

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2006

Juni 2010

Inhaltsverzeichnis

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

7	Gotthardtunnel (A2)	91
7.1	Vorhandene Messdaten	91
7.2	Übersicht Messresultate	91
7.3	Messdiagramme	93
7.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	101
7.5	Auswertung der Messdaten	103
8	Trübbach (A13)	107
8.1	Vorhandene Messdaten	107
8.2	Übersicht Messresultate	107
8.3	Messdiagramme	109
8.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	117
8.5	Auswertung der Messdaten	119
9	Vergleich aller Zählerstandorte	123
9.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)	123
9.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs	124
9.3	Gesamtgewicht und mittlere Achslast	125
9.4	Vergleich mit Normlasten	126
9.5	Einwirkung auf den Strassenbelag	126
10	Schlussfolgerungen	127
	Literaturverzeichnis	129
A	Anhang	131
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	131
A2	Sensor-Layouts WIM-Anlagen	133
A3	Vergleichsmessungen WIM-Anlagen	137
A4	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	141
A5	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	145
A6	Achsäquivalenzfaktoren	147

Bericht Nr.	3944-04	Revidiert am	
Erstellt am	30.06.2010	Verfasser	
Verfasser	MT	Geprüft	AK
		Freigegeben	30.06.2010
Ablage	2010-06-30-Gesamtbericht_2006.docx		

1 Einleitung

1.1 Ziele des Mandates

Das vorliegende Mandat wurde dem Ingenieurbüro Bächtold & Moor AG vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) erteilt. Das Ziel dieses Mandates ist die Aufbereitung und Auswertung der Messdaten des Schwerververkehrs von sieben WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1). Die Anlage Plazzas (rot markiert) ist wegen Qualitätsproblemen nicht mehr in Betrieb. Stattdessen wird neu die Zählstelle Schafisheim (grün markiert) eingeführt.

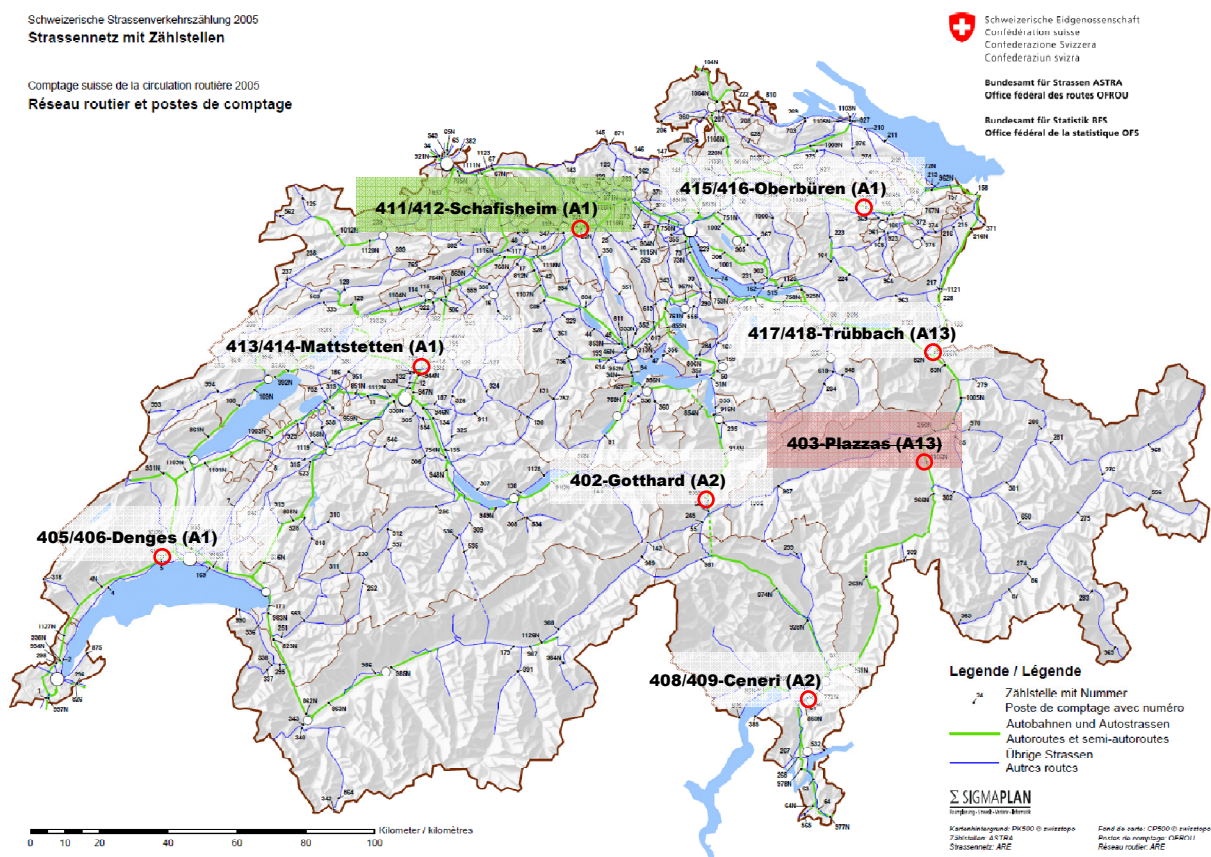


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2006 der sieben WIM-Anlagen
- Charakterisierung des Schwerverkehrs durch Auswertung nach Fahrzeugkategorie
- Vergleich der gemessenen Verkehrslasten mit den Modellen der Norm SIA 261
- Beurteilung der Auswirkungen auf den Strassenbelag und Fahrbahnübergänge
- Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs.

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

1.2 Inhalt des Berichtes

Dieser Bericht beinhaltet die Auswertung der Messdaten der sieben aufgeführten WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2006 und ist wie folgt strukturiert:

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

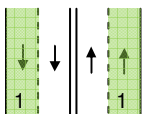
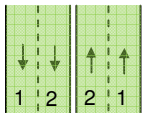
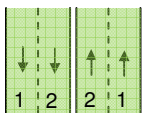
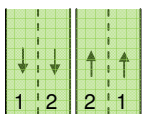
Die Kapitel 2 bis 8 sind gleich gegliedert, so enthält beispielsweise der Abschnitt X.3.2 jeweils die Auswertung des Gesamtschwerverkehrs der betreffenden Zählstelle.

1.3 Vorhandene WIM-Messdaten

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

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 (Schwerverkehr, beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang A1 aufgeführt.

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

WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
405/406 Denges (A1) 	2x2 (2x WIM)	347		Mittelwert Messtage 405/406
405 Ri. Lausanne	FS 1	329	25.06. 26.06.-29.06. 30.06 10.07.-11.07. 14.07.-23.07. 24.07. 03.08. 04.08. 04.09.-06.09. 11.11.-13.11. 14.11. 16.11.-30.11.	Datenlücke 19:13 bis 24:00 Uhr Daten fehlen infolge Gerätedefekt (Gewitterschaden) Datenlücke 0:00 bis 9:11 Uhr Einbau neue Sensoren Daten fehlen infolge Gerätedefekt Datenlücke 0:00 bis 08:13 Uhr Kalibrierung der neuen Sensoren Datenlücke 0:00 bis 11:10 Uhr Datenlücke 04.09.2009, 14:27 bis 06.09.2006, 24:00 Uhr Datenlücke 0:00 bis 12:04 Uhr Keine Daten vorhanden Datenlücke 16.11.2006, 0:00 bis 30.11.2006, 11:08 Uhr
406 Ri. Morges	FS 1	365	keine	---
413/414 Mattstetten (A1) 	2x2 (4x WIM)	348		Mittelwert Messtage 413/414
413 Ri. Zürich	FS 1;2	364	26.10. 27.10.	Datenlücke 9:14 bis 24:00 Uhr Datenlücke 0:00 bis 11:25 Uhr
414 Ri. Bern	FS 1;2	332	01.01.-03.01. 01.04. 25.03.-07.04. 06.10.-23.10.	Daten fehlen wegen Gerätedefekt Datenlücke 0:00 bis 11:25 Uhr Datenlücke ab 25.03.2006, 18:31 Uhr bis 07.04.2006, 07:59 Uhr wegen ausgeschalteter Datenaufzeichnung Datenlücke ab 06.10.2006, 6:40 Uhr bis 23.10.2006, 11:15 (Grund unklar)
415/416 Oberbüren (A1) 	2x2 (4x WIM)	322.5		Mittelwert Messtage 415/416
415 Ri. St. Gallen	FS 1;2	322.6	01.03.-11.04 12.09.	Keine Daten vorhanden Datenlücke 0:00 bis 15:06 Uhr (Gerätedefekt infolge Gewitter)
416 Ri. Zürich	FS 1;2	322.4	01.03.-11.04 13.04.	Keine Daten vorhanden Datenlücke 0:00 bis 8:58 Uhr
411/412 Schafisheim (A1) 	2x2 (4x WIM)	364.5		Mittelwert Messtage 411/412
411 Ri. Zürich	FS 1;2	364	07.10.	Keine Daten vorhanden
412 Ri. Bern	FS 1;2	365	Keine	---

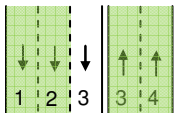
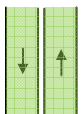
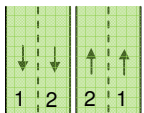
WIM - Anlage	Anzahl Fahrstreifen	Anzahl Messtage	Unterbrüche/ Störungen	Bemerkungen
408/409 Ceneri (A2) 	3;2 (4x WIM)	362.5	23.11.	Umbau der WIM-Anlage auf Swiss 10: 408 FS 3 -> ÜS Ri. Gotthard 408 FS 4 -> NS Ri. Gotthard 409 FS 1 -> NS Ri. Chiasso 409 FS 2 -> ÜS Ri. Chiasso 409 FS 3 -> ÜS Ri. Chiasso (ohne WIM)
408 Ri. Gotthard	FS 3;4	362.5	26.06. 14.07. 21.11.	Datenlücke 0:00 bis 17:24 Uhr Datenlücke 0:00 bis 19:34 Uhr Keine Daten vorhanden
409 Ri. Chiasso	FS 1;2	362.5	26.06. 14.07. 21.11.	Datenlücke 0:00 bis 17:24 Uhr Datenlücke 0:00 bis 19:34 Uhr Keine Daten vorhanden
402 Gotthard (A2) 	2x1 (2x WIM)	335	01.06.-30.06	Sperrung Gotthardtunnel aufgrund Steinschlag vom 31.05.2006
417/418 Trübbach (A13) 	2x2 (4x WIM)	362		Mittelwert Messtage 417/418
417 Ri. Chur	FS 1;2	362	16.02. 09.03. 25.06.-27.06 21.07.	Datenlücke 0:00 bis 22:39 Uhr Datenlücke 0:00 bis 22:51 Uhr Datenlücke ab 25.06.2006, 15:58 Uhr bis 27.06.2006, 12:43 Uhr Datenlücke 9:55 bis 11:29 Uhr (Umbau WIM Anlage auf Dual-Site)
418 Ri. St. Margrethen	FS 1;2	362	16.02. 09.03. 25.06.-27.06 21.07.	Datenlücke 0:00 bis 22:39 Uhr Datenlücke 0:00 bis 22:51 Uhr Datenlücke ab 25.06.2006, 15:58 Uhr bis 27.06.2006, 12:43 Uhr Datenlücke 9:55 bis 11:29 Uhr (Umbau WIM Anlage auf Dual-Site)

Tabelle 1: WIM – Anlagen, Messdaten 2006

1.4 Genauigkeit der Messdaten

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

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

1.5 Referenzdokumente und Normen

1.5.1 Referenzdokumente

- ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten 2003-2005 [6] [7] [8]
- VSS 594: Evaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé [1]
- ICOM 446-6: Dépouillement et Analyse des Mesures du Trafic Routier [2]

1.5.2 Verwendete Normen

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

1.6 Begriffe

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

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

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

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

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

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

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

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

1.7 Klassifizierung der Fahrzeuge

1.7.1 Fahrzeugtypen

Die Rohdaten der WIM-Anlagen enthalten eine sehr feine Klassifizierung der verschiedenen Fahrzeugtypen. Die Einteilung der Fahrzeuge erfolgt anhand der Achskonfiguration, Achslast und Gesamtgewicht (s. Anhang A4). Diejenigen Fahrzeuge, welche keine eindeutige Achskonfiguration aufweisen (FZC = 901-910), werden als „unklassifizierte Fahrzeuge“ bezeichnet. Der Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen liegt normalerweise zwischen 1-10% und gibt wichtige Anhaltspunkte bezüglich der Qualität der Messresultate. So äussert sich beispielsweise eine Sensorstörung der Messgeräte häufig mit einem hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der sieben WIM-Anlagen im Verlaufe des Jahres 2006 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) | } „Lieferwagen erweitert (LIE)“ |
| 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) | |

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

1.7.3 Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

Der Gesamtverkehr kann in drei Gruppen eingeteilt werden:

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

Eine typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs ist in Abbildung 2 dargestellt.

Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

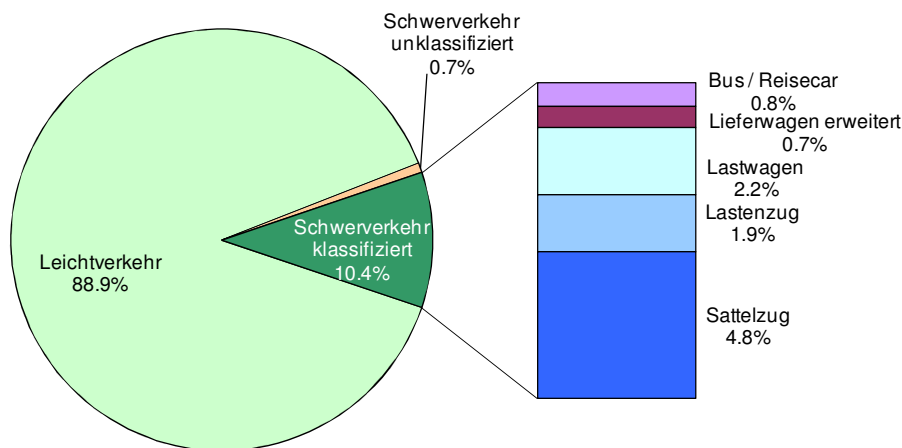


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

1.8 Aufbereitung und Auswertung der Messdaten

1.8.1 Verwendete Programme

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

1.8.2 Relevante Messdaten

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

1.8.3 Auswertung nach Fahrzeugkategorie

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

1.8.4 Gewicht pro Laufmeter

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

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

1.8.7 Lastverteilung der gemessenen Verkehrslasten

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

1.8.8 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.8.9 Entwicklung des Schwerverkehrs

Für die Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Resultate mit den Werten aus den Vorjahren verglichen. Der Zählerstandort Schafisheim wurde für die Auswertung des Jahres 2006 neu eingeführt. Deshalb liegen keine Vergleichswerte aus den Vorjahren vor.

2 Denges (A1)

2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

2.2 Übersicht Messresultate

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

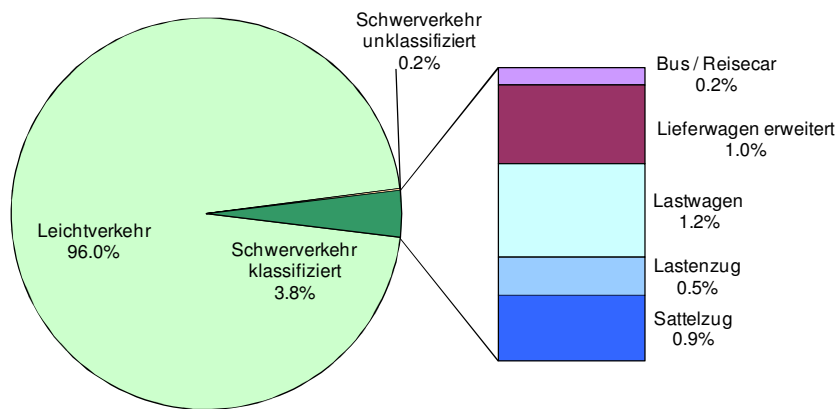
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 347)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	28'574'062	82'346	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	27'433'430	79'059	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'140'632	3'287	4.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	44'604	129	0.2	3.9
01 Bus / Reisecar	66'974	193	0.2	5.9
02 Motorrad	155	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	61'205	176	0.2	5.4
04 Personenwagen mit Anh.	43'374	125	0.2	3.8
05 Lieferwagen	128'386	370	0.4	11.3
06 Lieferwagen mit Anh.	39'905	115	0.1	3.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	19'375	56	0.1	1.7
08 Lastwagen	349'233	1'006	1.2	30.6
09 Lastenzug	140'245	404	0.5	12.3
10 Sattelzug	247'176	712	0.9	21.7
Total	1'140'632	3'287	4.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	337'565	973	1.2	29.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	420'628	1'212	1.5	36.9
Fahrzeuge 18 - 28t	224'525	647	0.8	19.7
Fahrzeuge 28 - 40t	113'637	327	0.4	10.0
Fahrzeuge > 40t	44'277	128	0.2	3.9
Total	1'140'632	3'287	4.0	100.0

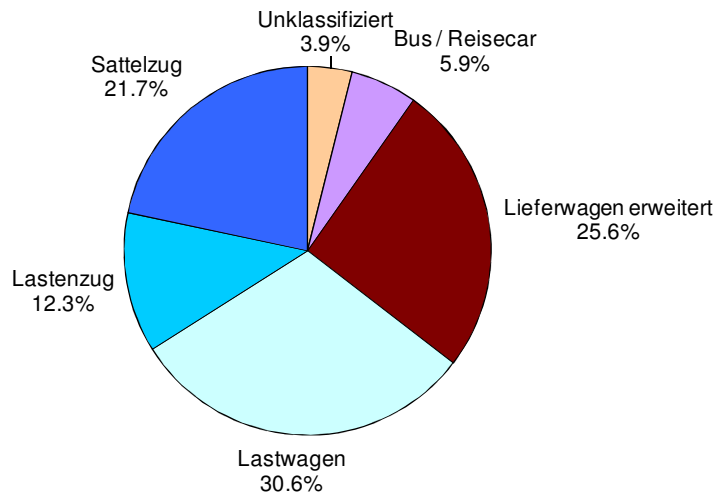
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

