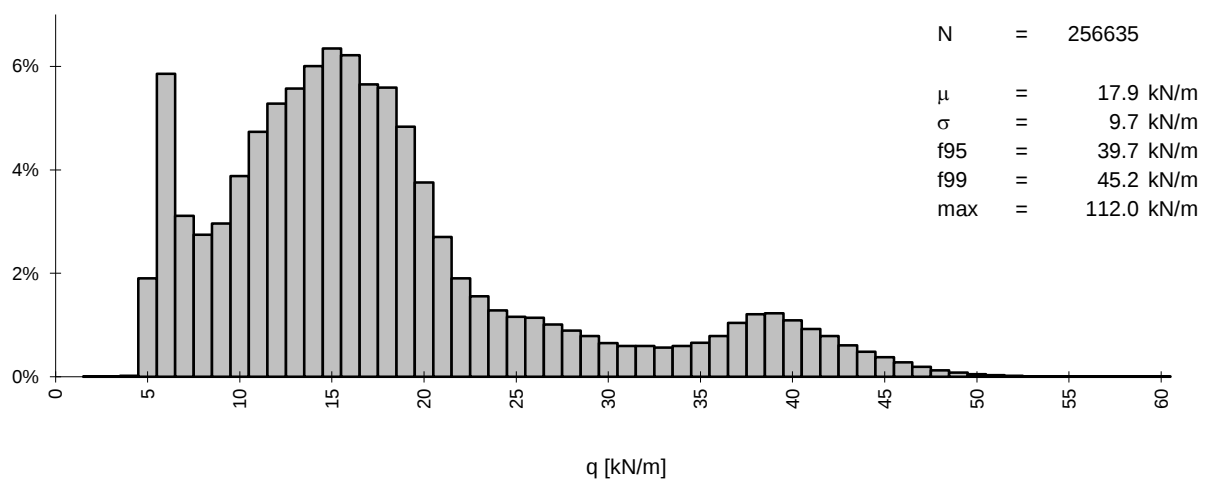
2010 Ceneri

Lastwagen / Gesamtgewicht



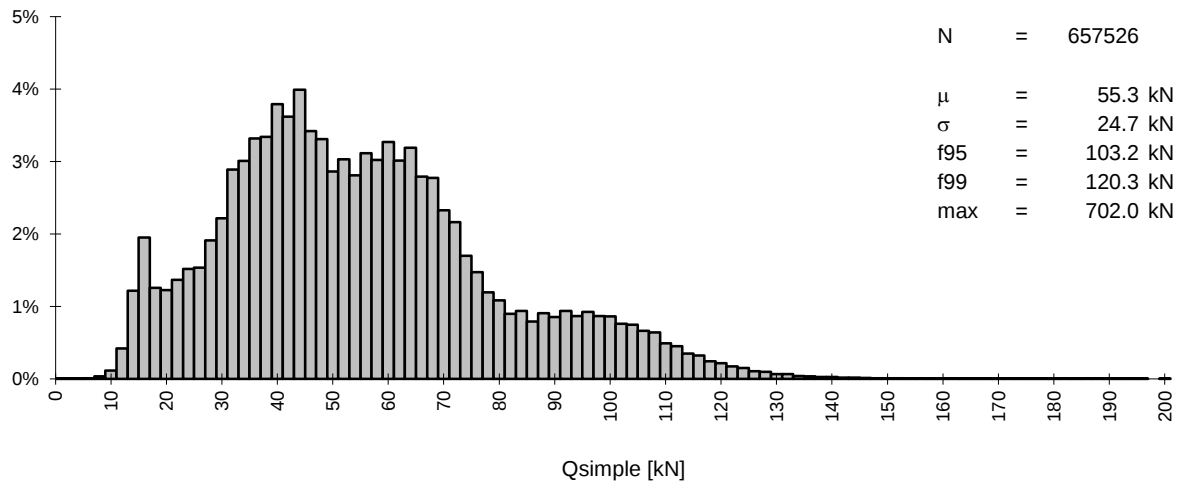
2010 Ceneri

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2010 Ceneri

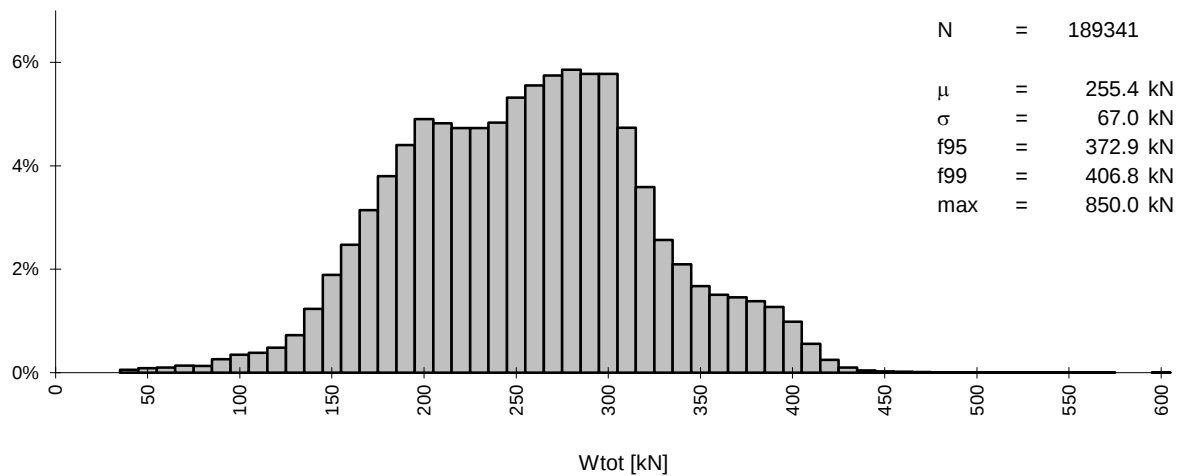
Lastwagen / alle Einzelachsen



3.3.6 Lastenzüge (LZ)

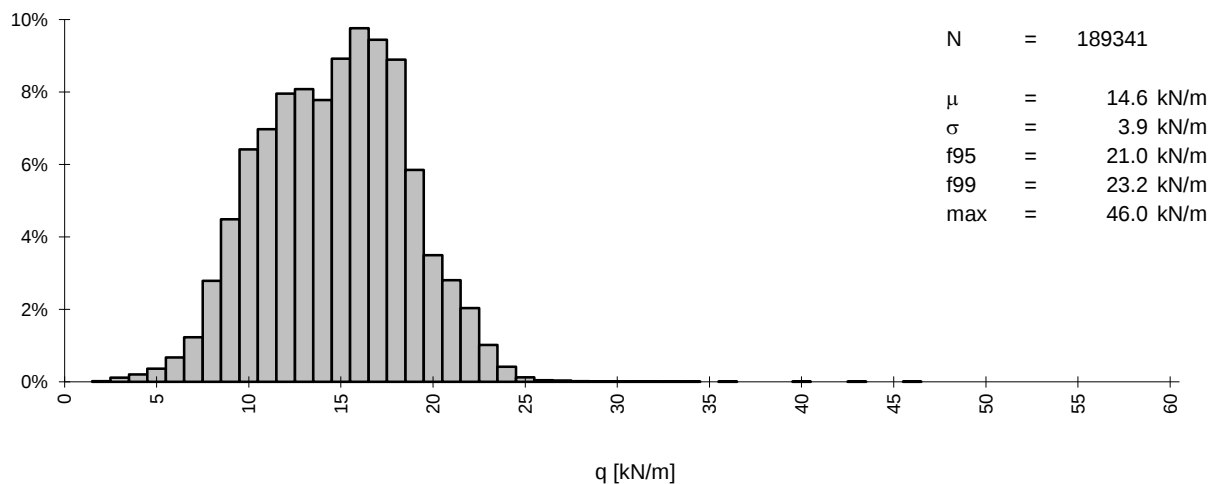
2010 Ceneri

Lastenzug / Gesamtgewicht



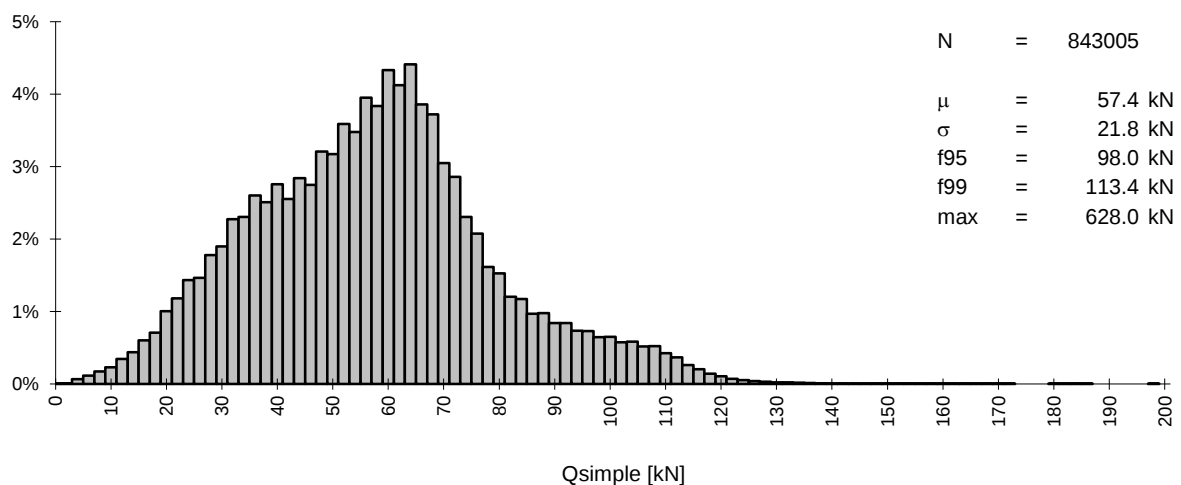
2010 Ceneri

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



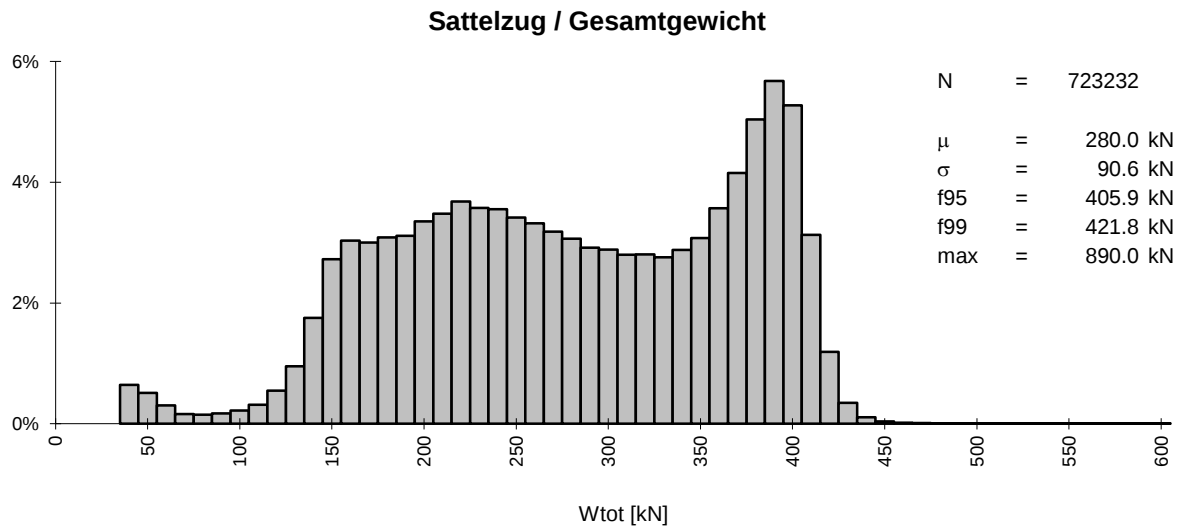
2010 Ceneri

Lastenzug / alle Einzelachsen

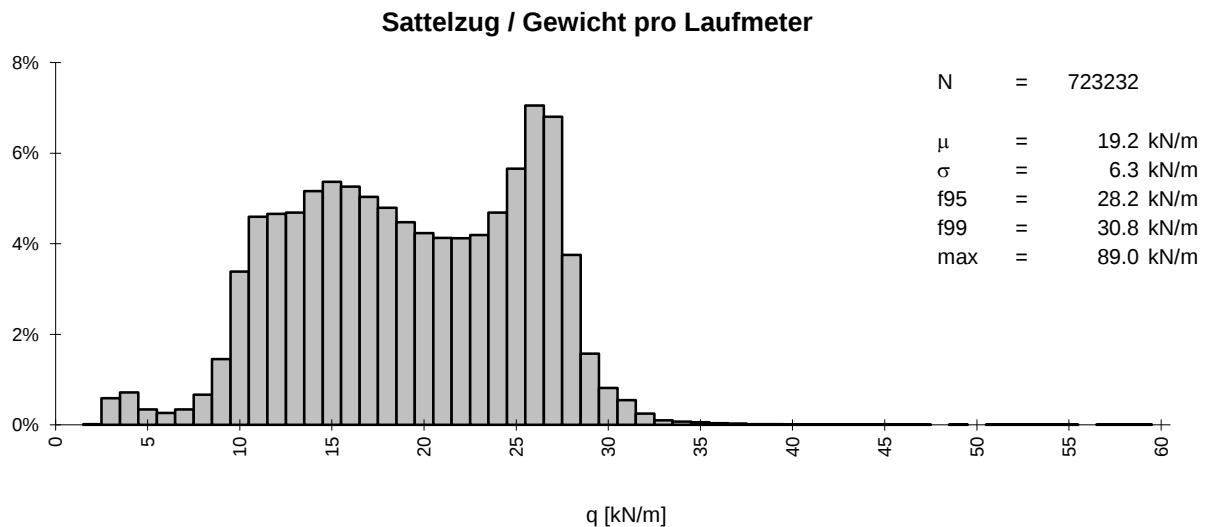


3.3.7 Sattelzüge (SZ)

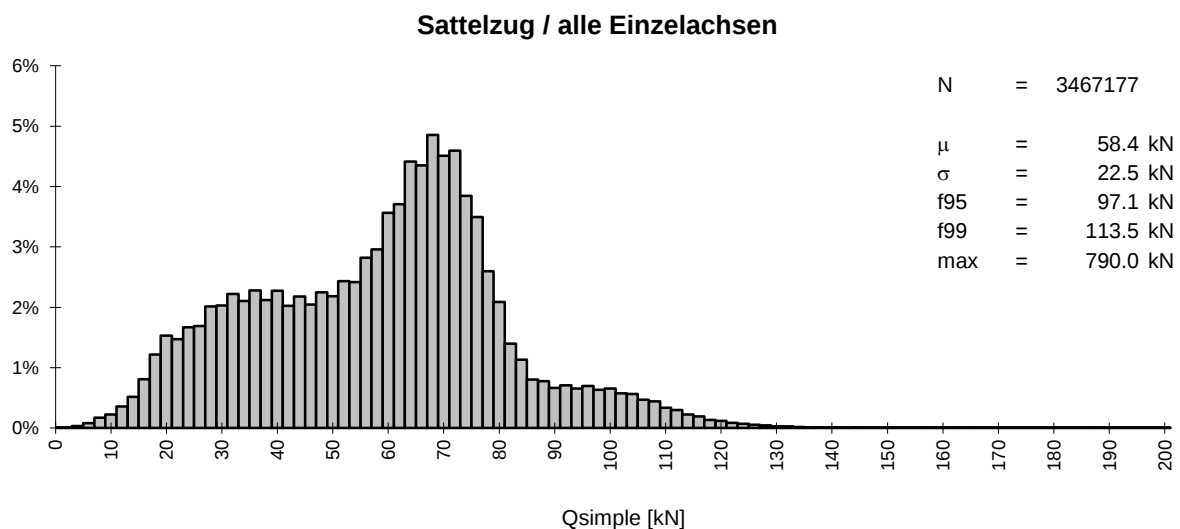
2010 Ceneri



2010 Ceneri



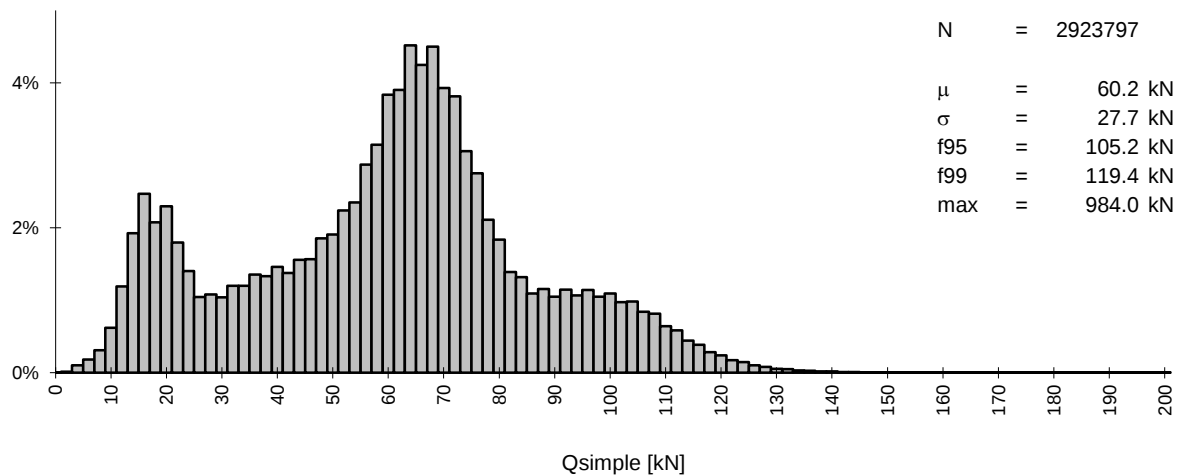
2010 Ceneri



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

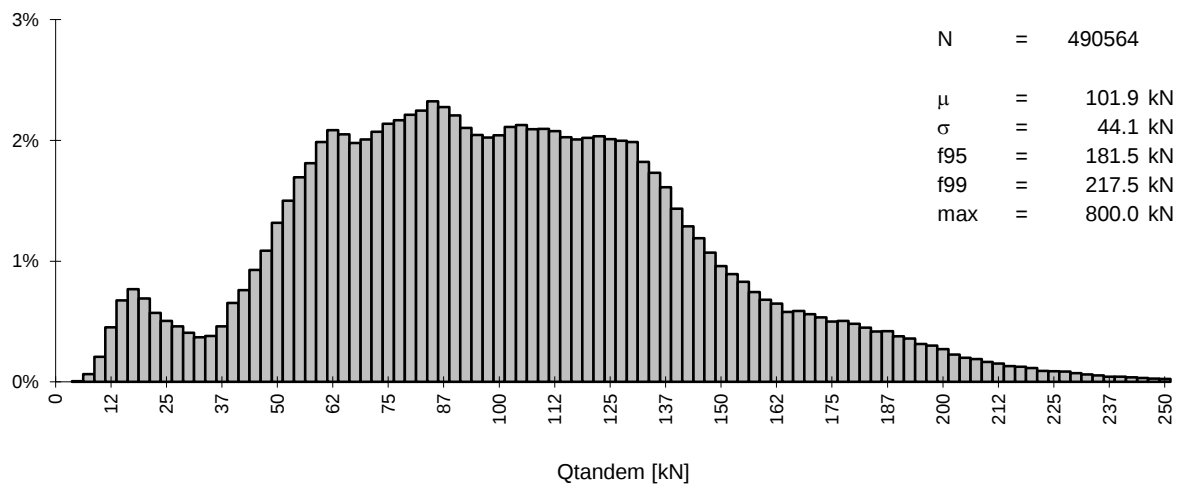
2010 Ceneri

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



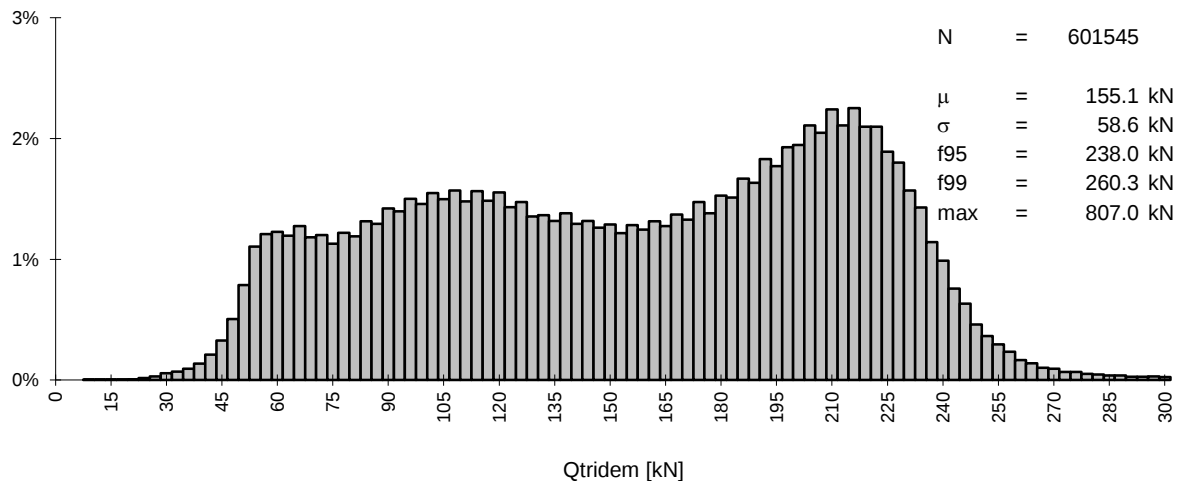
2010 Ceneri

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010 Ceneri

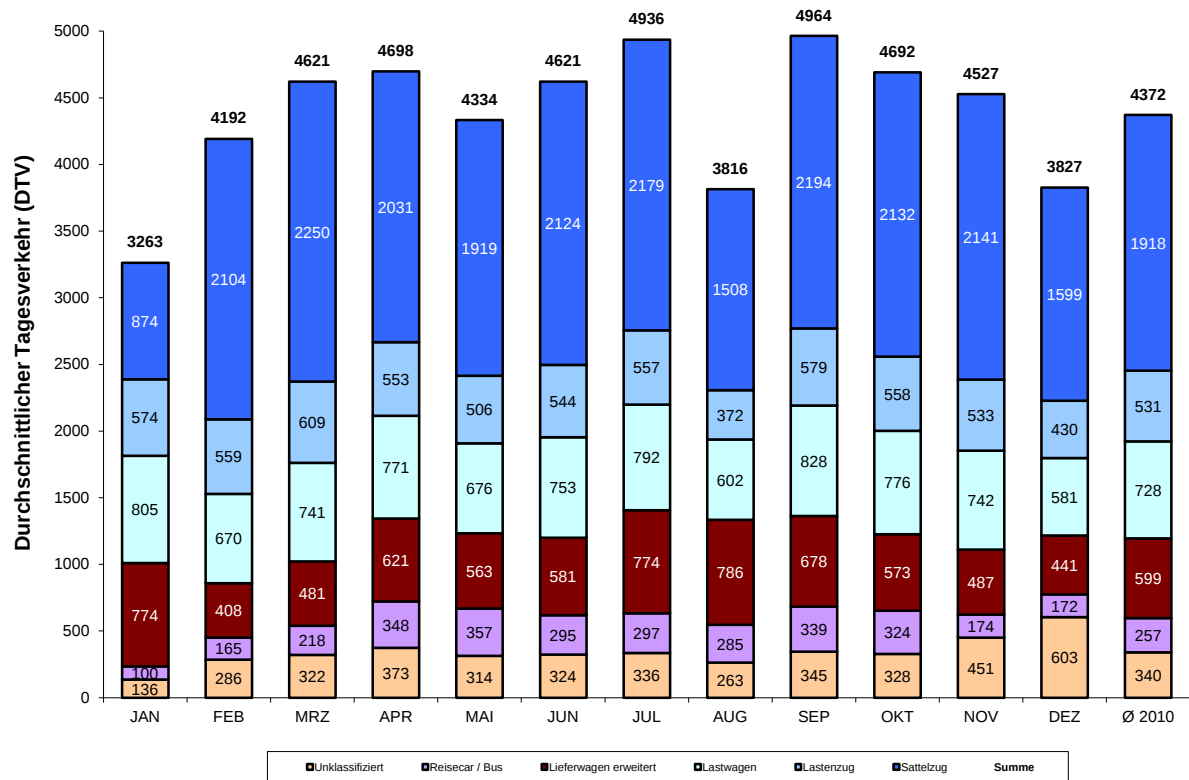
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



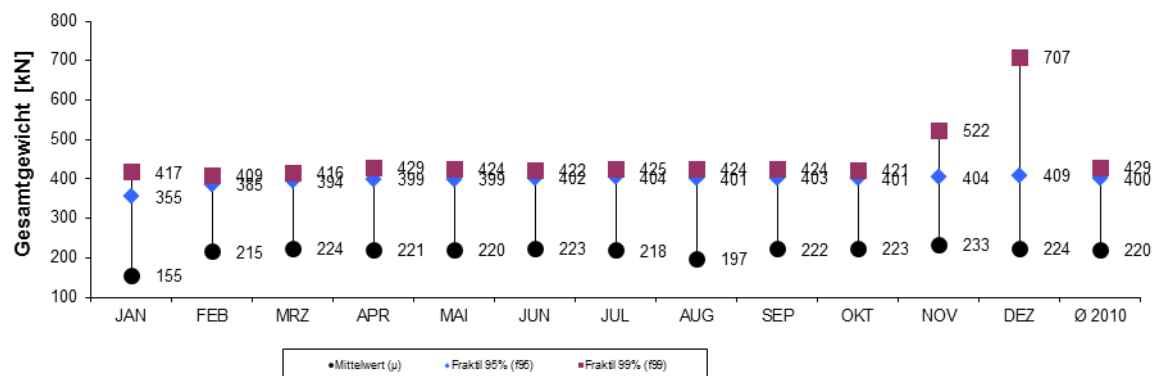
3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

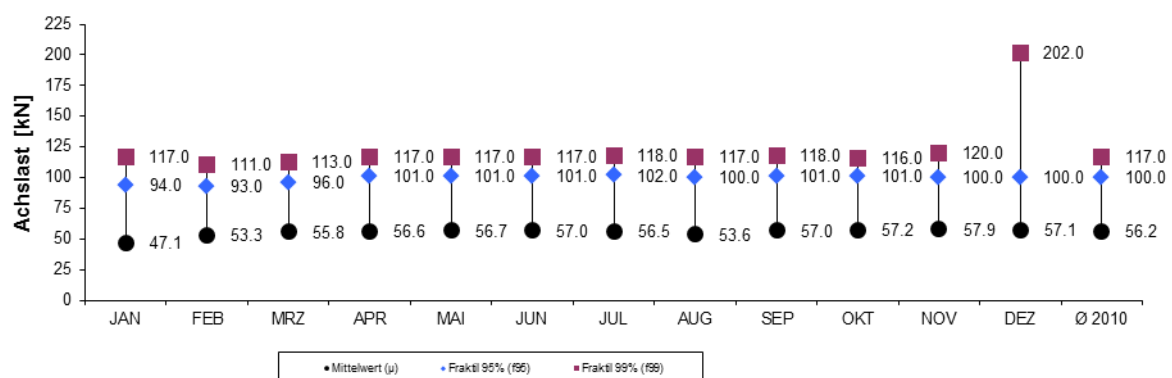
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

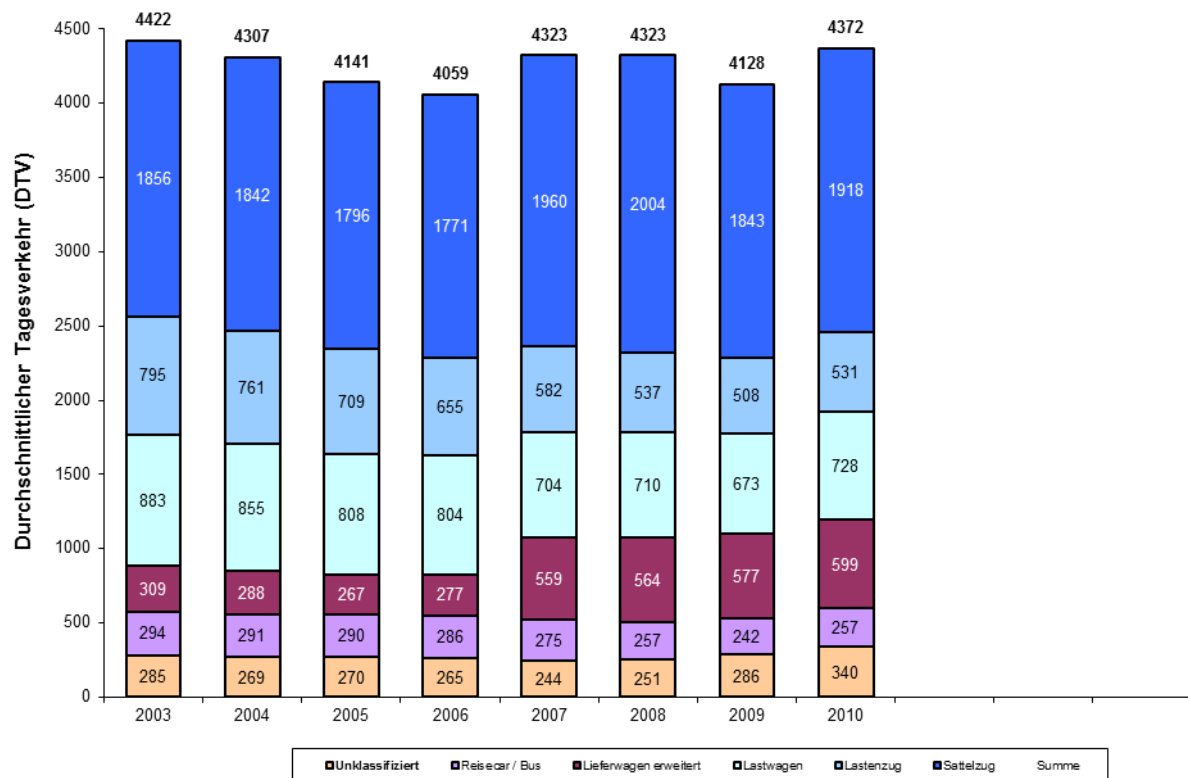


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

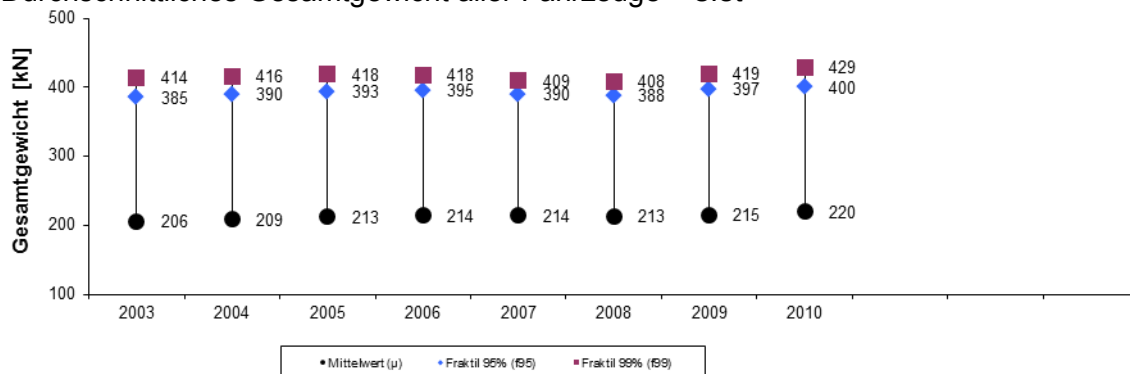


3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

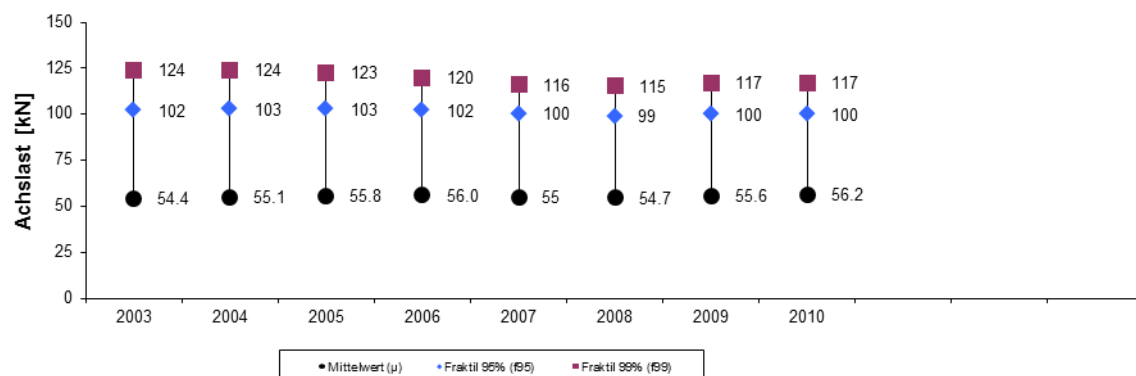
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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	60.20	60.20	105.2	119.4
Tandemachse	101.9	50.95	90.75	108.8
Tridemachse	155.1	51.70	79.33	86.77
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 60.20 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.95 kN, respektive 51.70 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. 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	17.3 kN/m	29.3 kN/m	40.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.94 kN/m ²	8.37 kN/m ²	11.63 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.

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 Achsentyphen sind in den Diagrammen des Abschnitts 3.3.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	35'844	18	0.000	1'359	0	0.000	2	0
2	0.006	291'231	1'747	0.001	12'677	9	0.000	12	0
3	0.020	186'175	3'724	0.003	9'529	29	0.001	637	1
4	0.070	191'498	13'405	0.008	9'137	73	0.002	1'798	4
5	0.150	241'774	36'266	0.020	20'070	401	0.005	6'259	31
6	0.290	422'407	122'498	0.030	34'301	1'029	0.010	26'032	260
7	0.530	617'074	327'049	0.060	39'848	2'391	0.020	21'976	440
8	1.000	396'912	396'912	0.100	42'136	4'214	0.030	21'343	640
9	1.520	175'704	267'070	0.140	44'419	6'219	0.040	31'406	1'256
10	2.400	160'753	385'807	0.200	40'300	8'060	0.060	26'187	1'571
11	3.660	124'464	455'538	0.280	41'331	11'573	0.080	27'776	2'222
12	5.400	56'600	305'640	0.400	39'891	15'956	0.110	36'593	4'025
13	7.760	16'256	126'147	0.540	39'381	21'266	0.140	25'630	3'588
14	10.870	4'316	46'915	0.730	32'374	23'633	0.190	24'442	4'644
15	14.910	1'112	16'580	0.960	22'115	21'230	0.240	31'051	7'452
16	20.060	320	6'419	1.260	15'440	19'454	0.300	22'514	6'754
17	26.540	145	3'848	1.630	11'652	18'993	0.380	23'824	9'053
18	34.590	213	7'368	2.080	9'911	20'615	0.480	34'354	16'490
19	-	-	-	2.640	8'170	21'569	0.590	28'961	17'087
20	-	-	-	3.300	6'116	20'183	0.720	33'271	23'955
21	-	-	-	4.090	3'825	15'644	0.880	50'195	44'172
22	-	-	-	5.030	5'779	29'068	1.060	38'854	41'185
23	-	-	-	-	-	-	1.270	34'831	44'235
24	-	-	-	-	-	-	1.520	30'868	46'919
25	-	-	-	-	-	-	1.810	11'128	20'142
26	-	-	-	-	-	-	2.140	5'386	11'526
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'995	7'517
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'106	3'252
29	-	-	-	-	-	-	3.430	714	2'449
30	-	-	-	-	-	-	3.980	640	2'547
Summe		2'922'798	2'522'951		489'761	261'609		600'785	323'419

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'522'951 + 261'609 + 323'419 = 2'848'987 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 2'848'987 = 1'282'344 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'282'344 / 365 = 3512 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2010 der Zählstelle Monte Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 3.4.1a). Im Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 4'933 Fahrzeugen pro Tag. In den Wintermonaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Verkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ von 45.2%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 4.8% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2).

Beim Gesamtgewicht fallen das deutliche Minimum des Mittelwerts im Januar und die Ausreisser des Fraktilwerts f99 im November und Dezember auf (s. Diagramm 3.4.1.b). Der tiefe Mittelwert ist auf den geringen Tagesverkehr im Januar zurückzuführen. Der hohe Fraktilwert deutet auf einen Messfehler hin. Diese Hypothese wird auch durch die erhöhte Anzahl von unklassifizierten Fahrzeugen im November und Dezember 2010 gestützt. Das durchschnittliche Gesamtgewicht ist im Januar mit einem Wert von 155 kN am tiefsten und liegt im November mit einem Wert von 233 kN am höchsten.

Bei den Achslasten treten ein deutliches Mittelwerts-Minimum im Januar und ein hoher Fraktil f99-Wert im Dezember auf. Wie beim Gesamtgewicht dürften auch diese Erscheinungen auf den geringen Tagesverkehr im Januar und einen Messfehler im Dezember zurückzuführen sein. Die mittleren Achsenlasten bleiben ansonsten durchs Jahr relativ konstant (s. Diagramm 3.4.1.c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2010 passierten durchschnittlich pro Tag 4372 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 4128 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Zunahme von 5.9%. Alle Fahrzeugkategorien nehmen zu, die Sattelzüge mit 75 zusätzlichen Fahrzeugen im Jahr 2010 verzeichnen dabei den grössten Zuwachs.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 3.4.2b) steigt von 215 kN auf 220 kN (+2.3%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen ebenfalls um 0.75% respektive um 2.4%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (Diagramm 3.4.2.c) steigt im Vergleich zum Vorjahr von 55.6 auf 56.2 kN (+0.1%). Die Fraktilwerte f95 und f99 der Achslast bleiben konstant auf den Werten des Vorjahres (100.0 resp. 117.0 kN).

Die mittlere Achslast und der durchschnittliche Tagesverkehr nehmen zu. Dass die äquivalente Verkehrslast trotzdem von 3'645 auf 3512 ESAL (-3.6%) abnimmt, ist auf eine erhöhte Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge 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 2010 fast wieder den Maximalwert von 2003 (-1.1%). Der Anteil der Fahrzeugkategorien „Lastwagen“ (20% auf 16.0%) und „Lastenzüge“ (18% auf 11.8%) ist rückläufig, derjenige von „Lieferwagen erweitert“ (7% auf 12.8%) und „Sattelzug“ (42% auf 45.5%) wächst.

Das durchschnittliche Gesamtgewicht des Schwerverkehrs hat zwischen 2003 und 2010 kontinuierlich um insgesamt 6.8% zugenommen. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte nehmen zwischen 2003 und 2010 um 3.9% / 3.6% zu, weisen jedoch 2007 und 2008 tiefe Werte auf.

Der Mittelwert der mittleren Achslast nimmt zwischen 2003 und 2010 um 0.3% zu. Die „Fraktil 95%“-Werte hingegen nehmen im Vergleich mit 2003 um 1.9%, die „Fraktil 99%“-Werte um 5.6% ab, bleiben aber auf den Werten des Vorjahres.