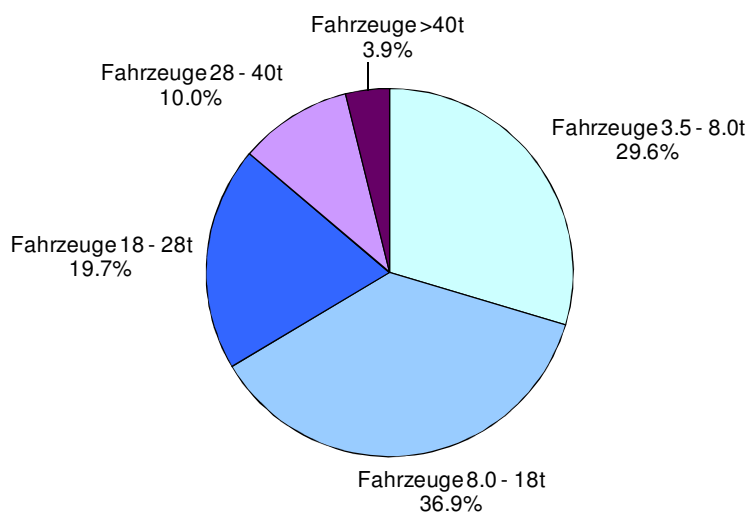
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



2.3 Messdiagramme

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Denges (A1) 2006 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+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GW_{TOT}) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 2.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

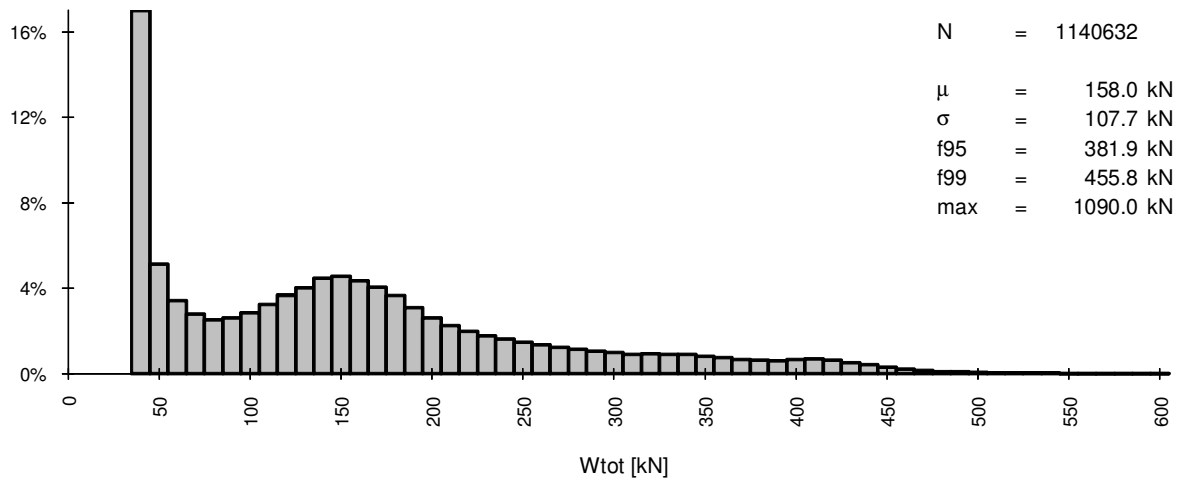
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

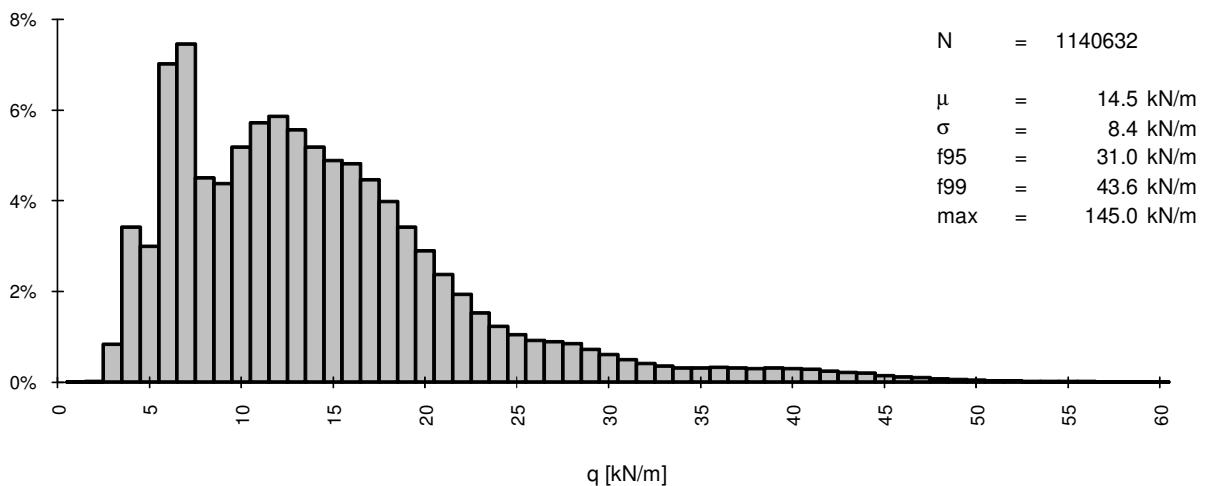
2006 Denges

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



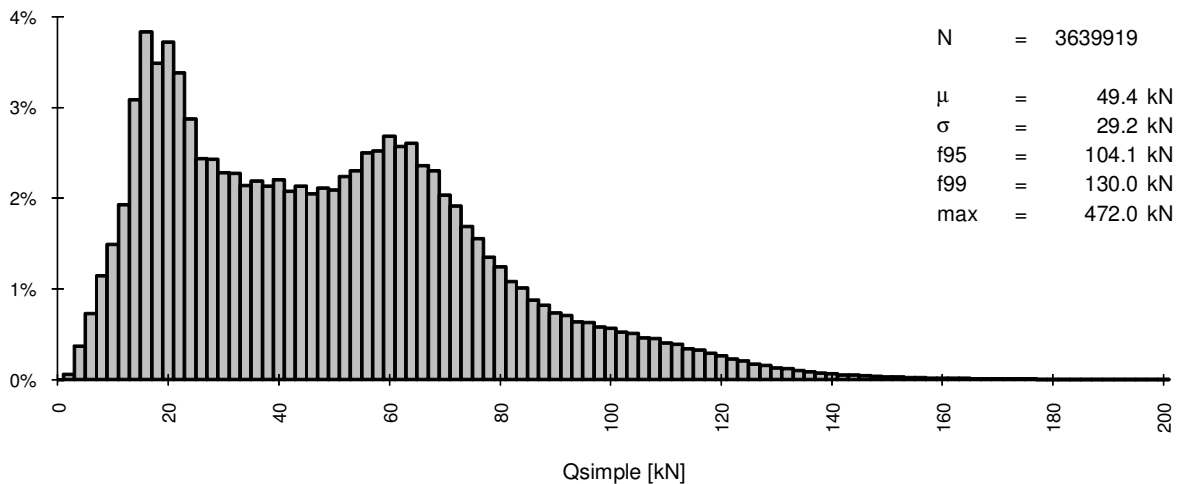
2006 Denges

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

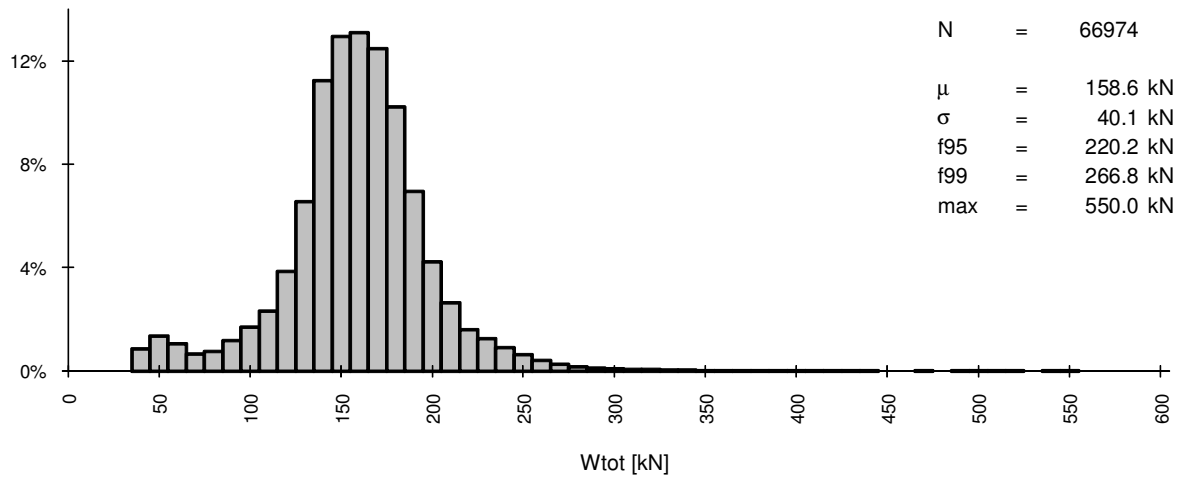
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

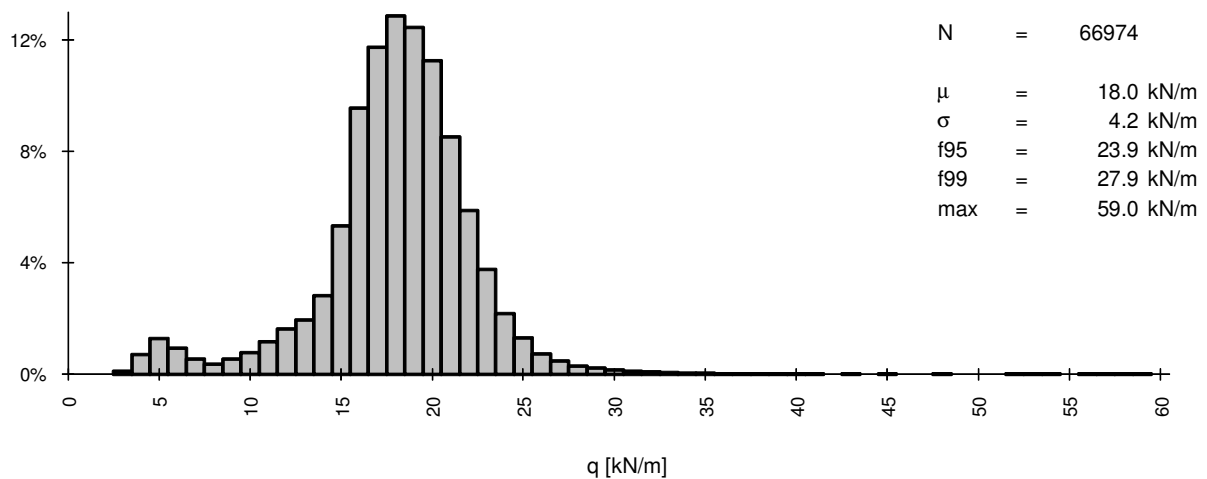
2006 Denges

Car / Bus / Gesamtgewicht



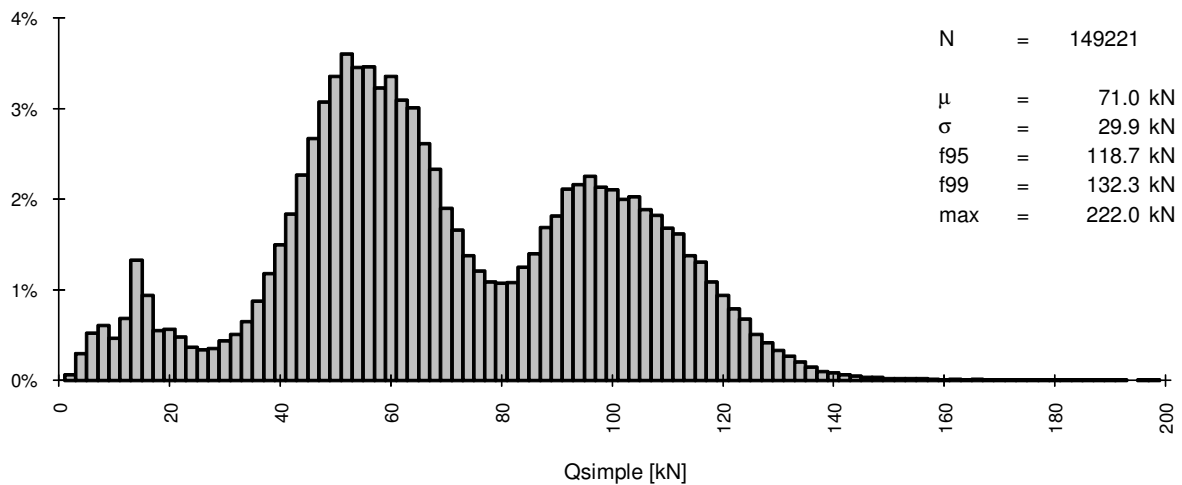
2006 Denges

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

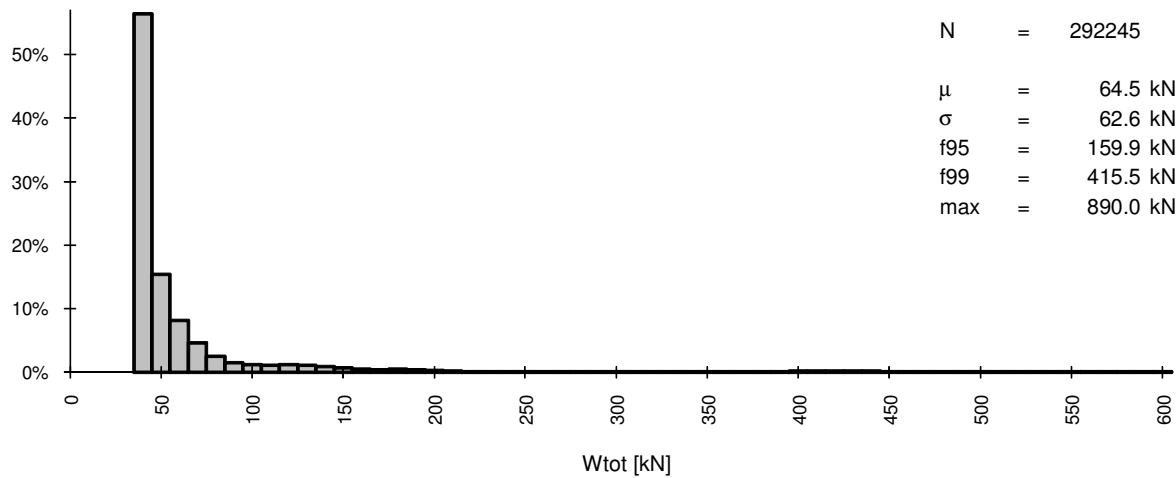
Car / Bus / alle Einzelachsen



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

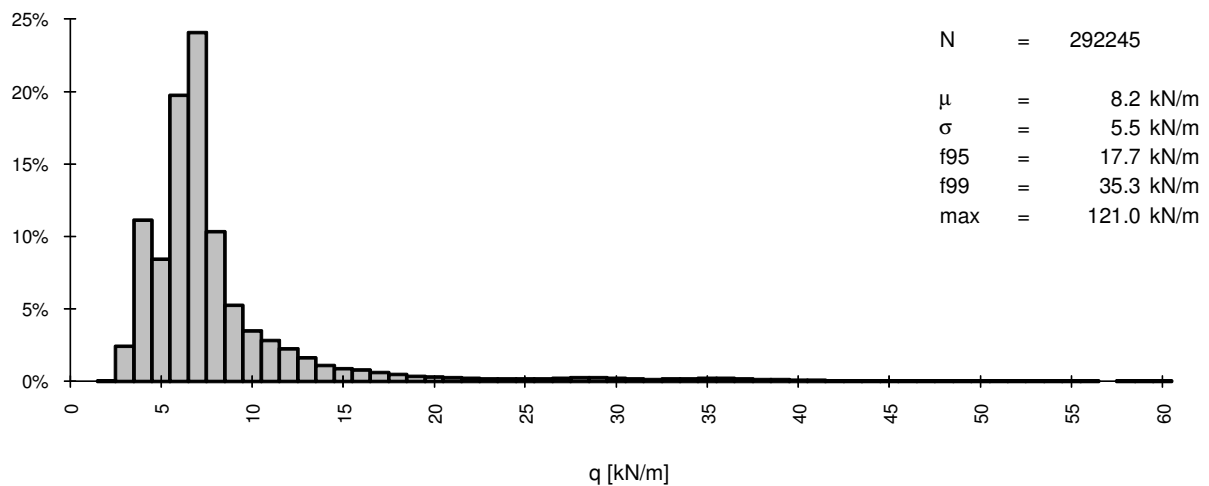
2006 Denges

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



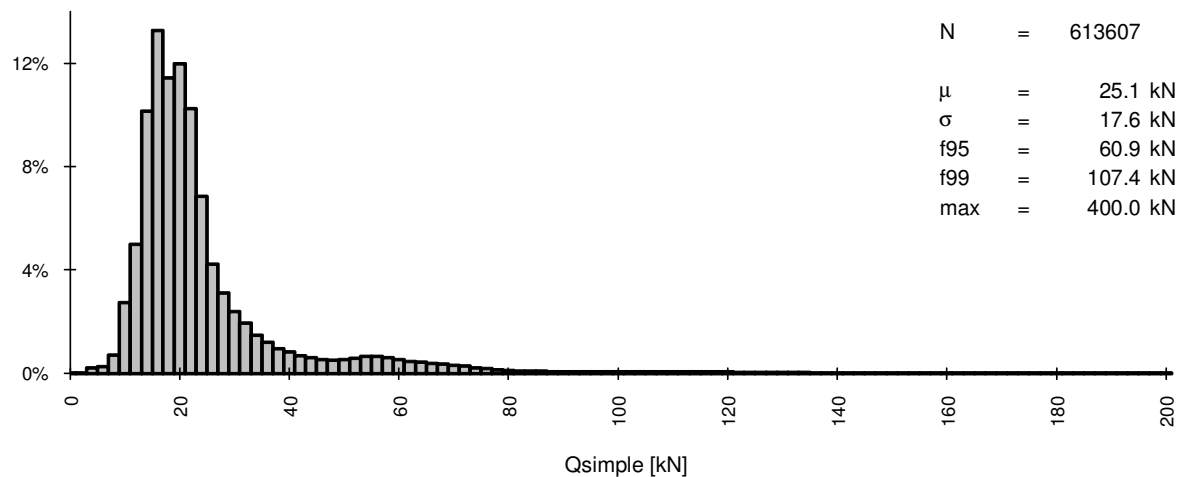
2006 Denges

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

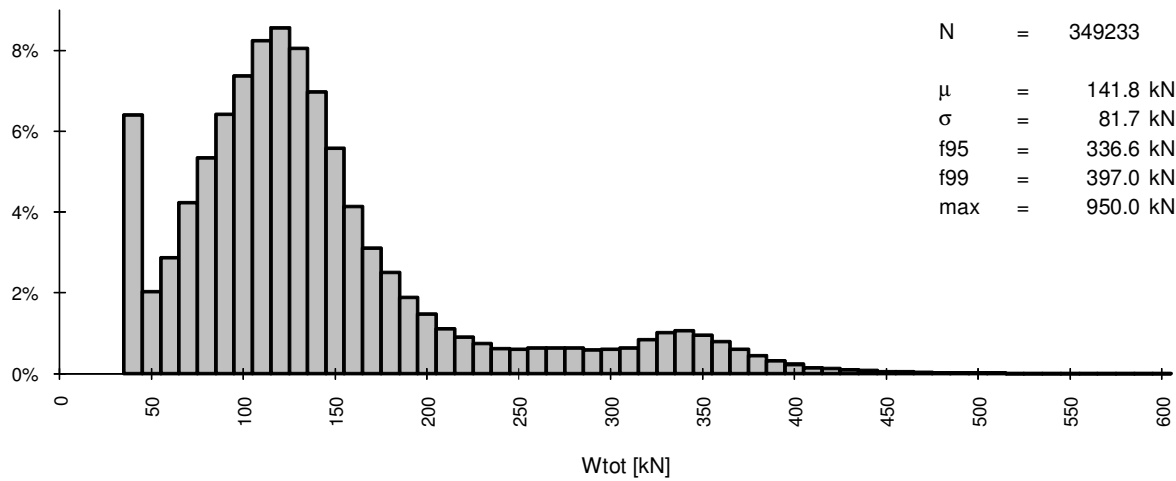
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

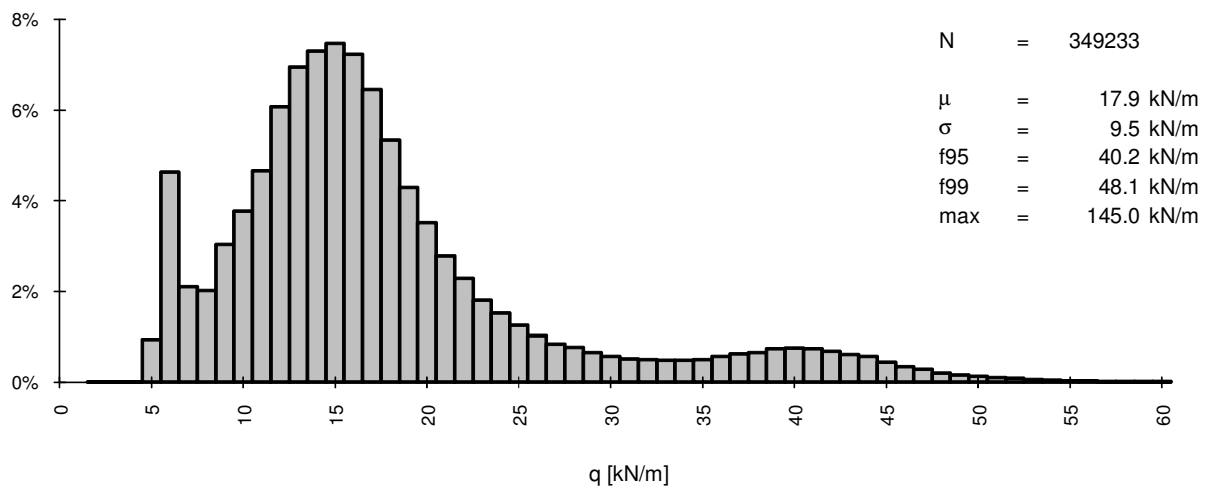
2006 Denges

Lastwagen / Gesamtgewicht



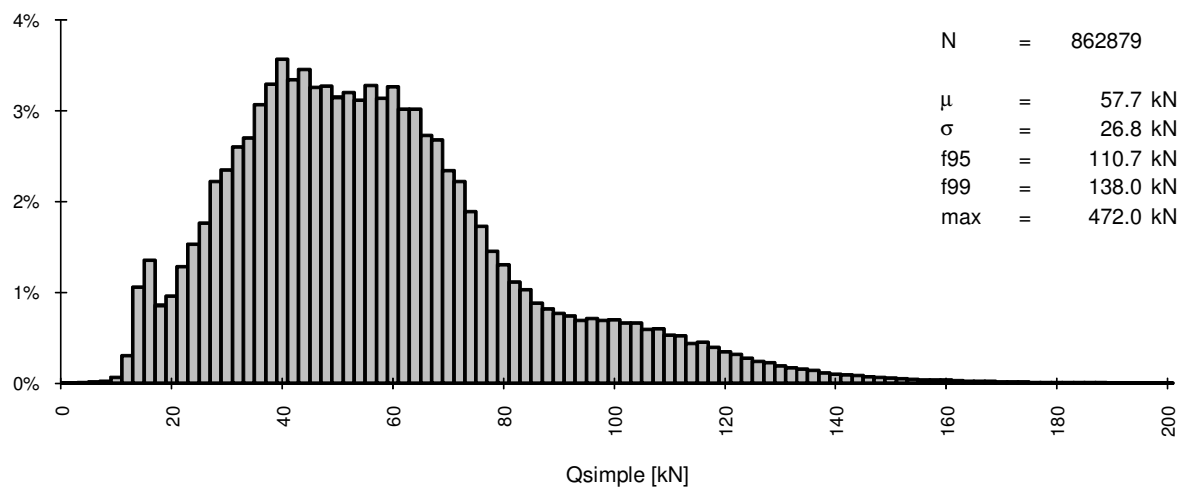
2006 Denges

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

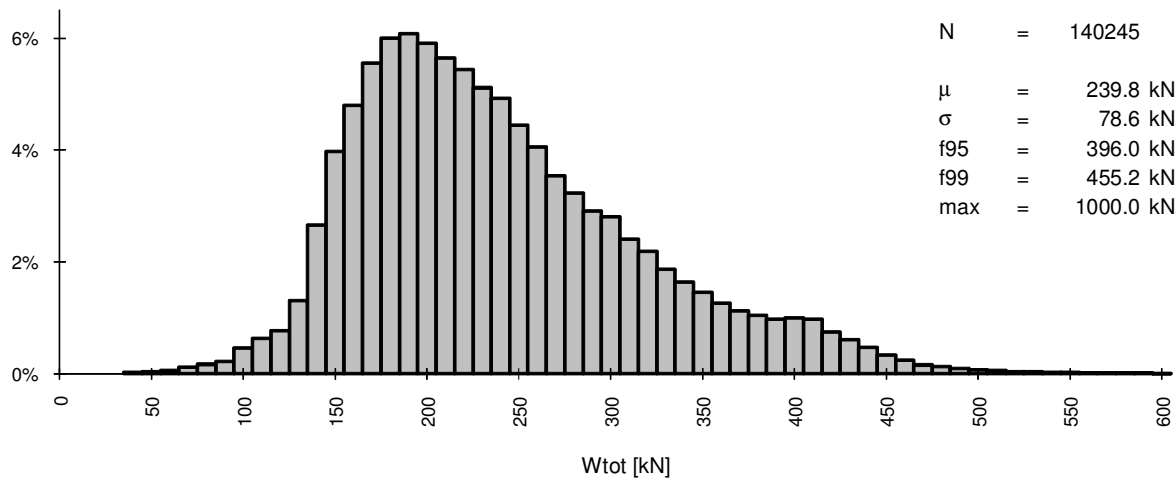
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

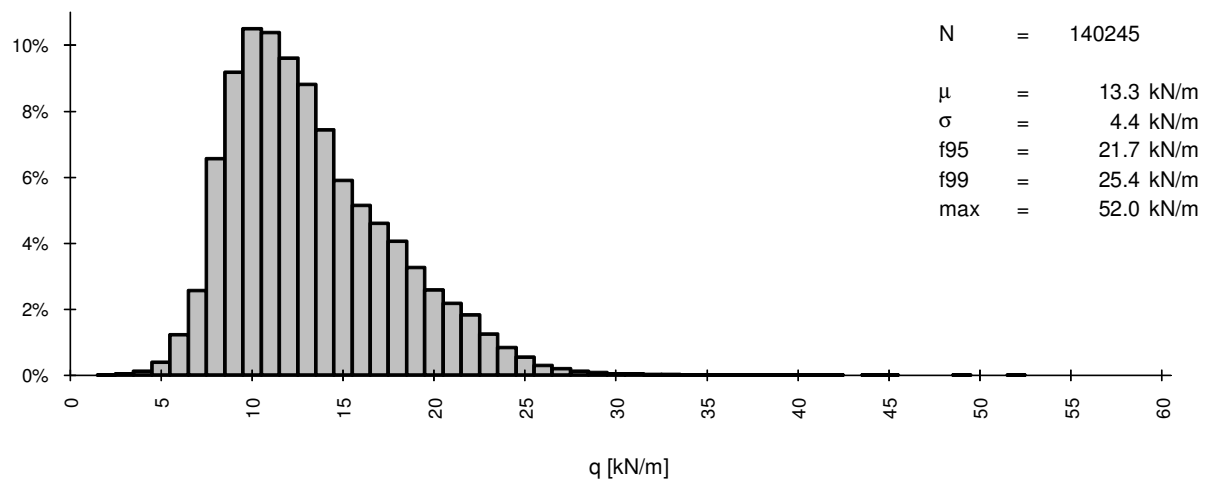
2006 Denges

Lastenzug / Gesamtgewicht



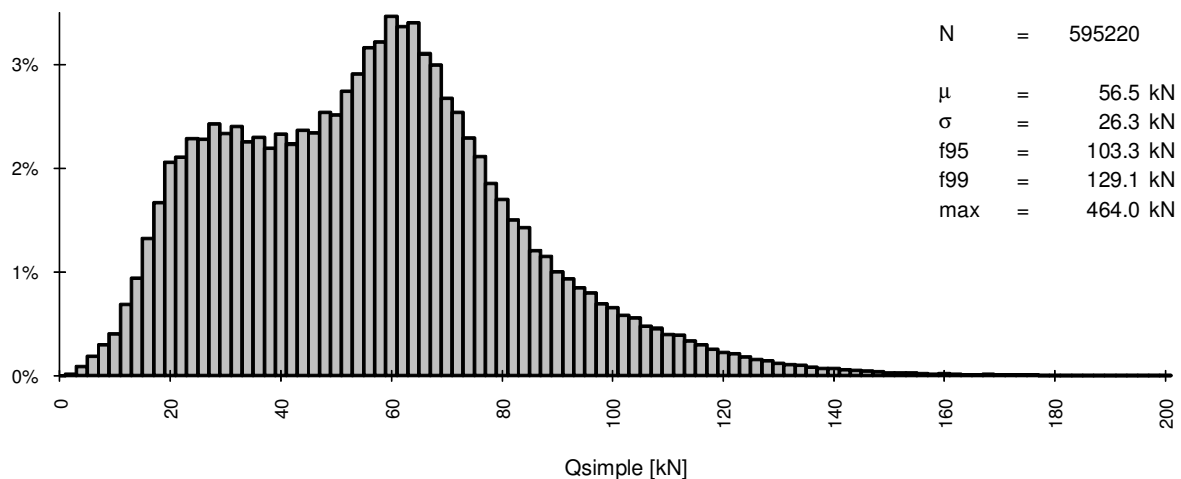
2006 Denges

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

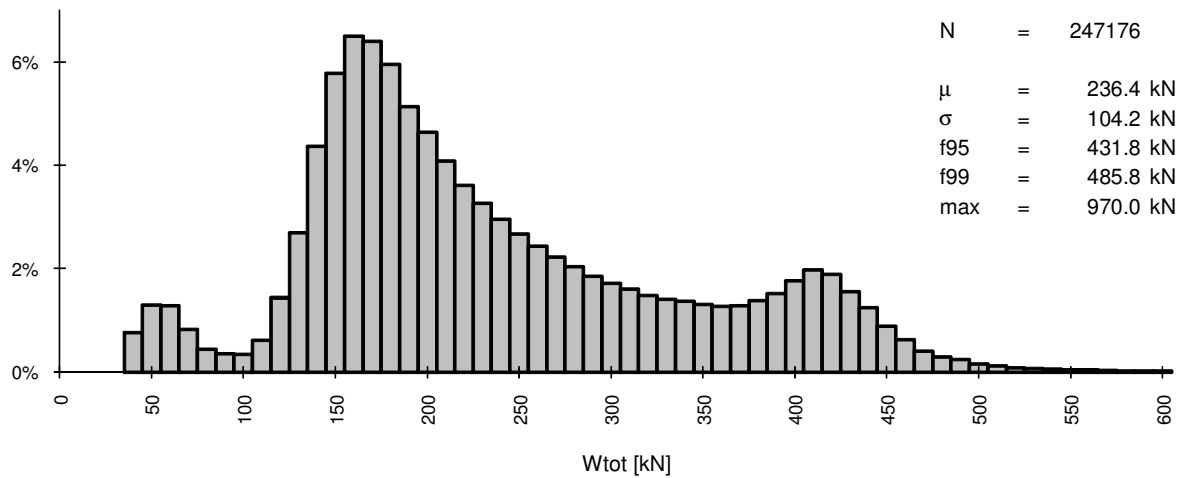
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

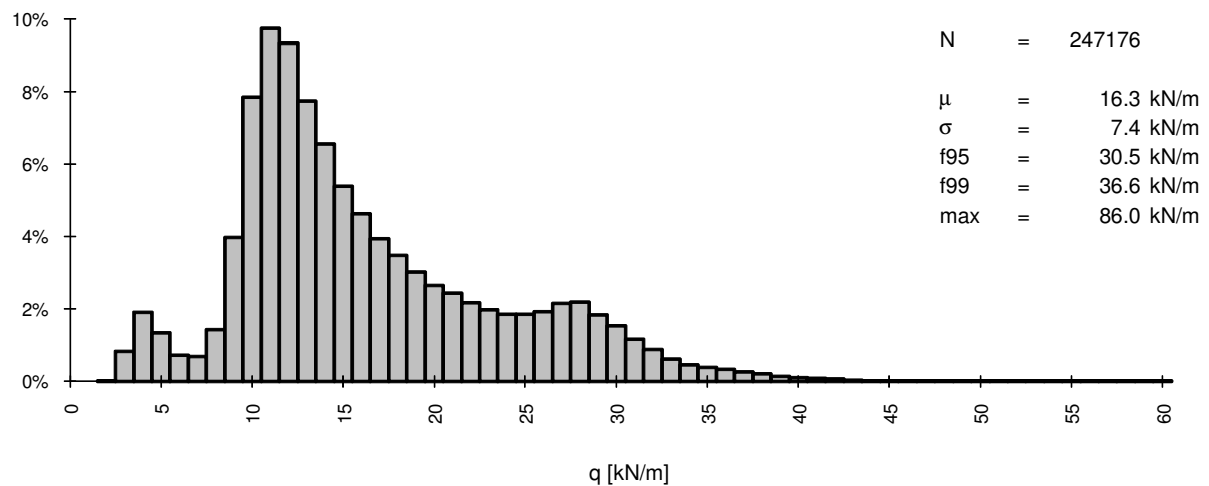
2006 Denges

Sattelzug / Gesamtgewicht



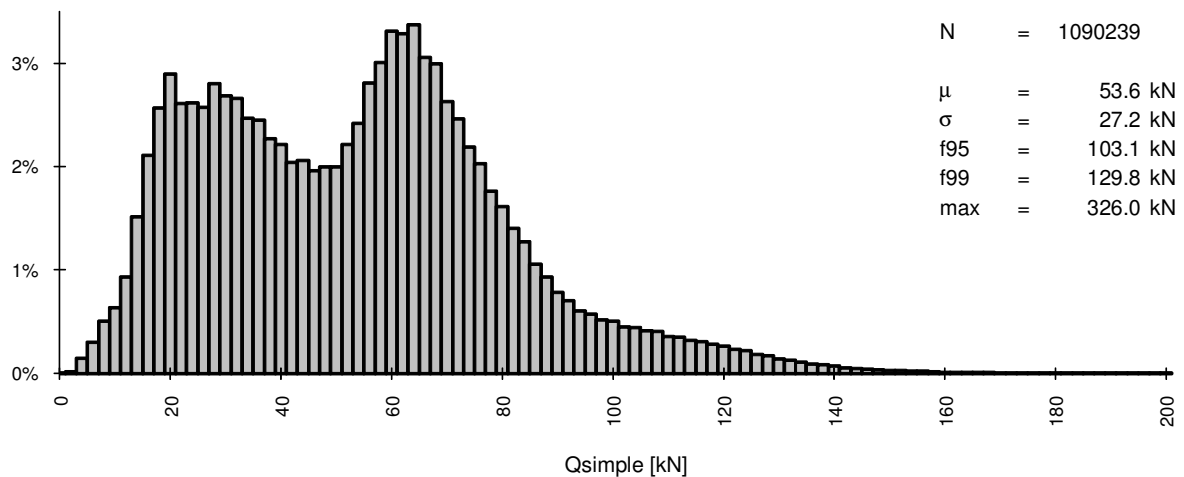
2006 Denges

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Denges

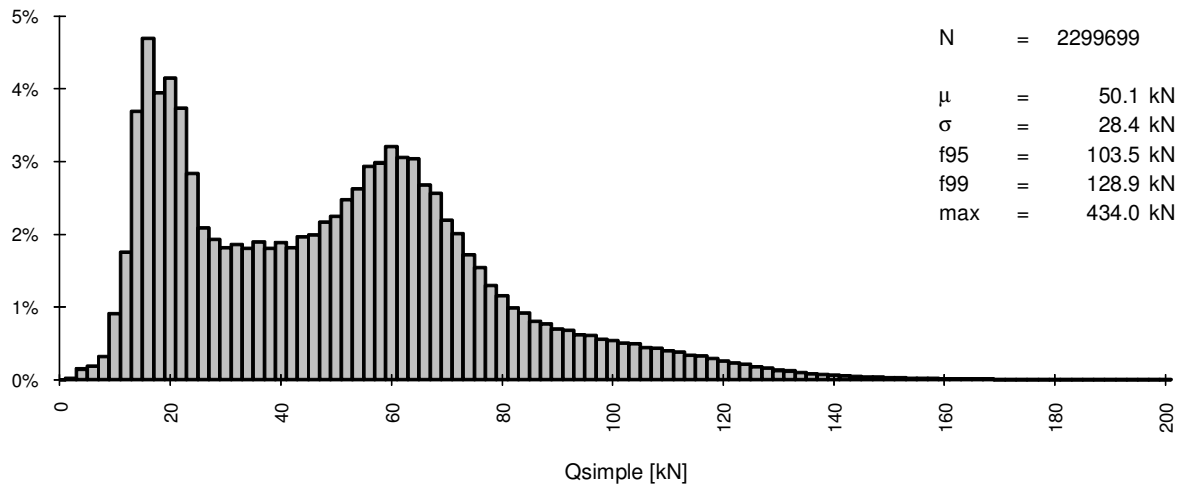
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