4 Gotthardtunnel (A2)

4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

4.2 Übersicht Messresultate

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

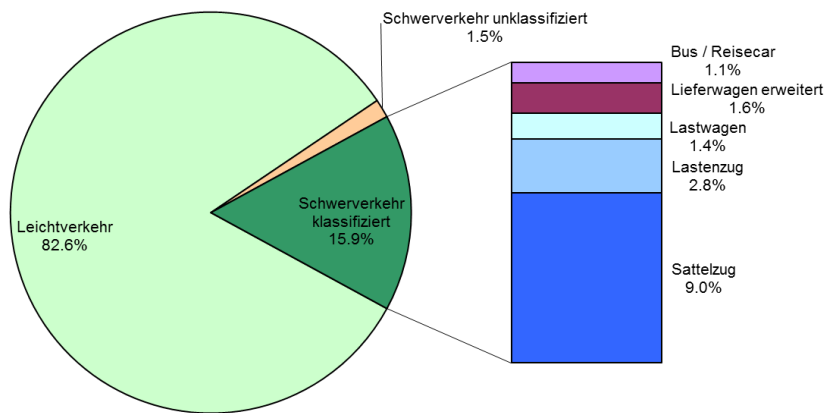
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	6'238'945	17'093	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	5'154'767	14'123	82.6	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'084'178	2'970	17.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	93'410	256	1.5	8.6
01 Bus / Reisecar	67'906	186	1.1	6.3
02 Motorrad	33	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'656	5	0.0	0.2
04 Personenwagen mit Anh.	14'611	40	0.2	1.3
05 Lieferwagen	36'646	100	0.6	3.4
06 Lieferwagen mit Anh.	33'474	92	0.5	3.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	13'678	37	0.2	1.3
08 Lastwagen	85'468	234	1.4	7.9
09 Lastenzug	177'383	486	2.8	16.4
10 Sattelzug	559'913	1'534	9.0	51.6
Total	1'084'178	2'970	17.4	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	136'260	373	2.2	12.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	190'403	522	3.1	17.6
Fahrzeuge 18 - 28t	329'821	904	5.3	30.4
Fahrzeuge 28 - 40t	370'734	1'016	5.9	34.2
Fahrzeuge > 40t	56'960	156	0.9	5.3
Total	1'084'178	2'970	17.4	100.0

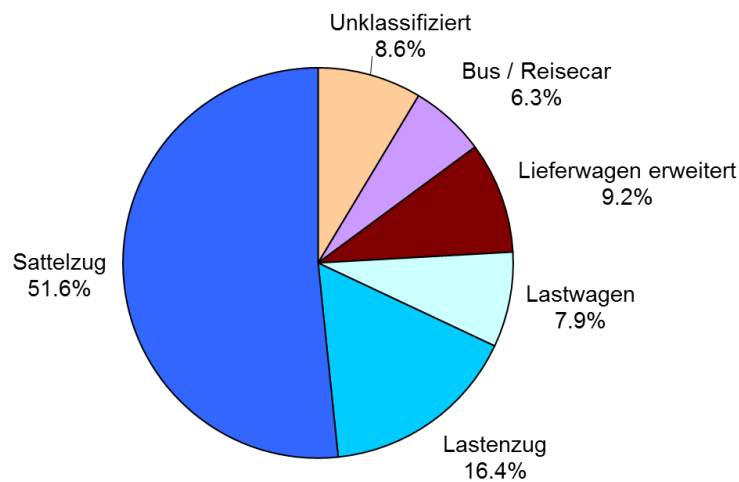
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

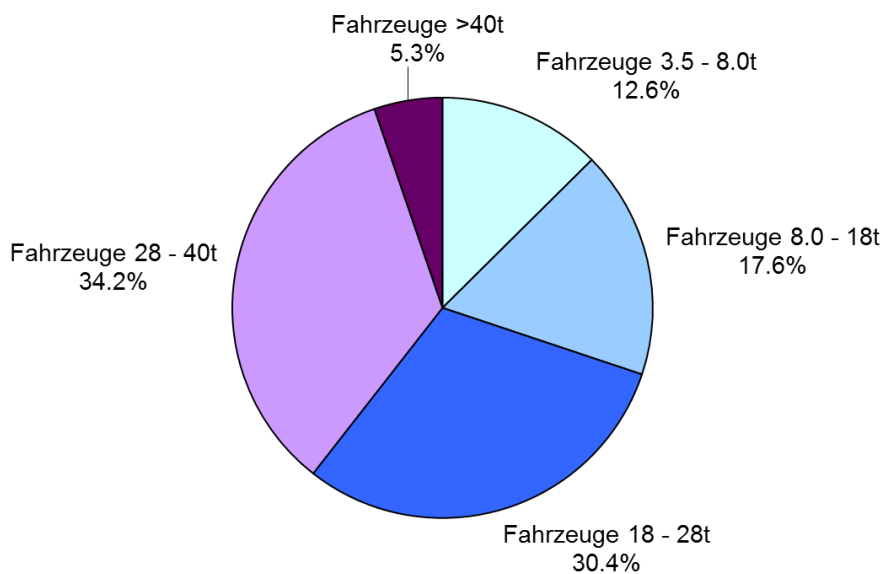
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 Messdiagramme

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2010 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 (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 4.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abs. 1.5).

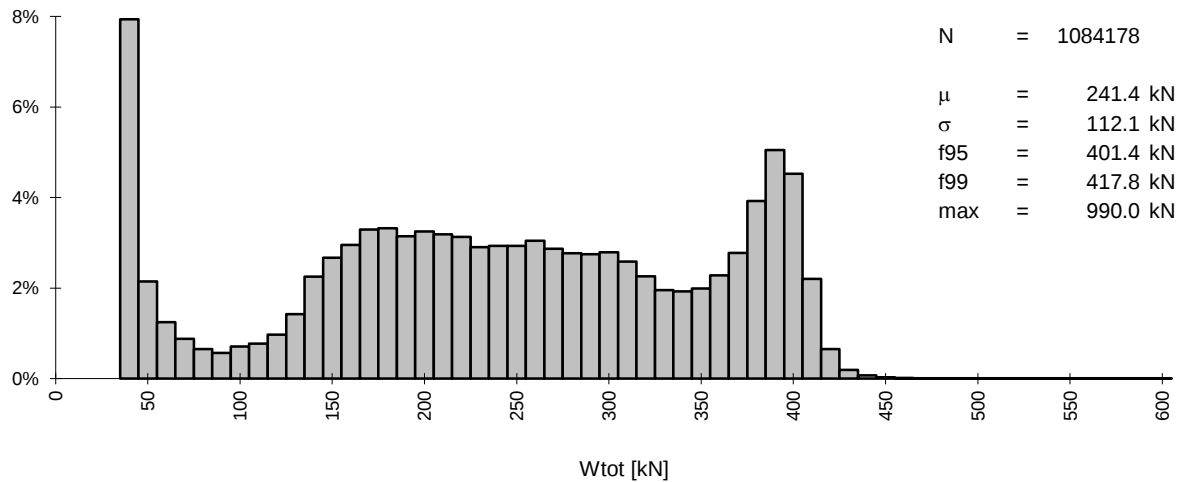
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

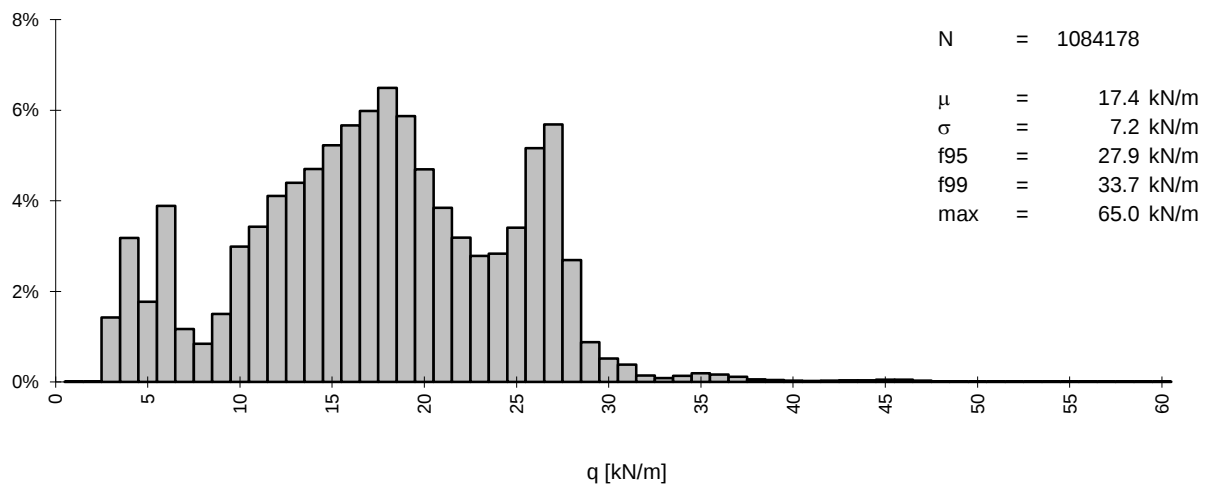
2010_Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



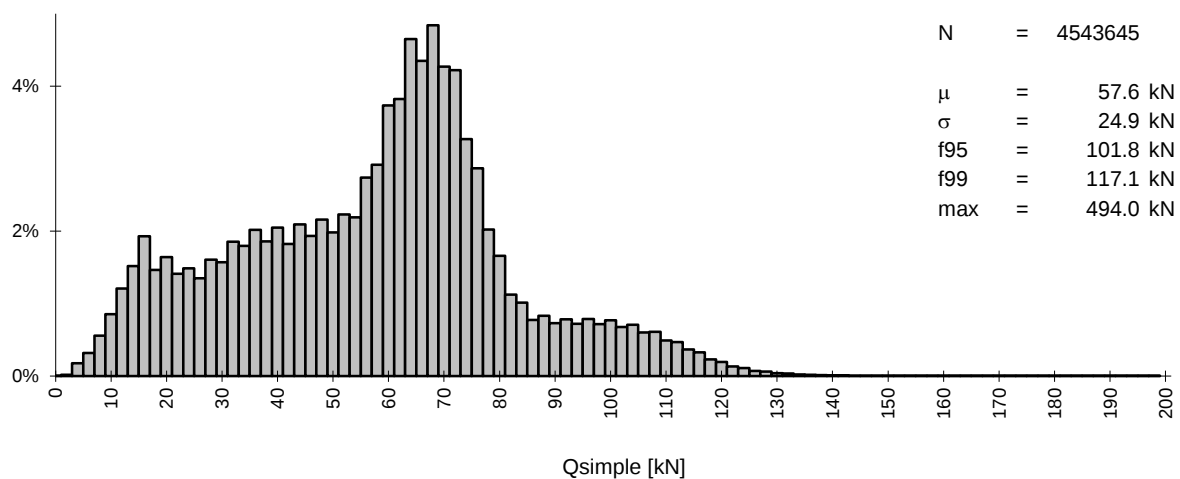
2010_Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

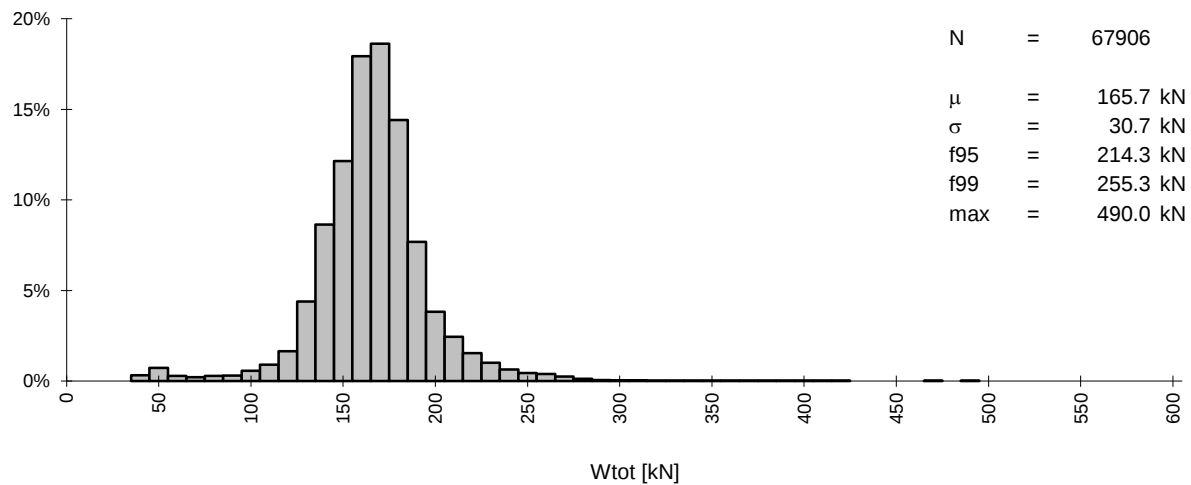
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

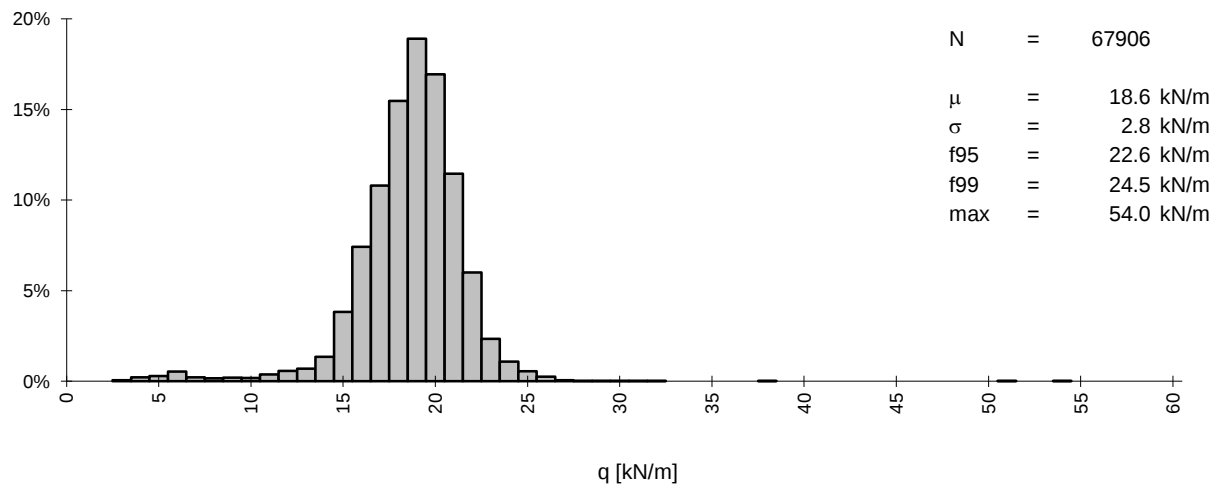
2010_Gotthard

Car / Bus / Gesamtgewicht



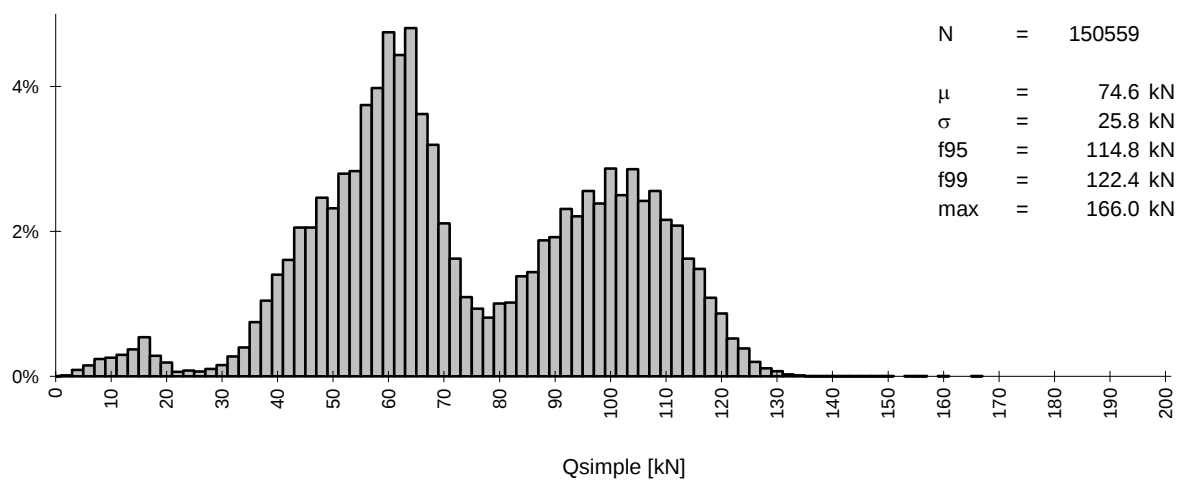
2010_Gotthard

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

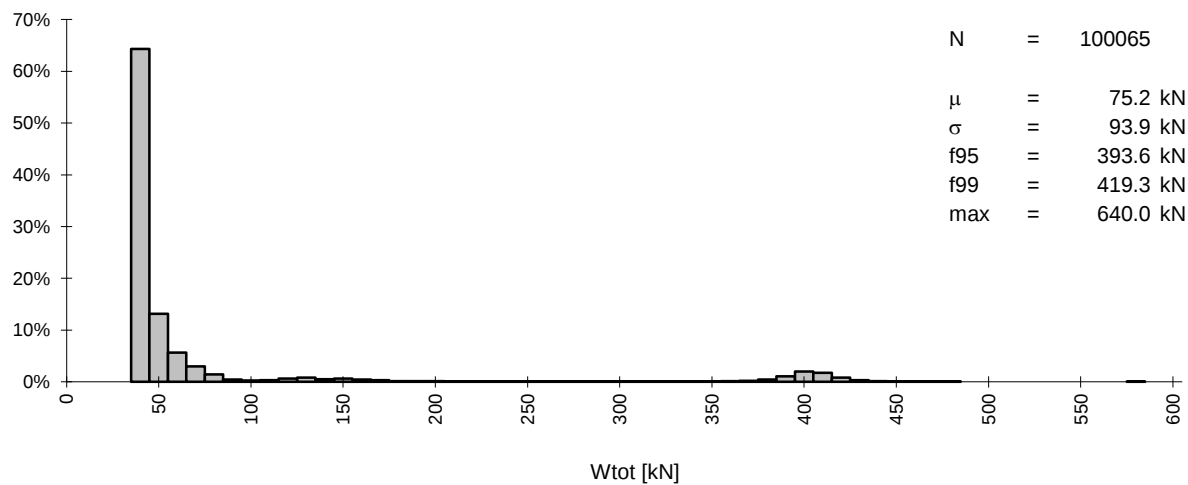
Car / Bus / alle Einzelachsen



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

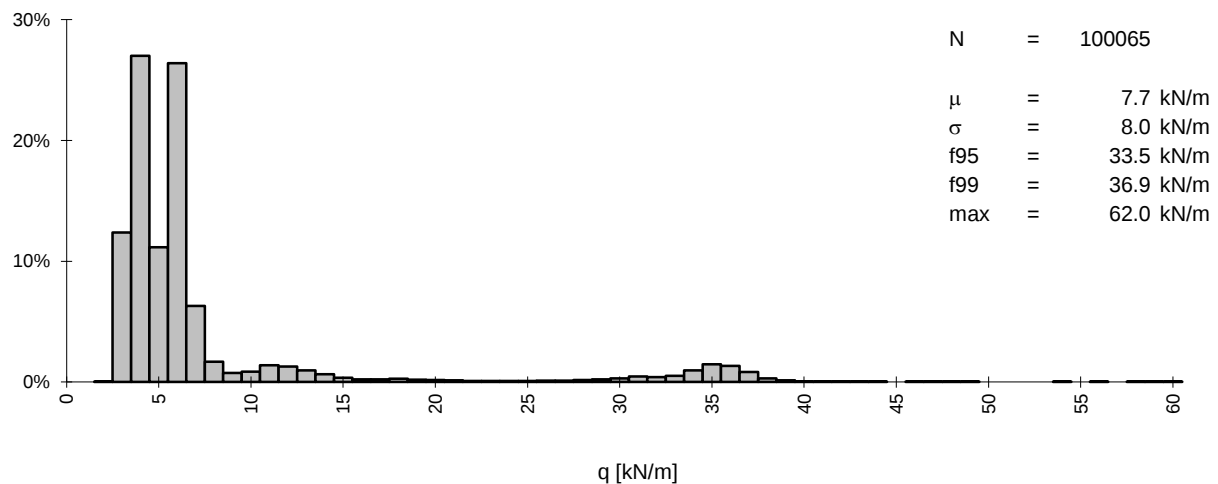
2010_Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



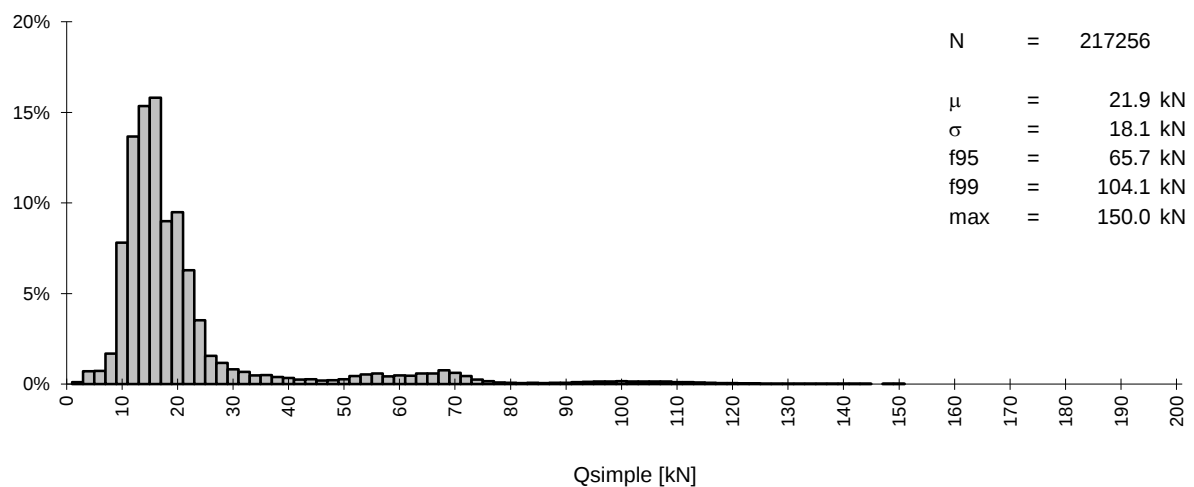
2010_Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

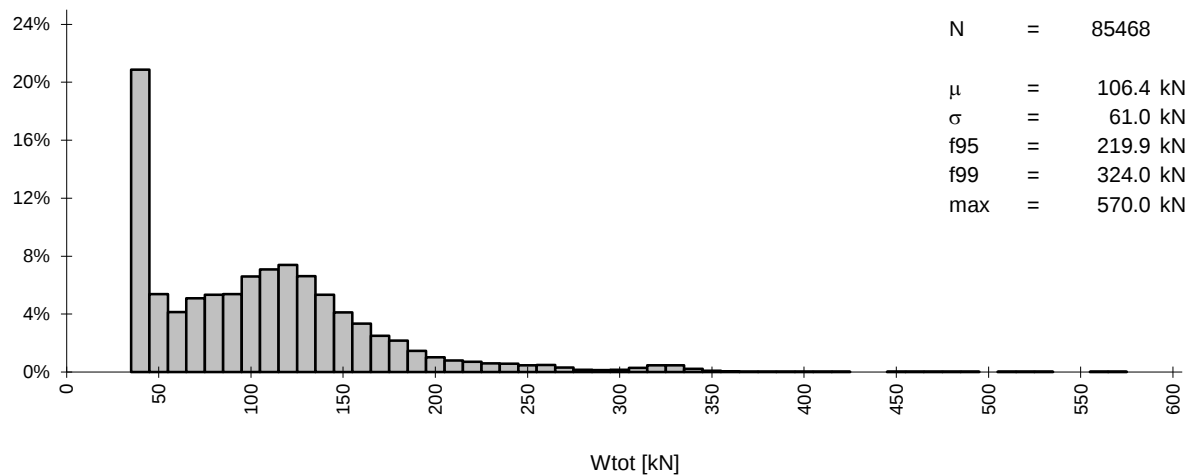
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

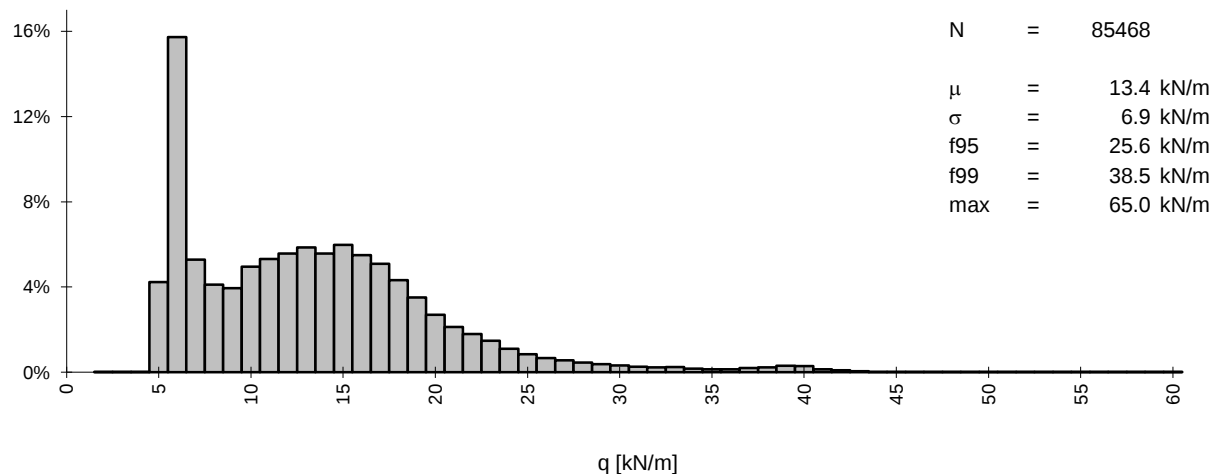
2010_Gotthard

Lastwagen / Gesamtgewicht



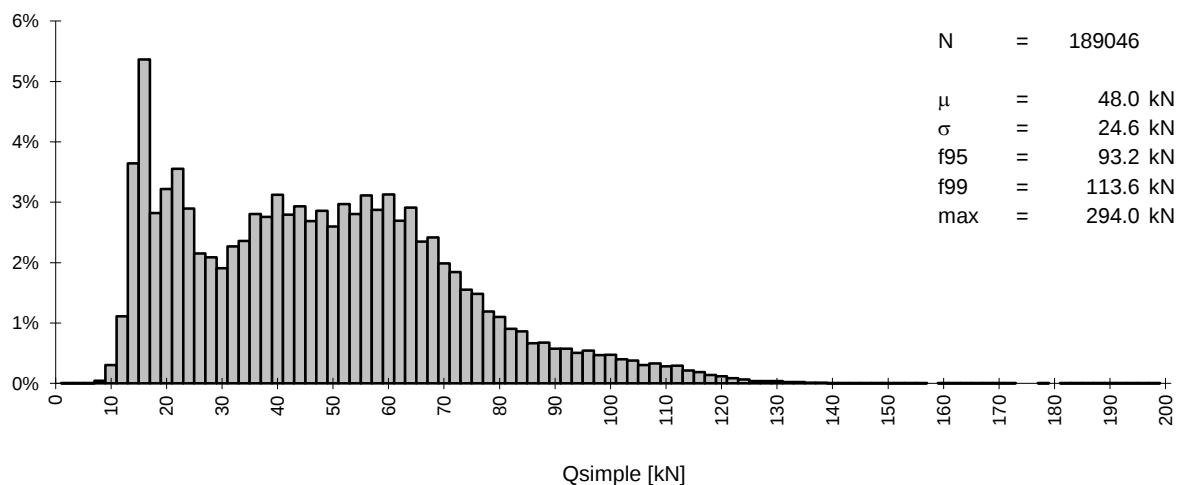
2010_Gotthard

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

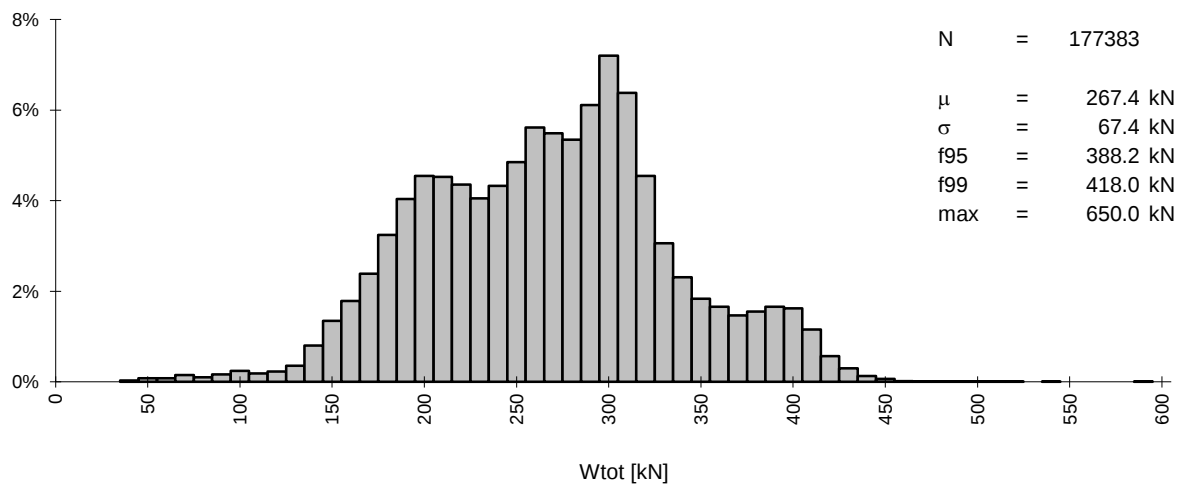
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (SZ)

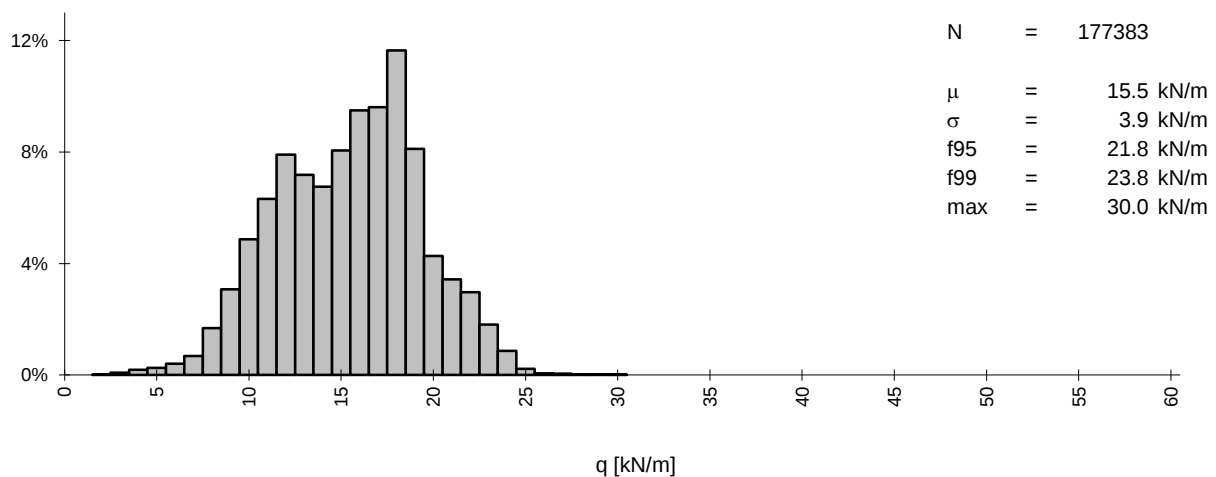
2010_Gotthard

Lastenzug / Gesamtgewicht



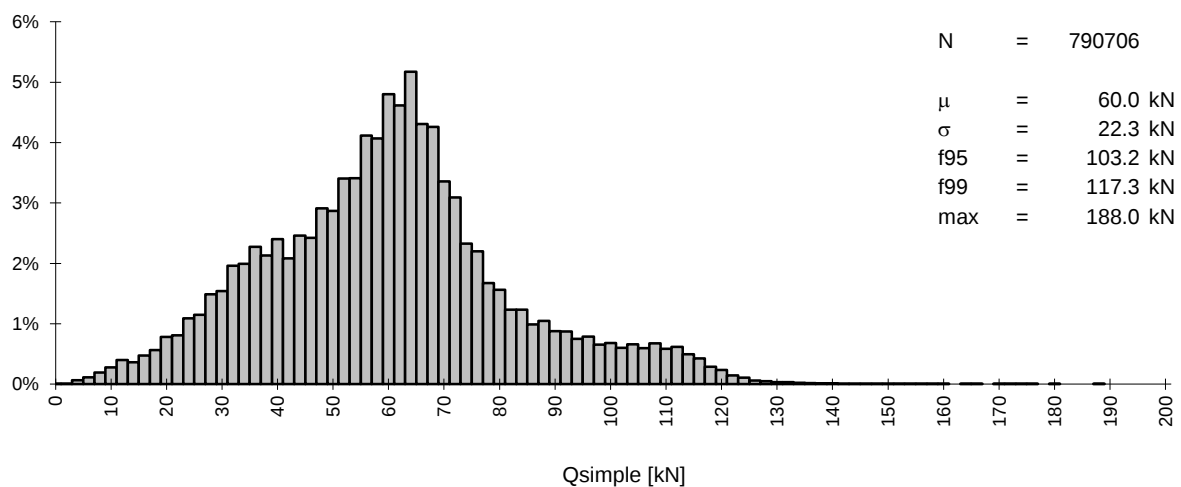
2010_Gotthard

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

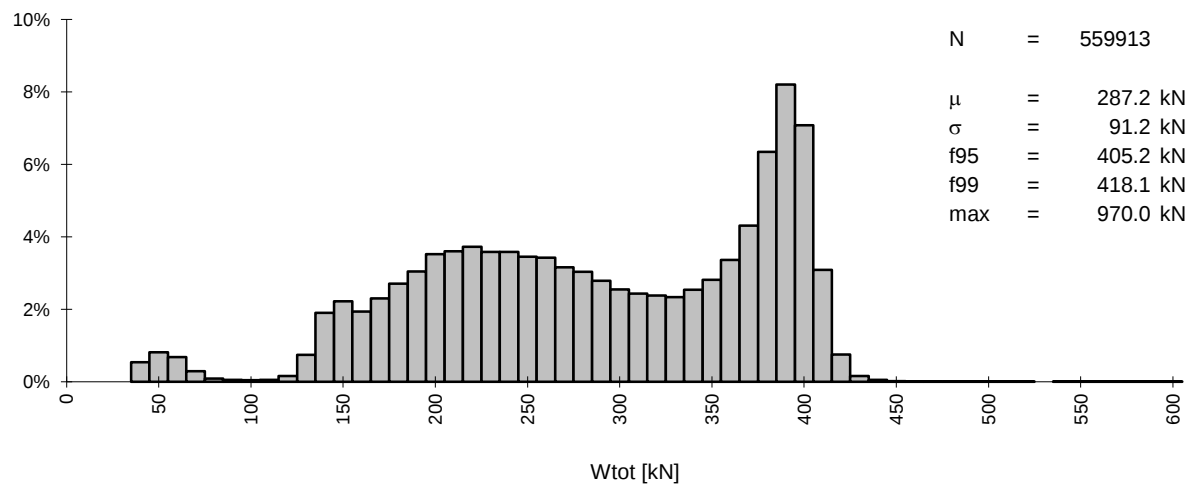
Lastenzug / alle Einzelachsen



4.3.7 Sattelzüge (SZ)

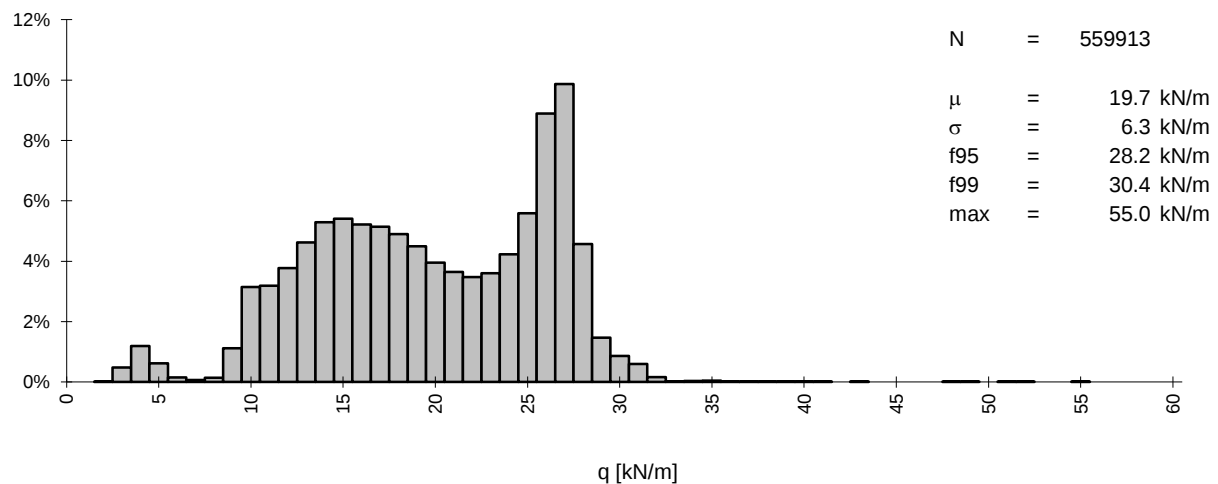
2010_Gotthard

Sattelzug / Gesamtgewicht



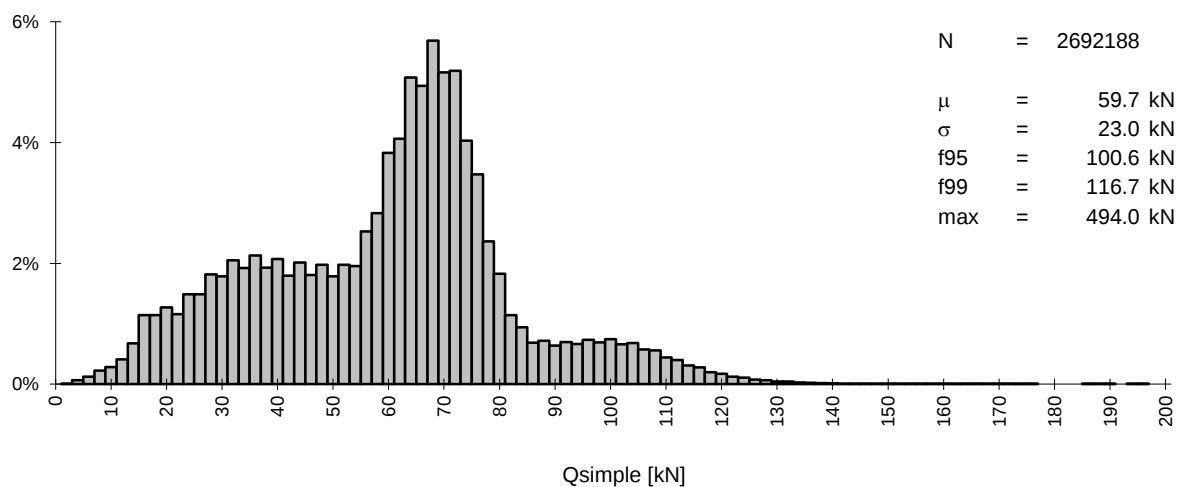
2010_Gotthard

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2010_Gotthard

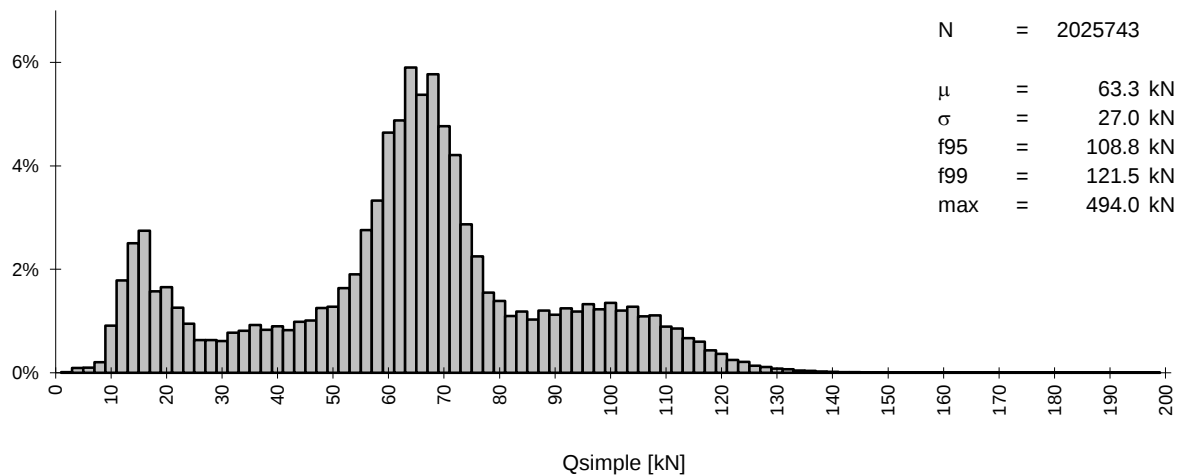
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