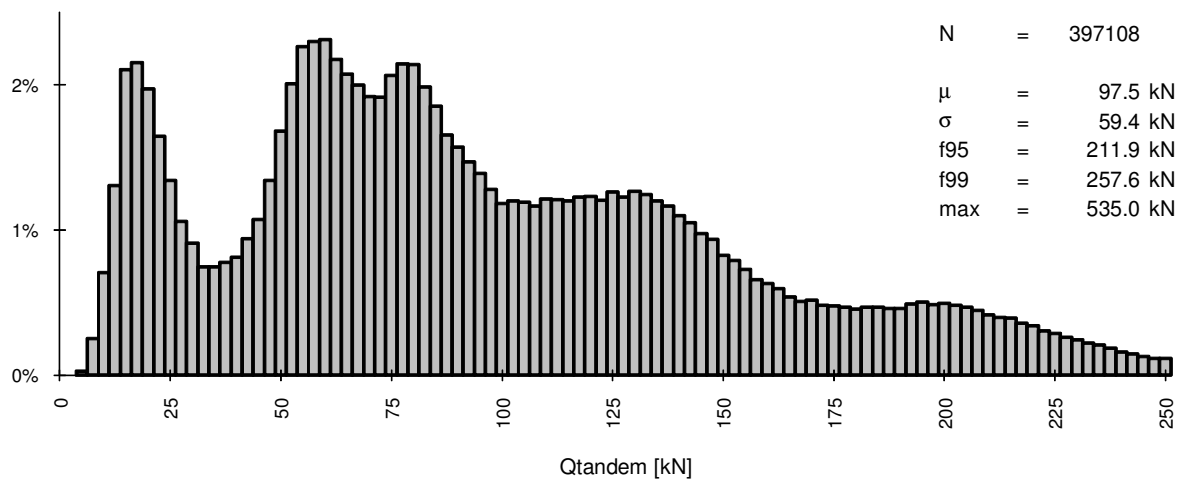
2006 Denges

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



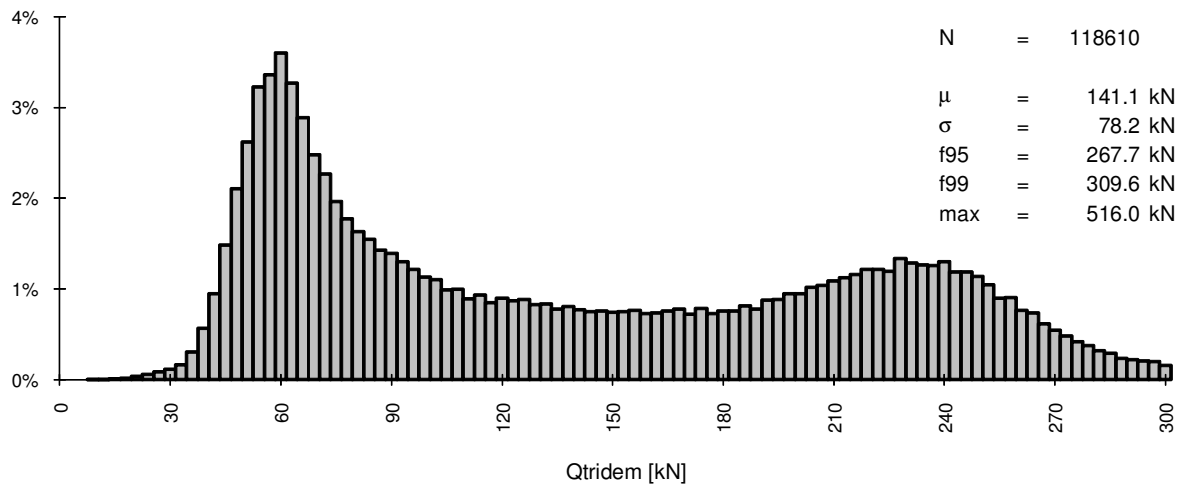
2006 Denges

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Denges

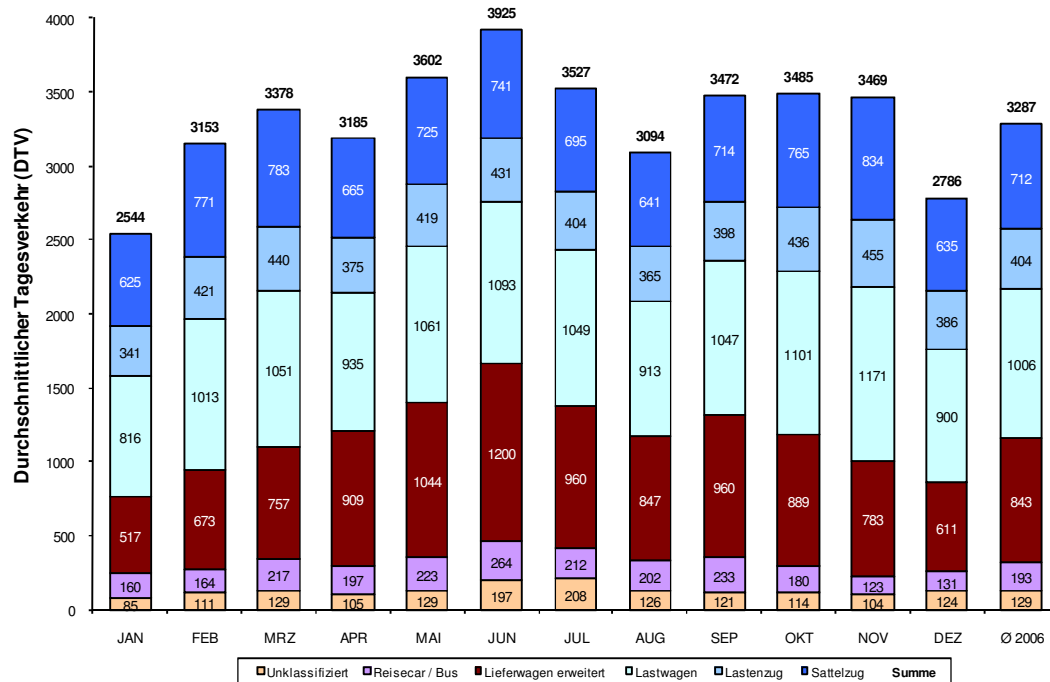
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



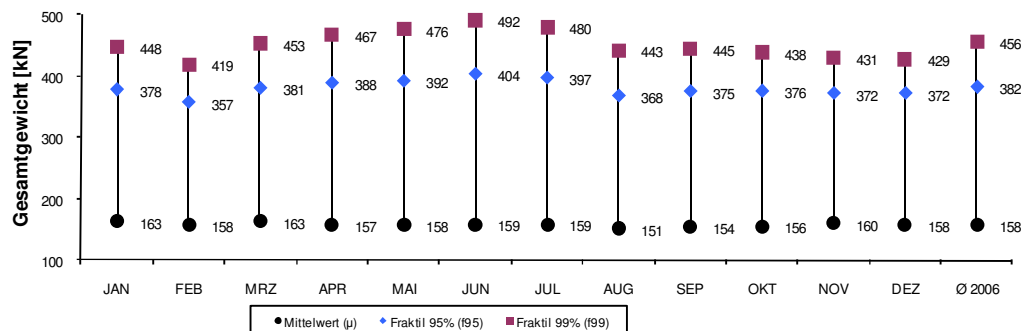
2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

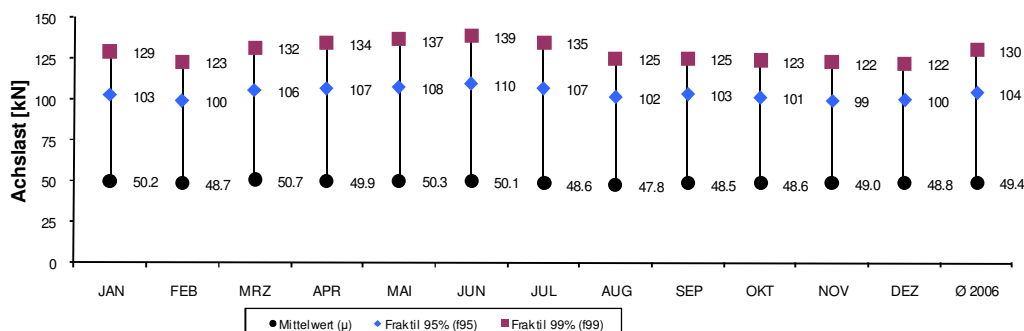
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

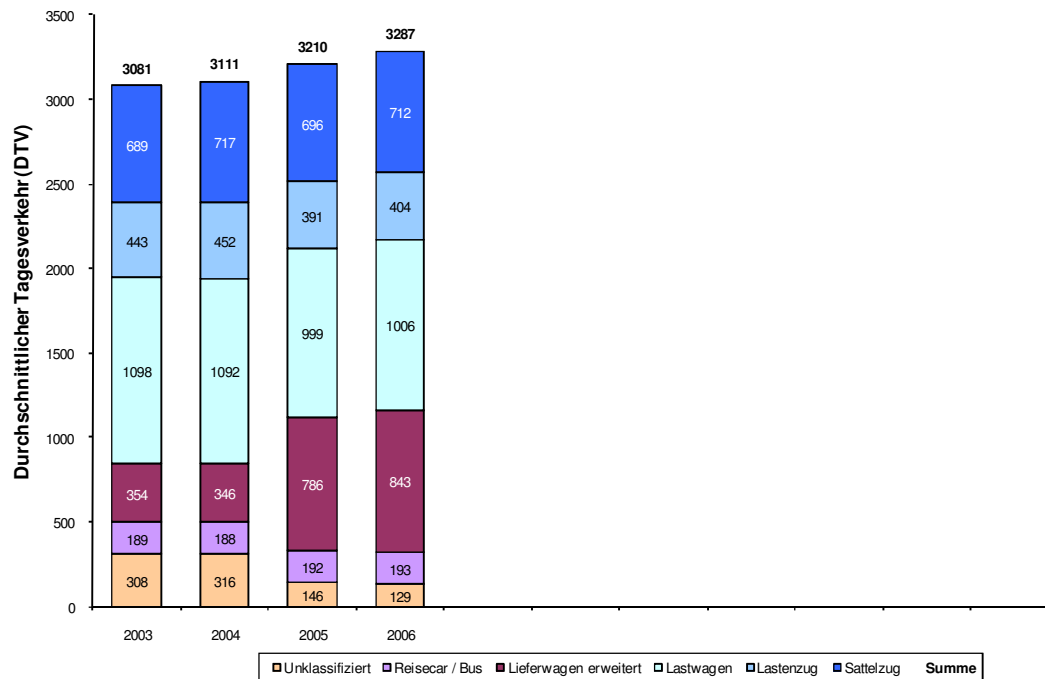


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

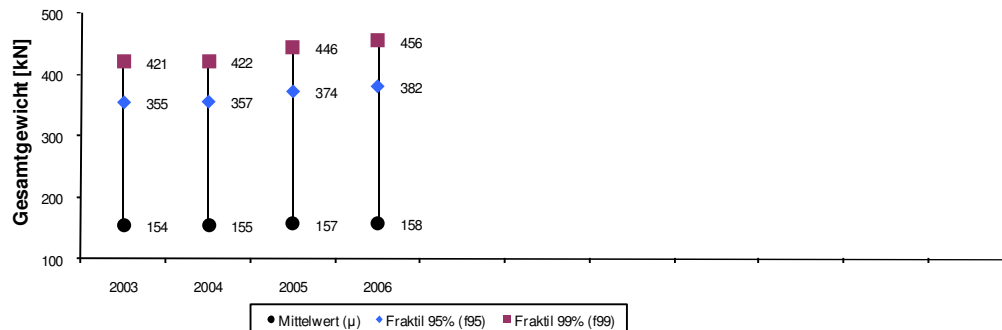


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

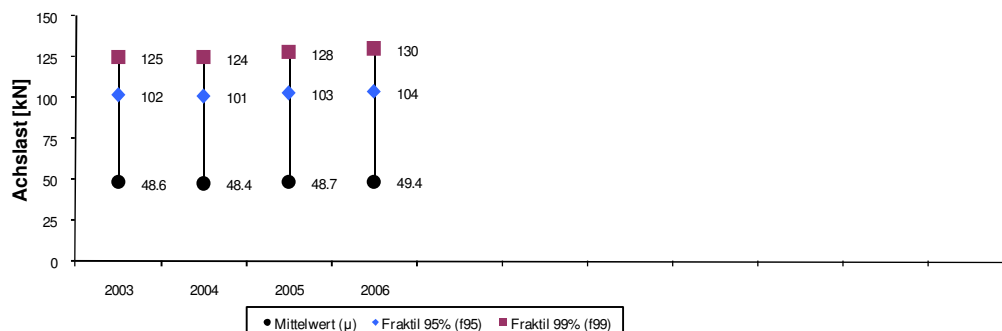
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



2.5 Auswertung der Messdaten

2.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	50.1	50.1	103.5	128.9
Tandemachse	97.5	48.8	111.0	128.8
Tridemachse	141.1	47.0	89.2	103.2
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 50.1 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.8 kN, respektive 47.0 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	14.5 kN/m	31.0 kN/m	43.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.14 kN/m ²	8.86 kN/m ²	12.5 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

2.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	36'206	18	0.000	3'905	0	0.000	1	0
2	0.006	419'718	2'518	0.001	29'945	21	0.000	41	0
3	0.020	285'441	5'709	0.003	19'700	59	0.001	357	0
4	0.070	213'271	14'929	0.008	12'263	98	0.002	1'228	2
5	0.150	234'347	35'152	0.020	19'993	400	0.005	5'382	27
6	0.290	327'498	94'974	0.030	35'260	1'058	0.010	15'192	152
7	0.530	311'097	164'881	0.060	32'448	1'947	0.020	10'247	205
8	1.000	177'668	177'668	0.100	32'839	3'284	0.030	7'128	214
9	1.520	96'249	146'298	0.140	28'061	3'929	0.040	7'122	285
10	2.400	68'991	165'578	0.200	21'134	4'227	0.060	4'324	259
11	3.660	52'103	190'697	0.280	18'950	5'306	0.080	3'665	293
12	5.400	36'626	197'780	0.400	19'340	7'736	0.110	4'232	466
13	7.760	20'900	162'184	0.540	19'698	10'637	0.140	3'058	428
14	10.870	10'216	111'048	0.730	18'697	13'649	0.190	2'869	545
15	14.910	4'697	70'032	0.960	15'050	14'448	0.240	3'578	859
16	20.060	2'325	46'640	1.260	11'168	14'072	0.300	2'655	797
17	26.540	1'159	30'760	1.630	8'580	13'985	0.380	2'692	1'023
18	34.590	1'027	35'524	2.080	7'472	15'542	0.480	3'553	1'705
19	-	-	-	2.640	7'359	19'428	0.590	2'787	1'644
20	-	-	-	3.300	7'822	25'813	0.720	3'211	2'312
21	-	-	-	4.090	7'194	29'423	0.880	4'853	4'271
22	-	-	-	5.030	15'391	77'417	1.060	4'143	4'392
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'446	5'646
24	-	-	-	-	-	-	1.520	6'069	9'225
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'172	7'551
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'377	7'227
27	-	-	-	-	-	-	2.510	3'153	7'914
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'518	4'463
29	-	-	-	-	-	-	3.430	1'015	3'481
30	-	-	-	-	-	-	3.980	934	3'717
Summe		2'299'539	1'652'392		392'269	262'477		117'002	69'104

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'652'392 + 262'477 + 69'104 = 1'983'973 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 1'983'973 = 991'987 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 991'987 / 347 = 2'859 \text{ ESAL}$$

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

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 0a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 3'925 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 30.6%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil von 25.6% der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.9% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 2.2.2)

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

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2006 passierten pro Tag durchschnittlich 3'287 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'210 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 2.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 2.4%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant (von 157 auf 158 kN), währenddem die Fraktilwerte f95 und f99 beide um 2.2% ansteigen.