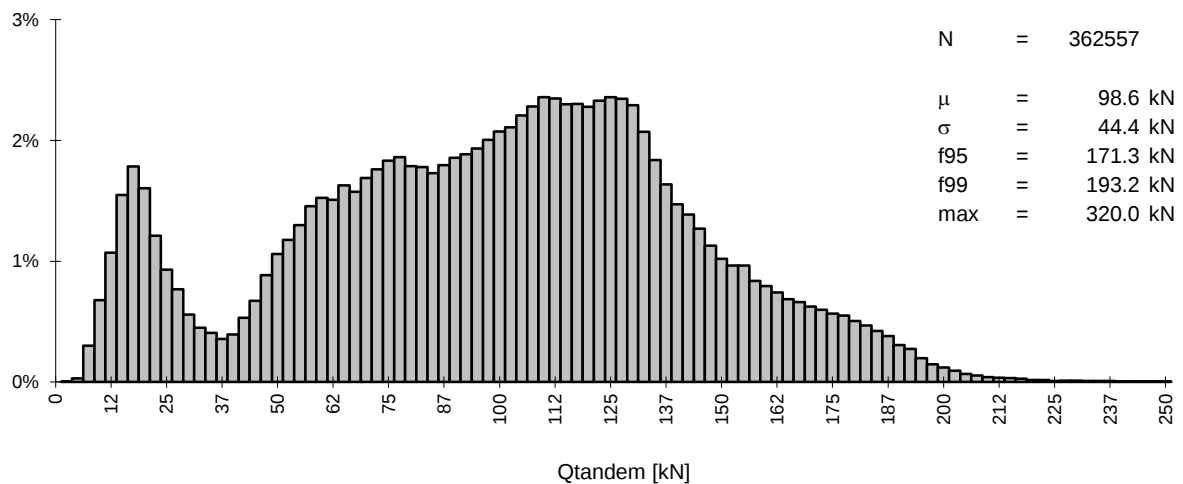
2010_Gotthard

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



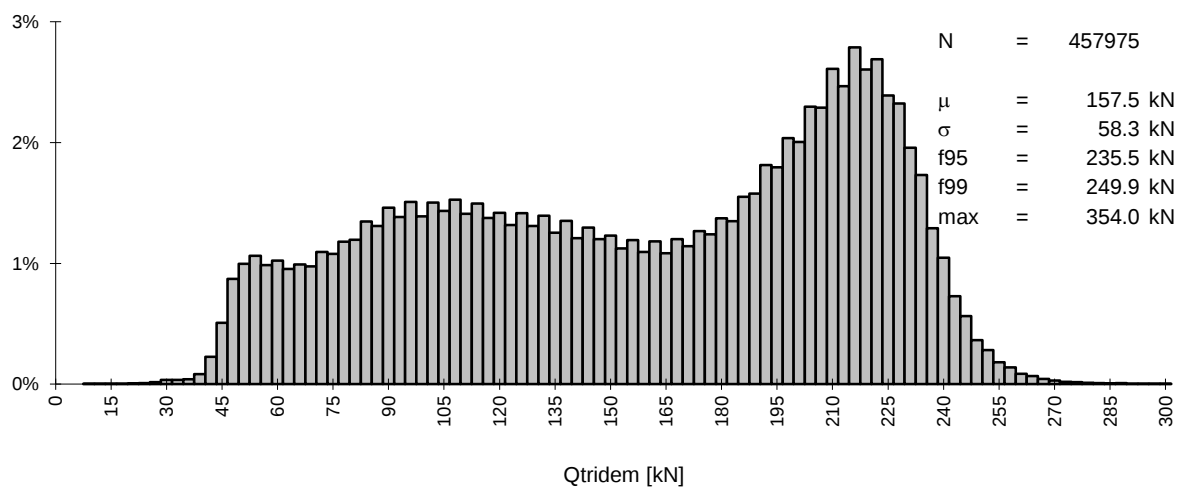
2010_Gotthard

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010_Gotthard

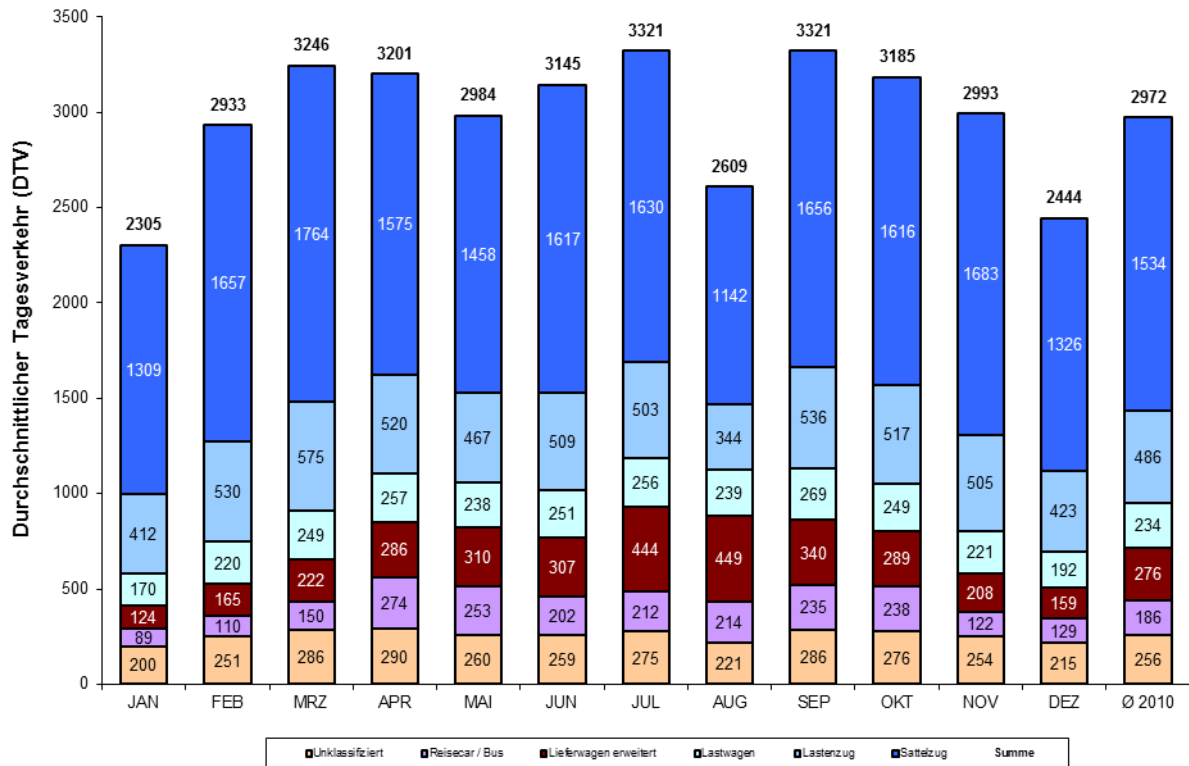
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



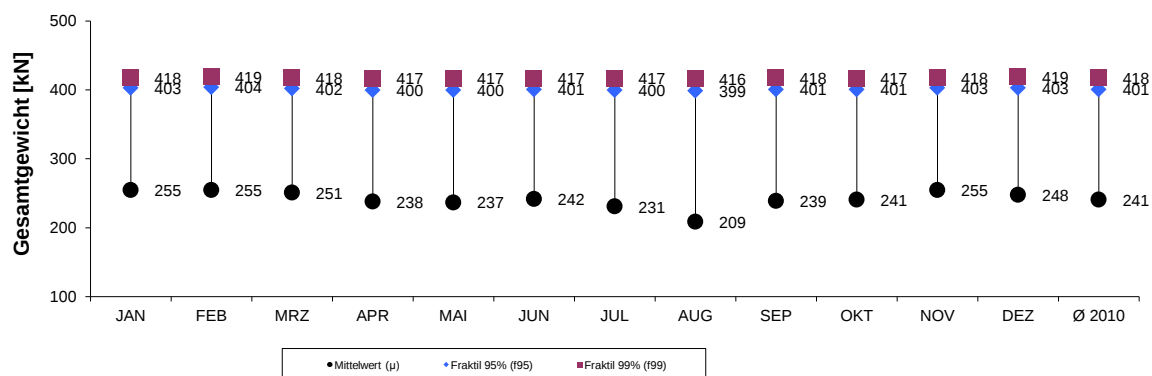
4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

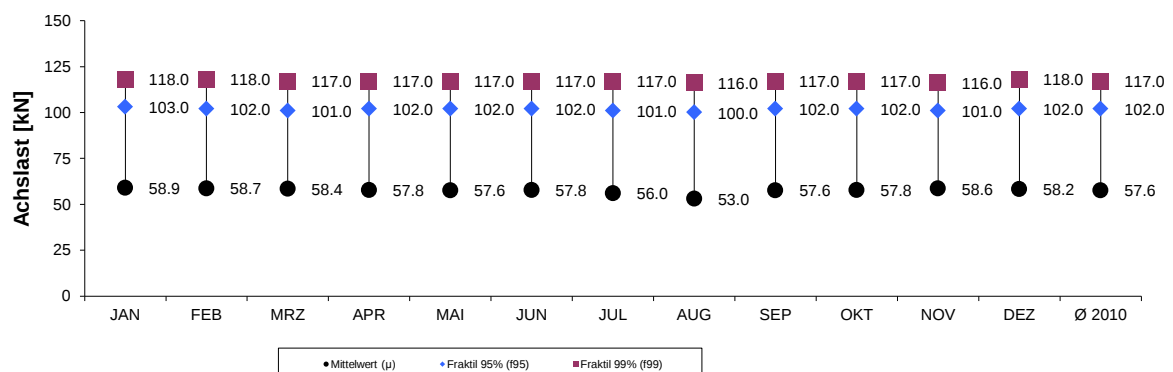
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

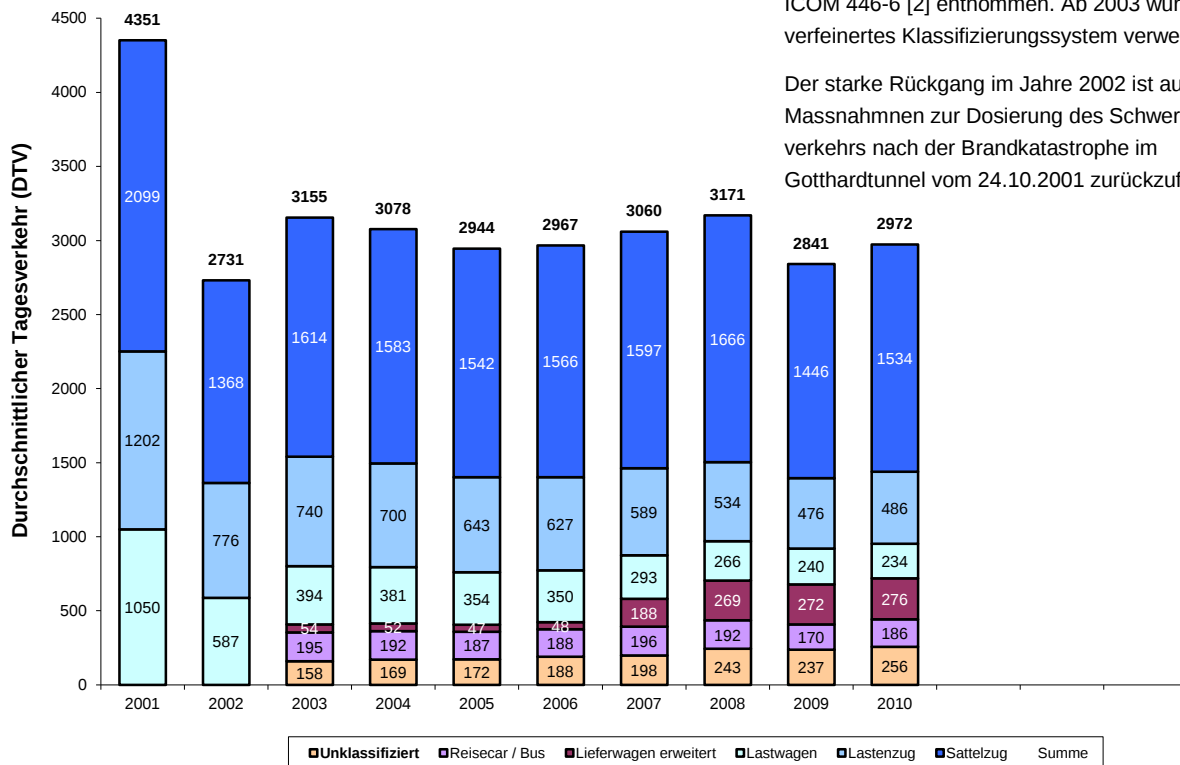


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

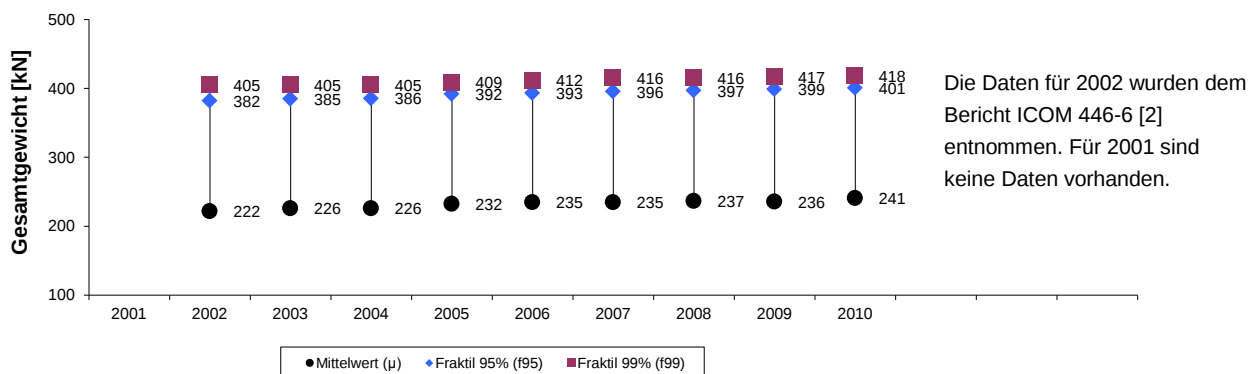


4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

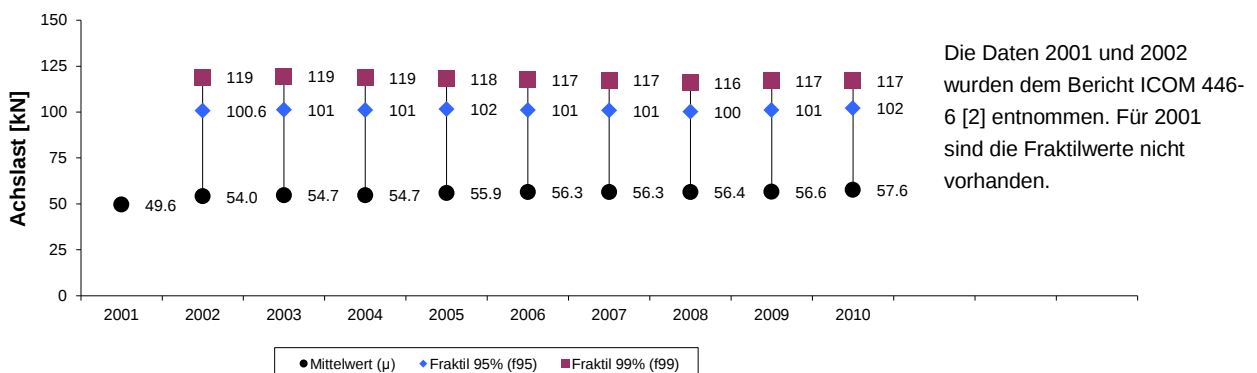
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



4.5 Auswertung der Messdaten

4.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	63.3	63.3	108.8	121.5
Tandemachse	98.6	49.3	85.7	96.6
Tridemachse	157.5	52.5	78.5	83.3
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 63.3 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 49.3 kN und 52.5 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 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	17.4 kN/m	27.9 kN/m	33.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	5.0 kN/m ²	8.0 kN/m ²	9.6 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

4.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	26'870	13	0.000	3'655	0	0.000	6	0
2	0.006	207'827	1'247	0.001	21'786	15	0.000	48	0
3	0.020	82'739	1'655	0.003	12'554	38	0.001	291	0
4	0.070	85'928	6'015	0.008	5'820	47	0.002	727	1
5	0.150	108'442	16'266	0.020	11'412	228	0.005	7'357	37
6	0.290	288'899	83'781	0.030	19'783	593	0.010	18'632	186
7	0.530	540'591	286'513	0.060	23'210	1'393	0.020	13'365	267
8	1.000	248'425	248'425	0.100	26'257	2'626	0.030	15'353	461
9	1.520	114'191	173'570	0.140	25'962	3'635	0.040	24'321	973
10	2.400	128'368	308'083	0.200	28'635	5'727	0.060	19'606	1'176
11	3.660	113'068	413'829	0.280	32'479	9'094	0.080	20'447	1'636
12	5.400	59'246	319'928	0.400	33'453	13'381	0.110	26'103	2'871
13	7.760	16'002	124'176	0.540	33'805	18'255	0.140	18'517	2'592
14	10.870	3'959	43'034	0.730	25'448	18'577	0.190	18'323	3'481
15	14.910	865	12'897	0.960	17'417	16'720	0.240	22'607	5'426
16	20.060	204	4'092	1.260	12'913	16'270	0.300	15'616	4'685
17	26.540	43	1'141	1.630	9'833	16'028	0.380	15'874	6'032
18	34.590	33	1'141	2.080	8'039	16'721	0.480	23'011	11'045
19	-	-	-	2.640	5'719	15'098	0.590	20'513	12'103
20	-	-	-	3.300	2'677	8'834	0.720	25'867	18'624
21	-	-	-	4.090	921	3'767	0.880	42'148	37'090
22	-	-	-	5.030	735	3'697	1.060	35'998	38'158
23	-	-	-	-	-	-	1.270	33'905	43'059
24	-	-	-	-	-	-	1.520	27'599	41'950
25	-	-	-	-	-	-	1.810	7'572	13'705
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'749	5'883
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'035	2'598
28	-	-	-	-	-	-	2.940	228	670
29	-	-	-	-	-	-	3.430	100	343
30	-	-	-	-	-	-	3.980	30	119
Summe		2'025'700	2'045'808		362'513	170'744		457'948	255'174

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'045'808 + 170'744 + 255'174 = 2'471'726 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'471'726 = 1'235'863 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'235'863 / 365 = 3'385 \text{ ESAL}$$

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

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2010 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 4.4.1a). Im Juli und September treten die meisten Fahrten mit 3'321 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 51.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 5.3% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 4.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 4.4.1b und 4.4.1c) variieren übers Jahr hinweg nur leicht – im August ist hingegen ein deutlicher Rückgang der Mittelwerte erkennbar.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2010 passierten pro Tag durchschnittlich 2'972 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, während im Vorjahr 2'841 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 4.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 4.4%. Am deutlichsten ins Gewicht fallen hierbei die Sattelzüge, welche um 6.1% zugenommen haben.

Das mittlere Gesamtgewicht hat um 2.1% auf 241kN zugenommen und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge stieg um 1.7% auf 58.0kN. Die Fraktilwerte verändern sich nur sehr geringfügig gegenüber dem Vorjahr (s. Diagramm 4.4.2b).

Die mittlere Achslast und das Verkehrsaufkommen nehmen im Vergleich zum Jahr 2009 zu. Daher nimmt auch die Belastung des Strassenbelags zu (s. Abs. 4.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 3'095 ESAL auf 3'385 ESAL (+ 9.4%) und ist weiterhin der Verkehrsklasse T6 (extrem schwer) zuzuordnen.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Die starken Verkehrsschwankungen zwischen 2001 und 2003 im Gotthardtunnel (s. Diagramm 4.4.2a) 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.

2003-2010

Der durchschnittliche tägliche Schwerverkehr hat in den vergangenen sieben Jahren von 3'155 auf 2'972 Fahrzeuge pro Tag abgenommen, dies entspricht einem Verkehrsrückgang von 5.8%.

Die tiefsten Werte traten 2009 (2'841 Fahrzeuge) und 2005 (2'944 Fahrzeuge) auf, die höchsten Werte 2008 (3'171 Fahrzeuge) und 2003 (3'155 Fahrzeuge). Der „Sattelzug“ ist der am häufigsten auftretende Fahrzeugtyp, sein Anteil am Schwerverkehr ist über die sieben Jahre konstant. Die Anteile von „Lastwagen“ und „Lastenzüge“ nehmen kontinuierlich ab – von 12.5% auf 7.9% respektive 23.5% auf 16.4%; demgegenüber fahren „Lieferwagen erweitert“ deutlich häufiger: der Anteil am Schwerverkehr beträgt 2003 1.7%, 2010 bereits 9.2%. 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 2009 kontinuierlich um insgesamt 6.6% an. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte steigen mit 4.1% und 3.2% etwas weniger stark an. Der Anteil der Fahrzeuge über 40 t Gesamtgewicht steigt von 1.4% (2003) auf 5.3% (2010).

Die mittlere Achslast nimmt zwischen 2003 und 2010 kontinuierlich um insgesamt 5.3% zu. Die „Fraktil 95%“ und „Fraktil 99%“-Werte bleiben hingegen konstant.

5 St Maurice (A9)

5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

5.2 Übersicht Messresultate

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

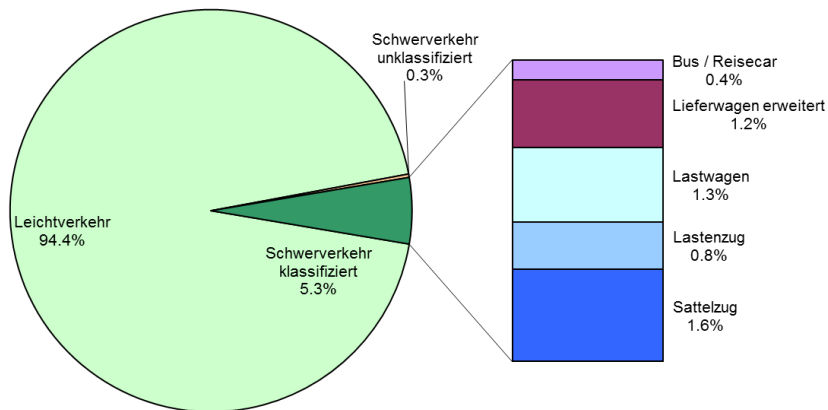
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle St.Maurice (A9) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in der Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

St-Maurice (A9) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	12'462'925	34'145	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	11'767'961	32'241	94.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	694'964	1'904	5.6	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	33'901	93	0.3	4.9
01 Bus / Reisedar	44'624	122	0.4	6.4
02 Motorrad	116	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	30'555	84	0.2	4.4
04 Personenwagen mit Anh.	9'096	25	0.1	1.3
05 Lieferwagen	64'979	178	0.5	9.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	27'502	75	0.2	4.0
07 Lieferwagen mit Auflieger	14'907	41	0.1	2.1
08 Lastwagen	163'633	448	1.3	23.5
09 Lastenzug	103'915	285	0.8	15.0
10 Sattelzug	201'736	553	1.6	29.0
Total	694'964	1'904	5.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	172'125	472	1.4	24.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	226'516	621	1.8	32.6
Fahrzeuge 18 - 28t	156'710	429	1.3	22.5
Fahrzeuge 28 - 40t	95'654	262	0.8	13.8
Fahrzeuge >40t	43'959	120	0.4	6.3
Total	694'964	1'904	5.6	100.0

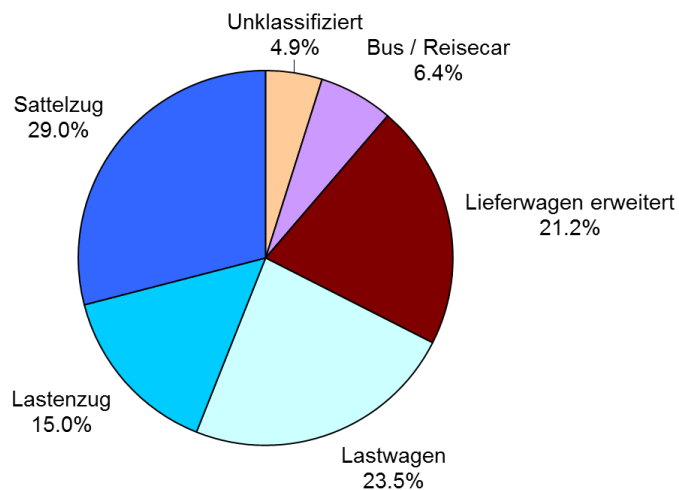
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle St-Maurice

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

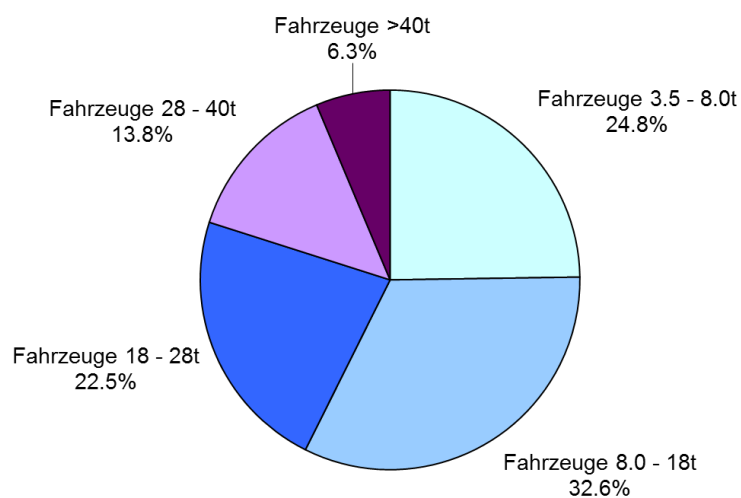
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 Messdiagramme

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle St. Maurice (A9) 2010 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. 0).

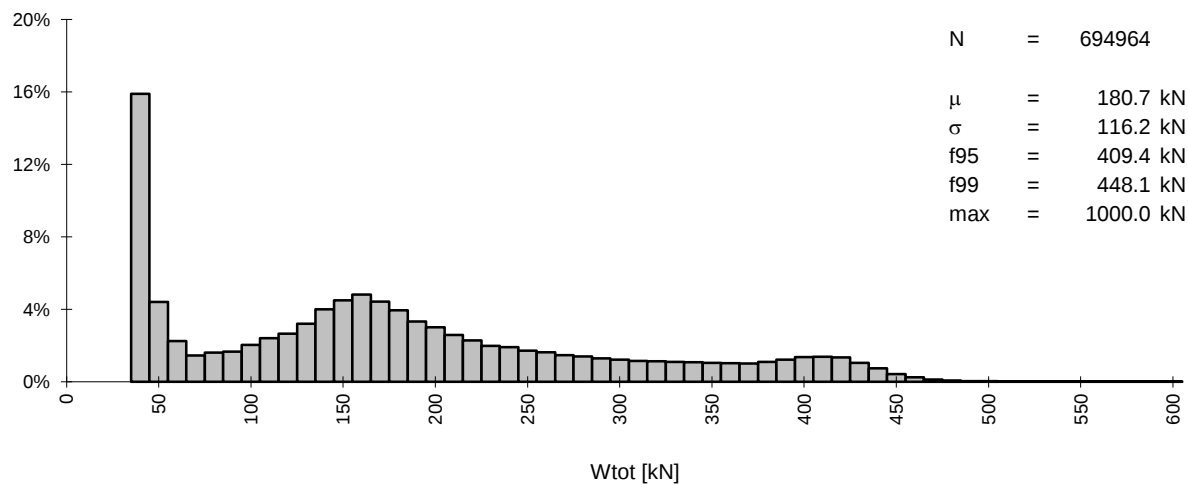
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5\text{t}$)

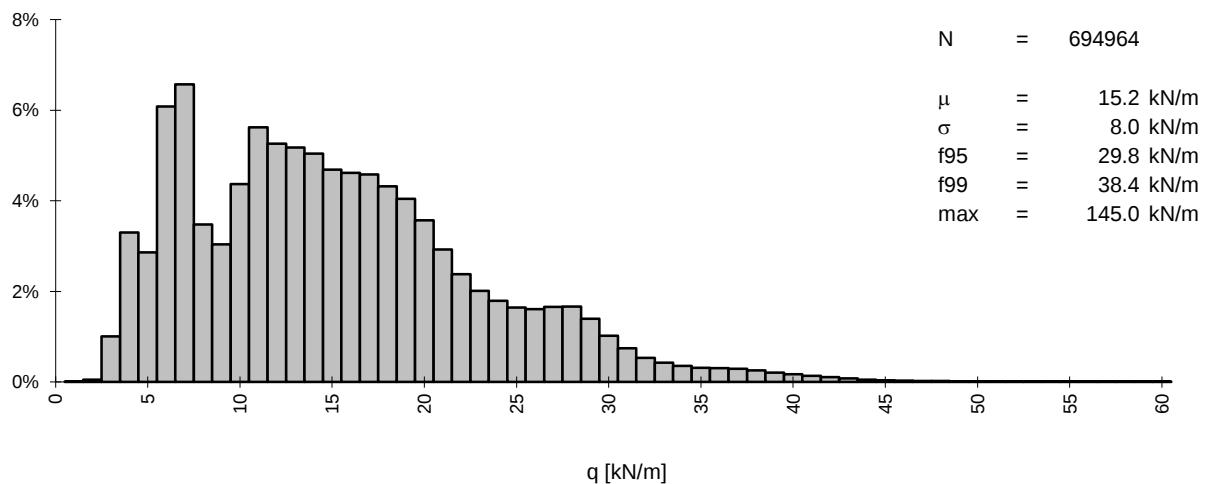
2010 St.Maurice

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



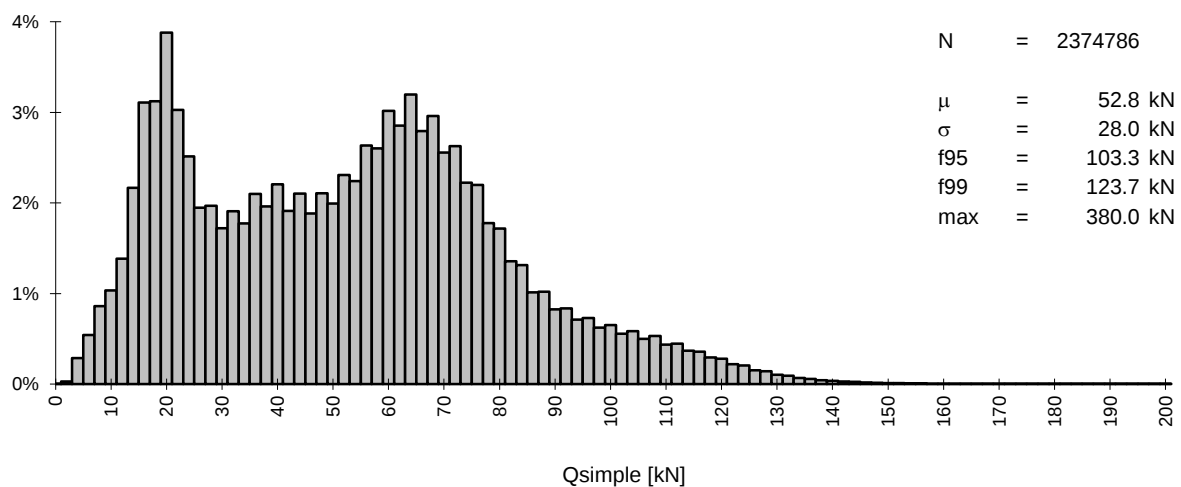
2010 St.Maurice

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010 St.Maurice

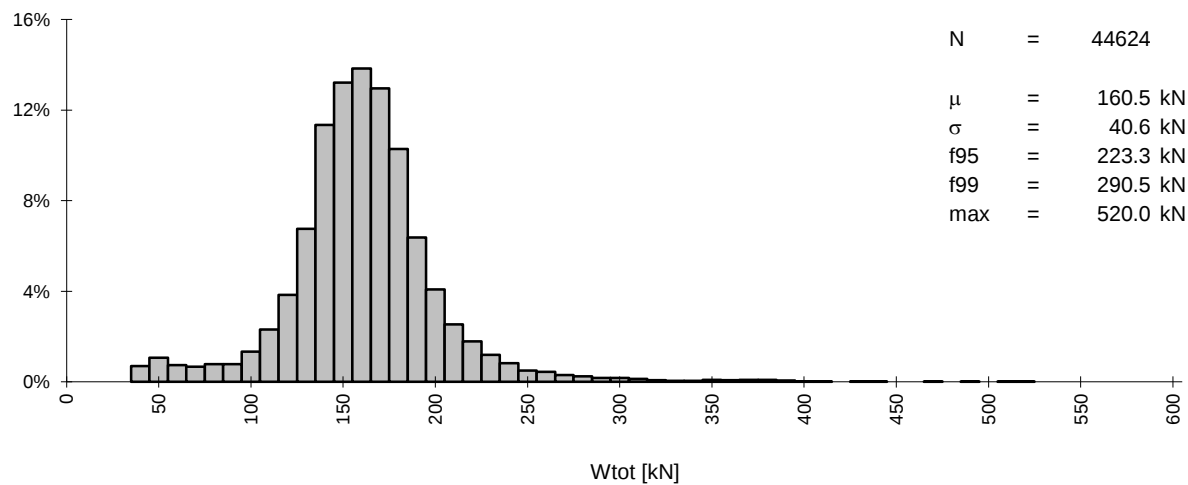
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

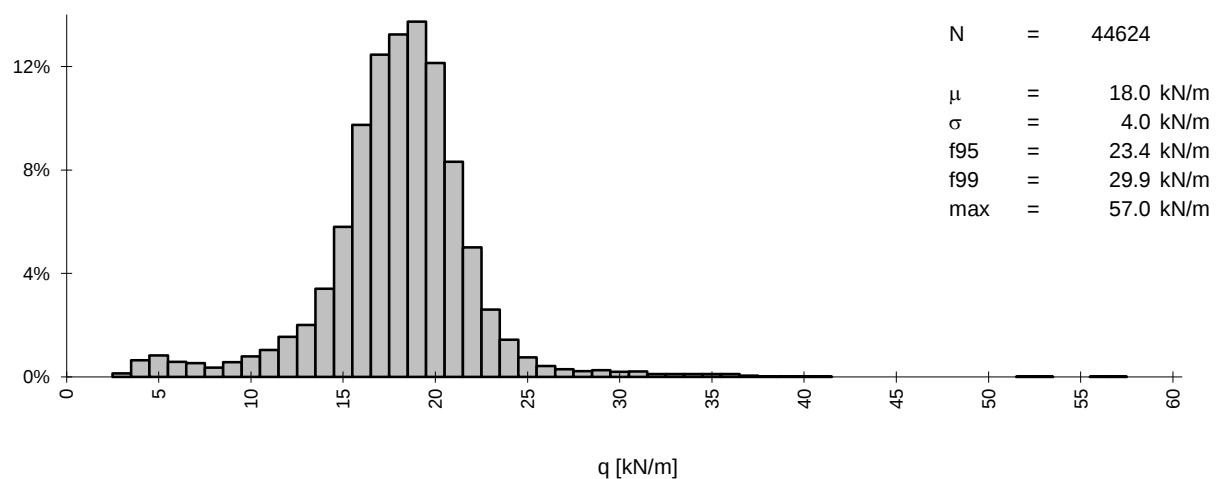
2010 St.Maurice

Car / Bus / Gesamtgewicht



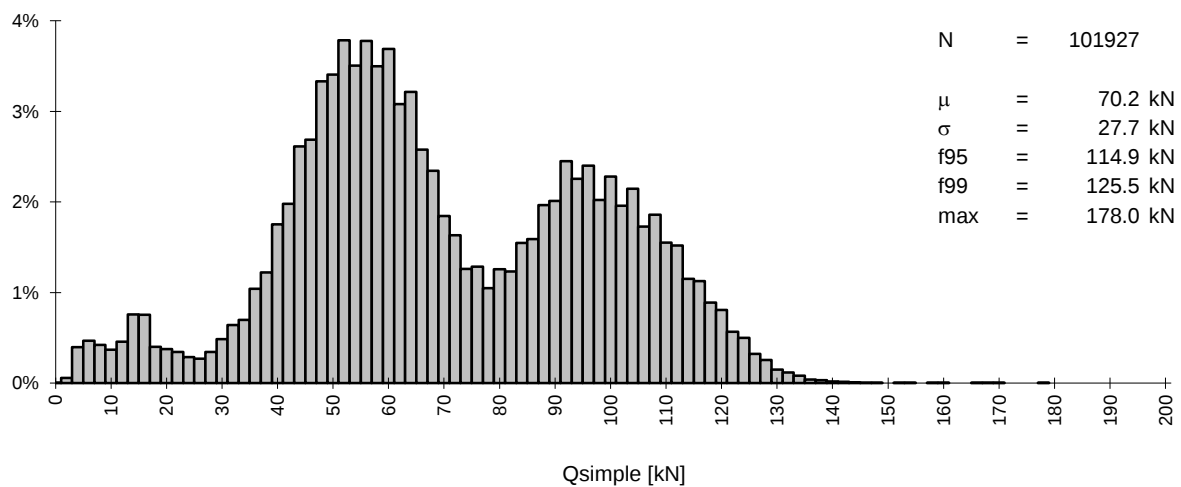
2010 St.Maurice

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010 St.Maurice

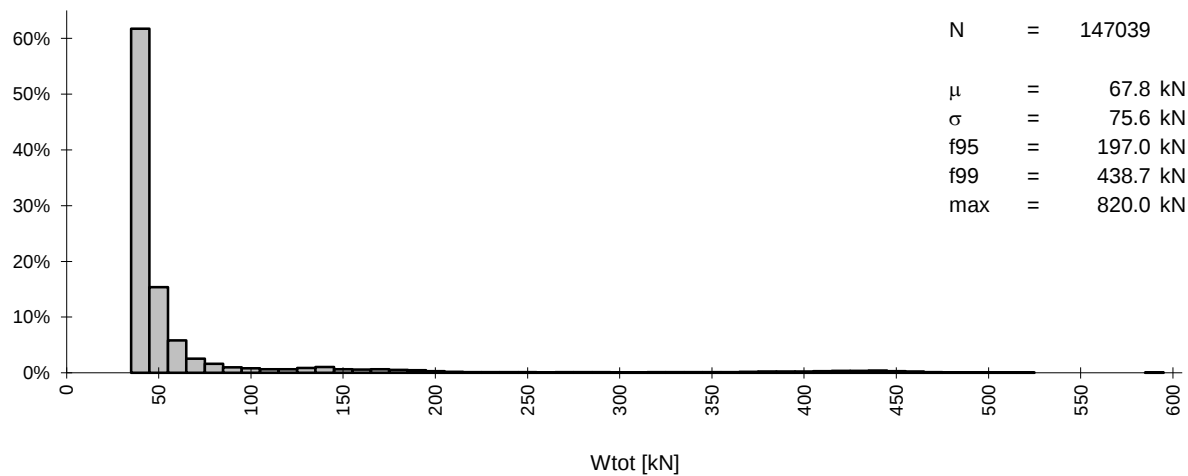
Car / Bus / alle Einzelachsen



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

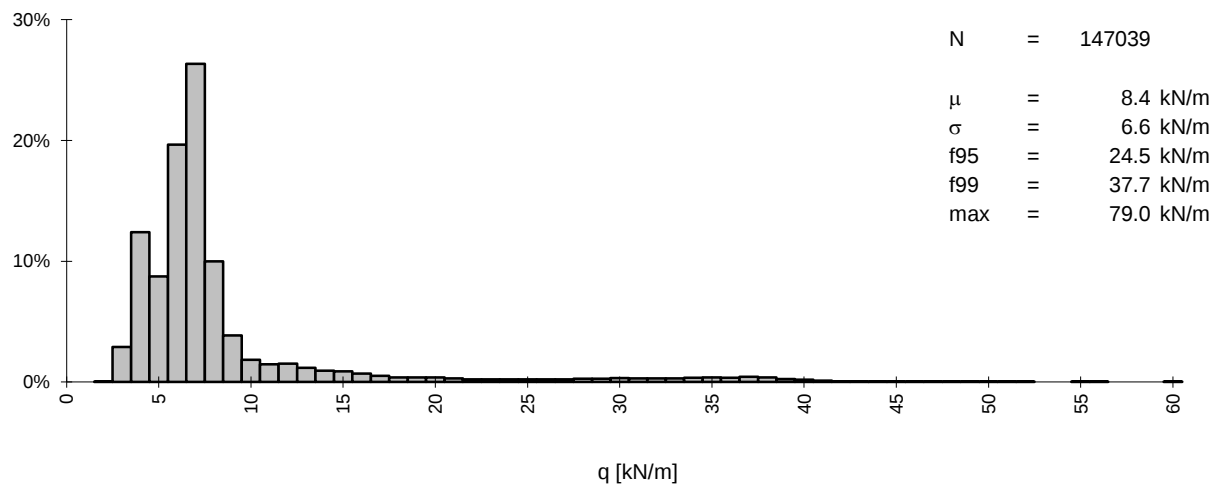
2010 St.Maurice

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



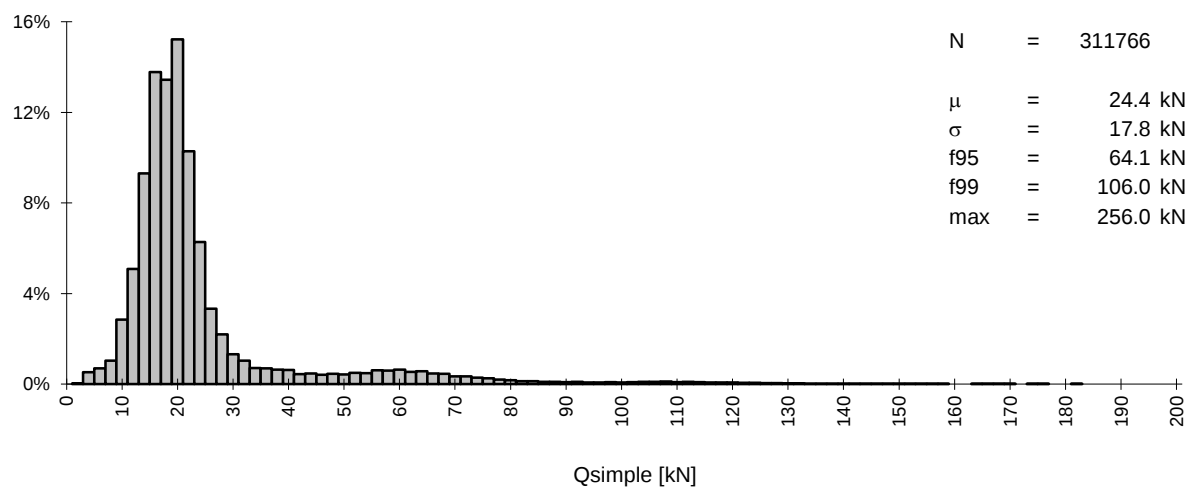
2010 St.Maurice

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010 St.Maurice

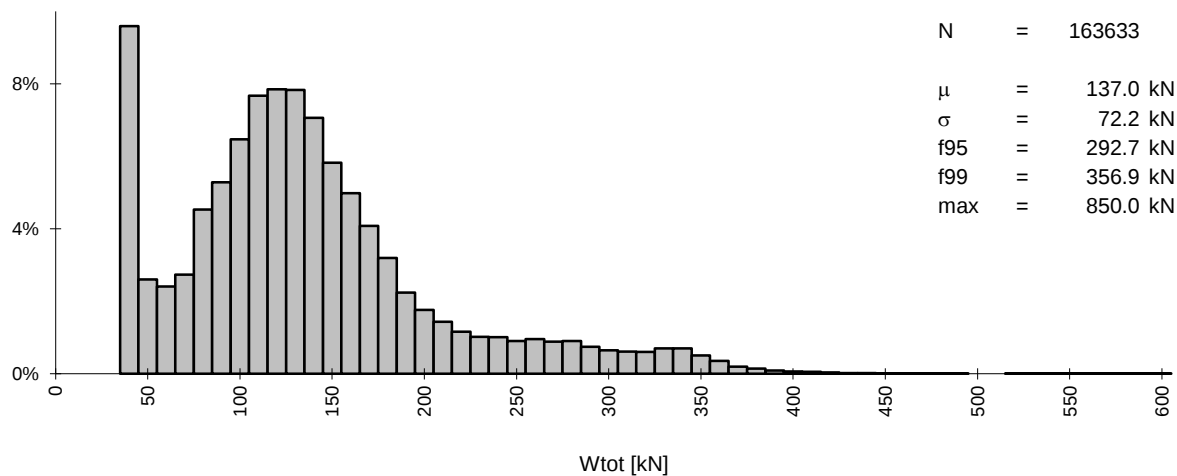
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

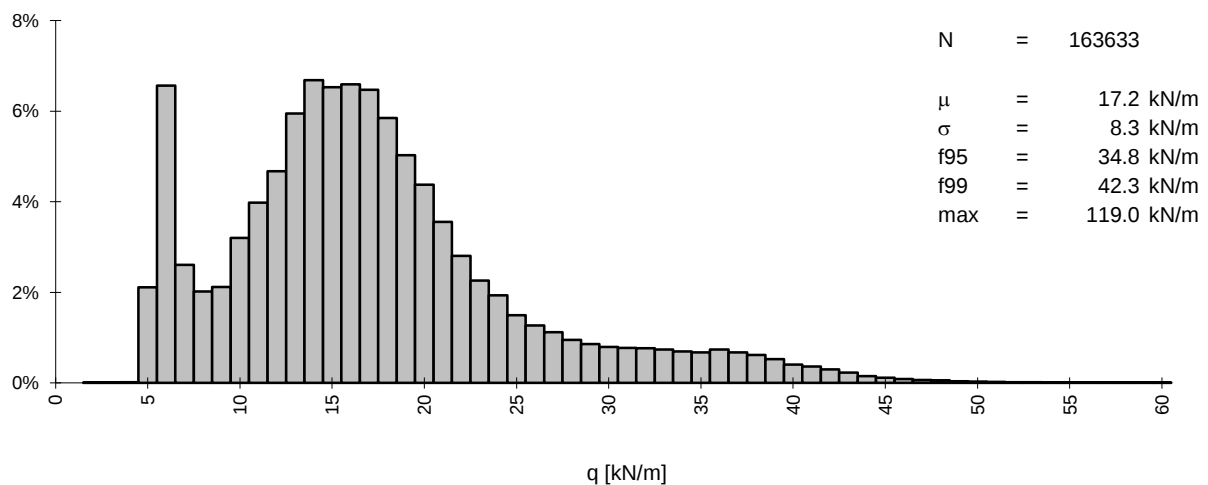
2010 St.Maurice

Lastwagen / Gesamtgewicht



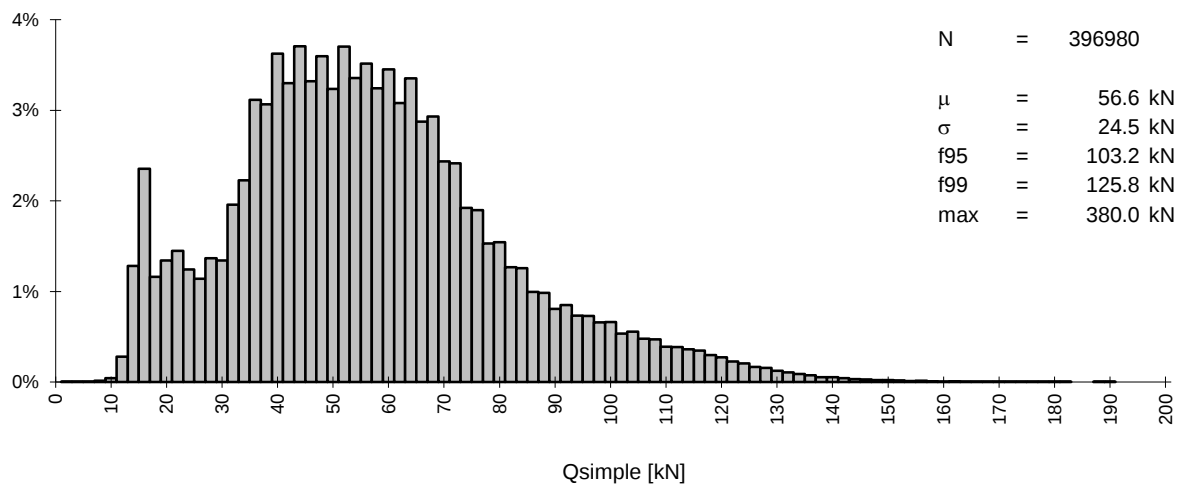
2010 St.Maurice

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



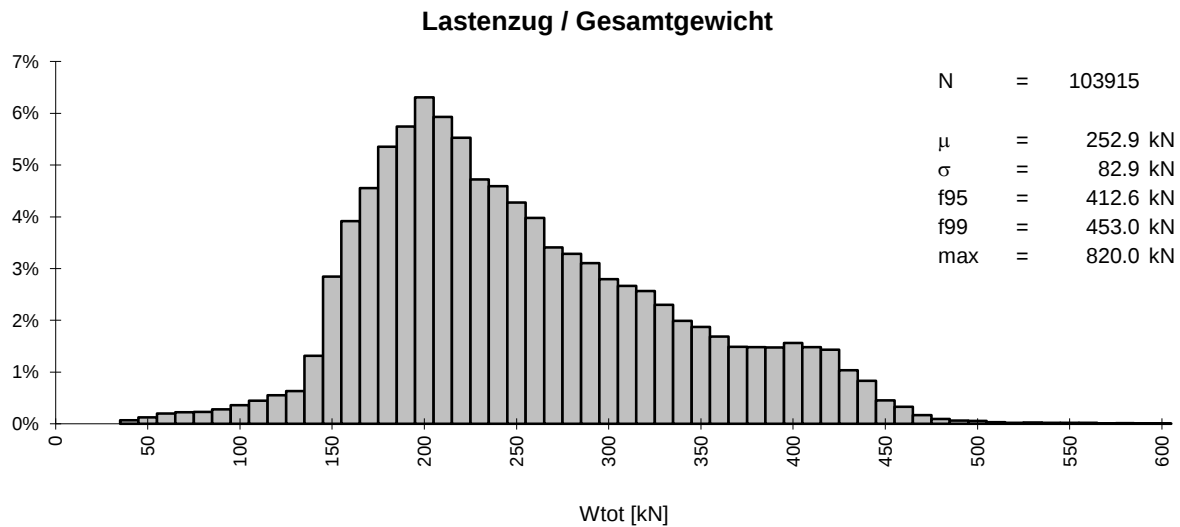
2010 St.Maurice

Lastwagen / alle Einzelachsen

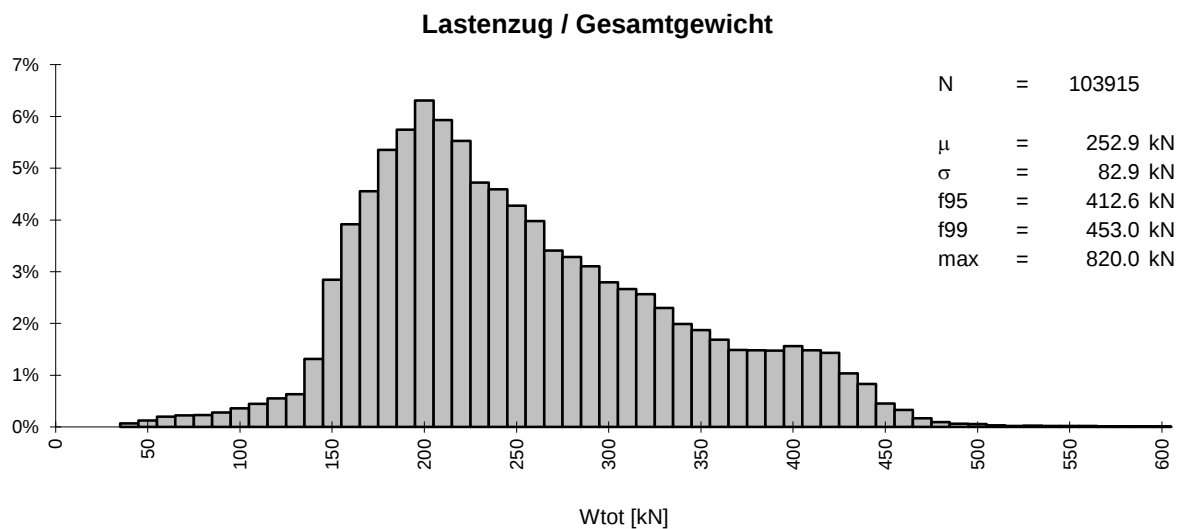


5.3.6 Lastenzüge (LZ)

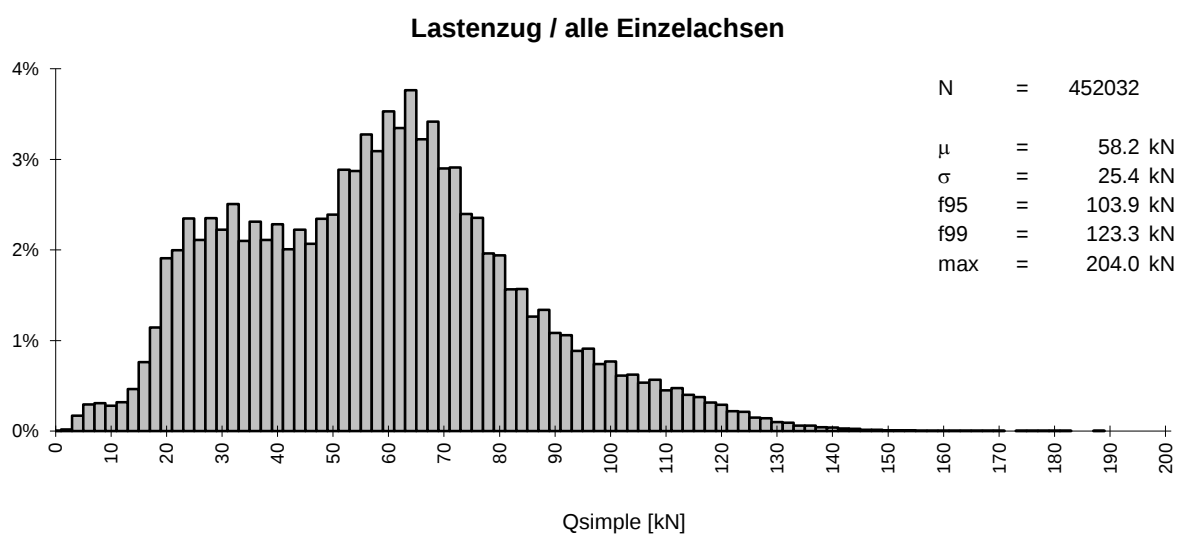
2010 St.Maurice



2010 St.Maurice



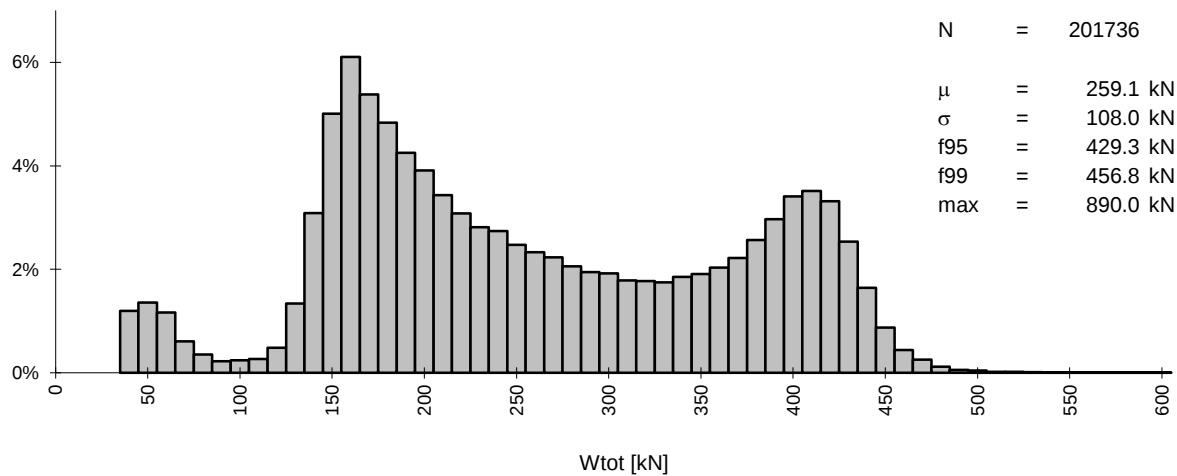
2010 St.Maurice



5.3.7 Sattelzüge (SZ)

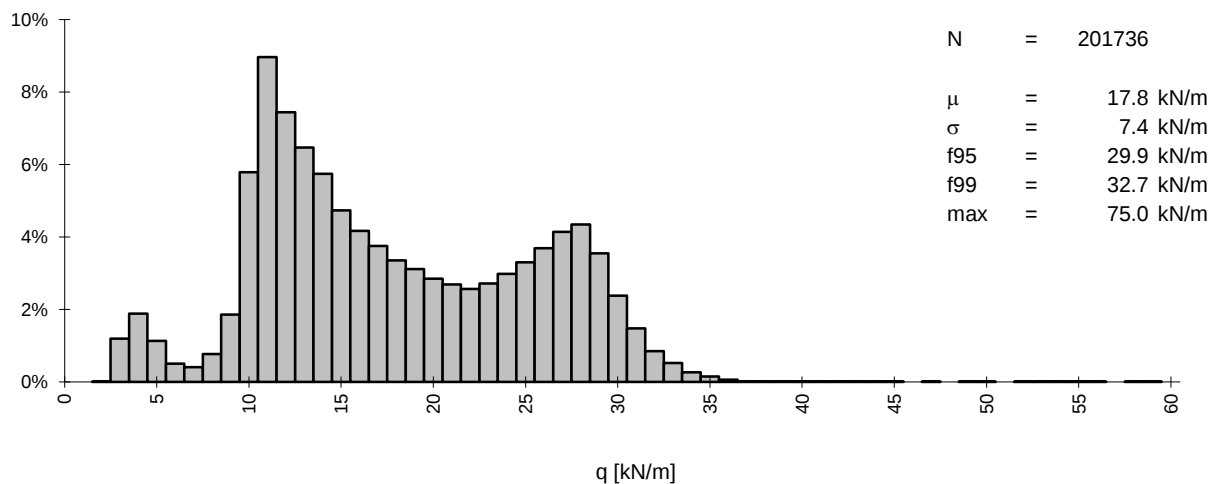
2010 St.Maurice

Sattelzug / Gesamtgewicht



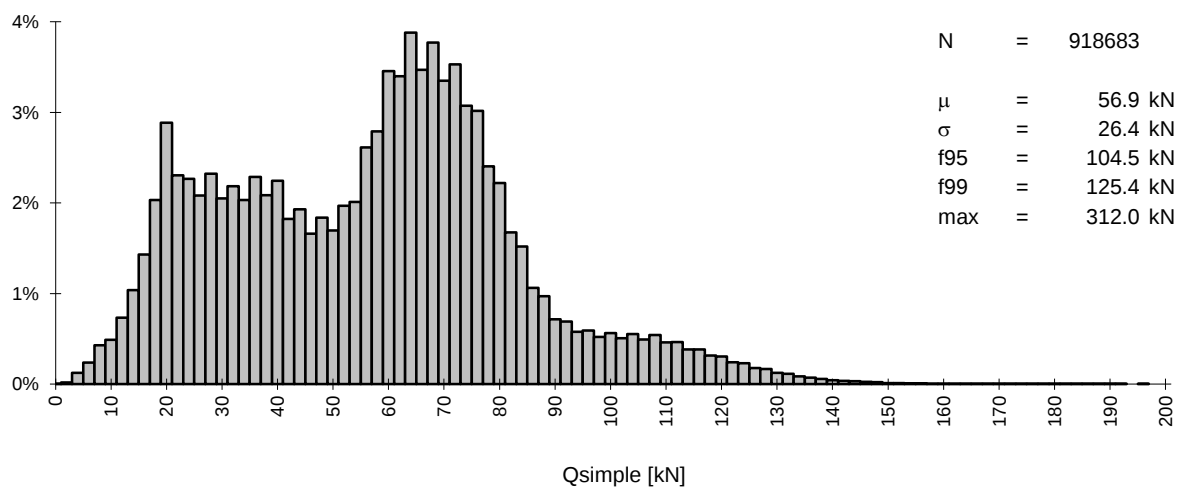
2010 St.Maurice

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 St.Maurice

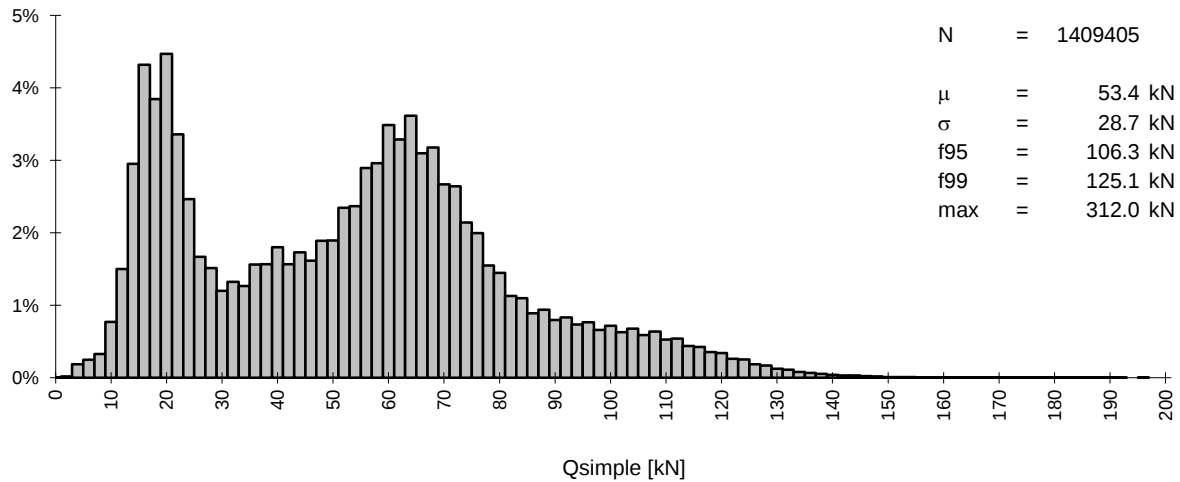
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

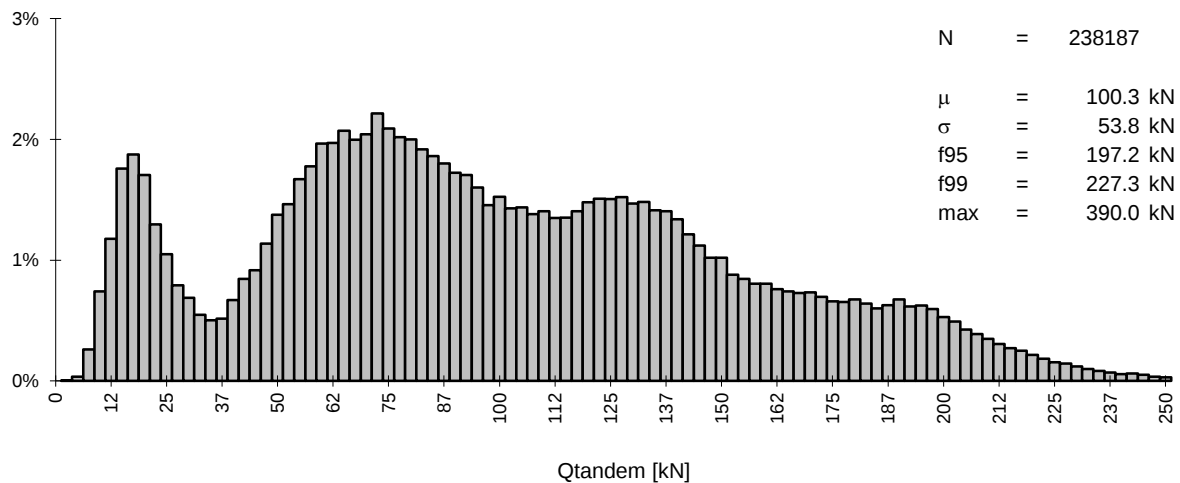
2010 St.Maurice

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



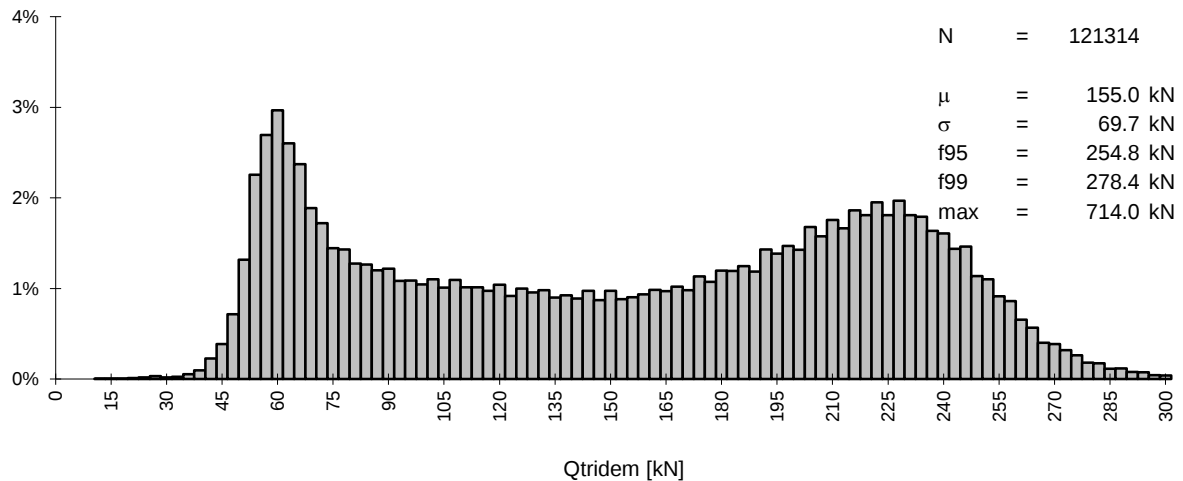
2010 St.Maurice

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010 St.Maurice

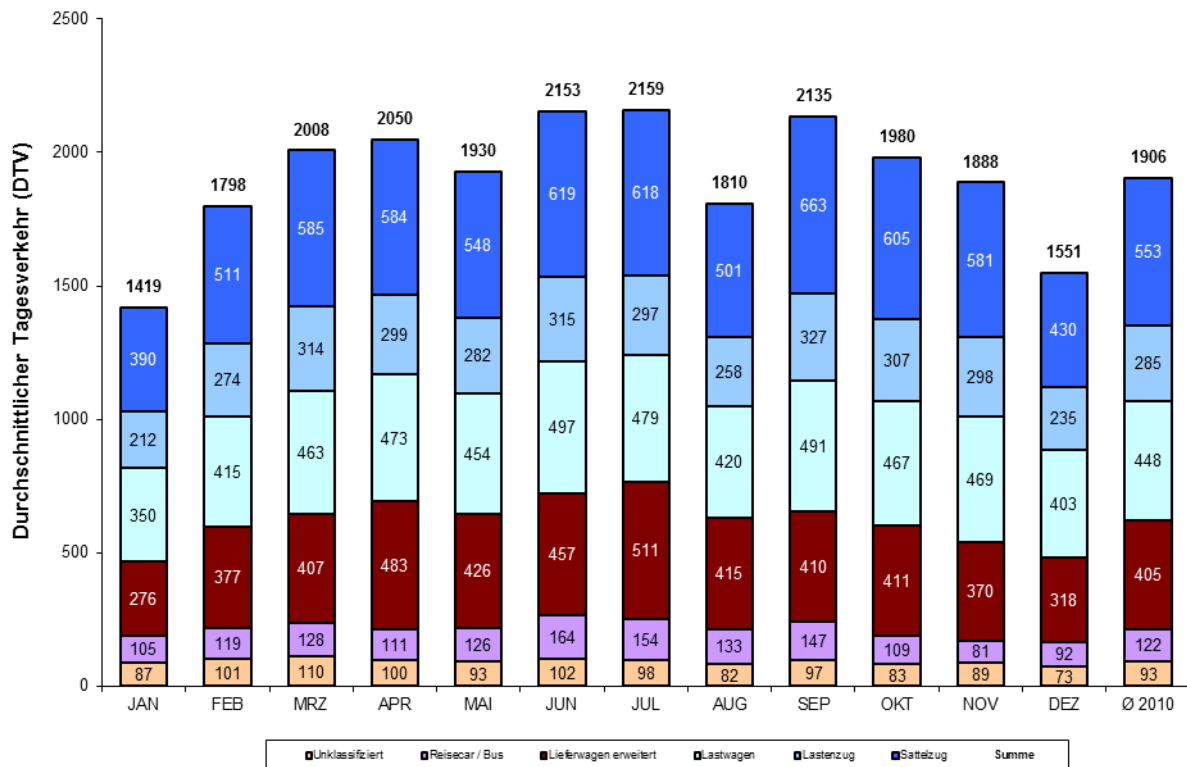
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



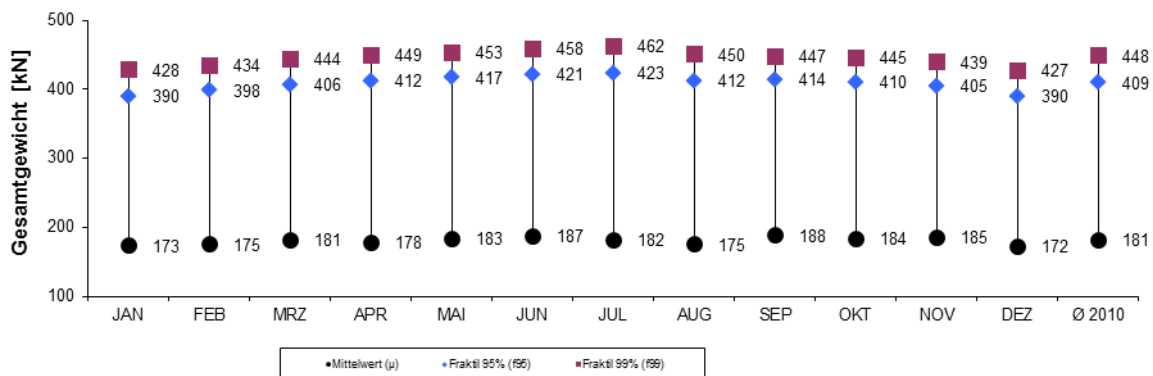
5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

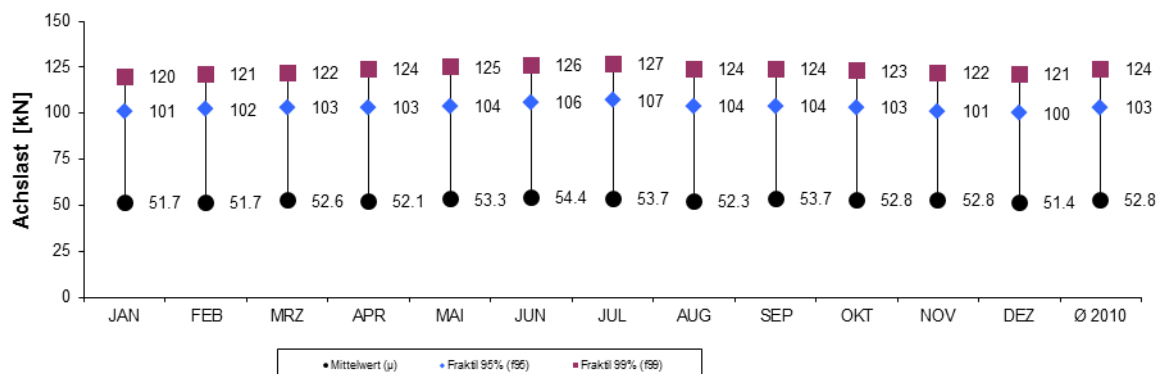
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

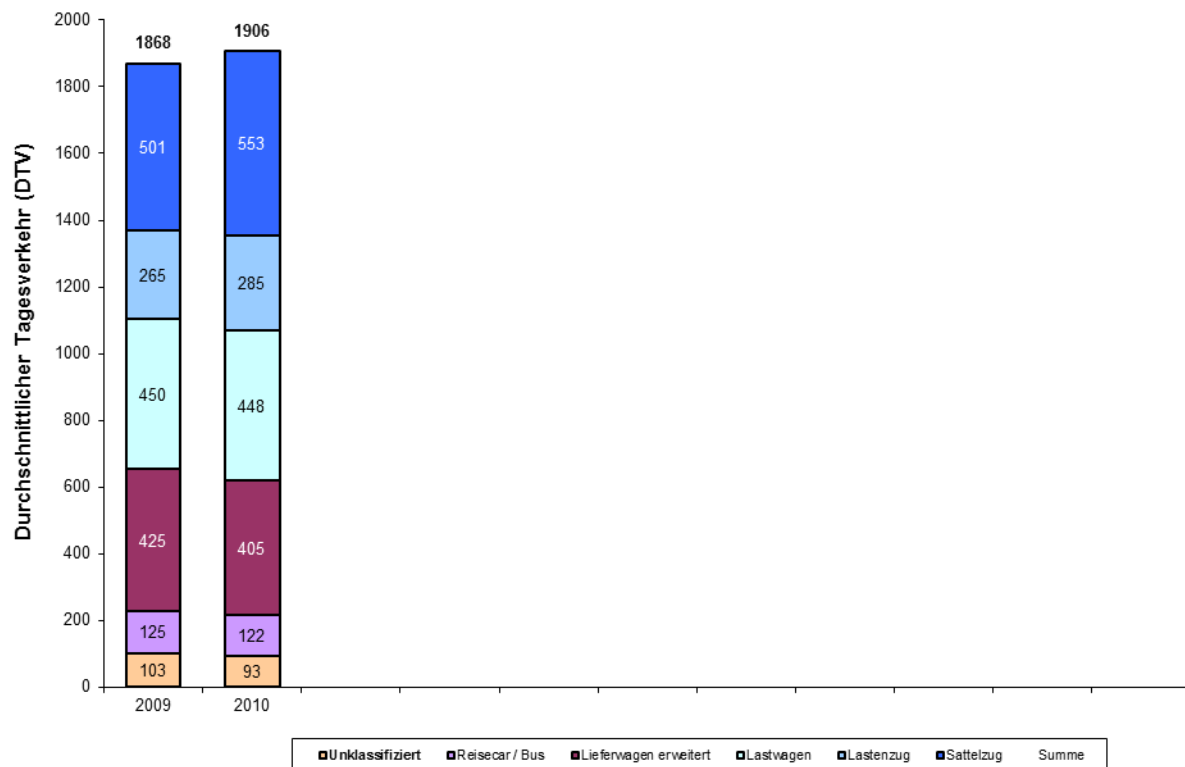


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

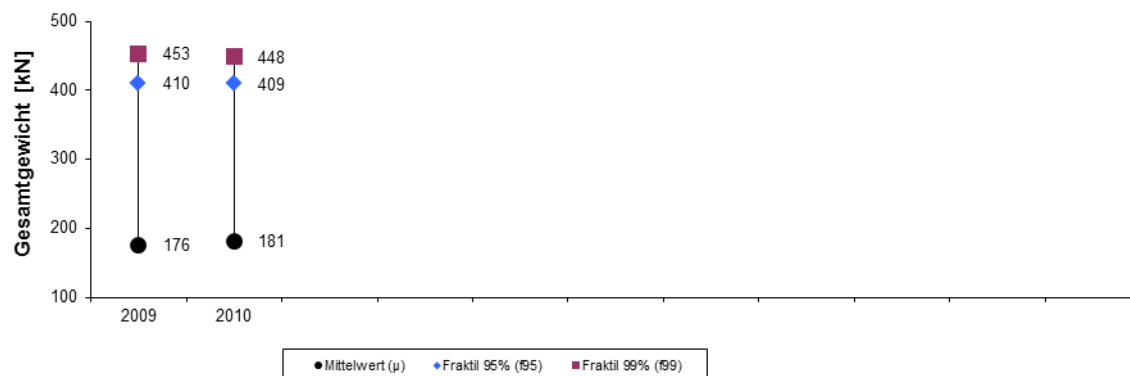


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

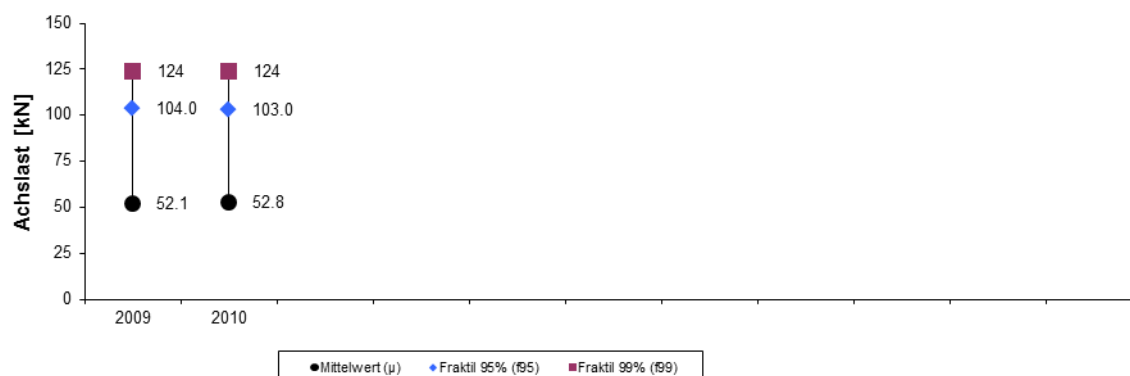
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



5.5 Auswertung der Messdaten

5.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	53.4	53.4	106.3	125.1
Tandemachse	100.3	50.2	98.6	113.7
Tridemachse	155.0	51.7	84.9	92.8
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 53.4 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.2 kN, respektive 51.7 kN, auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Der Wert von $Q_{k2} = 100$ kN wird von mehr als 5% der gemessenen Achslasten überschritten. Über 99% der Messwerte liegen 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	15.2 kN/m	29.8 kN/m	38.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.34 kN/m ²	8.51 kN/m ²	10.97 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 Achsentyten 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	21'882	11	0.000	2'471	0	0.000	0	0
2	0.006	240'861	1'445	0.001	15'517	11	0.000	15	0
3	0.020	143'794	2'876	0.003	9'111	27	0.001	97	0
4	0.070	106'018	7'421	0.008	5'321	43	0.002	210	0
5	0.150	122'611	18'392	0.020	10'183	204	0.005	1'615	8
6	0.290	198'137	57'460	0.030	16'385	492	0.010	11'206	112
7	0.530	223'501	118'456	0.060	19'245	1'155	0.020	8'325	167
8	1.000	137'834	137'834	0.100	19'828	1'983	0.030	5'575	167
9	1.520	68'408	103'980	0.140	17'399	2'436	0.040	6'016	241
10	2.400	52'231	125'354	0.200	14'969	2'994	0.060	3'903	234
11	3.660	43'174	158'017	0.280	13'457	3'768	0.080	3'889	311
12	5.400	29'626	159'980	0.400	13'307	5'323	0.110	4'906	540
13	7.760	13'975	108'446	0.540	14'306	7'725	0.140	3'485	488
14	10.870	4'977	54'100	0.730	13'431	9'805	0.190	3'401	646
15	14.910	1'609	23'990	0.960	10'424	10'007	0.240	4'506	1'081
16	20.060	512	10'271	1.260	7'940	10'004	0.300	3'302	991
17	26.540	161	4'273	1.630	7'056	11'501	0.380	3'606	1'370
18	34.590	82	2'836	2.080	6'397	13'306	0.480	5'318	2'553
19	-	-	-	2.640	6'055	15'985	0.590	4'401	2'597
20	-	-	-	3.300	5'633	18'589	0.720	5'200	3'744
21	-	-	-	4.090	3'935	16'094	0.880	7'811	6'874
22	-	-	-	5.030	5'076	25'532	1.060	6'474	6'862
23	-	-	-	-	-	-	1.270	6'952	8'829
24	-	-	-	-	-	-	1.520	8'305	12'624
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'900	8'869
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'493	7'475
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'434	6'109
28	-	-	-	-	-	-	2.940	924	2'717
29	-	-	-	-	-	-	3.430	491	1'684
30	-	-	-	-	-	-	3.980	287	1'142
Summe		1'409'393	1'095'142		237'446	156'983		121'047	78'435

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'409'393 + 156'983 + 78'435 = 1'644'811 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'644'811 = 740'164 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 740'164 / 365 = 2'028 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Zählstelle St. Maurice (A9) wurde im Jahr 2009 neu eingeführt, daher können die Daten nur mit dem Vorjahr verglichen werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im Juni und Juli ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 2153, resp. 2159 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 29.0% am häufigsten vor. Der Anteil an Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 40 to ist mit 6.3% überdurchschnittlich hoch.