Ein ähnlicher Anstieg ist bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 2.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 48.4 kN auf 48.7 kN (+1.4%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 0.8%, respektive um 1.6%.

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich ebenfalls auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 2.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 2'683 auf 2'859 ESAL (+6.5%).

3 Mattstetten (A1)

3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

3.2 Übersicht Messresultate

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

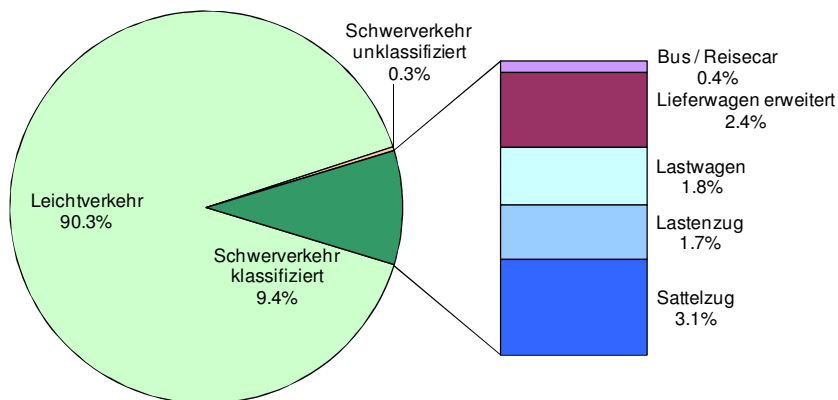
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 348)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	25'344'144	72'828	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	22'884'031	65'759	90.3	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'460'113	7'069	9.7	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	82'465	237	0.3	3.4
01 Bus / Reiseкар	92'778	267	0.4	3.8
02 Motorrad	857	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	162'113	466	0.6	6.6
04 Personenwagen mit Anh.	90'657	261	0.4	3.7
05 Lieferwagen	207'150	595	0.8	8.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	100'544	289	0.4	4.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	48'458	139	0.2	2.0
08 Lastwagen	459'377	1'320	1.8	18.7
09 Lastenzug	442'600	1'272	1.7	18.0
10 Sattelzug	773'114	2'222	3.1	31.4
Total	2'460'113	7'069	9.7	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	666'753	1'916	2.6	27.1
Fahrzeuge 8.0 - 18t	788'638	2'266	3.1	32.1
Fahrzeuge 18 - 28t	613'052	1'762	2.4	24.9
Fahrzeuge 28 - 40t	315'518	907	1.2	12.8
Fahrzeuge >40t	76'152	219	0.3	3.1
Total	2'460'113	7'069	9.7	100.0

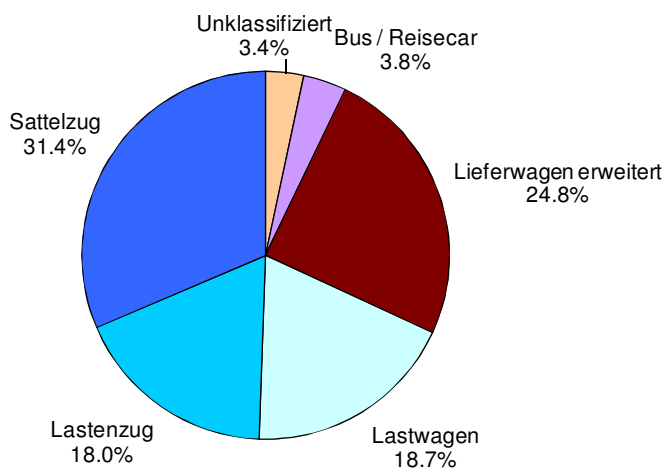
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehr

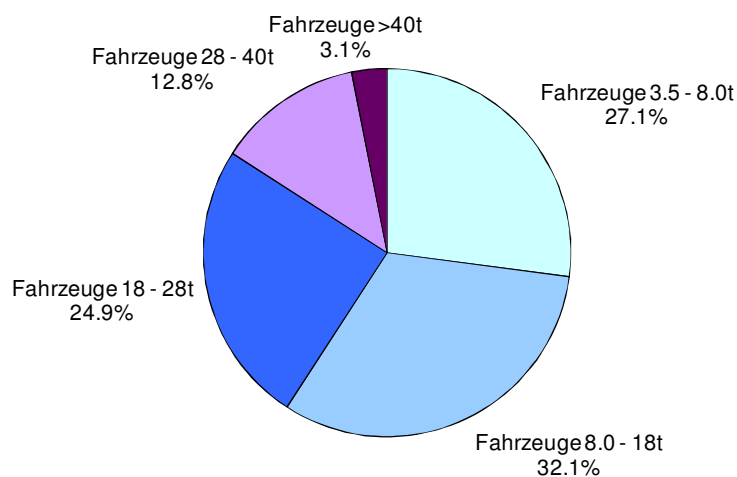
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 Messdiagramme

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Mattstetten (A1) 2006 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+, 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. Abschnitt 1.6).

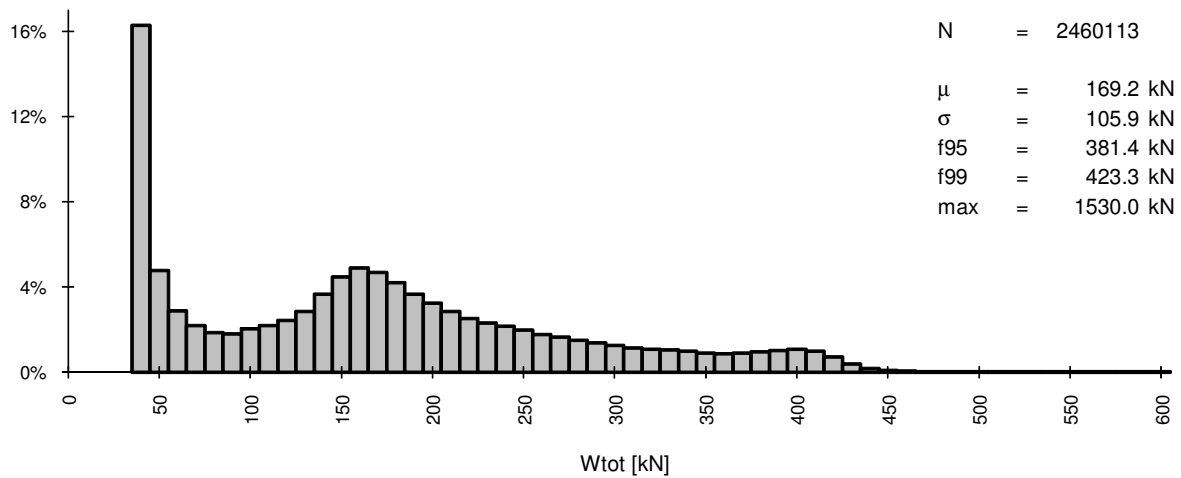
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

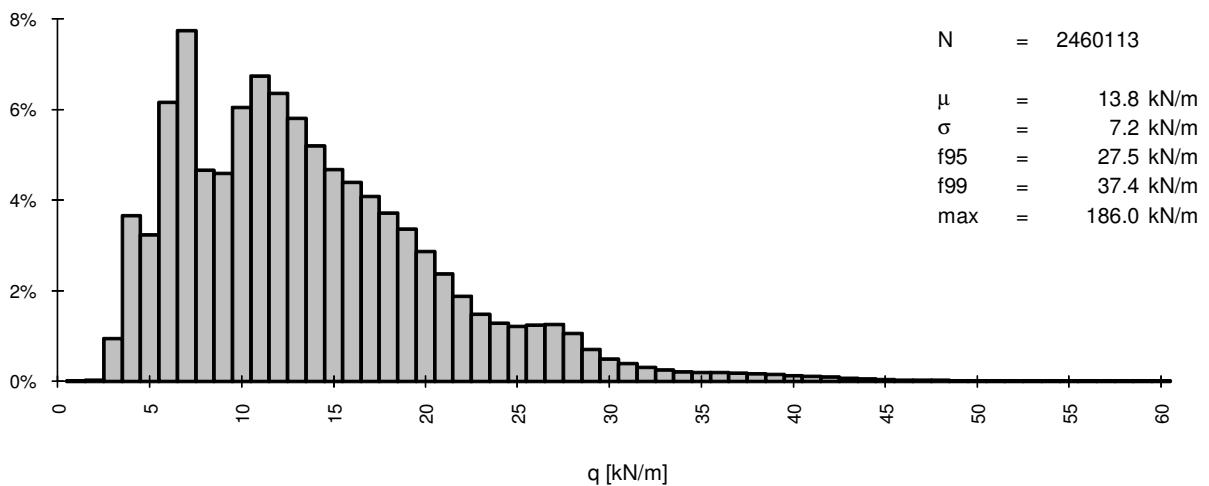
2006 Mattstetten

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



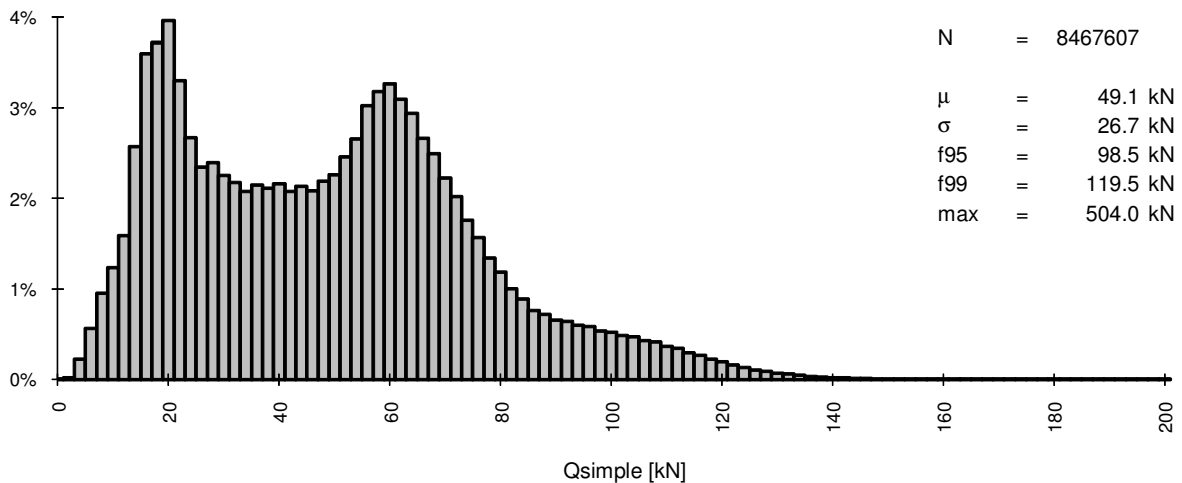
2006 Mattstetten

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

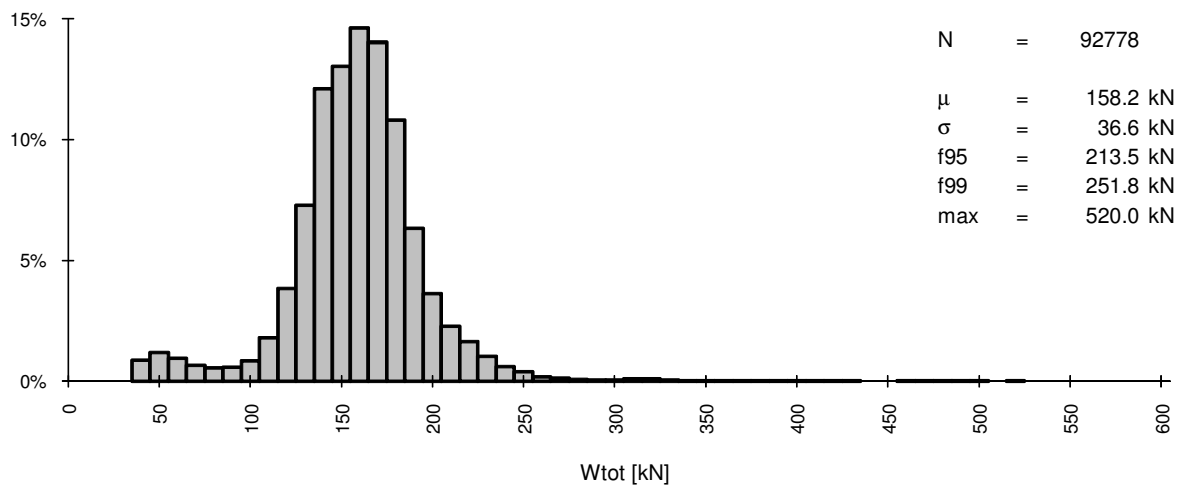
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