Das Gesamtgewicht aller schweren Lastfahrzeuge ist in den Wintermonaten und im August etwas tiefer als in den restlichen Monaten. Die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge sind über das Jahr gesehen relativ konstant (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2010 passierten pro Tag durchschnittlich 1906 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, 2.0% mehr als im Vorjahr (s. Diagramm 5.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 5.4.2b) beträgt 181 kN und hat somit im Vergleich mit dem Vorjahr um 2.8% zugenommen. Die Fraktilwerte f95 und f99 liegen bei 410 kN und 448 kN. Im Vergleich mit dem Vorjahr blieb das durchschnittliche Gewicht der schwersten 5% der Fahrzeuge praktisch gleich (Vorjahreswert f95 = 409 kN), das durchschnittliche Gewicht der schwersten 1% der Fahrzeuge hat aber um 1.1% abgenommen (Vorjahreswert f99 = 453 kN)

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 5.4.2c) beträgt 52.8 kN und hat im Vergleich mit dem Vorjahr um 0.1% zugenommen. Die entsprechenden Fraktilwerte f95 und f99 betragen 103.0 kN (-1%) und 124.0 kN (+/-0%).

Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt 2'028 ESAL und hat somit im Vergleich zum Vorjahr um 29.3% zugenommen. Dies ist auf eine erhöhte Achslast bei den Einzel- und Tridemachsen zurückzuführen. Die äquivalente Verkehrslast wird aber immer noch der Verkehrsklasse T5 zugeordnet.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Daten sind erst ab 2009 vorhanden.

6 Oberbuchsites (A1)

6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt. Die WIM-Messstelle Oberbuchsites wurde am 1.4.2010 neu eingerichtet. Es liegen also nur Daten von 9 Monaten vor.

6.2 Übersicht Messresultate

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

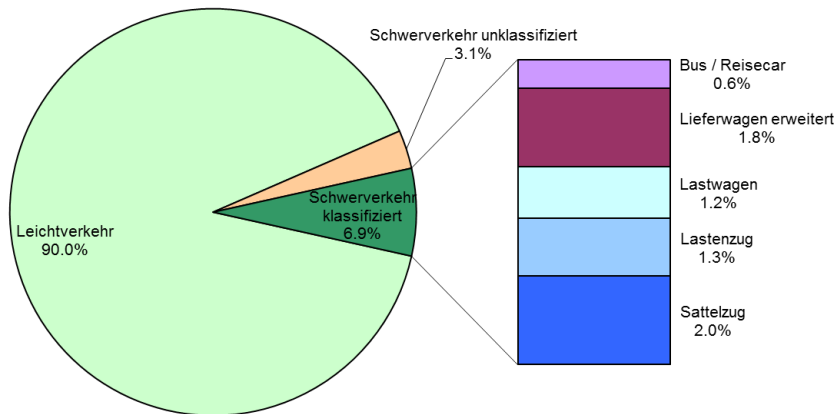
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbuchsites (A1) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt. Die DTV-Daten des Leichtverkehrs stammen von der Messstelle Niederbipp, da der Leichtverkehr bei der Zählstelle Oberbuchsites nicht gemessen wird.

Oberbuchsites (A1) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	11'689'425	42'507	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'521'354	38'259	90.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'168'071	4'248	10.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	357'372	1'300	1.5	30.6
01 Bus / Reisecar	75'497	275	0.3	6.5
02 Motorrad	845	3	0.0	0.1
03 Personenwagen	24'634	90	0.1	2.1
04 Personenwagen mit Anh.	39'912	145	0.2	3.4
05 Lieferwagen	63'560	231	0.3	5.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	59'166	215	0.3	5.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	22'208	81	0.1	1.9
08 Lastwagen	135'913	494	0.6	11.6
09 Lastenzug	153'332	558	0.7	13.1
10 Sattelzug	235'632	857	1.0	20.2
Total	1'168'071	4'248	5.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	269'568	980	1.1	23.1
Fahrzeuge 8.0 - 18t	438'111	1'593	1.9	37.5
Fahrzeuge 18 - 28t	270'438	983	1.2	23.2
Fahrzeuge 28 - 40t	153'281	557	0.7	13.1
Fahrzeuge >40t	36'673	133	0.2	3.1
Total	1'168'071	4'248	5.0	100.0

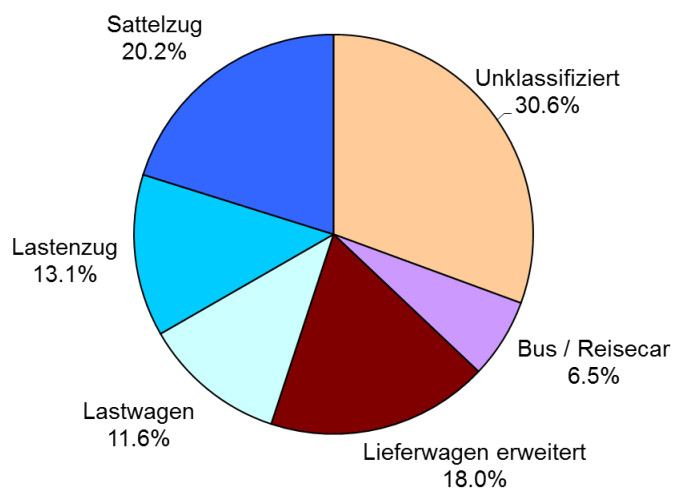
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbuchsites

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



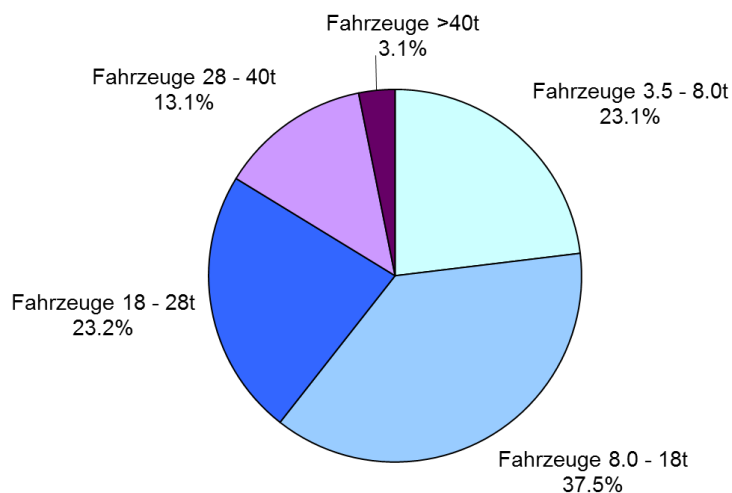
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



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



6.3 Messdiagramme

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbuchsitzen (A1) 2010 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 (GWTOT) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 6.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 0).

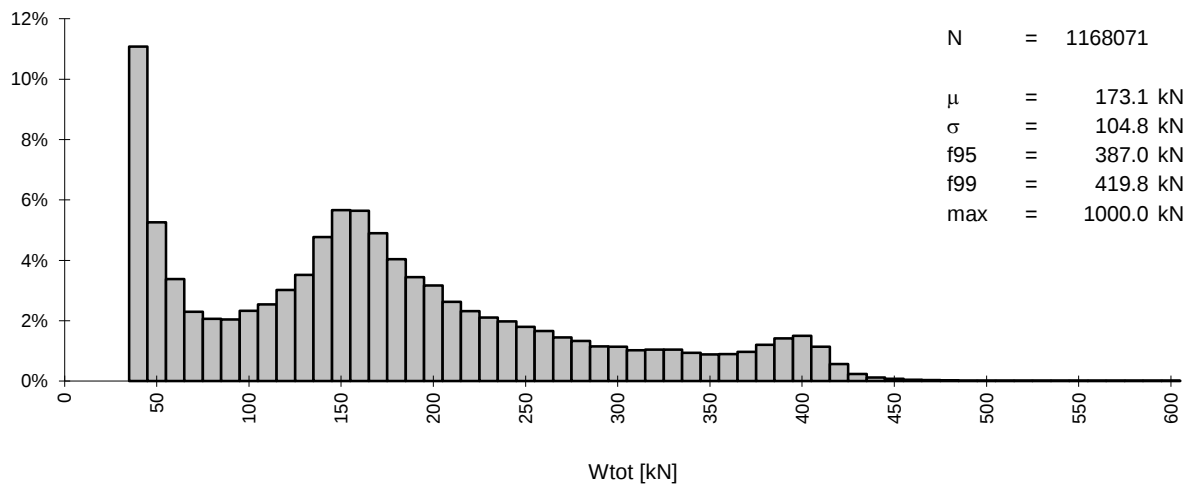
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

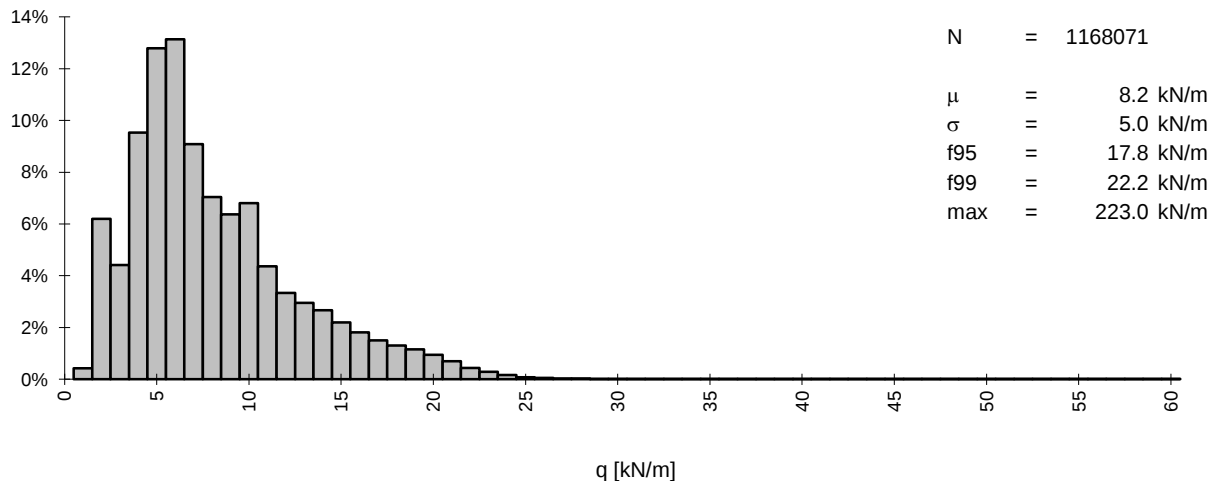
2010 Oberbuchsitzen

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



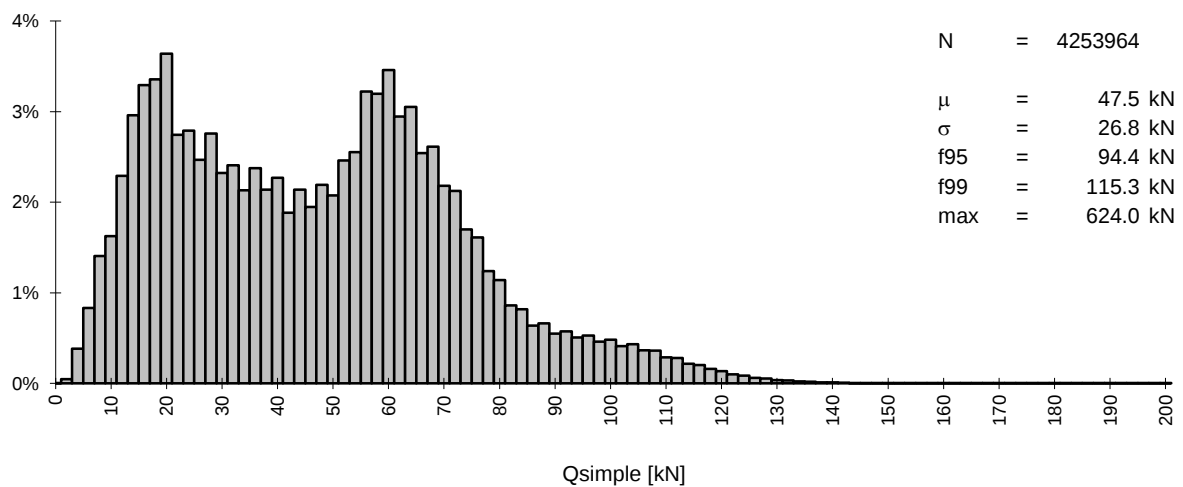
2010 Oberbuchsitzen

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

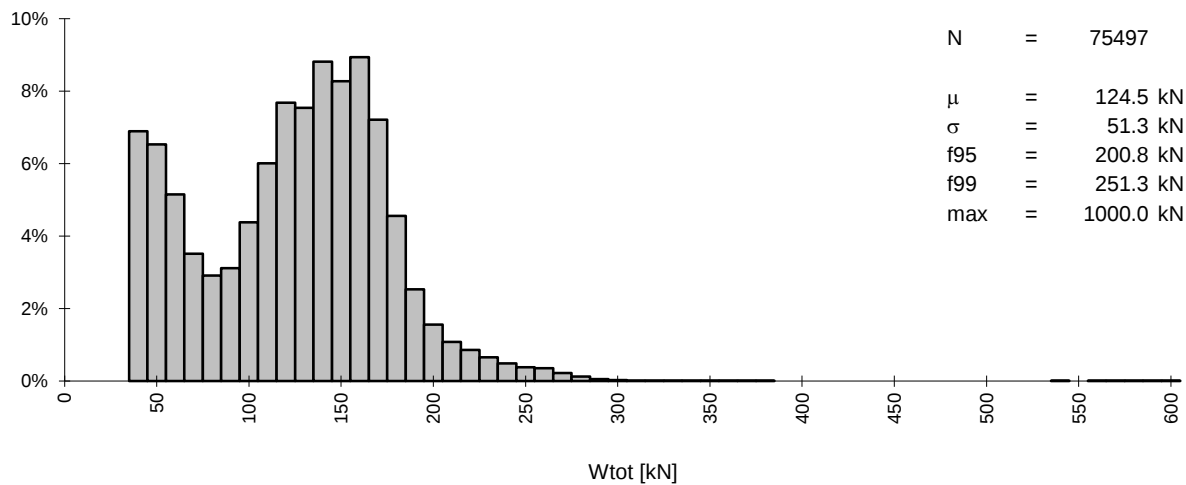
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

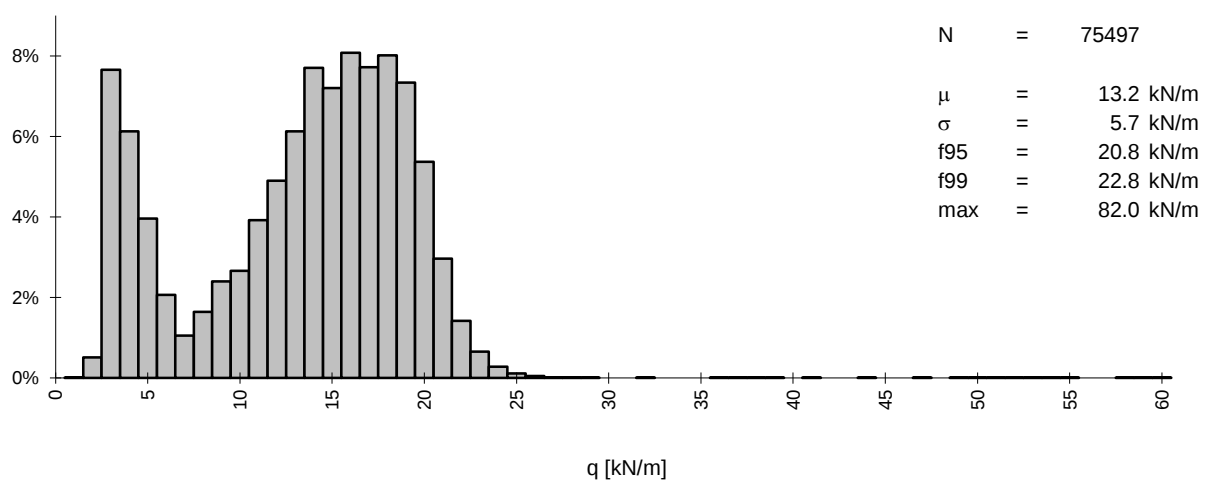
2010 Oberbuchsitzen

Car / Bus / Gesamtgewicht



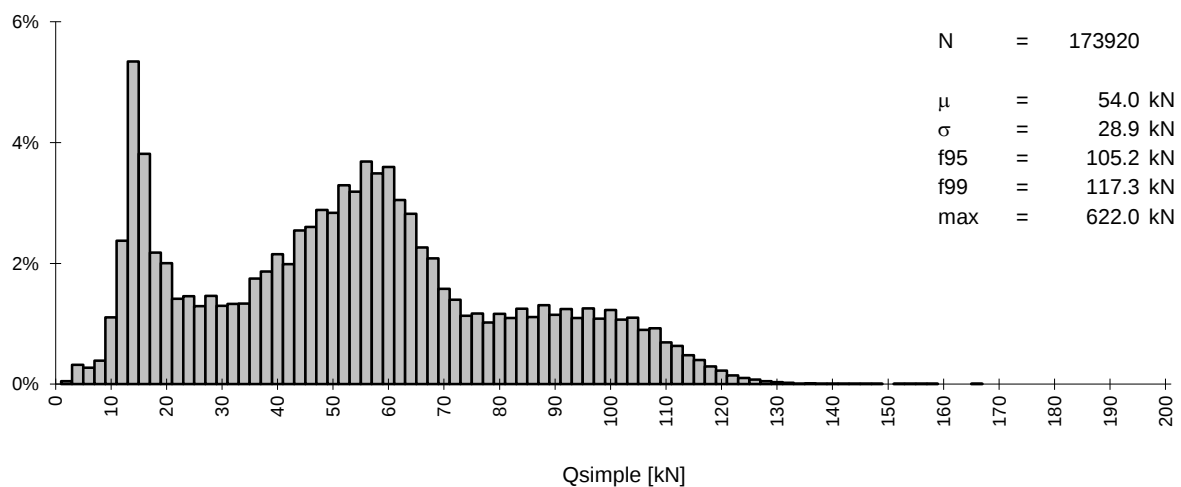
2010 Oberbuchsitzen

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

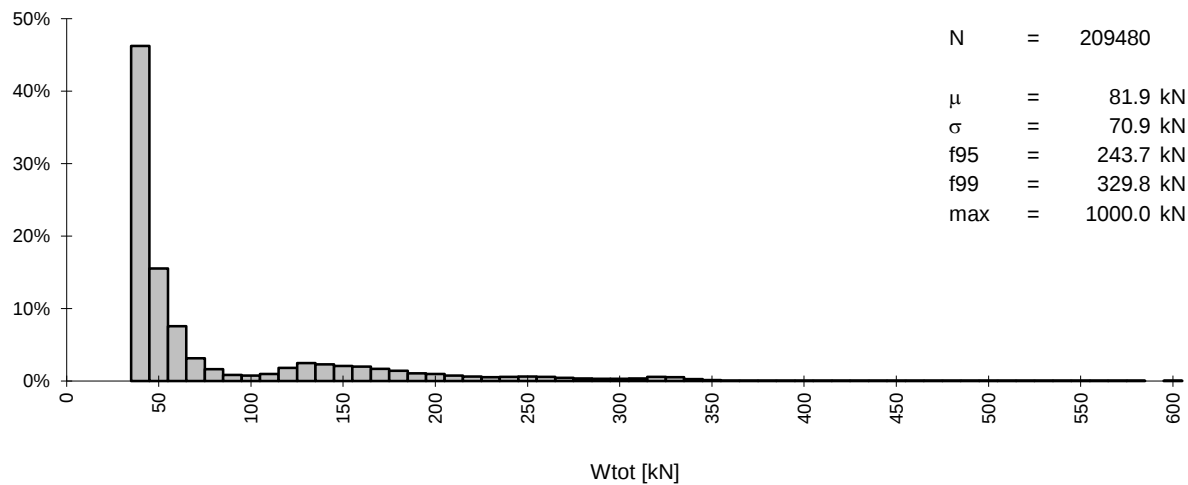
Car / Bus / alle Einzelachsen



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

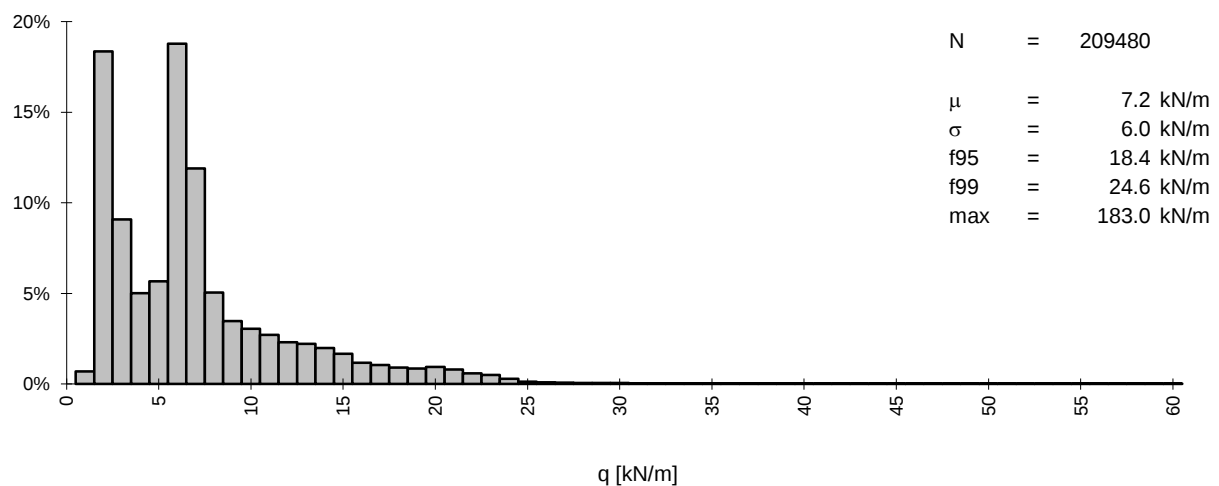
2010 Oberbuchsitzen

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



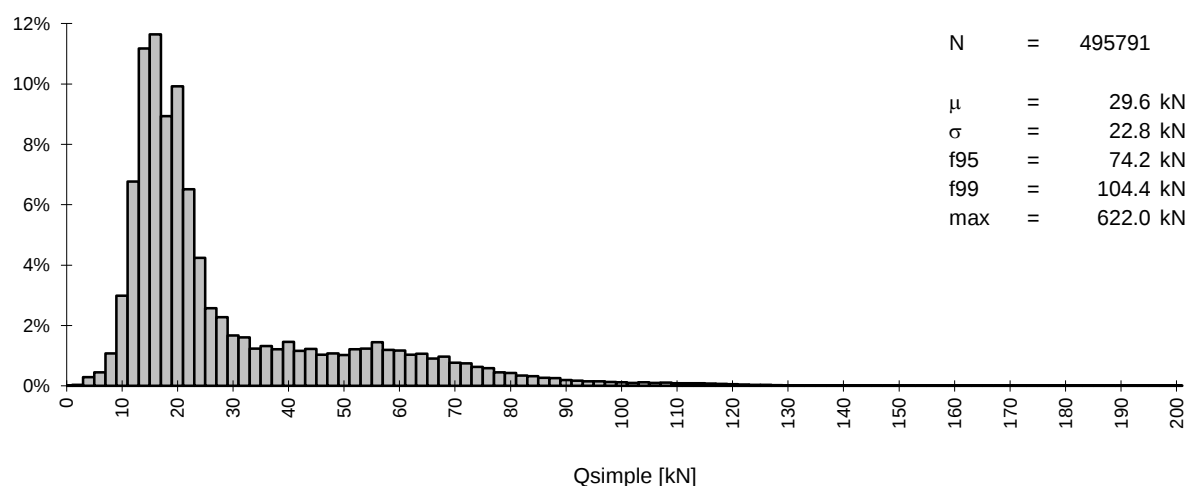
2010 Oberbuchsitzen

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

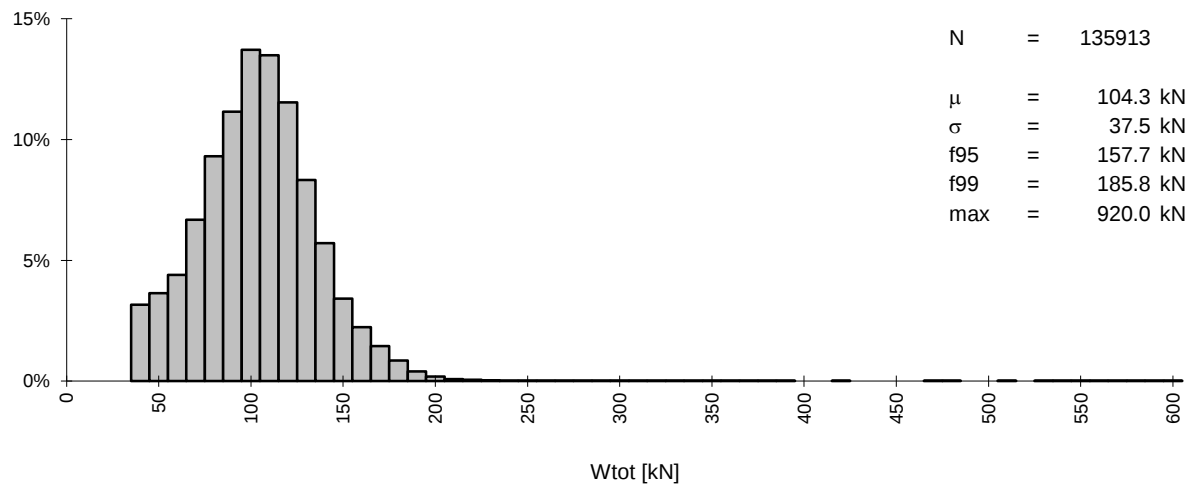
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

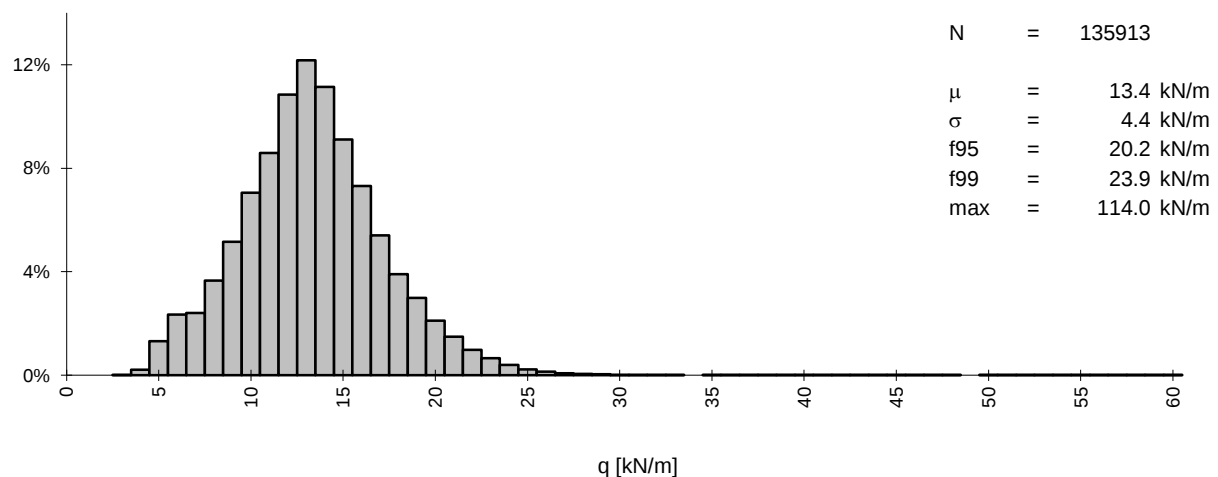
2010 Oberbuchsitzen

Lastwagen / Gesamtgewicht



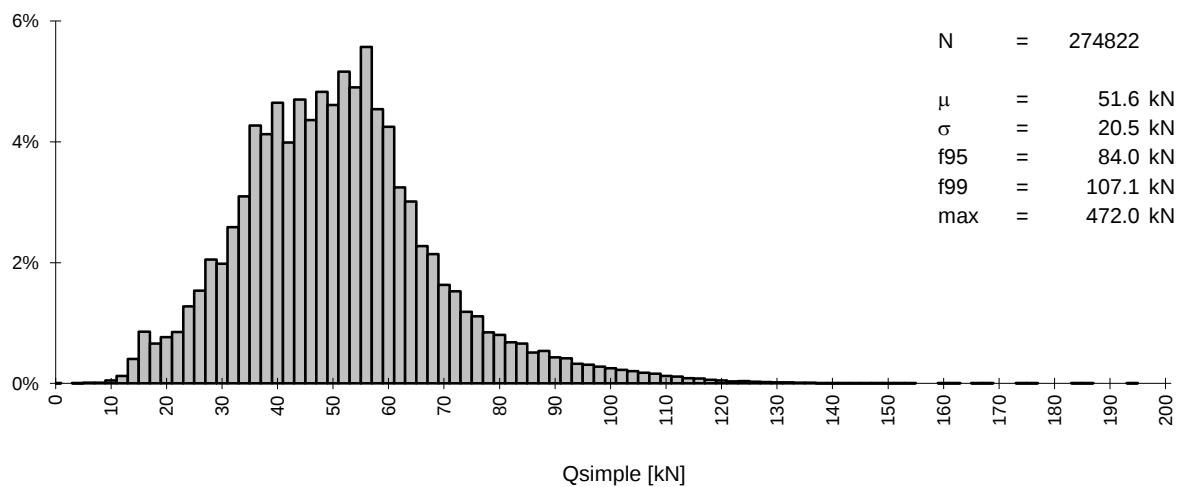
2010 Oberbuchsitzen

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

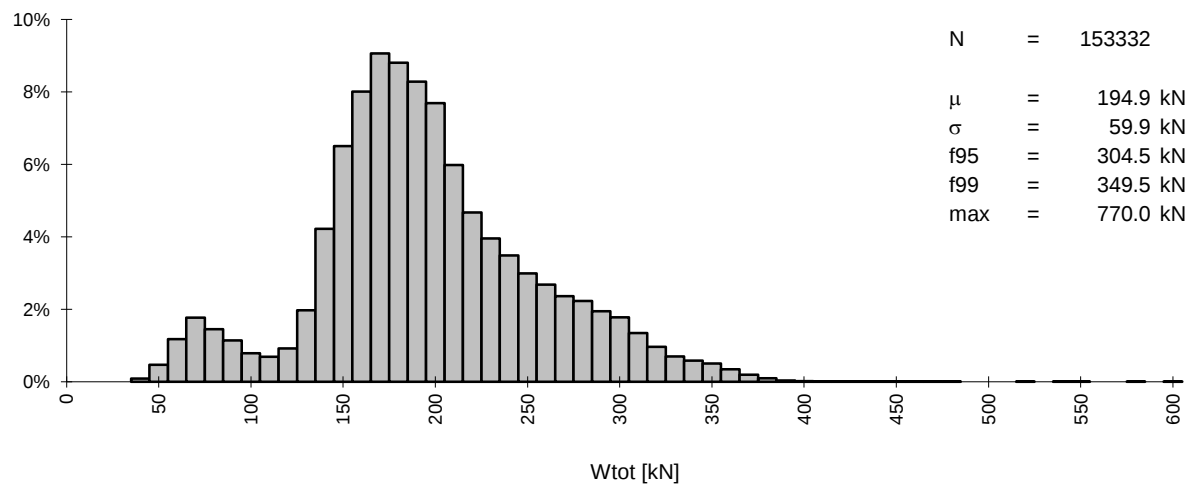
Lastwagen / alle Einzelachsen



6.3.6 Lastenzüge (LZ)

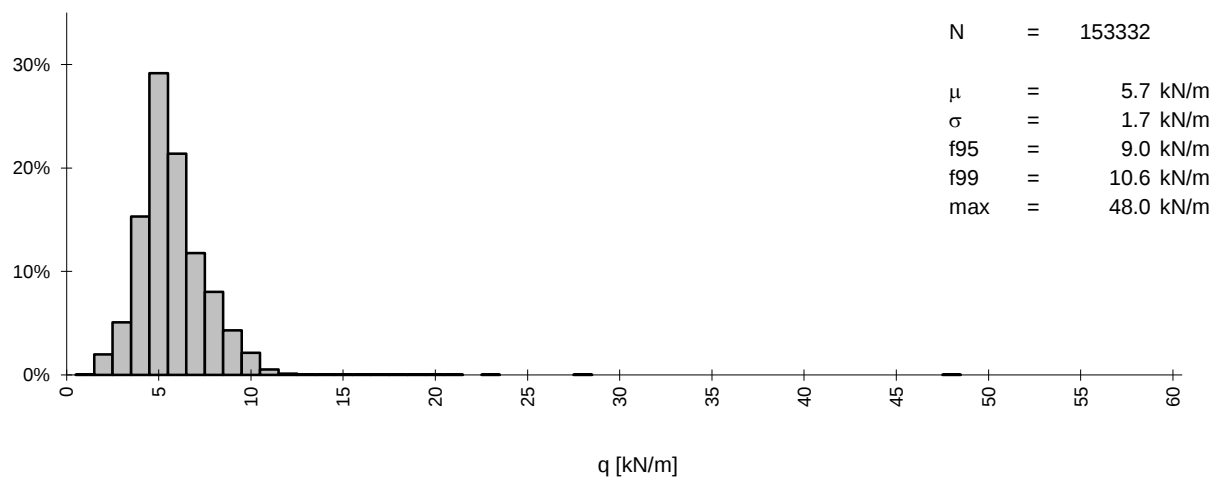
2010 Oberbuchsitzen

Lastenzug / Gesamtgewicht



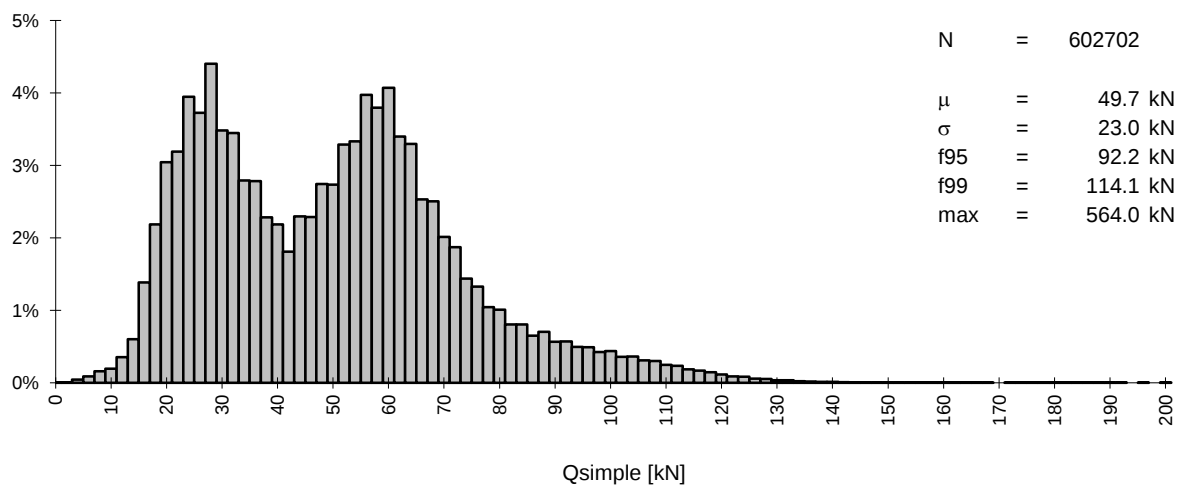
2010 Oberbuchsitzen

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

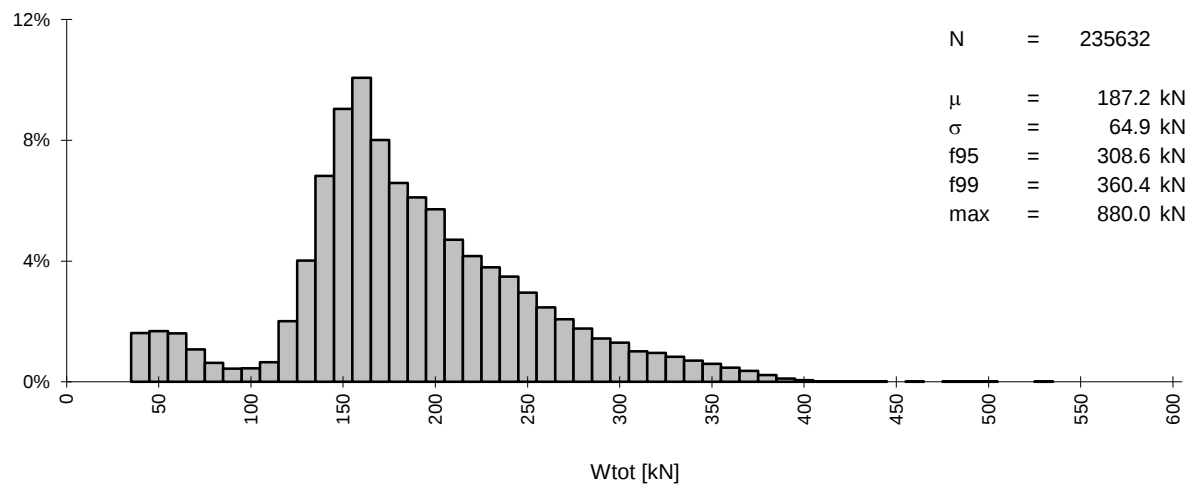
Lastenzug / alle Einzelachsen



6.3.7 Sattelzüge (SZ)

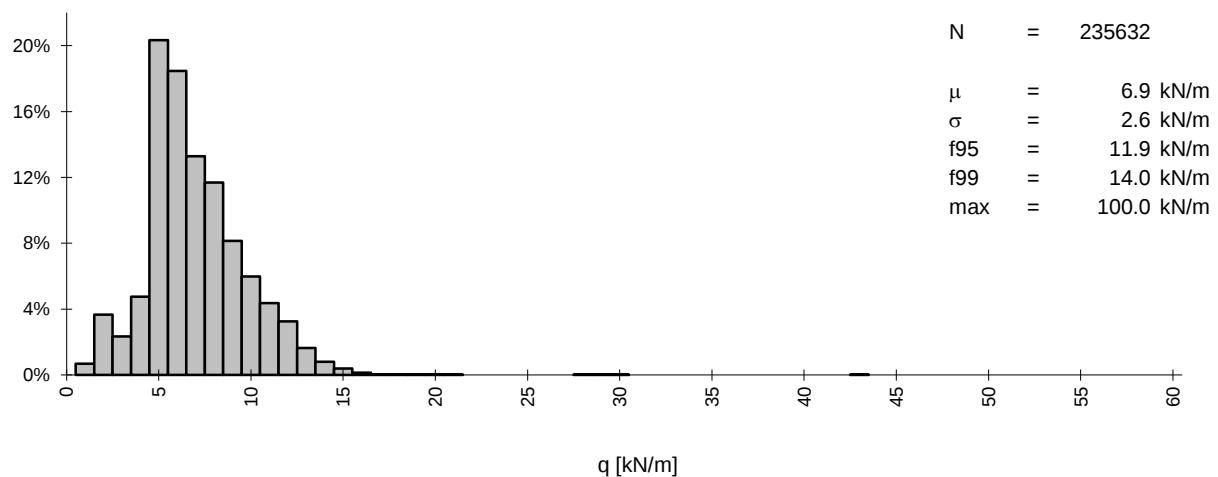
2010 Oberbuchsitzen

Sattelzug / Gesamtgewicht



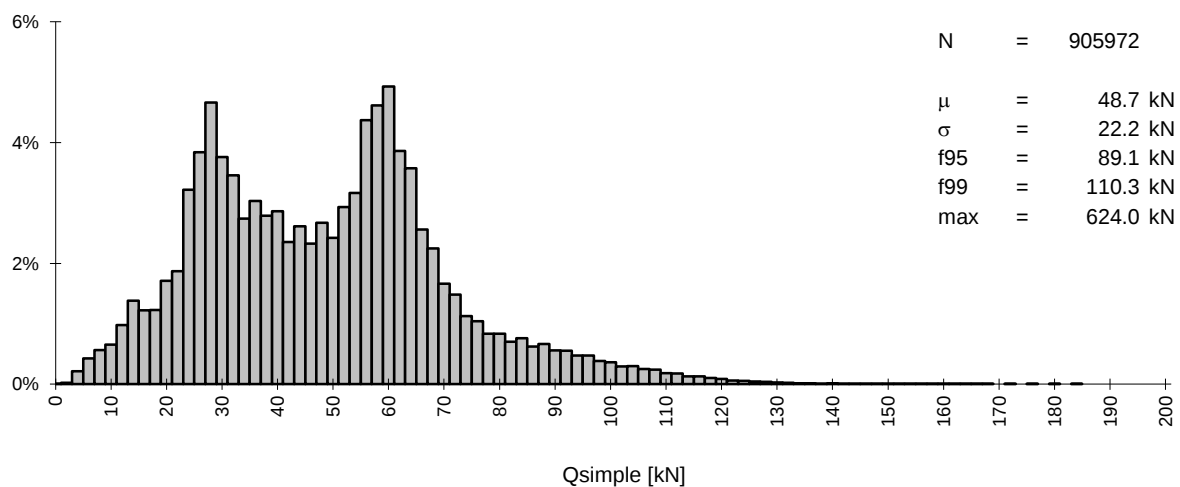
2010 Oberbuchsitzen

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 Oberbuchsitzen

Sattelzug / alle Einzelachsen

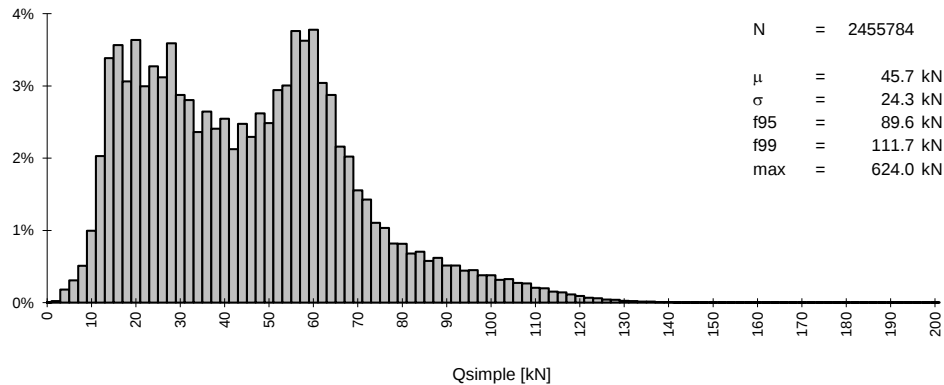


6.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierte Fahrzeuge $\geq 3.5t$)

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.

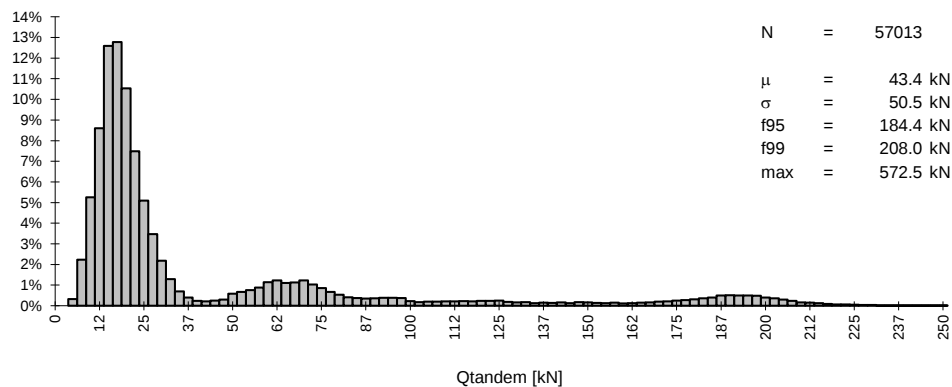
2010 Oberbuchsiten

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



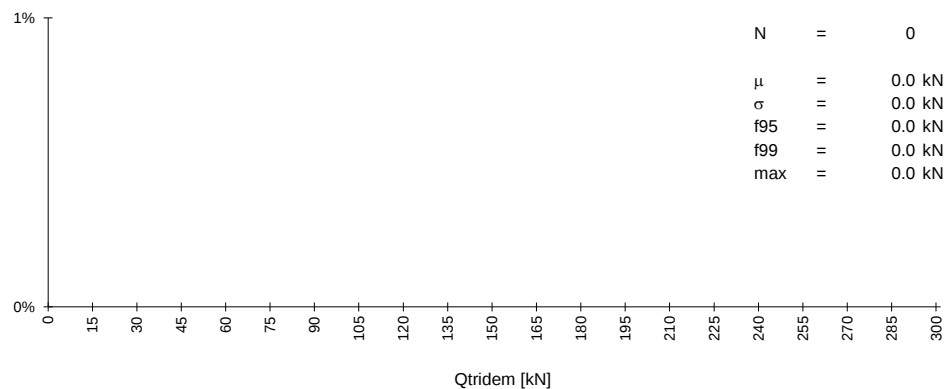
2010 Oberbuchsiten

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010 Oberbuchsiten

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

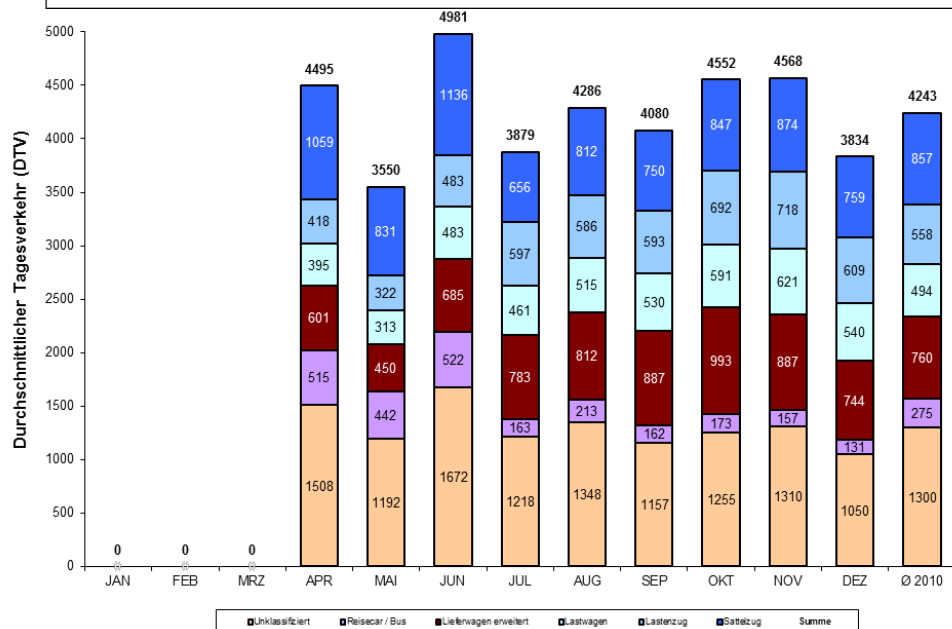


6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

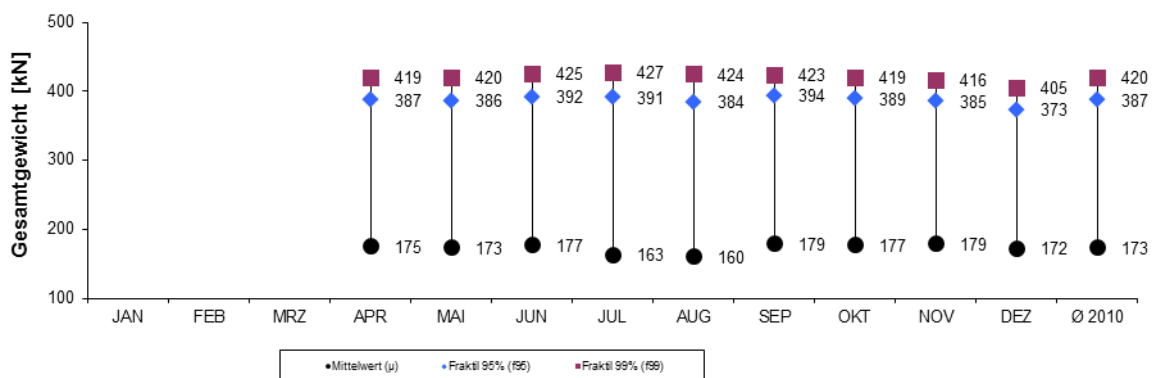
6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen

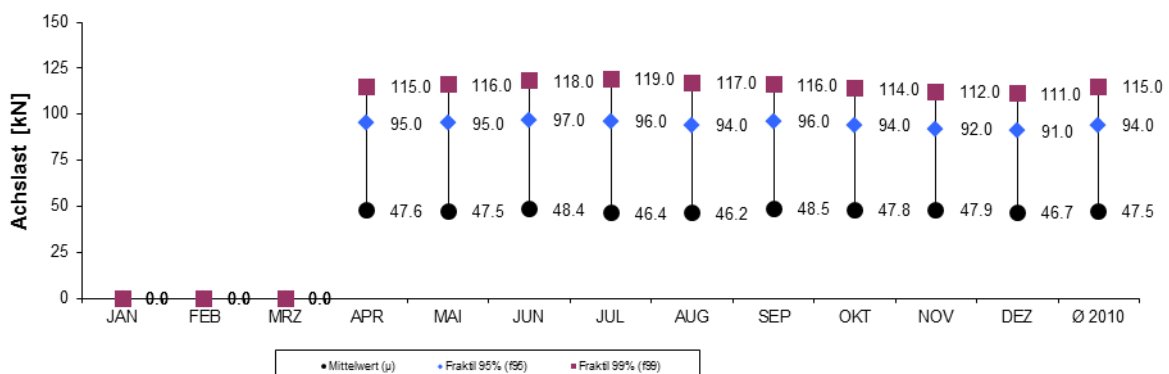
Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie ist deshalb nicht sehr aussagekräftig.



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



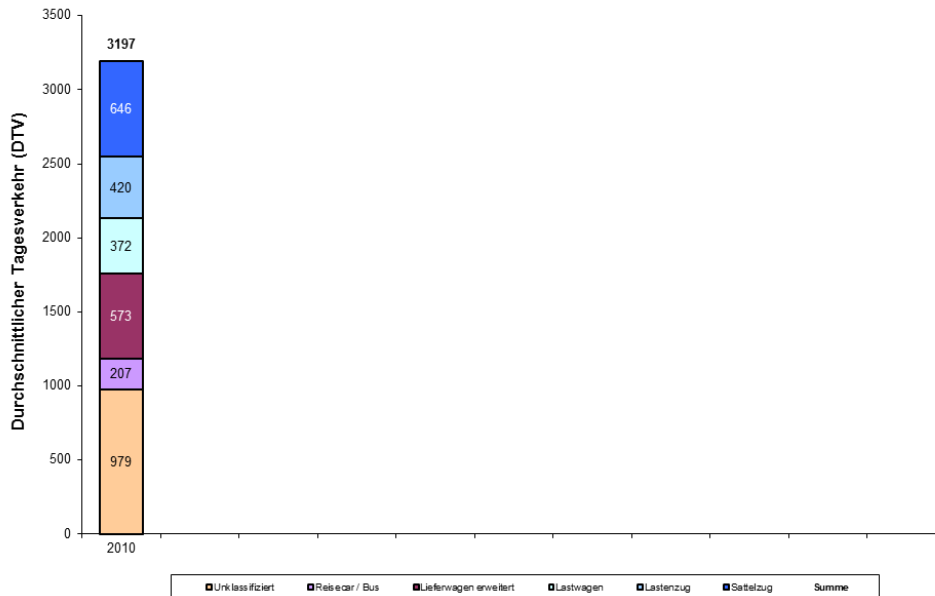
c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



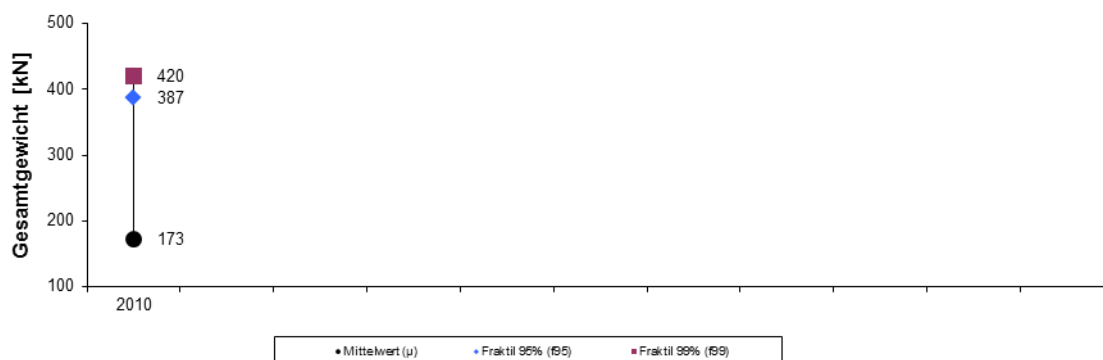
6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtype

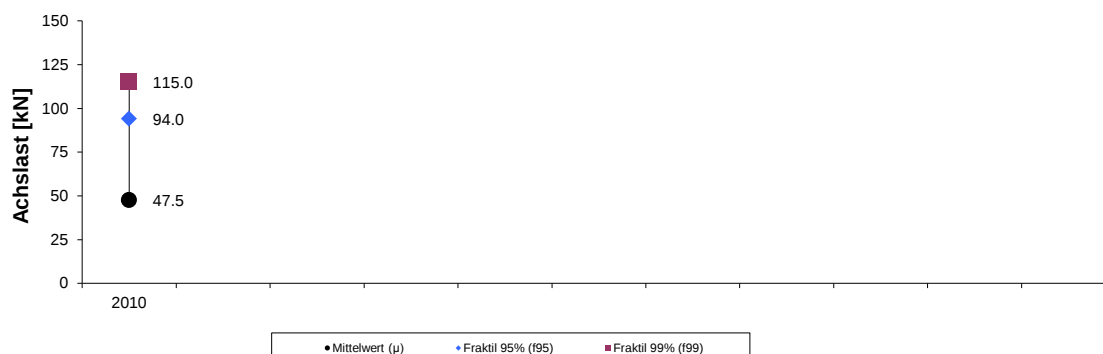
Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen ist auf eine Störung der Fahrzeugklassierung zurückzuführen. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie ist deshalb nicht sehr aussagekräftig.



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



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



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

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	47.5	47.5	94.4	115.3
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

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. 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	8.2 kN/m	17.8 kN/m	22.2 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	2.3 kN/m	5.1 kN/m	6.3 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. 8.4). 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.

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 Achsentyten sind in den Diagrammen des Abschnitts 6.3.8 dargestellt.

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

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	49'540	25	0.000	4'456	0	0.000	0	0
2	0.006	385'119	2'311	0.001	25'373	18	0.000	0	0
3	0.020	389'333	7'787	0.003	10'393	31	0.001	0	0
4	0.070	313'489	21'944	0.008	1'495	12	0.002	0	0
5	0.150	294'647	44'197	0.020	764	15	0.005	0	0
6	0.290	420'206	121'860	0.030	1'963	59	0.010	0	0
7	0.530	286'250	151'713	0.060	2'671	160	0.020	0	0
8	1.000	127'713	127'713	0.100	1'765	177	0.030	0	0
9	1.520	76'074	115'632	0.140	855	120	0.040	0	0
10	2.400	53'175	127'620	0.200	781	156	0.060	0	0
11	3.660	34'058	124'652	0.280	453	127	0.080	0	0
12	5.400	17'235	93'069	0.400	506	202	0.110	0	0
13	7.760	5'761	44'705	0.540	472	255	0.140	0	0
14	10.870	1'669	18'142	0.730	338	247	0.190	0	0
15	14.910	430	6'411	0.960	354	340	0.240	0	0
16	20.060	167	3'350	1.260	306	386	0.300	0	0
17	26.540	63	1'672	1.630	360	587	0.380	0	0
18	34.590	107	3'701	2.080	591	1'229	0.480	0	0
19	-	-	-	2.640	1'007	2'658	0.590	0	0
20	-	-	-	3.300	1'078	3'557	0.720	0	0
21	-	-	-	4.090	598	2'446	0.880	0	0
22	-	-	-	5.030	405	2'037	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		2'455'036	1'016'504		56'984	14'819		0	0

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

Korrekturfaktor $F_k = 1.4$

$$W = F_k \times \sum n_i \times k_i = 1.4 \times (1'016'504 + 14'819 + 0) = 1'443'854 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.9 \times W = 0.9 \times 1'443'854 = 1'299'468 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'299'468 / 275 = 4725 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messstelle der Zählstelle Oberbuchsiten (A1) wurde im April 2010 eingerichtet. Der gemessene Schwerverkehr unterliegt starken Schwankungen (s. Diagramm 6.4.1a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4981 Fahrzeugen. Im Monat Mai wurde das geringste Schwerverkehrsaufkommen mit 3550 Fahrzeugen gemessen.

Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen (durchschnittlich 30.3%) 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 nimmt die Kategorie Reisekar/Bus von hohen Werten im April, Mai und Juni von durchschnittlich über 400 Fahrzeugen auf durchschnittlich unter 200 Fahrzeugen ab Juli stark ab. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 20.2%. Die Kategorie „Lieferwagen“ weist einen Anteil von 18.0% auf. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.1% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten sind gegen Ende Jahr und im August etwas tiefer als in den restlichen Monaten. (s. Diagramme 6.4.1b und 6.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

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

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

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

7 San Bernardino (A13)

7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2010 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

7.2 Übersicht Messresultate

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

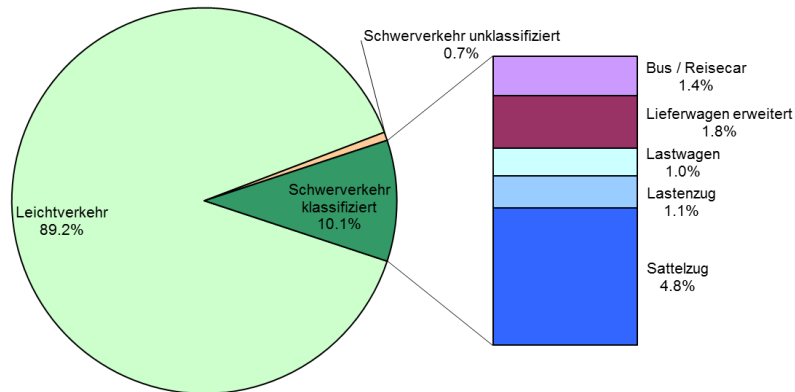
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle San Bernardino (A13) im Verlaufe des Jahres 2010 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

San Bernardino (A13) 2010	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	1'013'319	6'623	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	903'380	5'904	89.2	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	109'939	719	10.8	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	102'821	672	10.1	93.5
01 Bus / Reisedar	7'118	47	0.7	6.5
02 Motorrad	14'046	92	1.4	12.8
03 Personenwagen	31	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	534	3	0.1	0.5
05 Lieferwagen	2'772	18	0.3	2.5
06 Lieferwagen mit Anhänger	9'196	60	0.9	8.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	4'734	31	0.5	4.3
08 Lastwagen	1'437	9	0.1	1.3
09 Lastenzug	9'968	65	1.0	9.1
10 Sattelzug	11'404	75	1.1	10.4
Total	48'699	318	4.8	44.3
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	22'570	148	2.2	20.5
Fahrzeuge 8.0 - 18t	27'090	177	2.7	24.6
Fahrzeuge 18 - 28t	27'005	177	2.7	24.6
Fahrzeuge 28 - 40t	28'475	186	2.8	25.9
Fahrzeuge >40t	4'799	31	0.5	4.4
Total	109'939	719	10.8	100.0

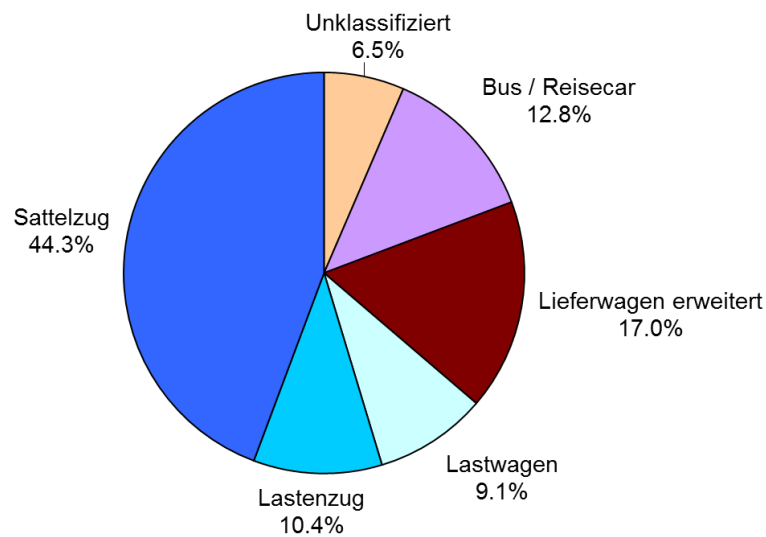
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle San Bernardino

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

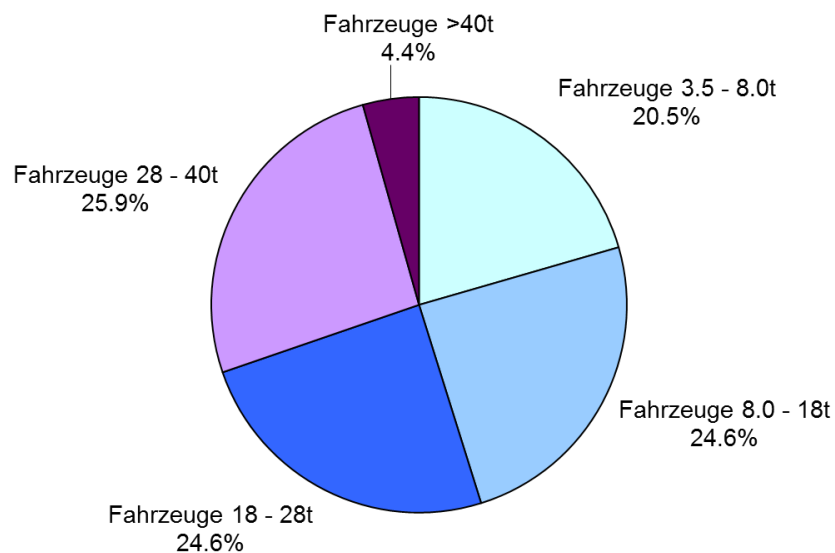
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 Messdiagramme

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle San Bernardino (A13) 2010 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind die Fahrzeuge $\geq 3.5t$ der Kategorien MR, PW, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GW_{TOT}) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 7.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 0).

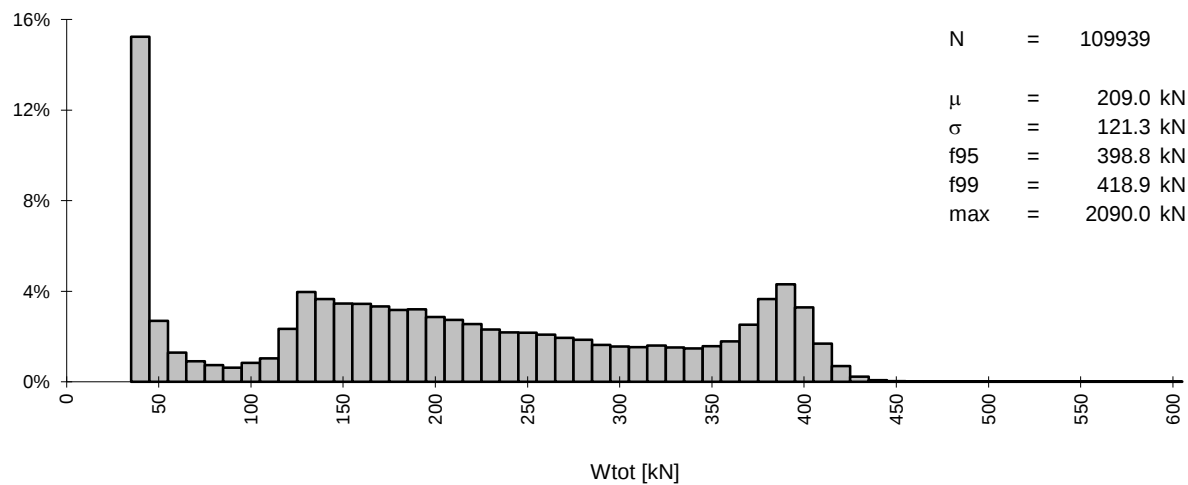
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

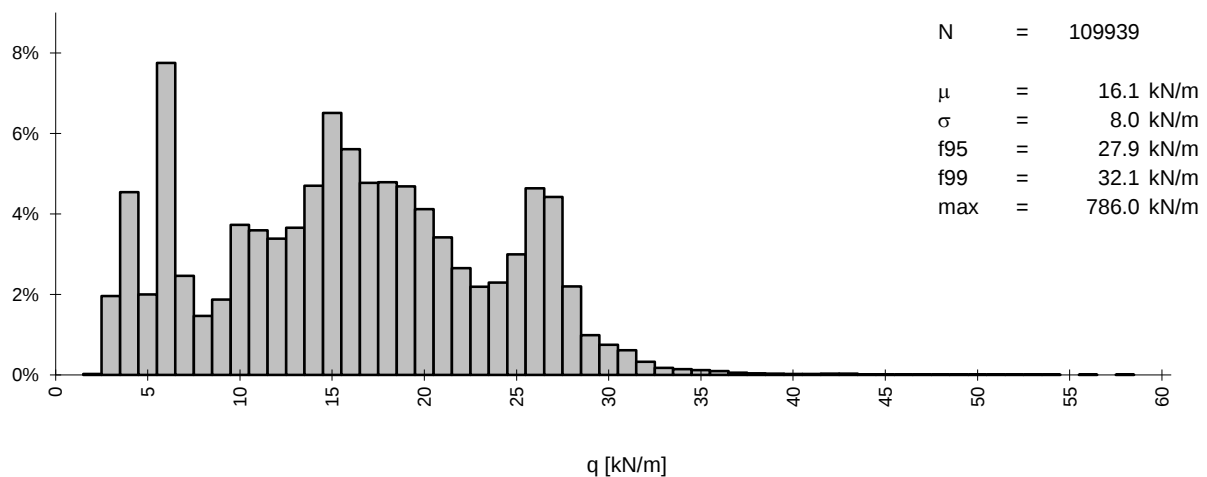
2010 SanBernardino

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



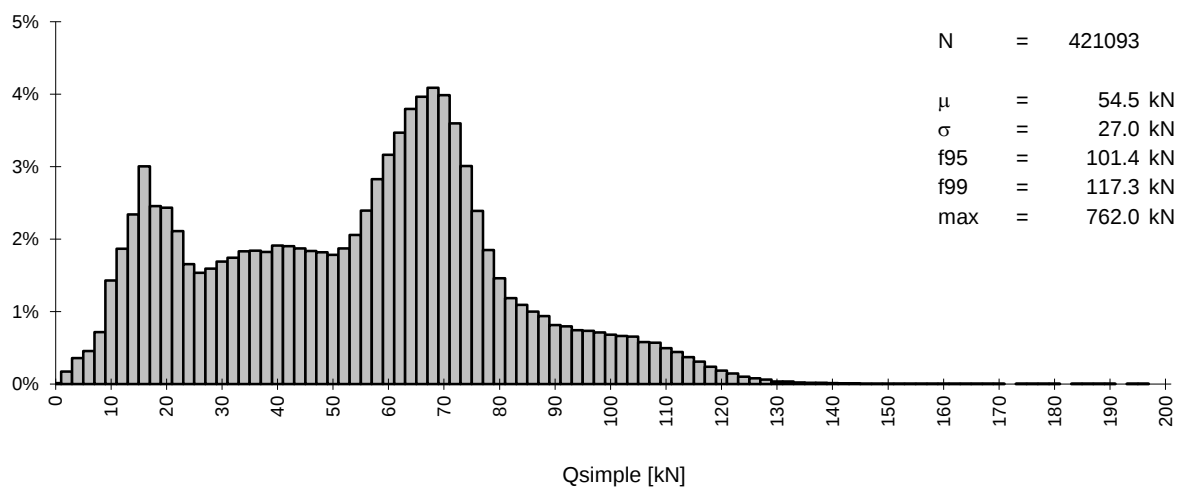
2010 SanBernardino

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

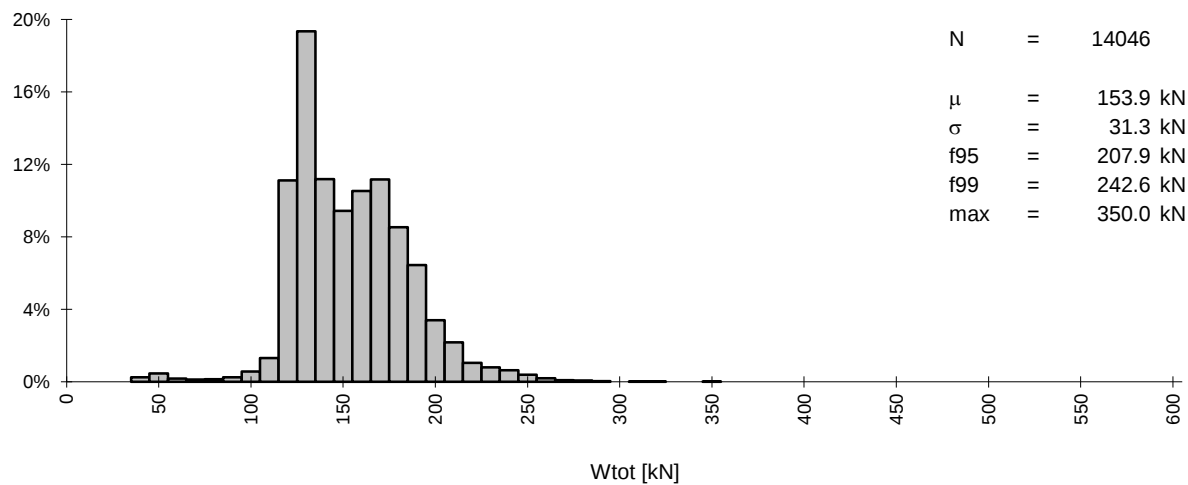
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