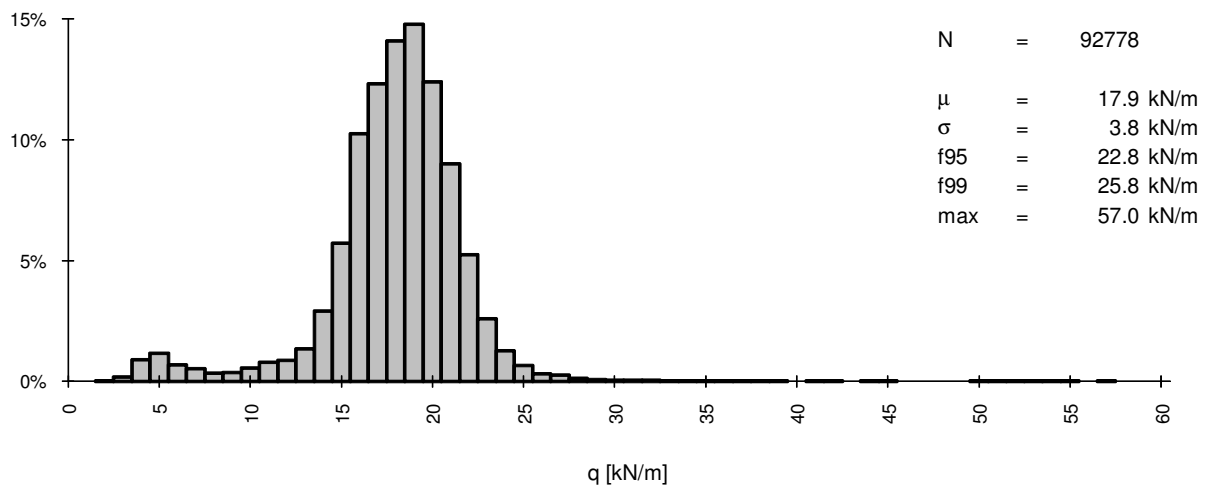
2006 Mattstetten

Car / Bus / Gesamtgewicht



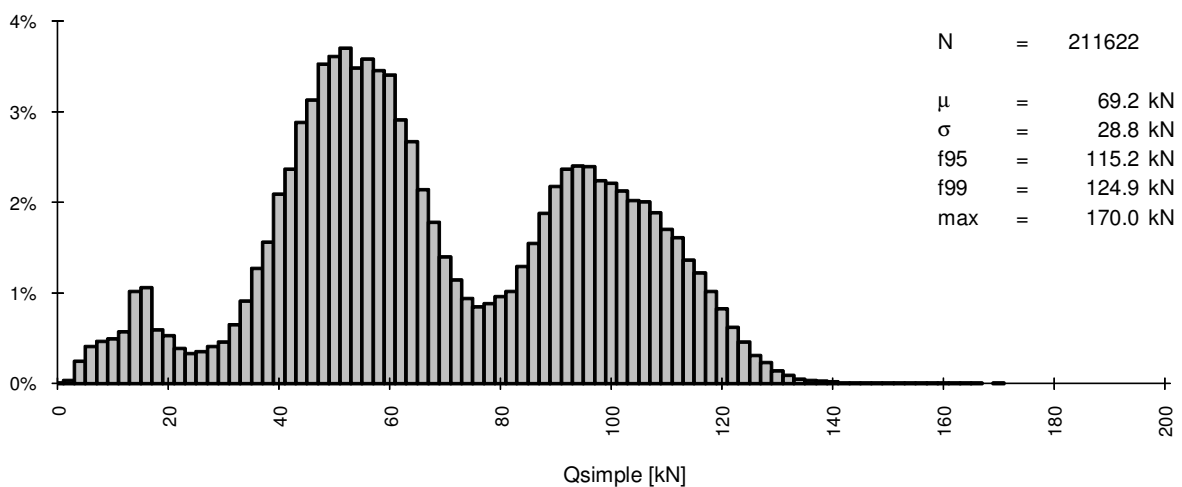
2006 Mattstetten

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

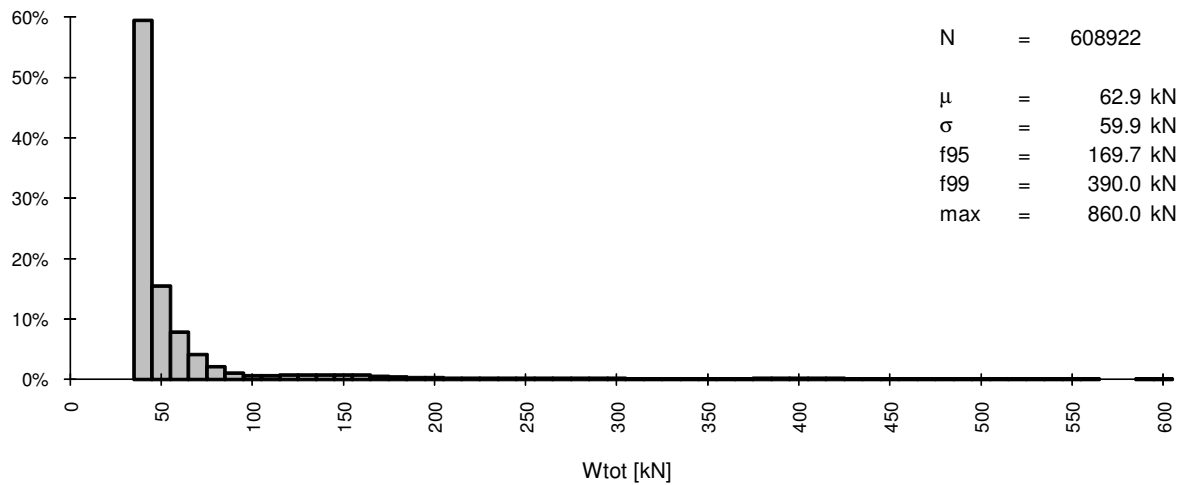
Car / Bus / alle Einzelachsen



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

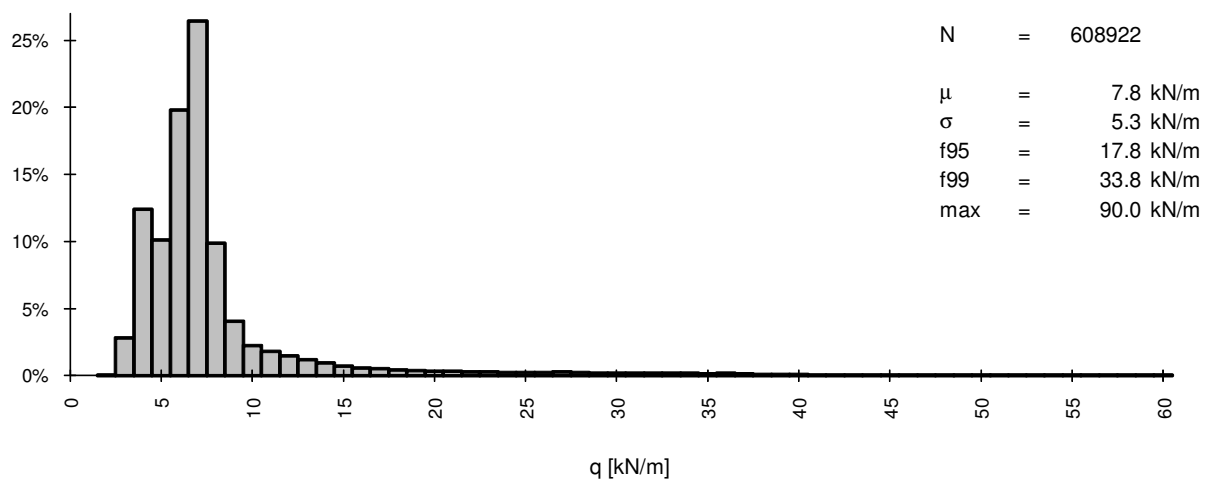
2006 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



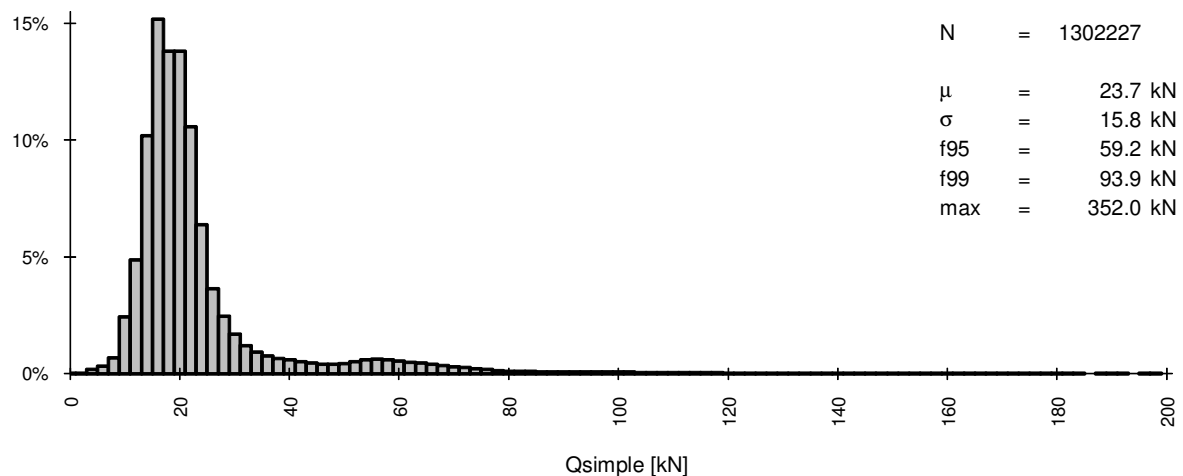
2006 Mattstetten

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

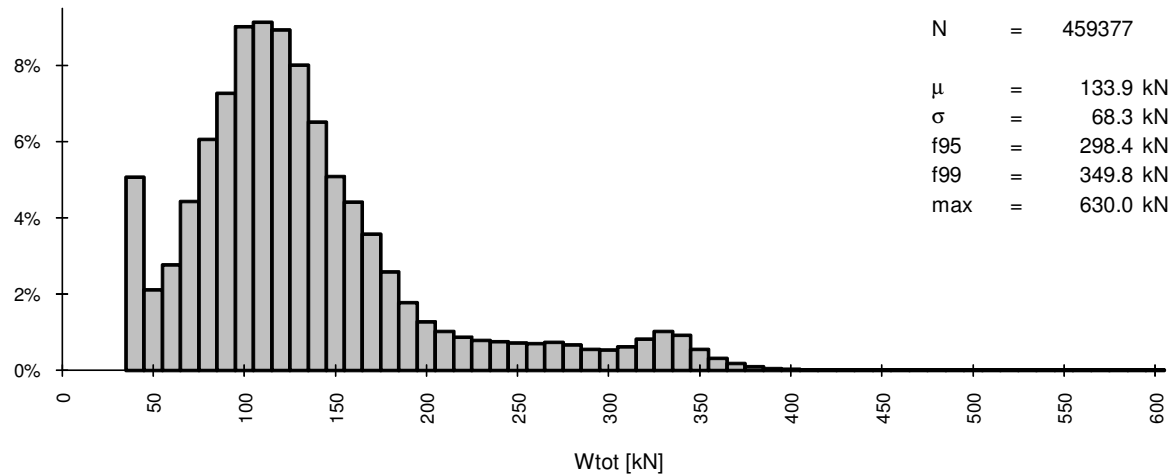
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