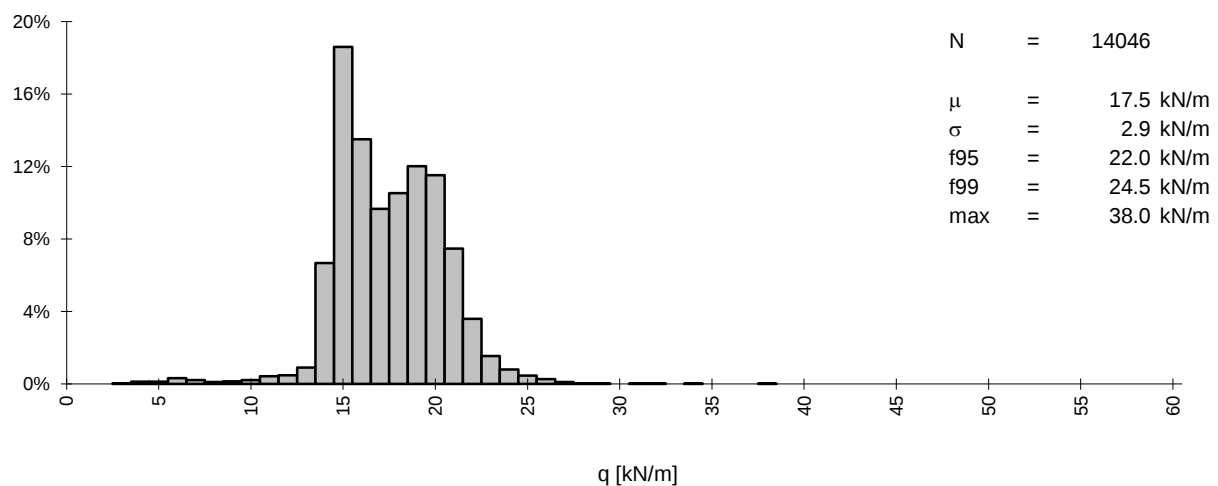
2010 SanBernardino

Car / Bus / Gesamtgewicht



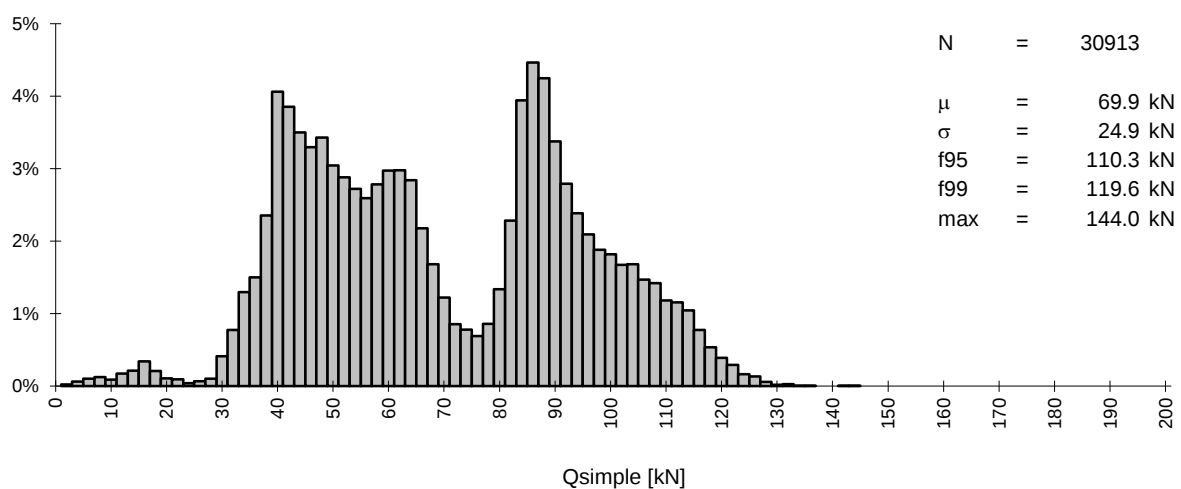
2010 SanBernardino

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

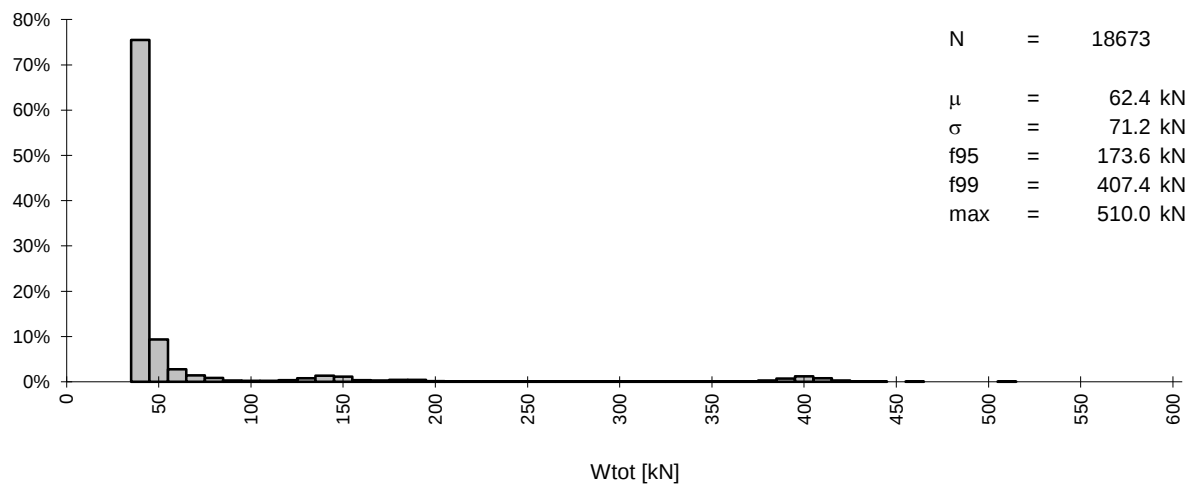
Car / Bus / alle Einzelachsen



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

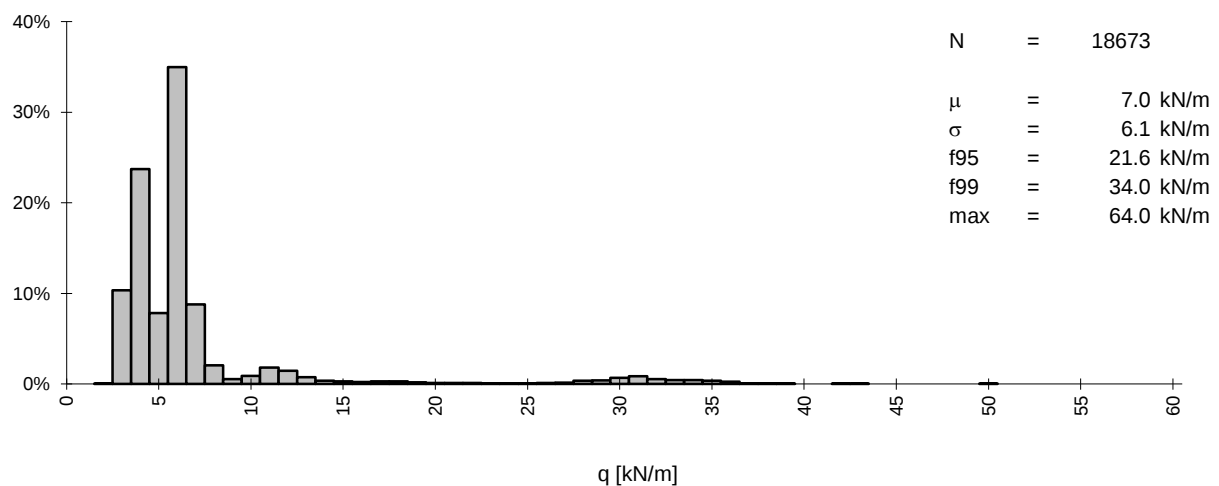
2010 SanBernardino

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



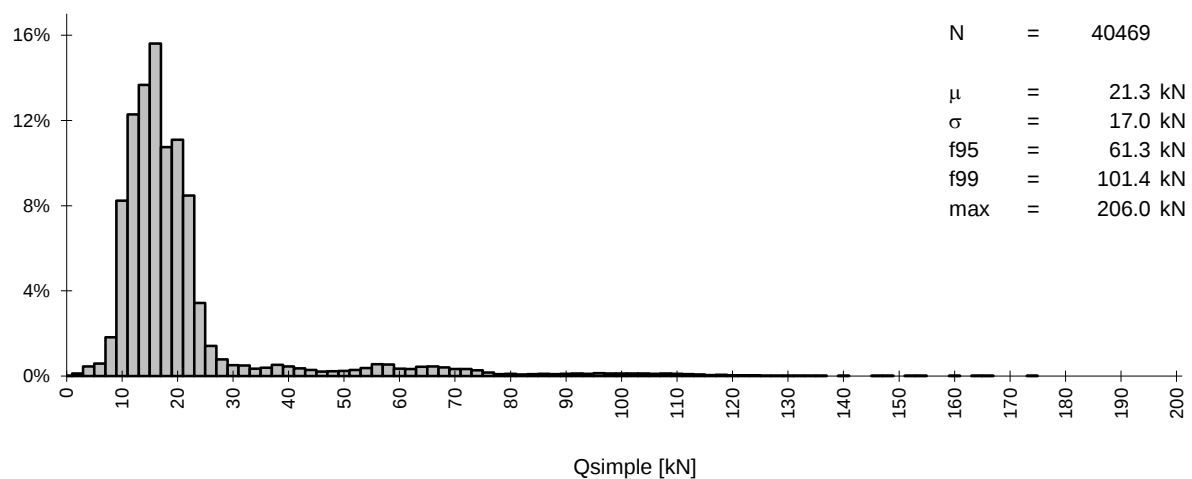
2010 SanBernardino

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

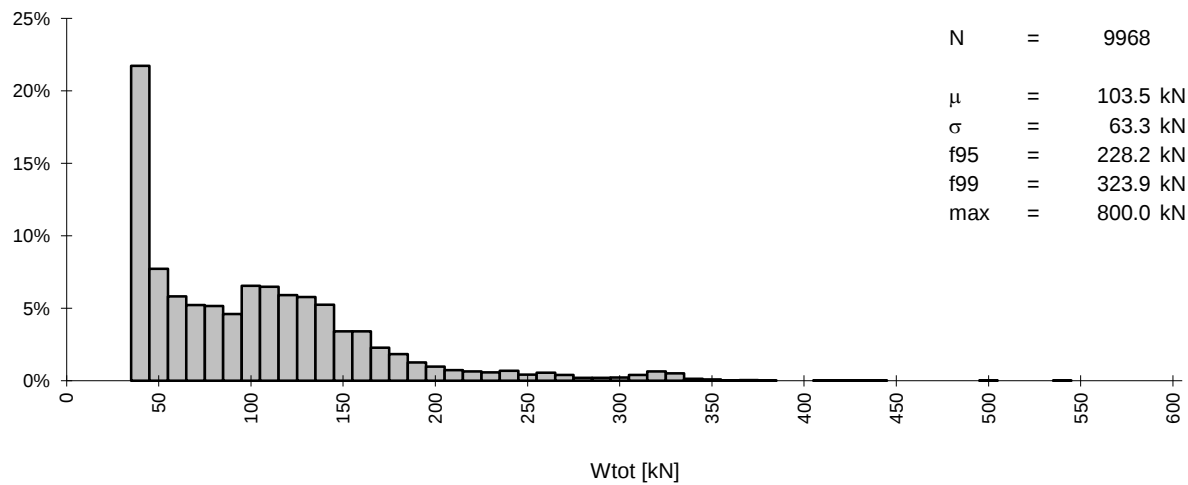
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

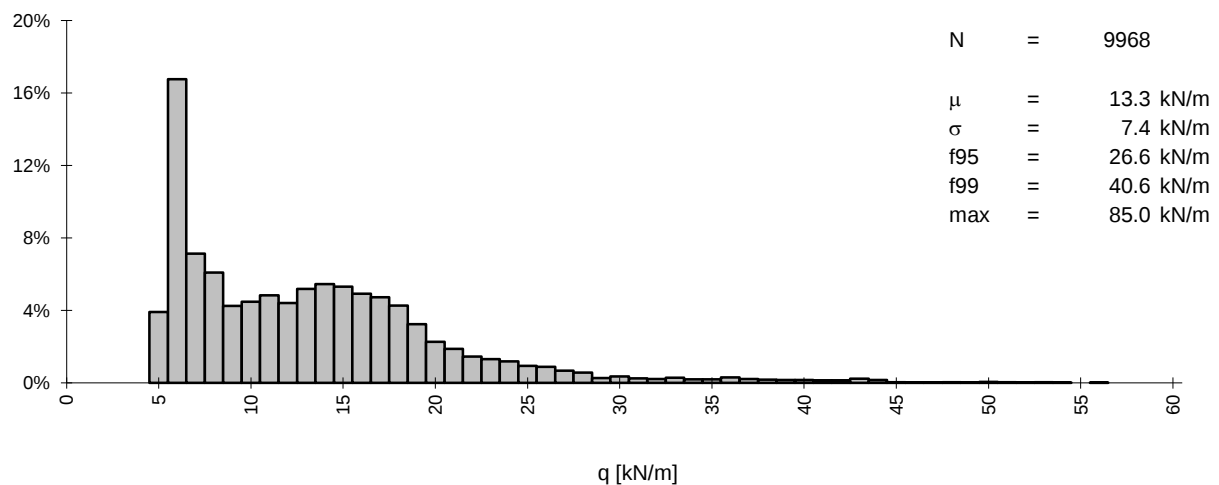
2010 SanBernardino

Lastwagen / Gesamtgewicht



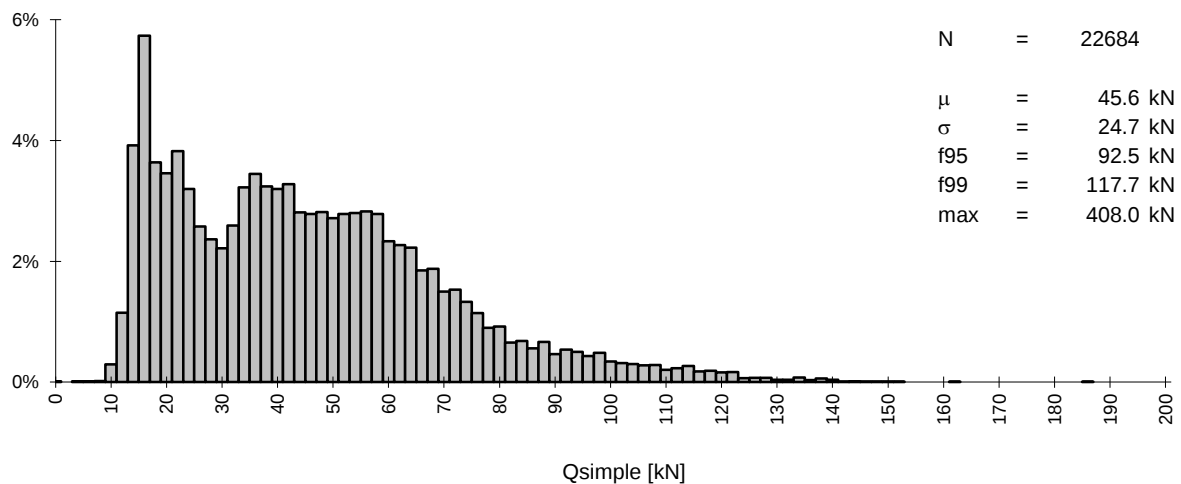
2010 SanBernardino

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

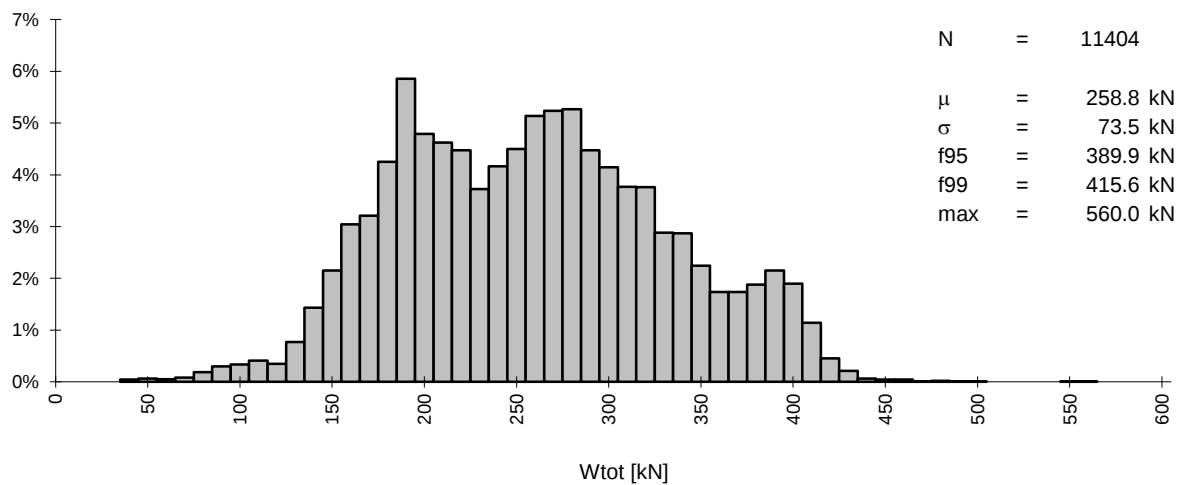
Lastwagen / alle Einzelachsen



7.3.6 Lastenzüge (LZ)

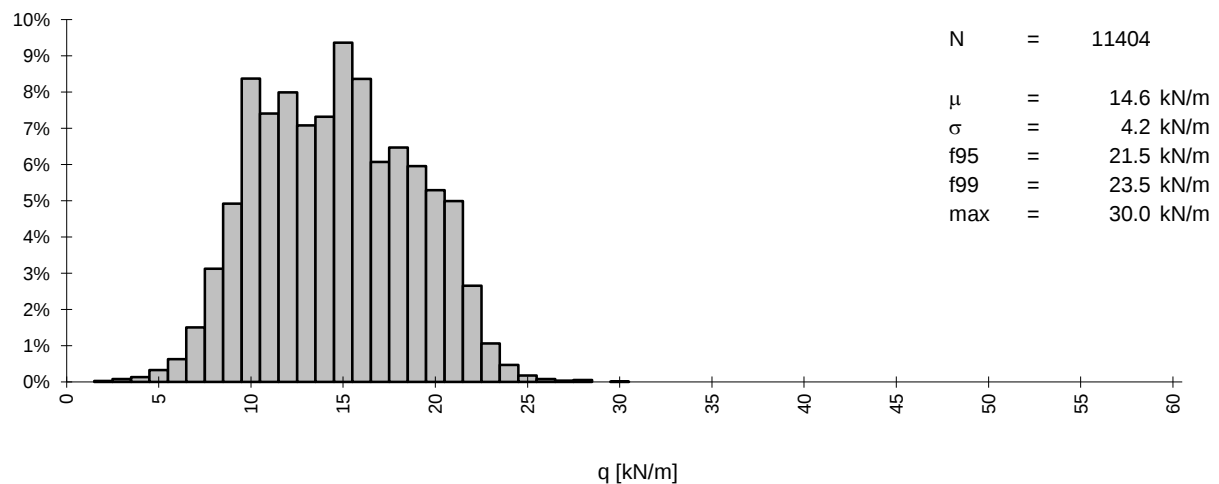
2010 SanBernardino

Lastenzug / Gesamtgewicht



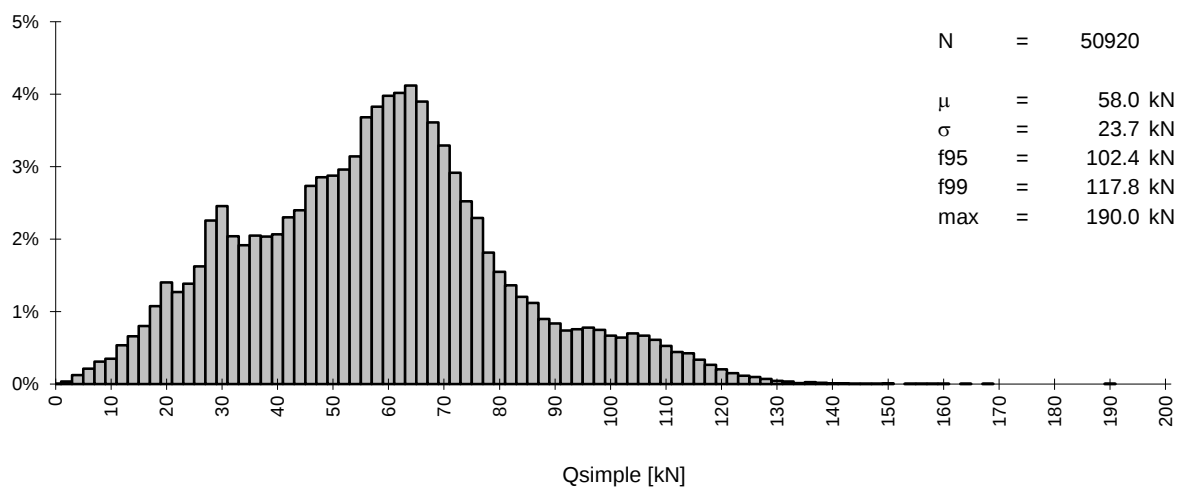
2010 SanBernardino

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

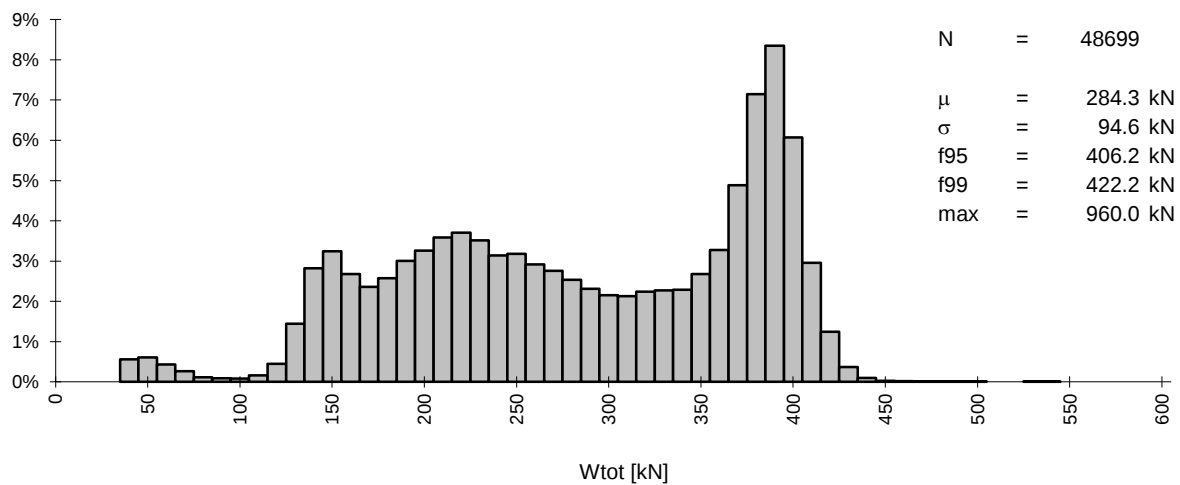
Lastenzug / alle Einzelachsen



7.3.7 Sattelzüge (SZ)

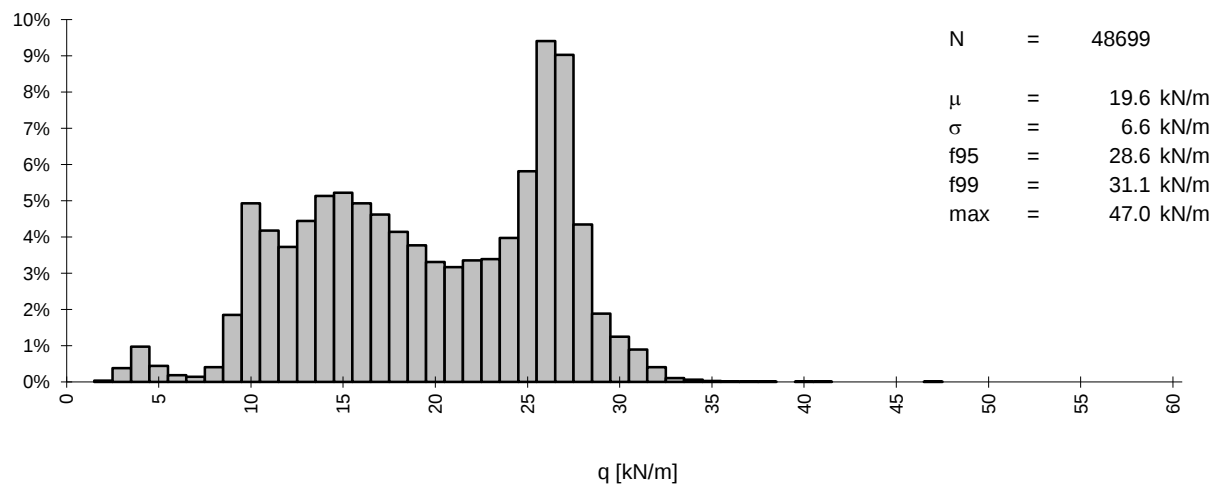
2010 SanBernardino

Sattelzug / Gesamtgewicht



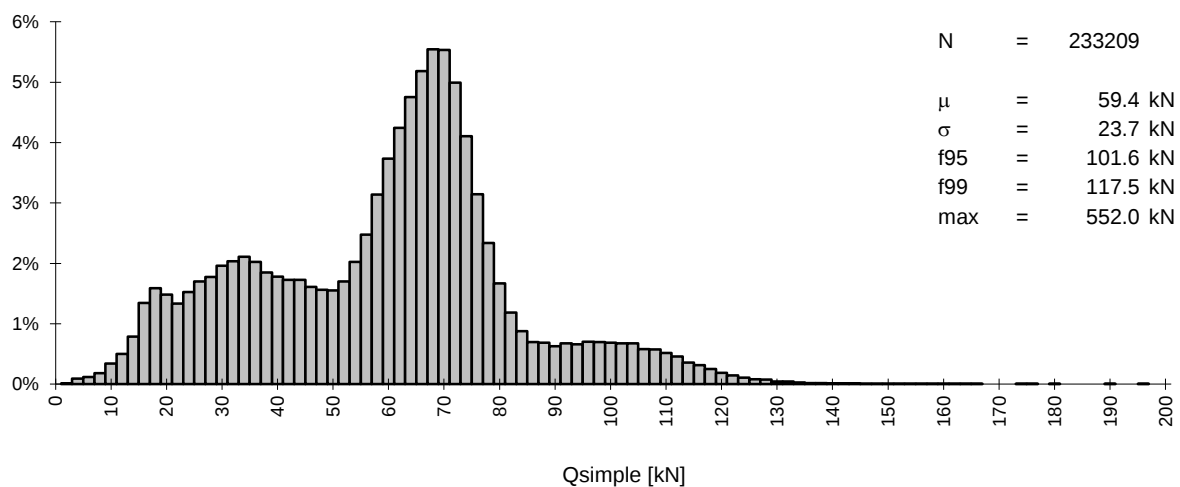
2010 SanBernardino

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2010 SanBernardino

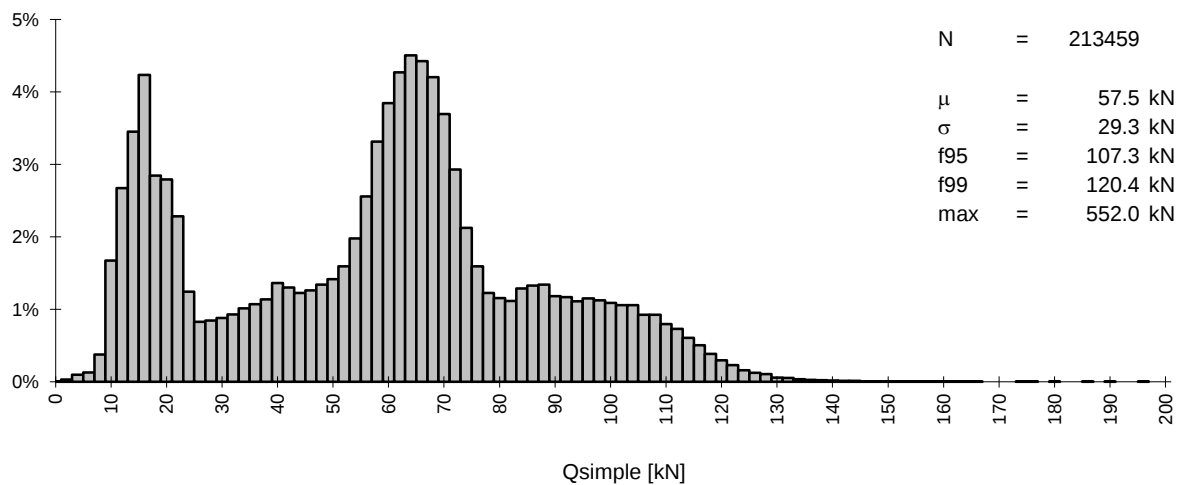
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

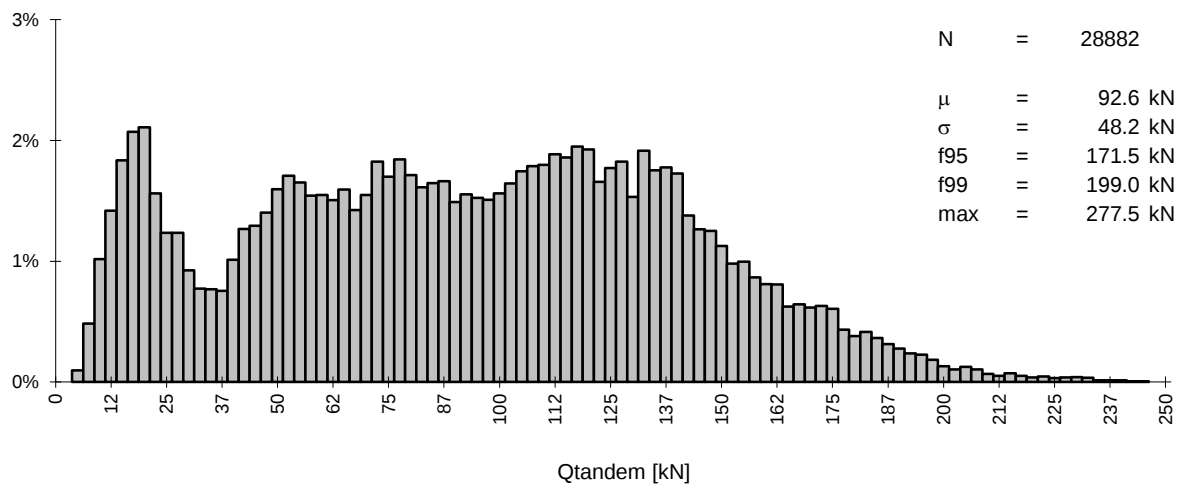
2010 SanBernardino

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



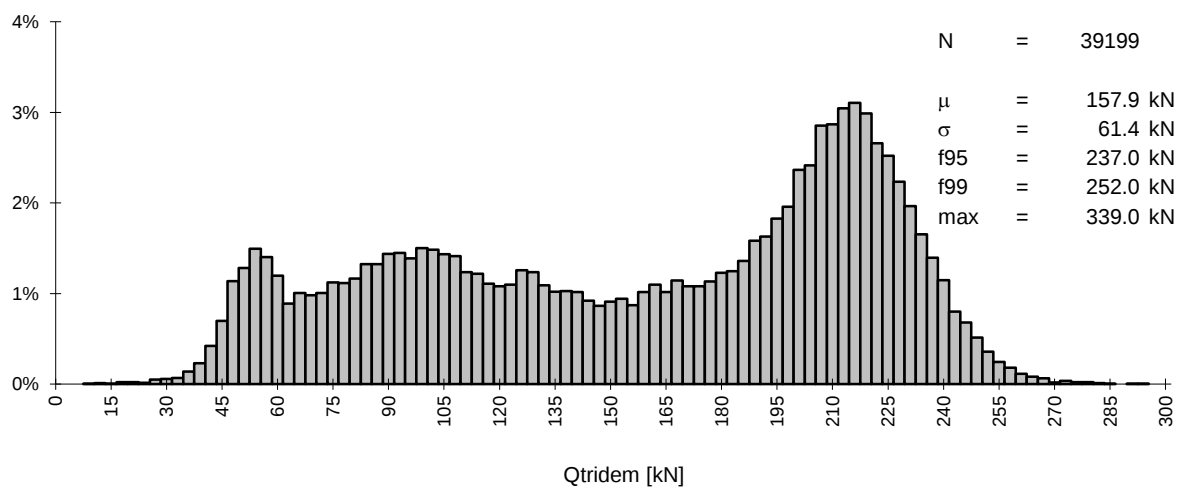
2010 SanBernardino

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2010 SanBernardino

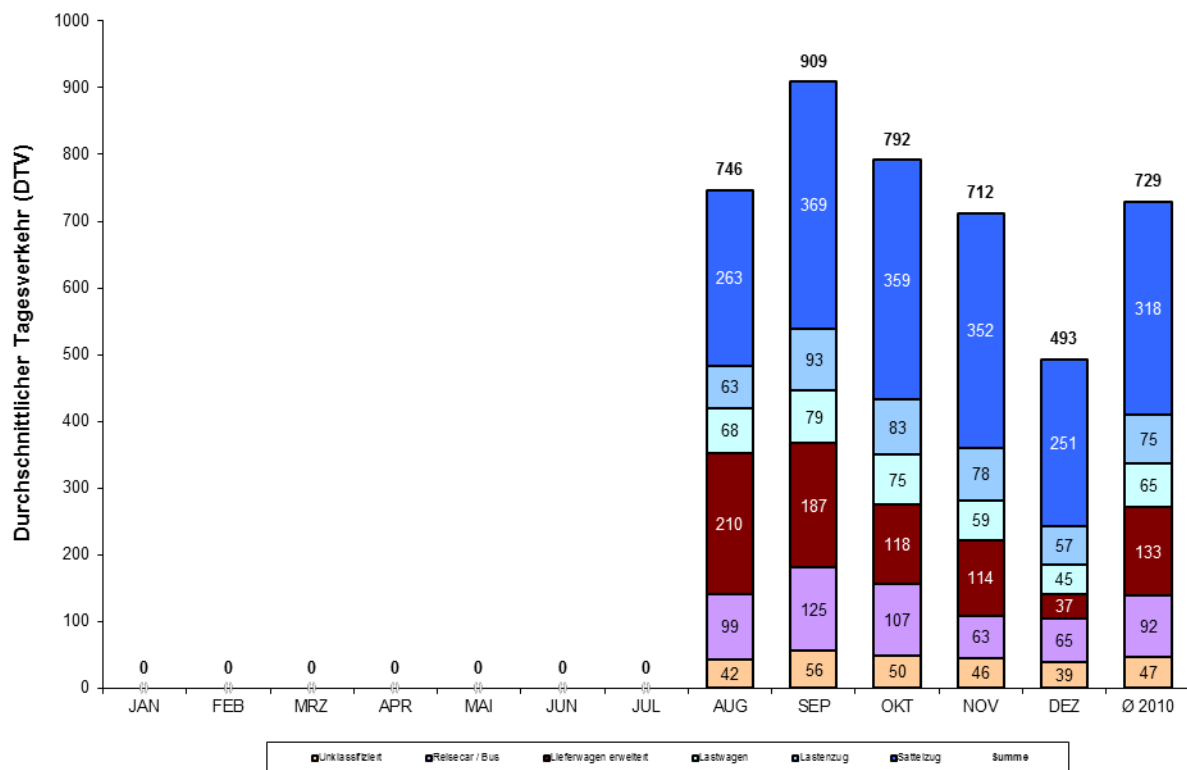
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



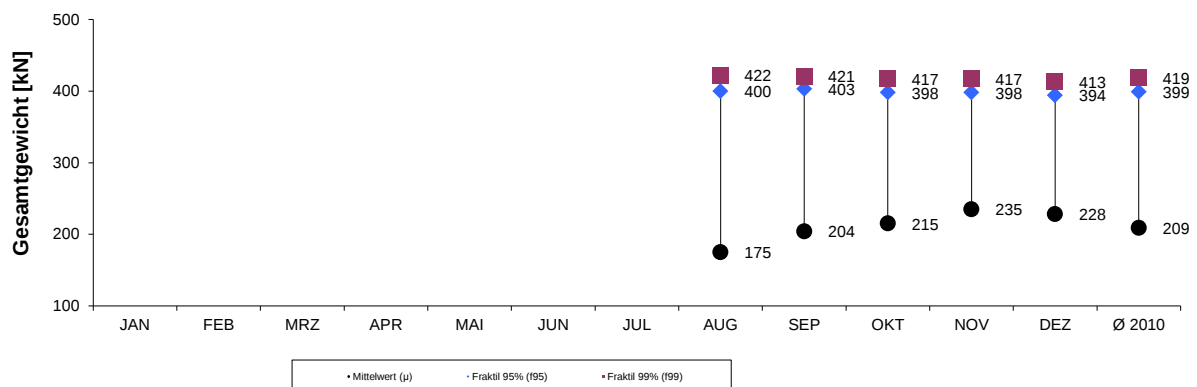
7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

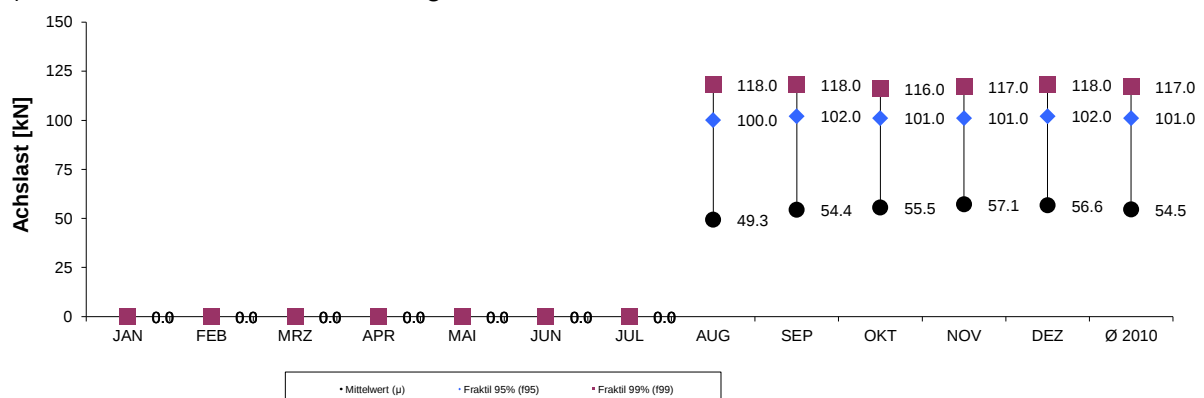
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

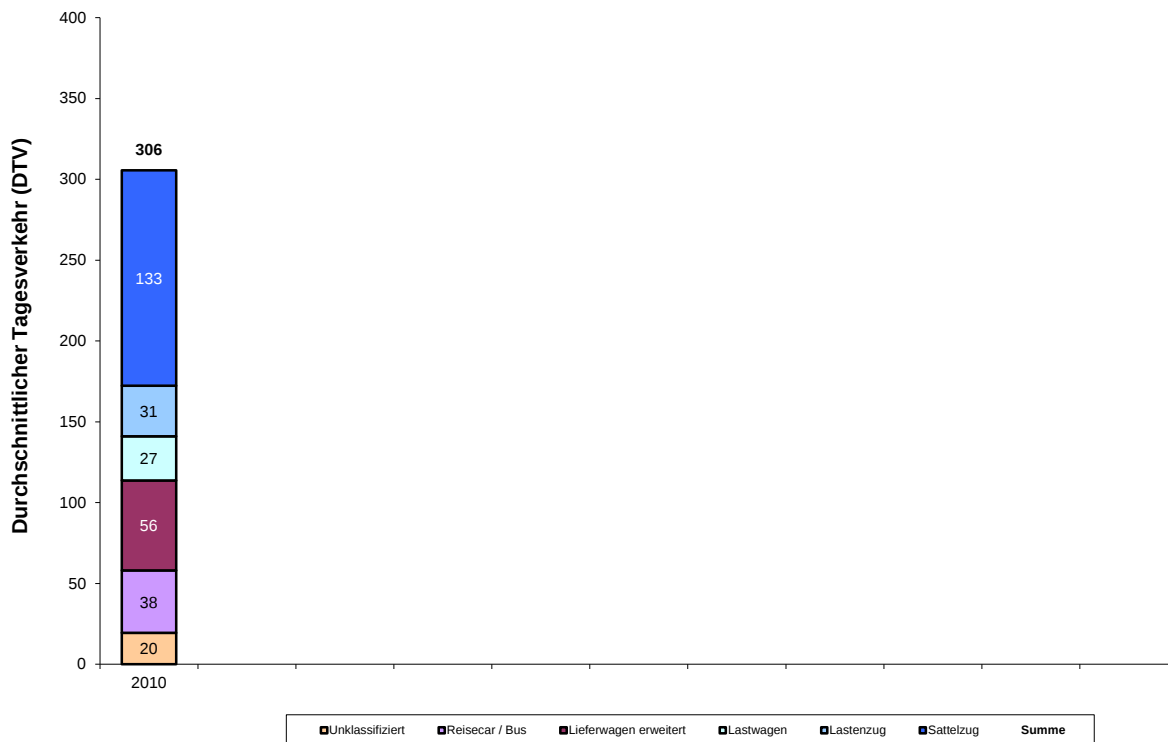


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

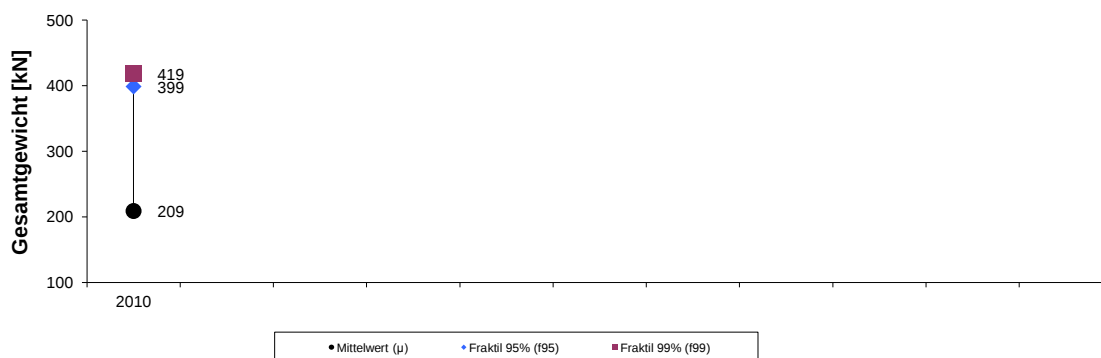


7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

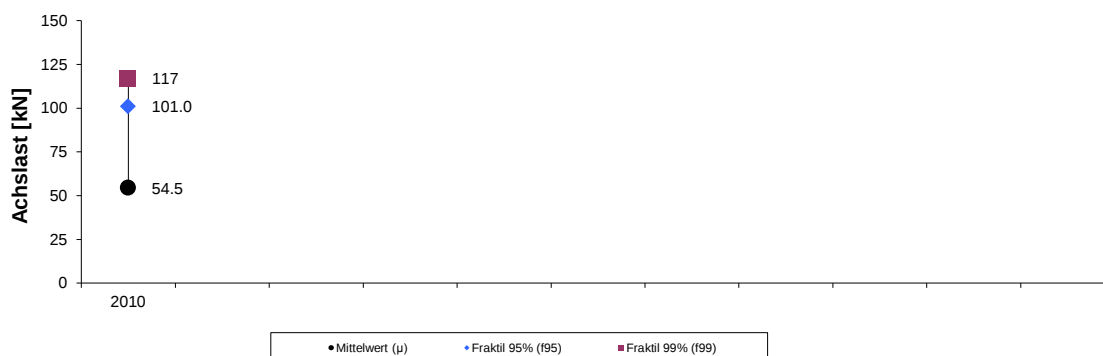
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 7.3.8 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	57.5	57.5	107.3	120.4
Tandemachse	92.6	46.3	85.8	99.5
Tridemachse	157.9	52.6	79.0	84.0
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 57.5 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 46.3 kN, respektive 52.6 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. 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. 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	16.1 kN/m	27.9 kN/m	32.1 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.6 kN/m ²	8.0 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 mehr als 95%, aber weniger als 99% 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	4'942	2	0.000	462	0	0.000	1	0
2	0.006	34'167	205	0.001	2'147	2	0.000	16	0
3	0.020	12'984	260	0.003	1'432	4	0.001	57	0
4	0.070	11'782	825	0.008	955	8	0.002	170	0
5	0.150	13'973	2'096	0.020	1'606	32	0.005	885	4
6	0.290	28'366	8'226	0.030	1'863	56	0.010	2'108	21
7	0.530	45'047	23'875	0.060	1'753	105	0.020	1'128	23
8	1.000	19'281	19'281	0.100	2'045	205	0.030	1'271	38
9	1.520	13'363	20'312	0.140	1'852	259	0.040	2'059	82
10	2.400	12'057	28'937	0.200	1'776	355	0.060	1'700	102
11	3.660	10'168	37'215	0.280	2'014	564	0.080	1'698	136
12	5.400	5'389	29'101	0.400	2'201	880	0.110	1'819	200
13	7.760	1'449	11'244	0.540	1'961	1'059	0.140	1'407	197
14	10.870	345	3'750	0.730	2'071	1'512	0.190	1'230	234
15	14.910	94	1'402	0.960	1'449	1'391	0.240	1'456	349
16	20.060	23	461	1.260	1'055	1'329	0.300	1'110	333
17	26.540	7	186	1.630	777	1'267	0.380	1'277	485
18	34.590	8	277	2.080	592	1'231	0.480	1'773	851
19	-	-	-	2.640	396	1'045	0.590	1'642	969
20	-	-	-	3.300	224	739	0.720	2'124	1'529
21	-	-	-	4.090	115	470	0.880	4'118	3'624
22	-	-	-	5.030	133	669	1.060	3'584	3'799
23	-	-	-	-	-	-	1.270	2'907	3'692
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'415	3'671
25	-	-	-	-	-	-	1.810	783	1'417
26	-	-	-	-	-	-	2.140	308	659
27	-	-	-	-	-	-	2.510	109	274
28	-	-	-	-	-	-	2.940	32	94
29	-	-	-	-	-	-	3.430	6	21
30	-	-	-	-	-	-	3.980	4	16
Summe		213'445	187'654		28'879	13'183		39'197	22'820

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 187'654 + 13'183 + 22'820 = 223'657 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 223'657 = 111'8289 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 111'8289 / 153 = 731 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T4 (schwer).**

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Zählstelle San Bernardino (A13) wurde am 1. August 2010 neu eingeführt, daher können die Daten nur für die letzten 5 Monate dieses Jahrs verglichen werden. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 7.4.1a). Das höchste Schwerverkehrsaufkommen wurde im September mit 909 Fahrzeugen pro Tag gemessen. Im Ferienmonat August, sowie im Wintermonat Dezember passierten deutlich weniger Fahrzeuge die WIM-Messstelle San Bernardino (746, resp. 493 Fahrzeuge pro Tag).

Die Kategorie „Sattelzug“ kommt mit 44.3% am häufigsten vor. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 4.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 7.2.2)

Das Gesamtgewicht aller schweren Lastfahrzeuge ist in den Wintermonaten und im August etwas tiefer als in den restlichen Monaten. 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

In den letzten 5 Monaten des Jahrs 2010 passierten pro Tag durchschnittlich 729 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle (s. Diagramm 7.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 7.4.2b) beträgt 209 kN. Die Fraktilwerte f95 und f99 liegen bei 399 kN und 419 kN.

Der Mittelwert der Achslast (s. Diagramm 7.4.2c) beträgt 54.5 kN. Die entsprechenden Fraktilwerte f95 und f99 betragen 101.0 kN und 117.0 kN.

Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt 731 ESAL. Sie wird der Verkehrsklasse T4 zugeordnet.

Längerfristige Entwicklung des Schwerverkehrs

Daten sind erst ab 2010 vorhanden.

8 Vergleich aller Zählerstandorte

8.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

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

Stand November 2010

● Bestehende WIM-Anlagen (in Betrieb)

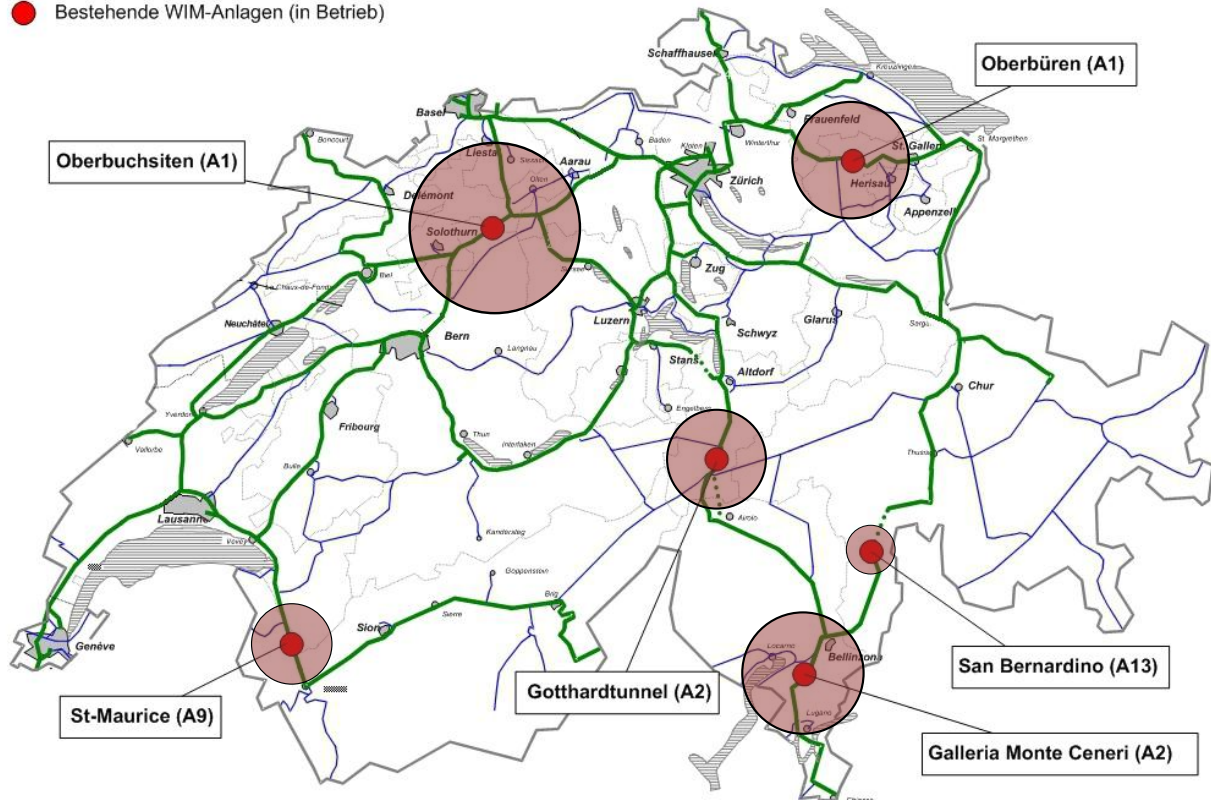


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

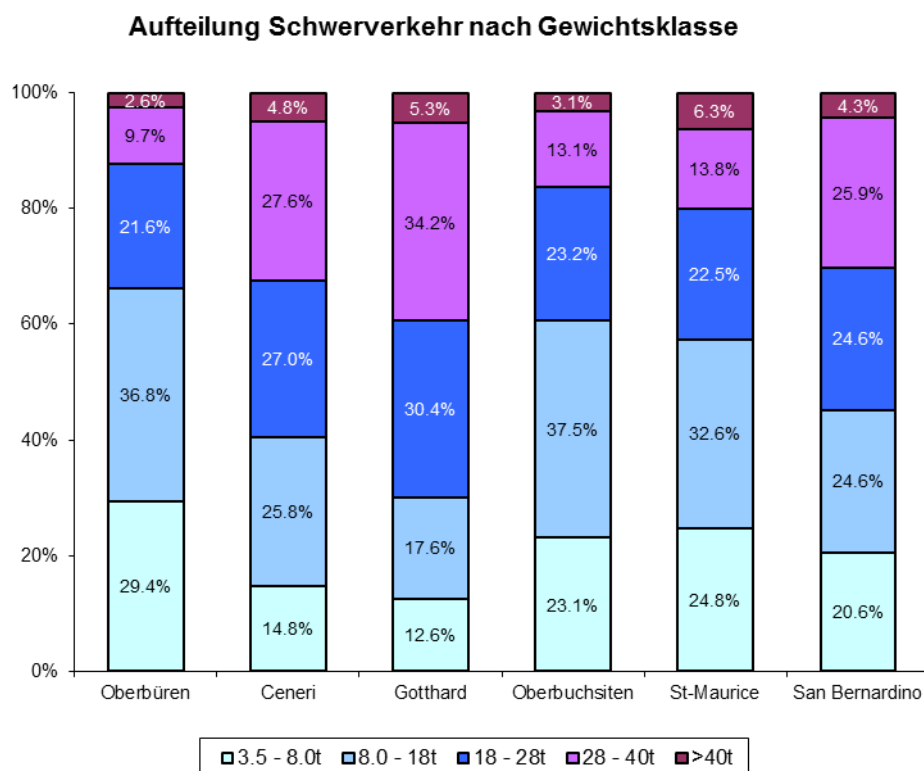
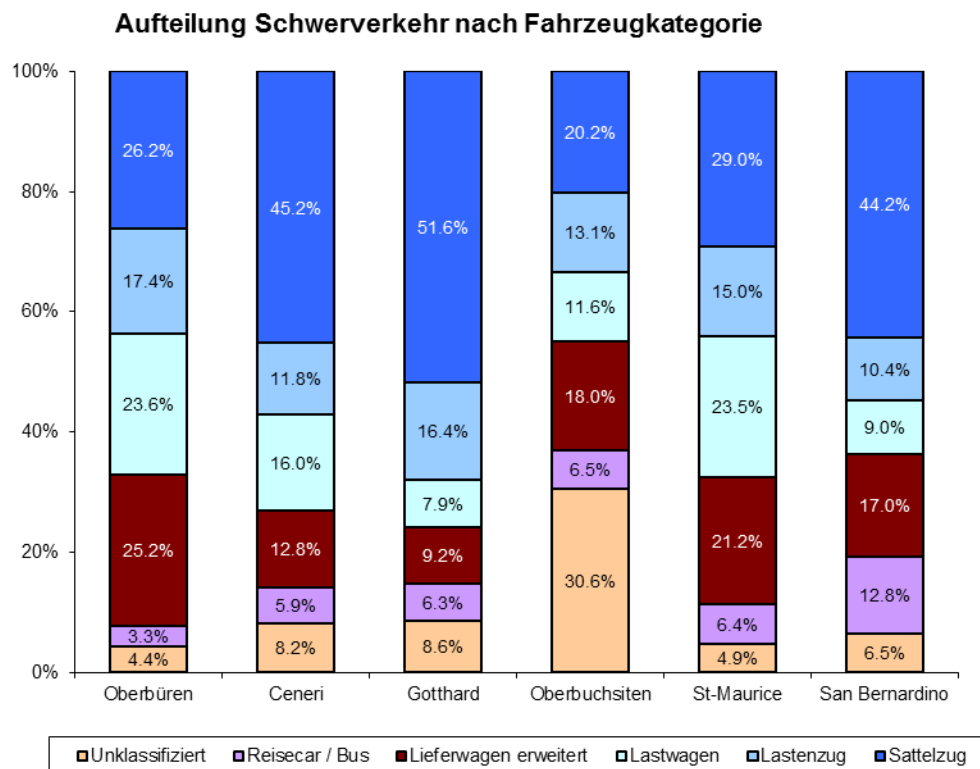
DTV	Oberbüren	Monte Ceneri	Gotthardtunnel	St. Maurice	Oberbuchsiten (nur Ri. Zürich)	San Bernardino
Gesamtverkehr	55'482	45'674	17'093	34'145	42'507	6'623
Schwerverkehr	4'080	4'385	2'970	1'904	4'248	719
% Schwerverkehr	7.4	9.6	17.4	5.6	10.0	10.8

Am Zählerstandort Oberbuchsiten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von auf beide Richtungen hochgerechneten 8'496 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen bei der Zählstelle San Bernardino mit 719 Fahrzeugen pro Tag.

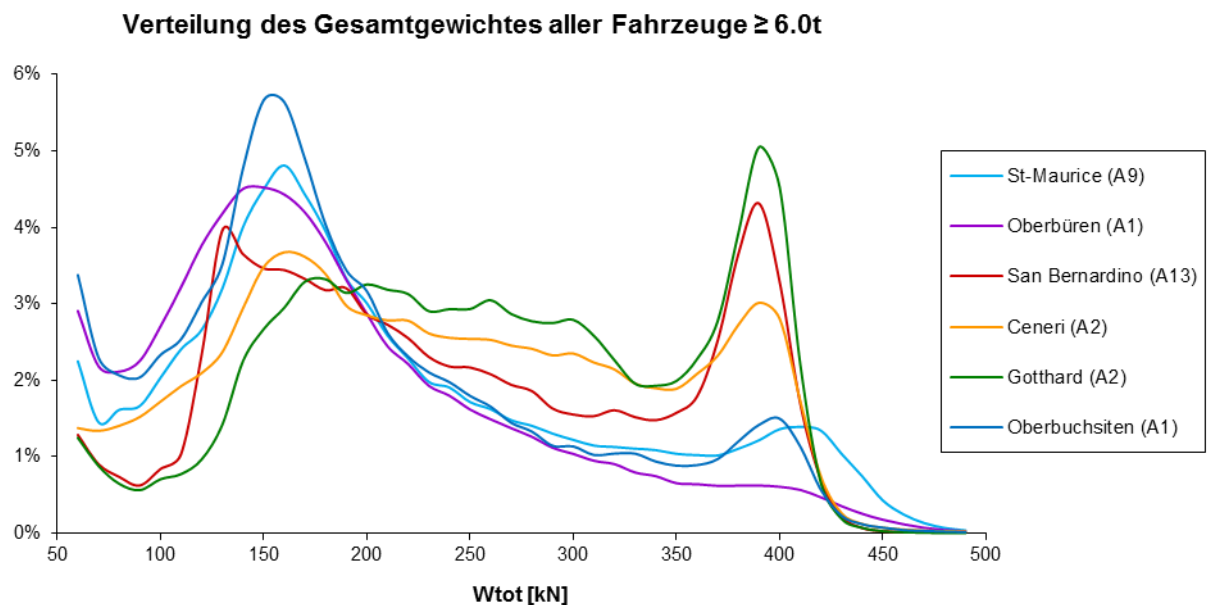
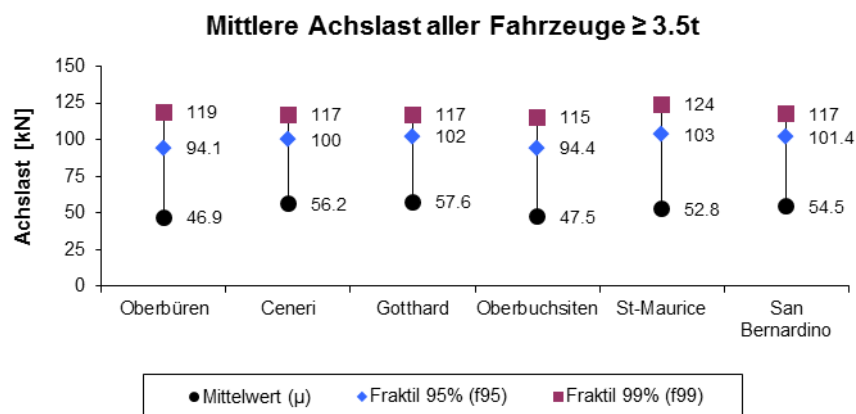
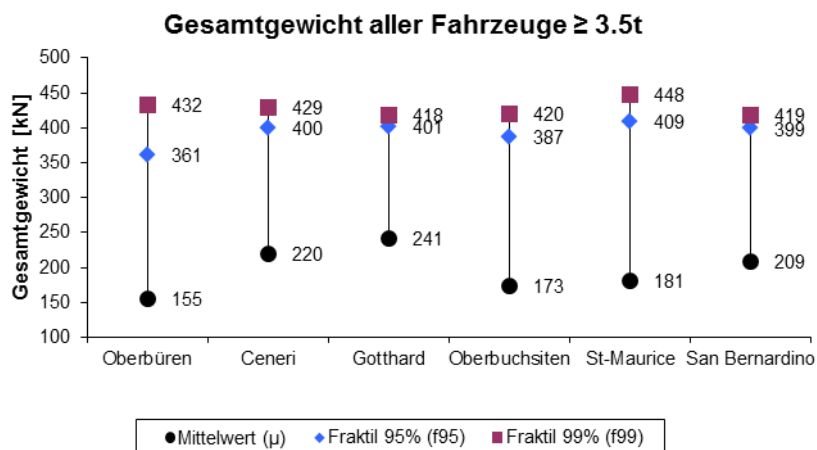
Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2 und A1, an den Standorten Gotthard (17.4%), Oberbuchsiten (10.0%) und San Bernardino (10.8%), gemessen. Auf der A9, am Zählerstandort St. Maurice, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (5.6%).

Die Diagramme der folgenden Abschnitte zeigen Vergleichswerte der sechs Zählerstandorte bezüglich Zusammensetzung des Schwerververkehrs (Abs. 8.2), Gesamtgewicht und mittlere Achslast (Abs. 8.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 8.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 8.5).

8.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs



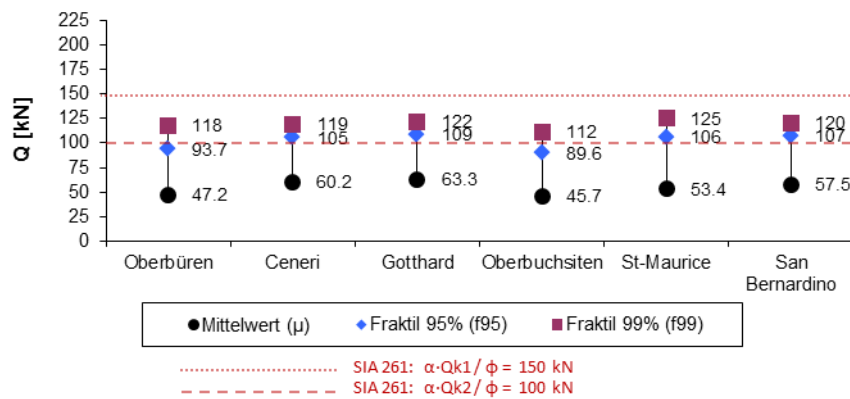
8.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast



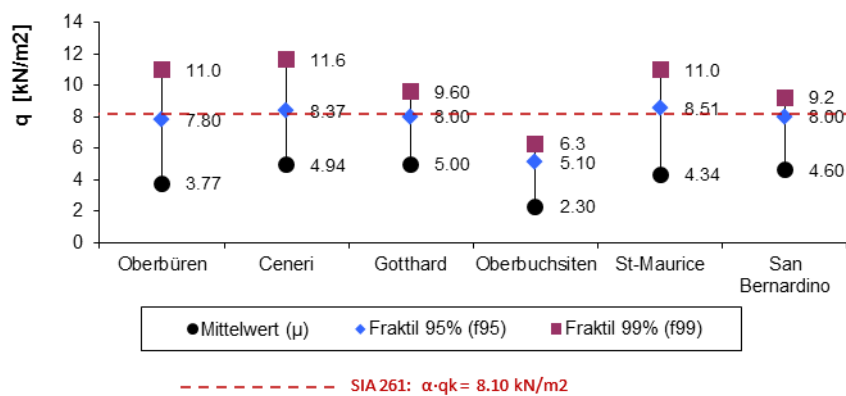
Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

8.4 Vergleich mit Normlasten

a) konzentrierte Lasten

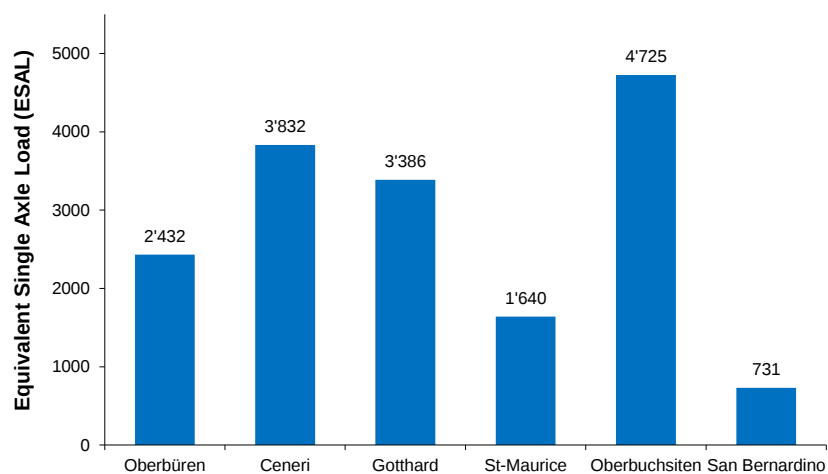


b) gleichmässig verteilte Lasten



8.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



9 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2010 der vier bisherigen Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen im Allgemeinen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre.
- Bei der 2010 neu erstellten Station San Bernardino wurden mit anderen Standorten vergleichbare Resultate gemessen und konnten regulär ausgewertet werden. Bei der ebenfalls 2010 neu erstellten Station Oberbuchsiten ergaben die Auswertungen eine überdurchschnittlich hohe Anzahl unklassifizierter Fahrzeuge 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 2010 variiert zwischen 719 (San Bernardino, A13) und 8496 (Oberbuchsiten, A1) Fahrzeugen pro Tag. Der höchste Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, am Standort Gotthard (17.4%) gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Oberbüren und Oberbuchsiten) 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 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 Oberbuchsiten, Ceneri und Gotthard der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Erhebungen über mehrere Jahre ausgewertet. Im Vergleich zum Vorjahr ist insgesamt eine Zunahme des Schwerverkehrs von rund 1.1% in St. Maurice bis 11.1% in Oberbüren feststellbar. Insgesamt nimmt das mittlere Gesamtgewicht aller Stationen und gemessener Fahrzeuge im Vergleich zum Vorjahr um 8.0%, die mittlere Achslast um 4.0% zu. Die Schwerverkehrs-Entwicklung der Stationen Oberbuchsiten und San Bernardino wurde erstmals einbezogen.

- Für den Achtjahresvergleich können nur die Stationen Oberbüren, Ceneri und Gotthard einbezogen werden. Die Stationen Denges (Datenlücke für 2010), Schafisheim (Aufzeichnungsbeginn 2006, -ende 2009), Trübbach (Datenlücke für 2008 bis 2010), St-Maurice (Aufzeichnungsbeginn 2009) und San Bernardino sowie Oberbuchsiten (Aufzeichnungsbeginn 2010) verfügen über keine vollständigen Datenreihen. Das jährliche Verkehrsaufkommen als Summe der drei Stationen ist 2006 und 2007 rund zwei Prozent höher als im jeweiligen Vorjahr; 2009 ist es um rund vier Prozent tiefer, 2010 wieder um rund vier Prozent höher. Zwischen 2003 und 2010 nimmt der DTV-Schwerverkehr der 3 Stationen insgesamt um 2.1% zu, die stärkste ist in Oberbüren mit 13.1% zu verzeichnen, die stärkste Abnahme am Gotthard mit -5.9%. Am Gotthard und in Oberbüren nimmt der Anteil an Fahrzeugen über 40 to von 1.4% auf 5.3%, resp. Von 1.3% auf 2.6% zu; in Ceneri nimmt der Anteil von 1.9% auf 4.8% zu, ist jedoch in den Jahren 2007 und 2008 stark rückläufig. An den Stationen Oberbüren, Ceneri und Gotthard steigen das mittlere Gesamtgewicht, die mittlere Achslast und die äquivalente Verkehrslast zwischen 2003 und 2006 an. 2006 bis 2009 bleibt das Gesamtgewicht konstant, 2010 steigt es wieder an. Auch die Achslast und die äquivalente Verkehrslast nehmen 2010 wieder zu. Über die acht Jahre steigt das mittlere Gesamtgewicht der drei Stationen Ceneri, Gotthard und insgesamt um 4.9% an, die mittlere Achslast nimmt um 1.8% zu, währendem die äquivalente Verkehrslast um 2.1% abnimmt.

Bächtold & Moor AG

Bern, 30. Juni 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.

A1 Datenbestand WIM-Anlagen

[illegible]

 Daten vorhanden
 Daten vorhanden, ohne Qualitätskontrolle

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

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

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

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. Kor.-F		Klasse	m1	s1	m2	s2	eingest. Kor.-F		Klasse
					vor Kal.	nach Kal.						vor Kal.	nach Kal.	
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 + ----00	4		126
		0-----0 + ----000	5		129
		0----00 + ---0----	4		131
		0----00 + ----0-0	5		132
		0----00 + ----00	5		136
		0----00 + ----000	6		139
LW	Lastwagen	0-----0	2	Gewicht < 5500 kg	219
		0-----0	2	Gewicht > 5499 kg	220
		0----00	3		230
		0---000	4		240
		00----0	3		250
		00----00	4		260
LZ	Lastenzug	0-----0 + ---0----	3		421
		0-----0 + 0-----0	4		422
		0-----0 + 0----00	5		423
		0-----0 + 0---000	6		424
		0-----0 + ---00--	4		419
		0-----0 + ---00--	4		426
		0-----0 + --000--	5		427
		0-----0 + 00---00	6		428
		0----00 + ---0----	4		431
		0----00 + 0-----0	5		432
		0----00 + 0----00	6		433
		0----00 + 0---000	7		434
		0----00 + ---00--	5		436
		0----00 + 00---00	7		438
		0---000 + ---0----	5		441
		0---000 + 0-----0	6		442
		0---000 + 0----00	7		443
		0---000 + 0---000	8		444
		0---000 + ---00--	6		446
		0---000 + 00---00	8		448
		00----0 + ---0----	4		451
		00----0 + 0-----0	5		452
		00----0 + 0----00	6		453
		00----0 + 0---000	7		454
		00----0 + ---00--	5		456
		00----0 + 00---00	7		458
		00---00 + ---0----	5		481
		00---00 + 0-----0	6		482
		00---00 + 0----00	7		483
		00---00 + 0---000	8		484
		00---00 + ---00--	6		486
		00---00 + 00---00	8		488

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

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

A5 Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	OBERBÜREN		SAN BERNARDINO		MONTE CENERI		GOTTHARD		OBERBUCHSITEN		ST-MAURICE	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Car / Bus (CB)														
01	520	0-----o	36692	2.464	11327	10.303	75381	4.710	54285	5.007	52571	4.501	33557	4.829
01	521	0-----o + ---o---	1223	0.082	25	0.023	530	0.033	95	0.009	22926	1.963	928	0.134
01	522	0-----o + ---oo--	706	0.047	59	0.054	848	0.053	748	0.069	0	0.000	1134	0.163
01	530	0----oo	10380	0.697	2592	2.358	17213	1.075	12400	1.144	0	0.000	8527	1.227
01	531	0----oo + ---o---	353	0.024	10	0.009	296	0.018	25	0.002	0	0.000	181	0.026
01	532	0----oo + ---oo--	114	0.008	31	0.028	381	0.024	353	0.033	0	0.000	247	0.036
01	540	0----ooo	6	0.000	2	0.002	21	0.001	0	0.000	0	0.000	50	0.007
01	570	0-----o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
Motorrad (MR)														
02	010	0-----o	803	0.054	31	0.028	1355	0.085	33	0.003	845	0.072	116	0.017
Personenwagen (PW)														
03	100	0-----o	87820	5.897	534	0.486	39502	2.468	1656	0.153	24634	2.109	30555	4.397
Personenwagen mit Anhänger (PW+)														
04	101	0-----o + ---o---	9405	0.632	1861	1.693	5651	0.353	9239	0.852	9435	0.808	3435	0.494
04	102	0-----o + ---oo--	8461	0.568	911	0.829	2885	0.180	5372	0.495	30477	2.609	5661	0.815
Lieferwagen (LI)														
05	210	0-----o	153406	10.301	9196	8.365	93025	5.812	36646	3.380	63560	5.441	64979	9.350
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)														
06	211	0-----o + ---o---	44655	2.998	2881	2.621	22494	1.405	15967	1.473	36059	3.087	13103	1.885
06	212	0-----o + ---oo--	26886	1.805	1853	1.685	15971	0.998	17507	1.615	23107	1.978	14399	2.072
Lieferwagen mit Auflieger (LA)														
07	119	0-----o + ---o---	19227	1.291	131	0.119	4336	0.271	3026	0.279	2335	0.200	4608	0.663
07	120	0-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	121	0-----o + ---o---	4534	0.304	74	0.067	1013	0.063	947	0.087	2999	0.257	1453	0.209
07	122	0-----o + ---oo--	223	0.015	6	0.005	637	0.040	27	0.002	16874	1.445	42	0.006
07	126	0-----o + ---oo--	8781	0.590	477	0.434	6138	0.384	1960	0.181	0	0.000	3356	0.483
07	129	0-----o + ---oo--	6699	0.450	676	0.615	9996	0.625	4429	0.409	0	0.000	3285	0.473
07	131	0----oo + ---o---	1146	0.077	36	0.033	805	0.050	355	0.033	0	0.000	371	0.053
07	132	0----oo + ---oo--	0	0.000	0	0.000	51	0.003	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	136	0----oo + ---oo--	2900	0.195	34	0.031	1401	0.088	2910	0.268	0	0.000	1738	0.250
07	139	0----oo + ---ooo	11	0.001	3	0.003	11	0.001	24	0.002	0	0.000	54	0.008
Lastwagen (LW)														
08	219	0-----o	35869	2.409	2650	2.410	27616	1.725	21032	1.940	9042	0.774	19772	2.845
08	220	0-----o	224841	15.098	5183	4.714	138630	8.662	49482	4.564	123875	10.605	95851	13.792
08	230	0-----o	49671	3.335	1432	1.303	34684	2.167	11497	1.060	0	0.000	24519	3.528
08	240	0----ooo	1392	0.093	33	0.030	10985	0.686	284	0.026	0	0.000	1154	0.166
08	250	oo----o	4108	0.276	90	0.082	1838	0.115	301	0.028	2996	0.256	1787	0.257
08	260	oo----oo	35046	2.353	580	0.528	42882	2.679	2872	0.265	0	0.000	20550	2.957
Lastenzug (LZ)														
09	419	0-----o + ---oo--	314	0.021	17	0.015	468	0.029	415	0.038	0	0.000	435	0.063
09	421	0-----o + ---o---	3814	0.256	134	0.122	2983	0.186	2509	0.231	11877	1.017	1233	0.177
09	422	0-----o + o-----	168956	11.345	2861	2.602	39611	2.475	31373	2.894	141022	12.073	51813	7.455
09	423	0-----o + o----oo	4419	0.297	304	0.277	3867	0.242	3315	0.306	0	0.000	2335	0.336
09	424	0-----o + o-----oo	8	0.001	3	0.003	120	0.007	6	0.001	0	0.000	154	0.022
09	426	0-----o + ---oo--	24962	1.676	3029	2.755	59127	3.694	60798	5.608	0	0.000	15658	2.253
09	427	0-----o + ---ooo--	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	428	0-----o + oo----oo	399	0.027	14	0.013	290	0.018	95	0.009	0	0.000	84	0.012
09	431	0----oo + ---o---	1298	0.087	51	0.046	1474	0.092	316	0.029	0	0.000	459	0.066
09	432	0----oo + o-----	42484	2.853	2950	2.683	25546	1.596	25820	2.382	0	0.000	20900	3.007
09	433	0----oo + o----oo	994	0.067	68	0.062	1396	0.087	473	0.044	0	0.000	902	0.130
09	434	0----oo + o-----oo	8	0.001	1	0.001	208	0.013	0	0.000	0	0.000	243	0.035
09	436	0----oo + ---oo--	7388	0.496	1934	1.759	53707	3.356	51526	4.753	0	0.000	8247	1.187
09	438	0----oo + oo----oo	318	0.021	3	0.003	57	0.004	124	0.011	0	0.000	68	0.010
09	441	0----ooo + ---o---	2	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	74	0.011
09	442	0----ooo + o-----	587	0.039	5	0.005	23	0.001	5	0.000	0	0.000	108	0.016
09	443	0----ooo + o----oo	16	0.001	0	0.000	6	0.000	3	0.000	0	0.000	7	0.001
09	444	0----ooo + o-----oo	7	0.000	0	0.000	3	0.000	1	0.000	0	0.000	1	0.000
09	446	0----ooo + ---oo--	27	0.002	4	0.004	7	0.000	12	0.001	0	0.000	33	0.005
09	448	0----ooo + oo----oo	7	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	5	0.001
09	451	oo----o + ---o---	8	0.001	0	0.000	1	0.000	1	0.000	16	0.001	3	0.000
09	452	oo----o + o-----	178	0.012	3	0.003	79	0.005	101	0.009	417	0.036	90	0.013
09	453	oo----o + o----oo	3	0.000	0	0.000	15	0.001	2	0.000	0	0.000	2	0.000
09	454	oo----o + o-----oo	2	0.000	0	0.000	6	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000
09	456	oo----o + ---oo--	37	0.002	5	0.005	14	0.001	11	0.001	0	0.000	7	0.001
09	458	oo----o + oo----oo	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	481	oo--oo + ---o---	131	0.009	2	0.002	16	0.001	4	0.000	0	0.000	21	0.003
09	482	oo--oo + o-----	2029	0.136	8	0.007	203	0.013	253	0.023	0	0.000	806	0.116
09	483	oo--oo + o----oo	309	0.021	0	0.000	45	0.003	151	0.014	0	0.000	125	0.018
09	484	oo--oo + o-----oo	2	0.000	0	0.000	10	0.001	8	0.001	0	0.000	5	0.001
09	486	oo--oo + ---oo--	189	0.013	7	0.006	47	0.003	47	0.004	0	0.000	92	0.013
09	488	oo--oo + oo----oo	30	0.002	1	0.001	11	0.001	12	0.001	0	0.000	5	0.001

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	OBERBÜREN		SAN BERNARDINO		MONTE CENERI		GOTTHARD		OBERBUCHSITEN		ST. MAURICE	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
		Sattelzug (SZ)												
10	319	O-----O + ---O---	8711	0.585	125	0.114	5795	0.362	1694	0.156	4362	0.373	2578	0.371
10	320	O-----O	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
10	321	O-----O + ---O---	47884	3.215	613	0.558	8775	0.548	5666	0.523	32194	2.756	9163	1.318
10	322	O-----O + ----O-O	17115	1.149	275	0.250	16724	1.045	1664	0.153	199076	17.043	5647	0.813
10	326	O-----O + ----O-O	151242	10.156	8672	7.888	105075	6.565	92671	8.548	0	0.000	61848	8.899
10	329	O-----O + ----O-O-O	148865	9.996	38320	34.856	577811	36.102	451378	41.633	0	0.000	114925	16.537
10	331	O----O-O + ---O---	1455	0.098	15	0.014	379	0.024	144	0.013	0	0.000	235	0.034
10	332	O----O-O + ----O-O	4499	0.302	219	0.199	2554	0.160	827	0.076	0	0.000	3616	0.520
10	336	O----O-O + ----O-O	6609	0.444	308	0.280	3784	0.236	4047	0.373	0	0.000	2509	0.361
10	339	O----O-O + ----O-O-O	3396	0.228	152	0.138	2335	0.146	1822	0.168	0	0.000	1215	0.175
		Schwerverkehr klassifiziert	1424060	95.623	102821	93.525501	1469149	91.792	990768	91.384	810699	69.40494	661063	95.122
		Schwerverkehr unklassifiziert	65191	4.38	7118	6.47	131362	8.21	93410	8.62	357372	30.60	33901	4.88
		Schwerverkehr Total	1489251	100.00	109939	100.00	1600511	100.00	1084178	100.00	1E+06	100.00	694964	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2010												
		% 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.