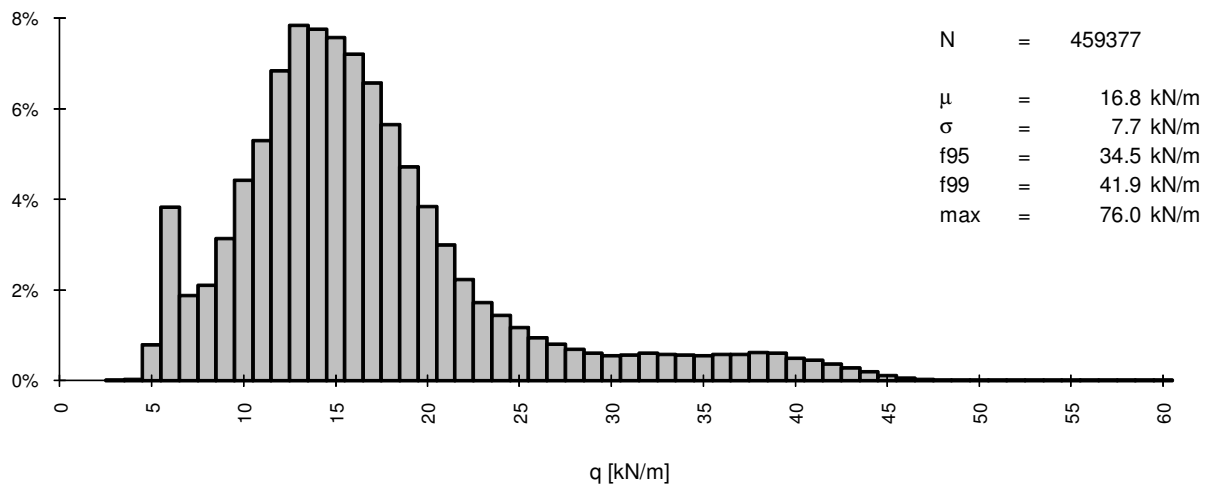
2006 Mattstetten

Lastwagen / Gesamtgewicht



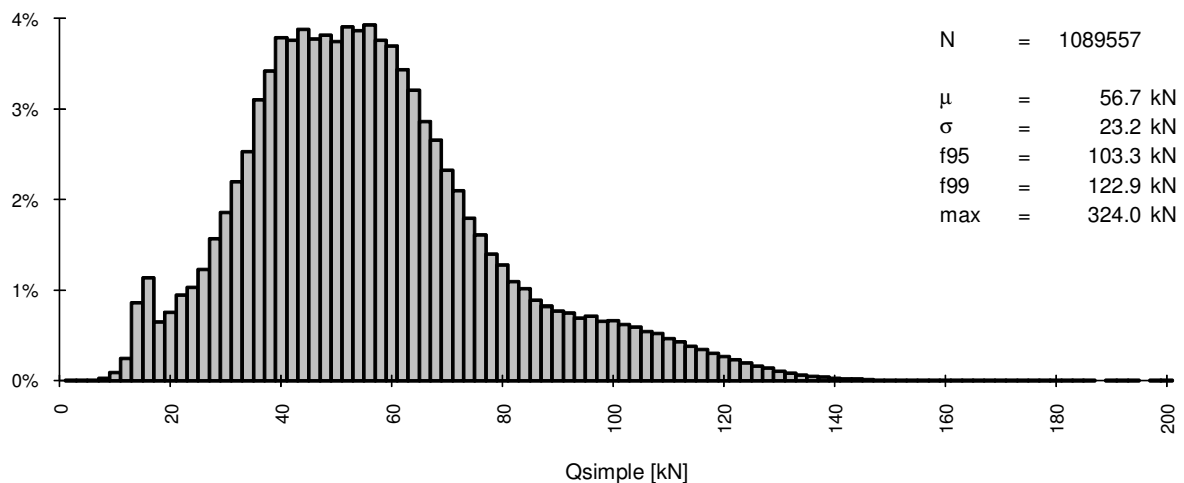
2006 Mattstetten

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

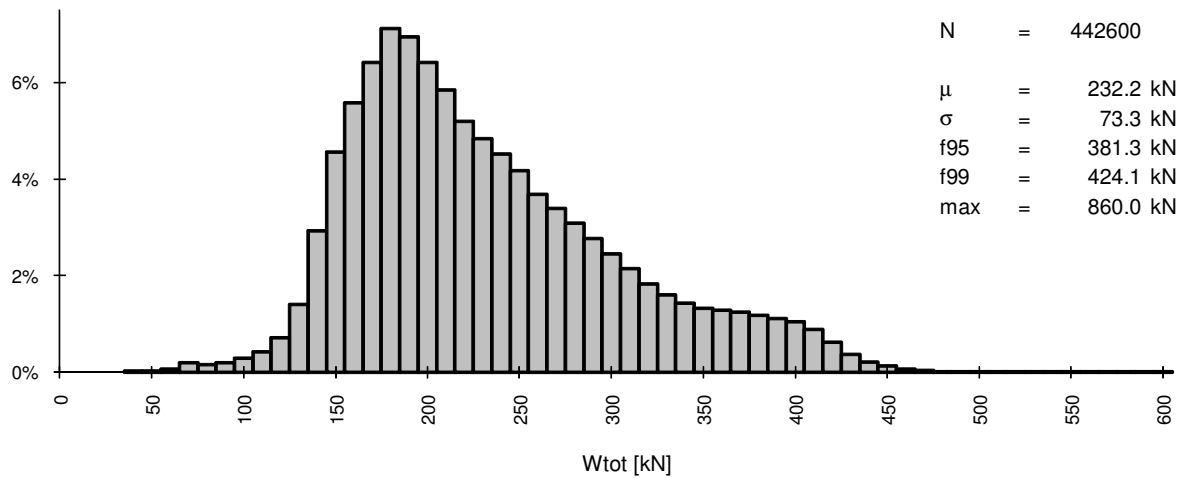
Lastwagen / alle Einzelachsen



3.3.6 Lastenzüge (LZ)

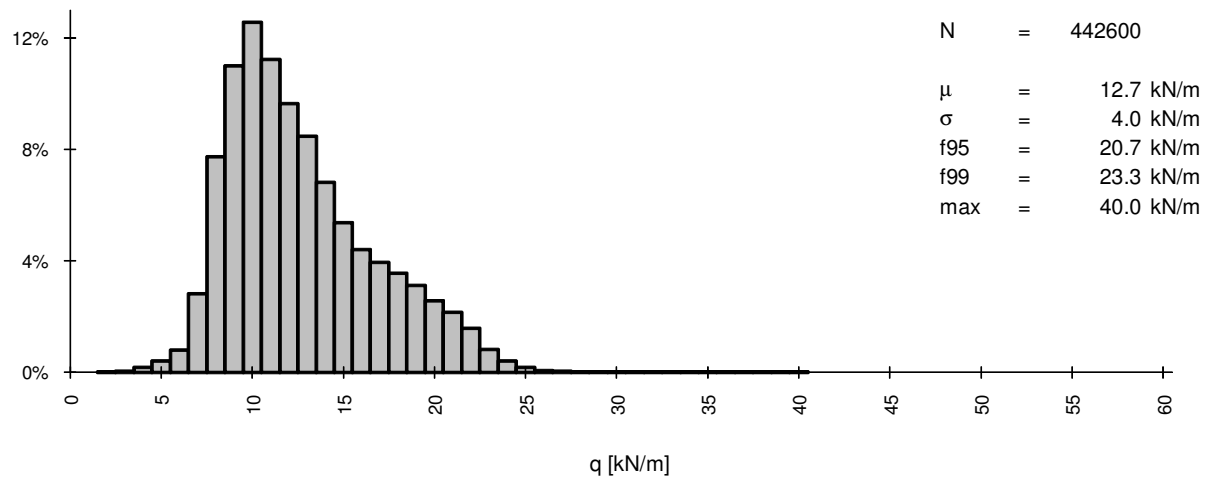
2006 Mattstetten

Lastenzug / Gesamtgewicht



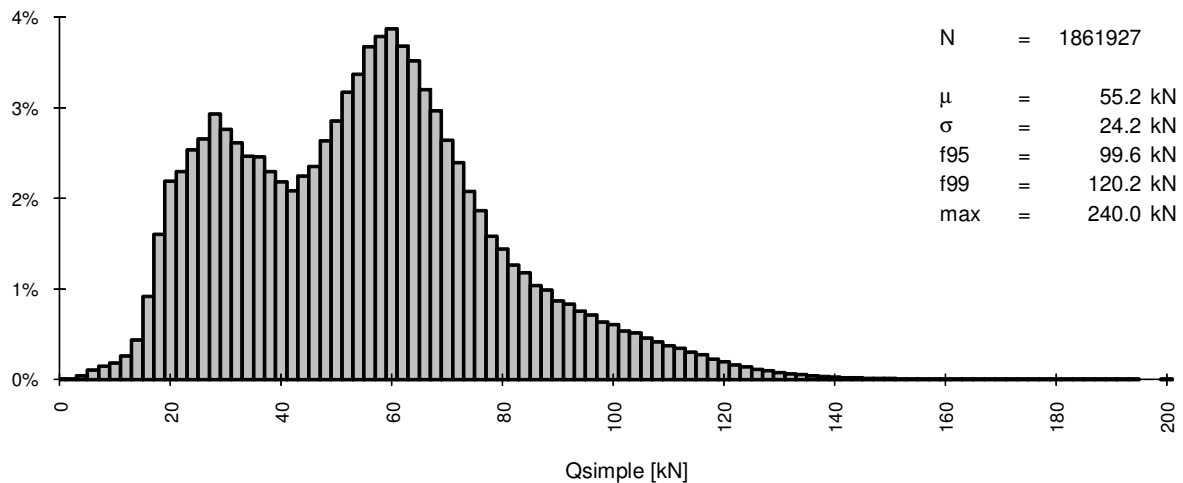
2006 Mattstetten

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

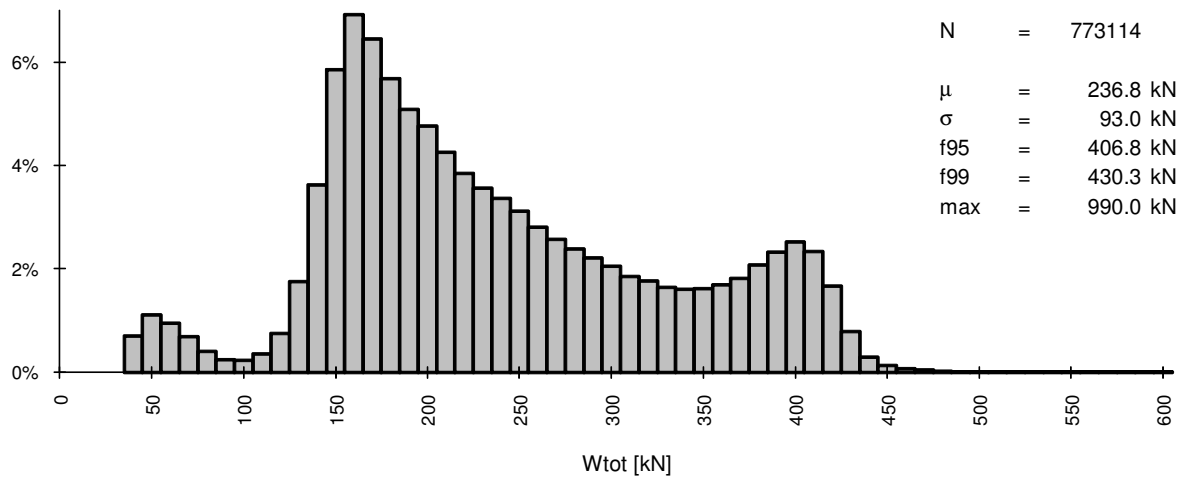
Lastenzug / alle Einzelachsen



3.3.7 Sattelzüge (SZ)

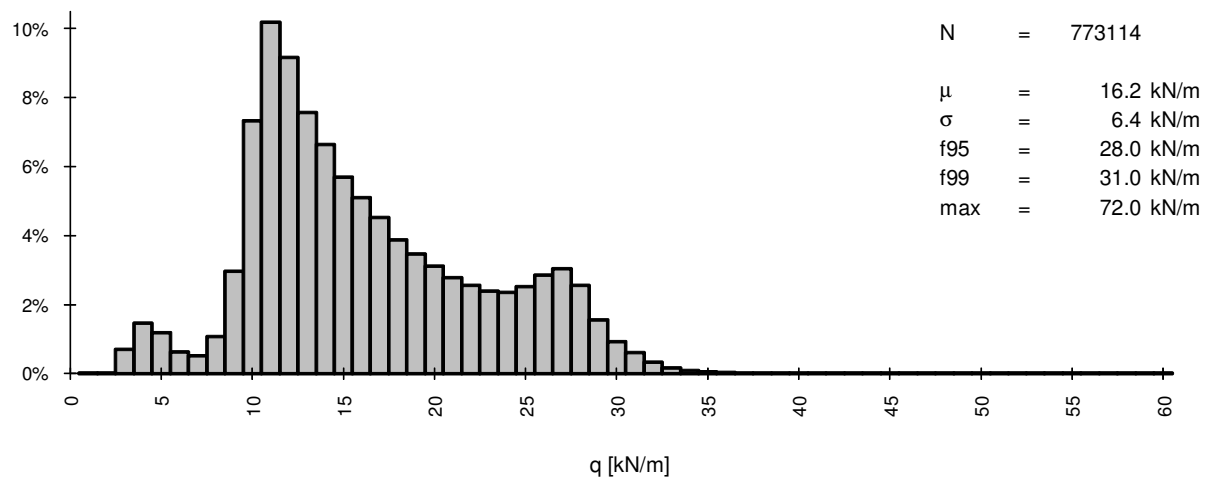
2006 Mattstetten

Sattelzug / Gesamtgewicht



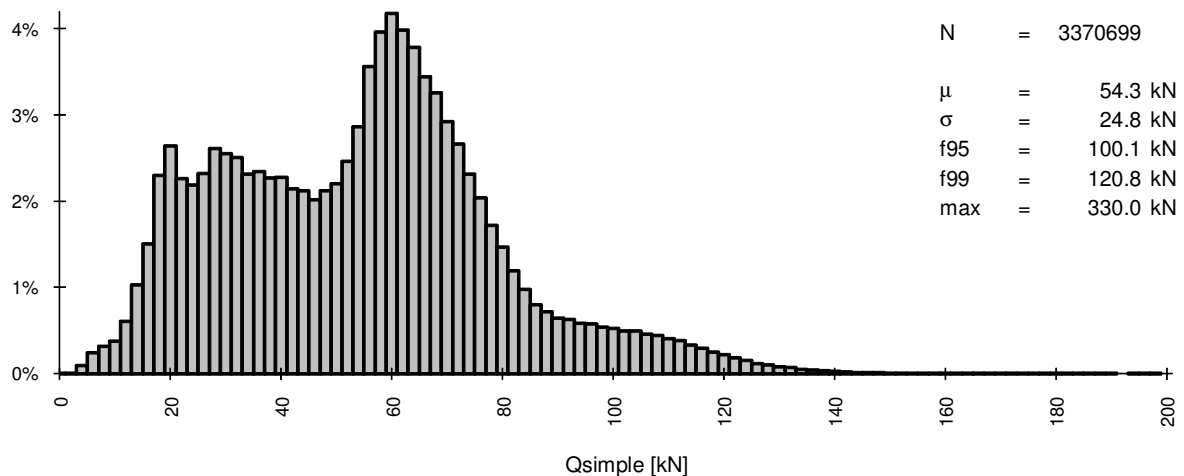
2006 Mattstetten

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Mattstetten

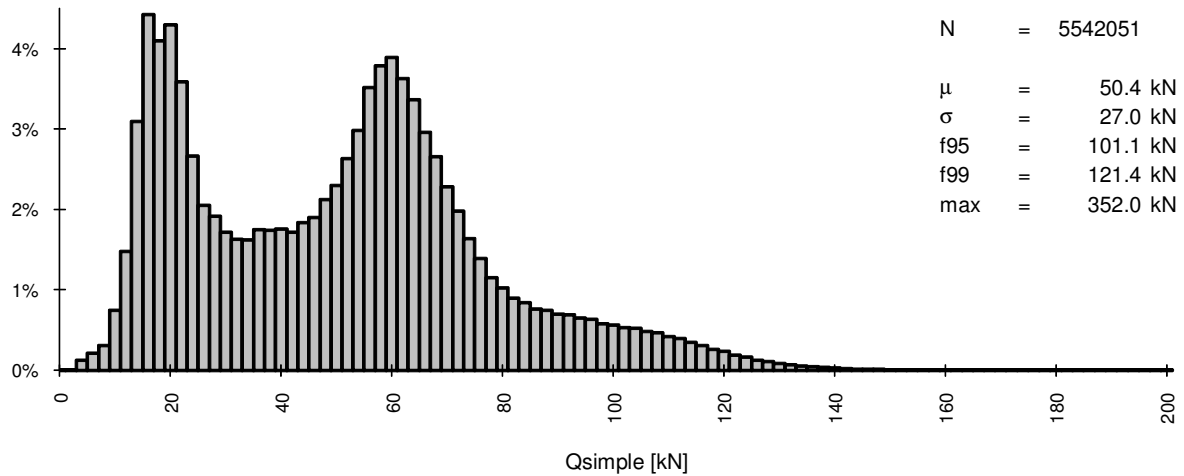
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

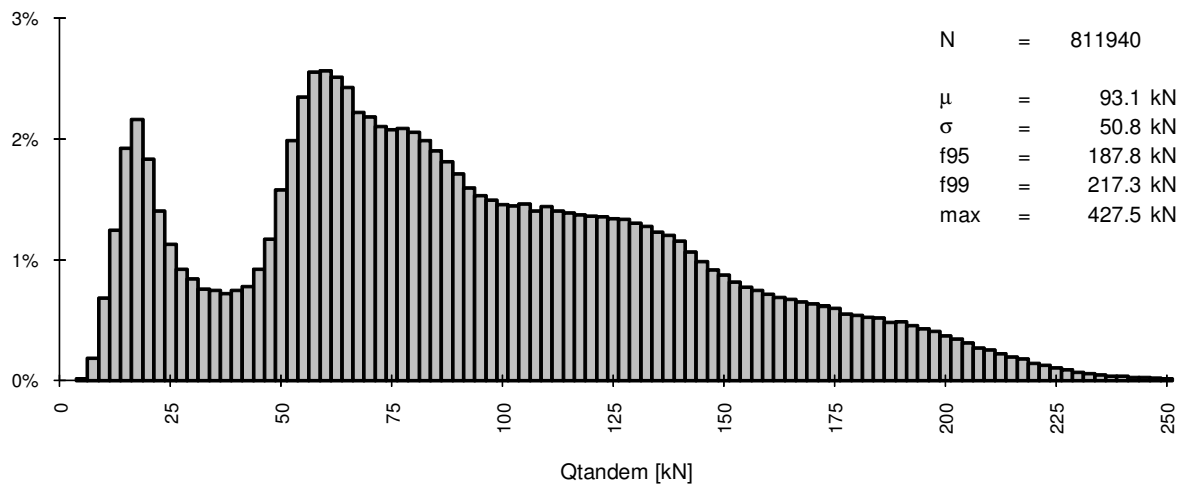
2006 Mattstetten

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



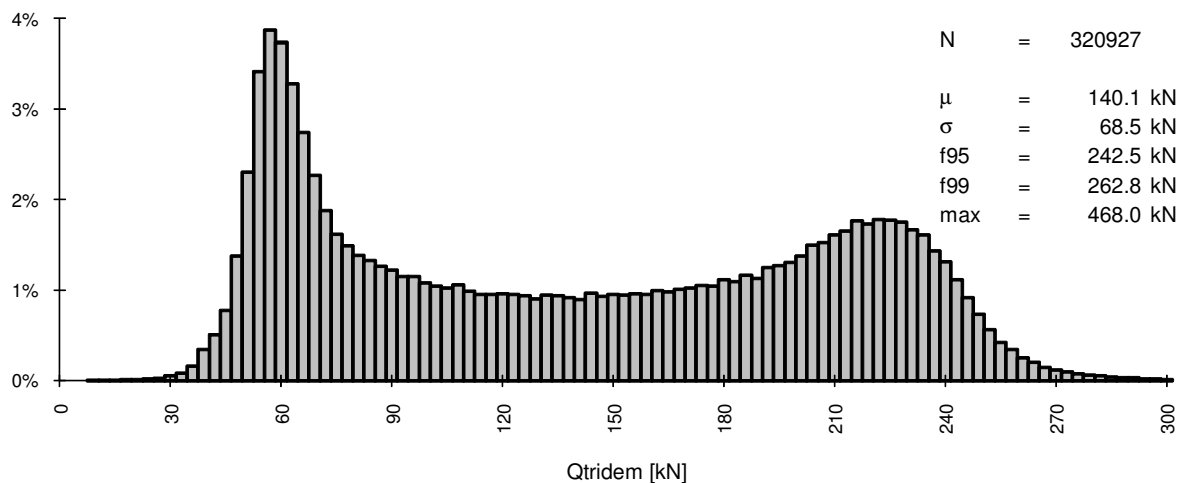
2006 Mattstetten

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Mattstetten

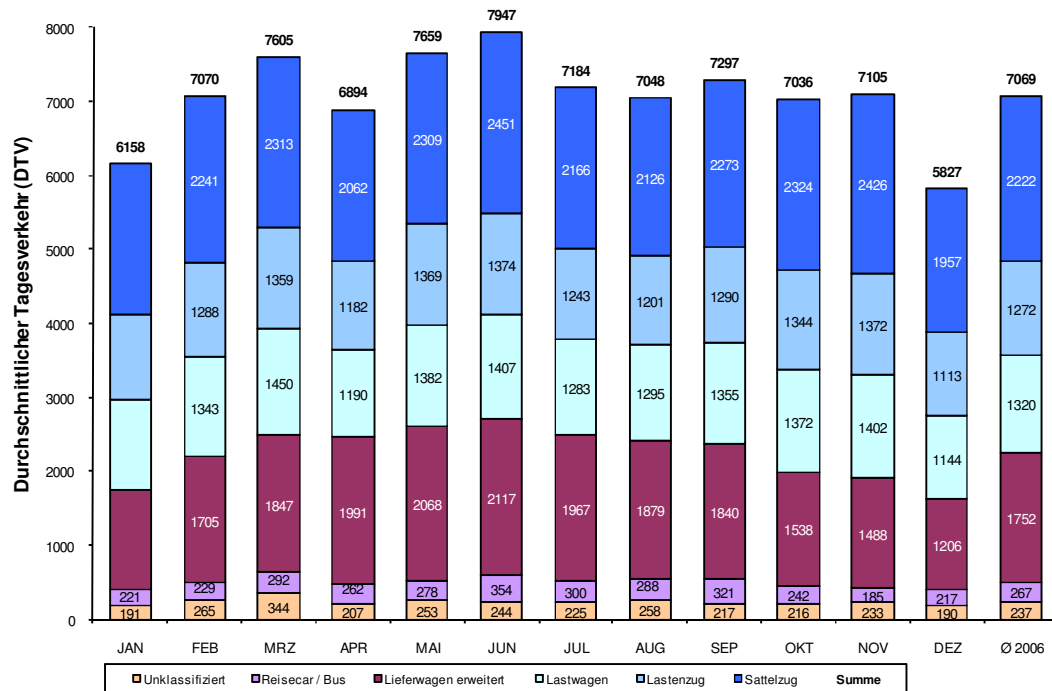
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



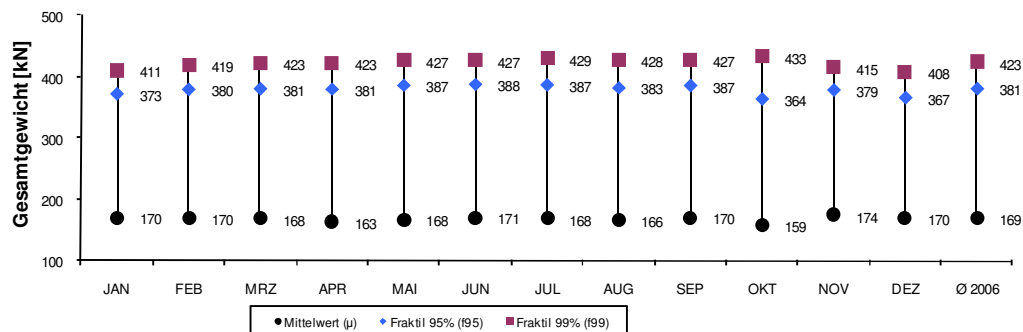
3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

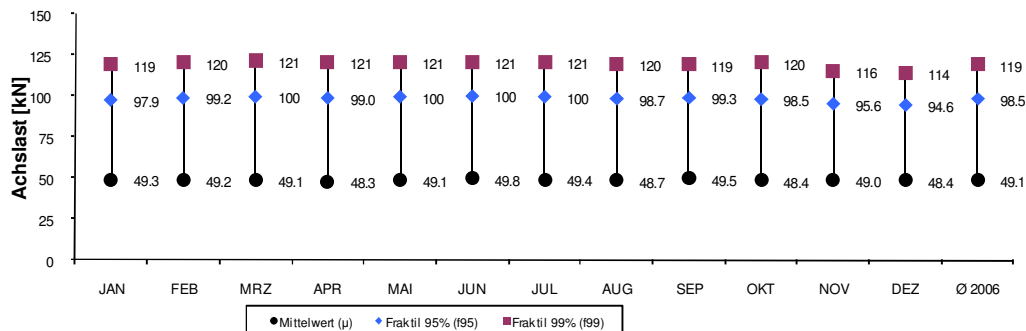
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

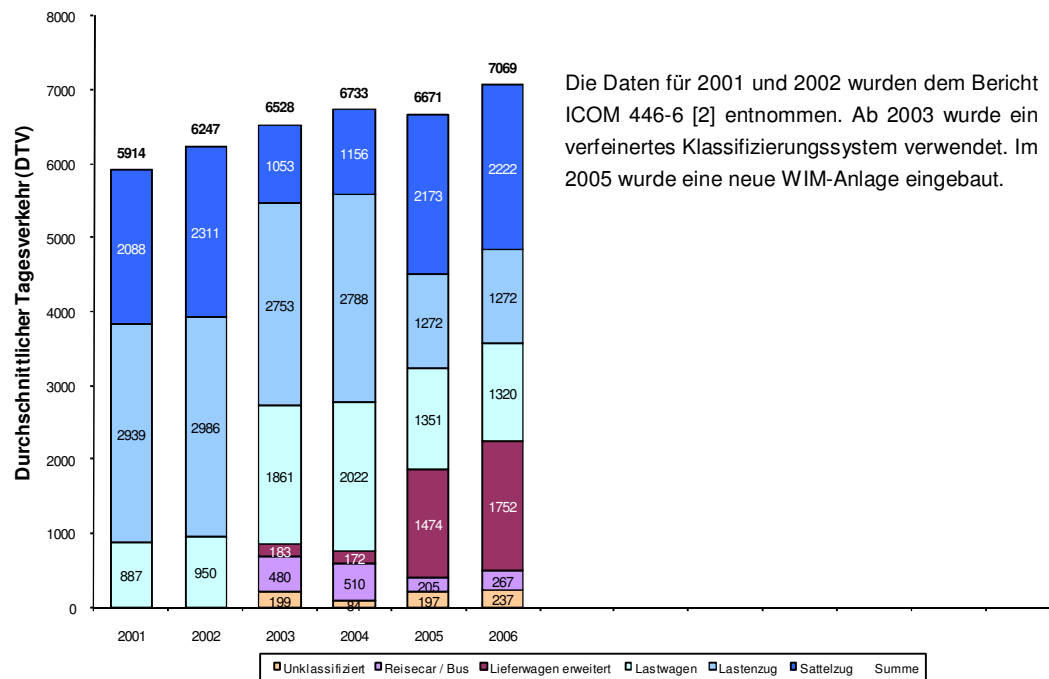


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

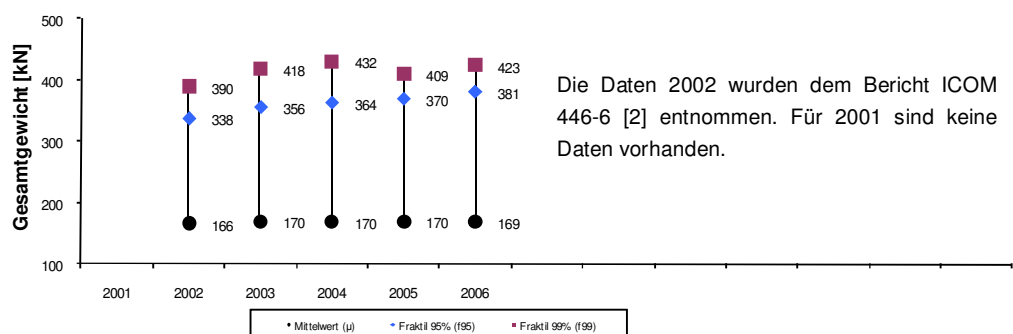


3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

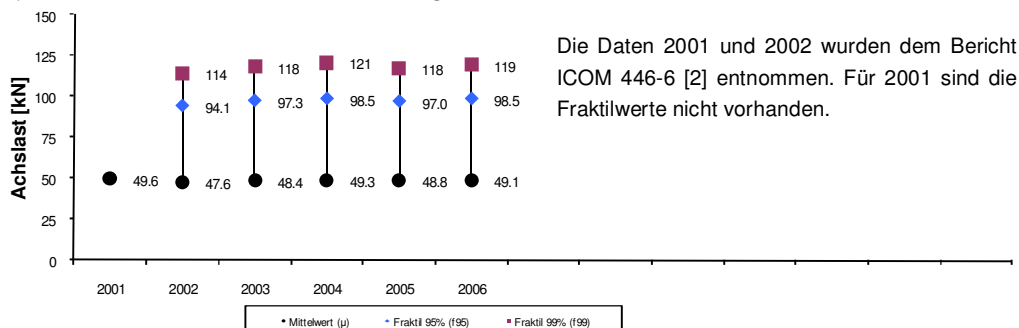
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



3.5 Auswertung der Messdaten

3.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Die Beiwerte 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	50.4	50.4	101.1	121.4
Tandemachse	93.1	46.6	93.9	108.7
Tridemachse	140.1	46.7	80.8	87.6
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 50.4 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 46.6 kN, respektive 46.7 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.8 kN/m	27.5 kN/m	37.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.94 kN/m ²	7.86 kN/m ²	10.7 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

3.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	77'843	39	0.000	7'146	1	0.000	1	0
2	0.006	963'580	5'781	0.001	58'158	41	0.000	60	0
3	0.020	661'250	13'225	0.003	34'868	105	0.001	371	0
4	0.070	470'070	32'905	0.008	24'057	192	0.002	1'905	4
5	0.150	546'489	81'973	0.020	36'108	722	0.005	8'545	43
6	0.290	930'939	269'972	0.030	76'790	2'304	0.010	42'745	427
7	0.530	824'682	437'081	0.060	75'924	4'555	0.020	26'609	532
8	1.000	397'357	397'357	0.100	67'625	6'763	0.030	16'021	481
9	1.520	218'808	332'588	0.140	60'150	8'421	0.040	16'684	667
10	2.400	173'290	415'896	0.200	49'312	9'862	0.060	10'831	650
11	3.660	134'378	491'823	0.280	46'706	13'078	0.080	10'040	803
12	5.400	85'952	464'141	0.400	44'836	17'934	0.110	12'370	1'361
13	7.760	37'778	293'157	0.540	43'340	23'404	0.140	8'932	1'250
14	10.870	13'557	147'365	0.730	39'455	28'802	0.190	9'000	1'710
15	14.910	4'221	62'935	0.960	31'157	29'911	0.240	11'999	2'880
16	20.060	1'237	24'814	1.260	24'673	31'088	0.300	9'175	2'753
17	26.540	365	9'687	1.630	21'432	34'934	0.380	9'570	3'637
18	34.590	177	6'122	2.080	18'730	38'958	0.480	13'565	6'511
19	-	-	-	2.640	16'319	43'082	0.590	10'867	6'412
20	-	-	-	3.300	13'473	44'461	0.720	12'275	8'838
21	-	-	-	4.090	9'606	39'289	0.880	19'295	16'980
22	-	-	-	5.030	11'366	57'171	1.060	16'509	17'500
23	-	-	-	-	-	-	1.270	17'030	21'628
24	-	-	-	-	-	-	1.520	19'332	29'385
25	-	-	-	-	-	-	1.810	8'870	16'055
26	-	-	-	-	-	-	2.140	4'280	9'159
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'323	5'831
28	-	-	-	-	-	-	2.940	766	2'252
29	-	-	-	-	-	-	3.430	420	1'441
30	-	-	-	-	-	-	3.980	287	1'142
Summe		5'541'973	3'486'864		811'231	435'077		320'677	160'330

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'486'864 + 435'077 + 160'330 = 4'082'271 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 4'082'271 = 1'837'022 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'837'022 / 348 = 5'279 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 3.4.1a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 7'947 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 31.4%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil von 24.8% der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.1% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 3.2.2)

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

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2006 passierten durchschnittlich pro Tag 7'069 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 6'671 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer deutlichen Zunahme von 6.0%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt gegenüber dem Vorjahr relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 0b) bleibt im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant (von 170 auf 169 kN). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen jedoch um 3.0%, respektive 3.5%.

Bezüglich Achslast ist eine ähnliche Entwicklung feststellbar (s. Diagramm 0c). Der Mittelwert steigt von 48.8 auf 49.1 kN (+0.6%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen beide um 1.6% an.

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 3.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 4'731 auf 5'279 ESAL (+11.6%).

Der Vergleich mit dem Vorjahr ist jedoch nicht sehr aussagekräftig, da für das Jahr 2005 nur die Messdaten der Monate November und Dezember vorliegen. Im Vergleich zum Jahr 2004 steigt der durchschnittliche Tagesverkehr von 7'069 auf 7'069 (+5.0%) und die tägliche äquivalente Verkehrslast von 5'237 auf 5'279 ESAL (+0.8%).

4 Oberbüren (A1)

4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

4.2 Übersicht Messresultate

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

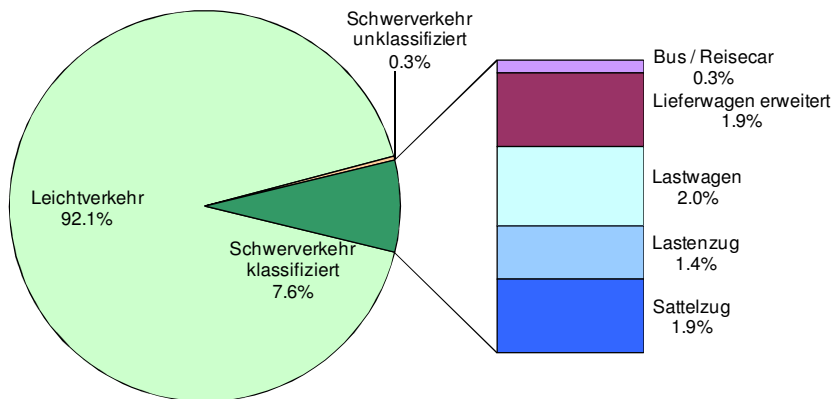
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in der Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 322.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	15'518'378	48'119	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	14'295'299	44'327	92.1	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'223'079	3'792	7.9	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	49'167	152	0.3	4.0
01 Bus / Reisecar	52'113	162	0.3	4.3
02 Motorrad	596	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	64'989	202	0.4	5.3
04 Personenwagen mit Anh.	17'910	56	0.1	1.5
05 Lieferwagen	119'967	372	0.8	9.8
06 Lieferwagen mit Anhänger	55'021	171	0.4	4.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	38'540	120	0.2	3.2
08 Lastwagen	314'930	977	2.0	25.7
09 Lastenzug	215'360	668	1.4	17.6
10 Sattelzug	294'486	913	1.9	24.1
Total	1'223'079	3'792	7.9	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	343'484	1'065	2.2	28.1
Fahrzeuge 8.0 - 18t	452'859	1'404	2.9	37.0
Fahrzeuge 18 - 28t	273'233	847	1.8	22.3
Fahrzeuge 28 - 40t	119'597	371	0.8	9.8
Fahrzeuge >40t	33'906	105	0.2	2.8
Total	1'223'079	3'792	7.9	100.0

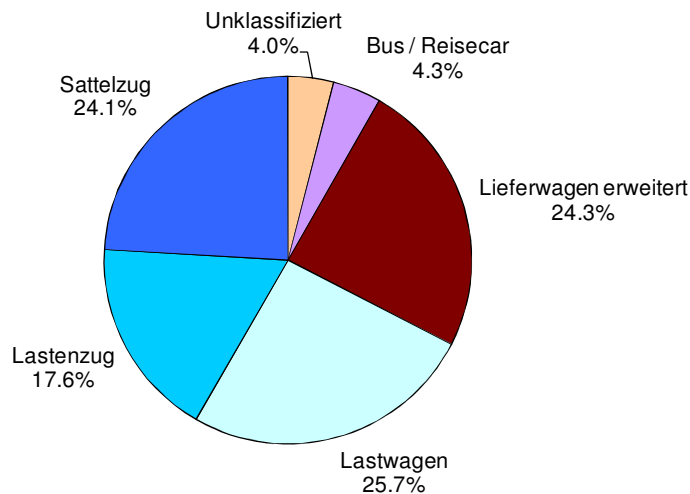
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

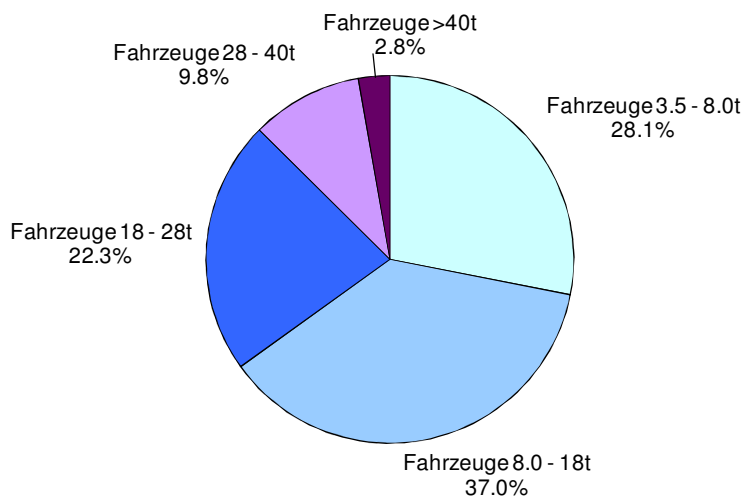
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 Messdiagramme

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Oberbüren (A1) 2006 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+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GWTOT) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 4.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

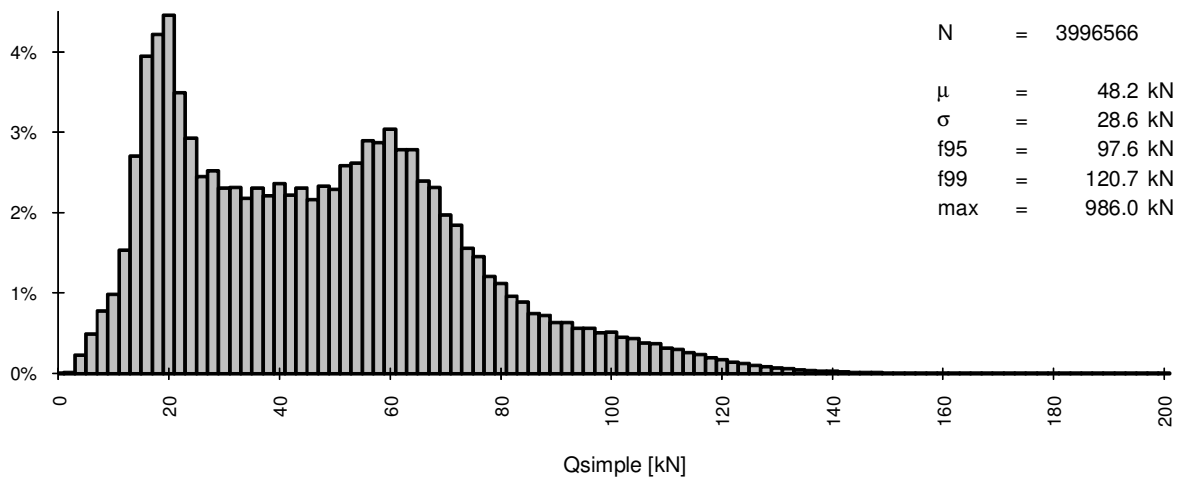
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

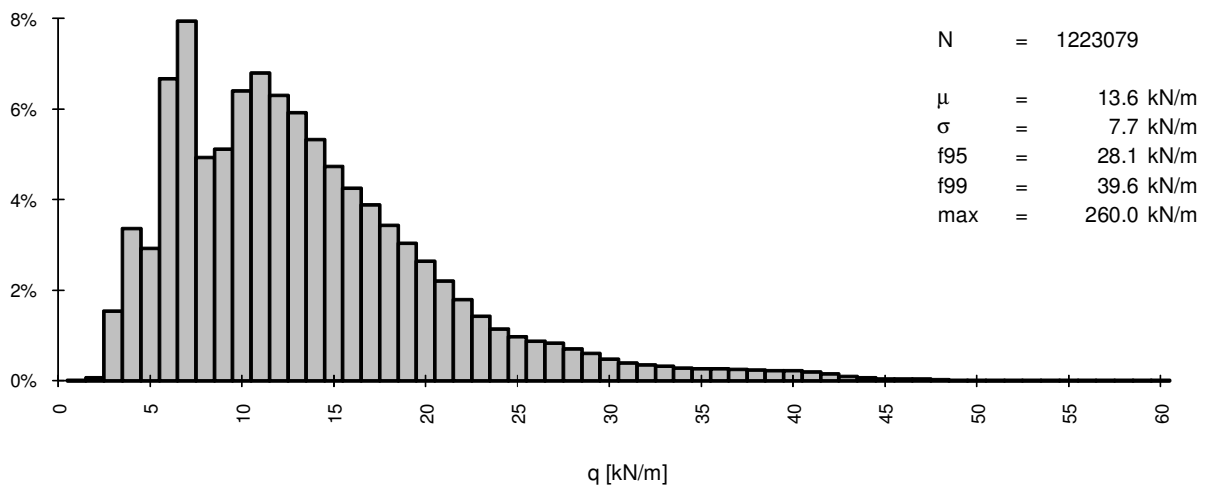
2006 Oberbüren

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



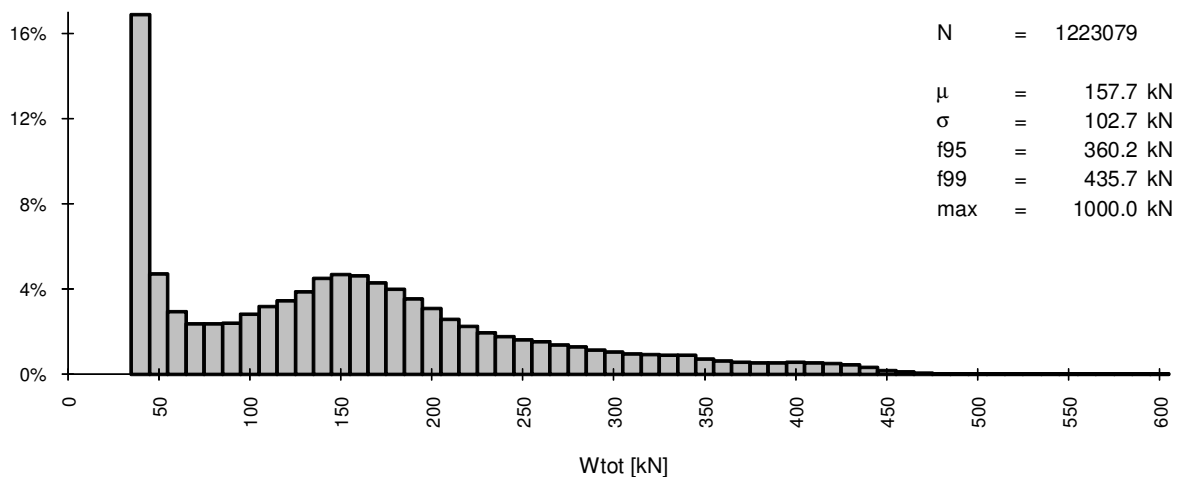
2006 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



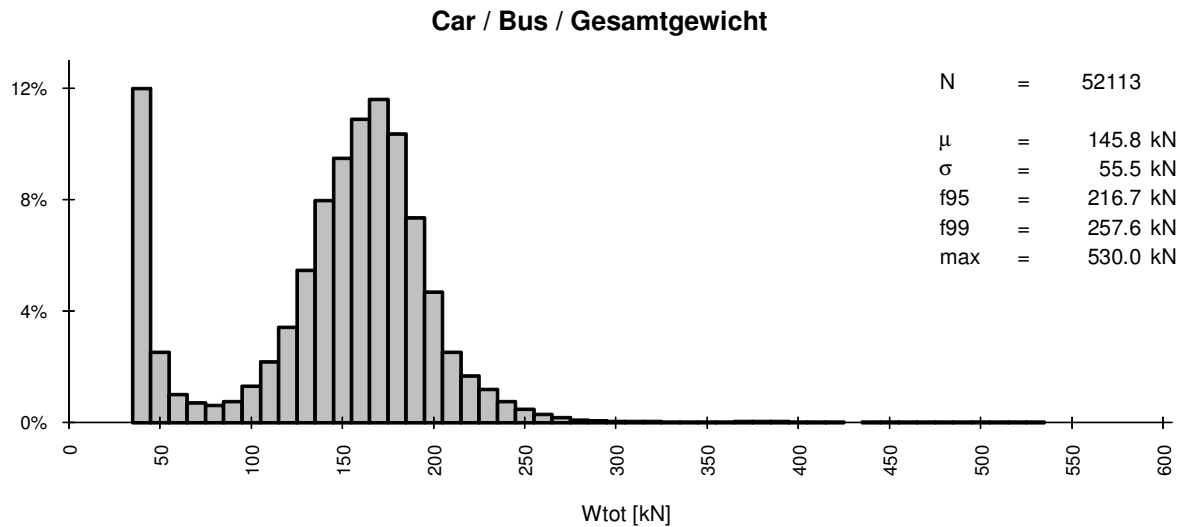
2006 Oberbüren

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht

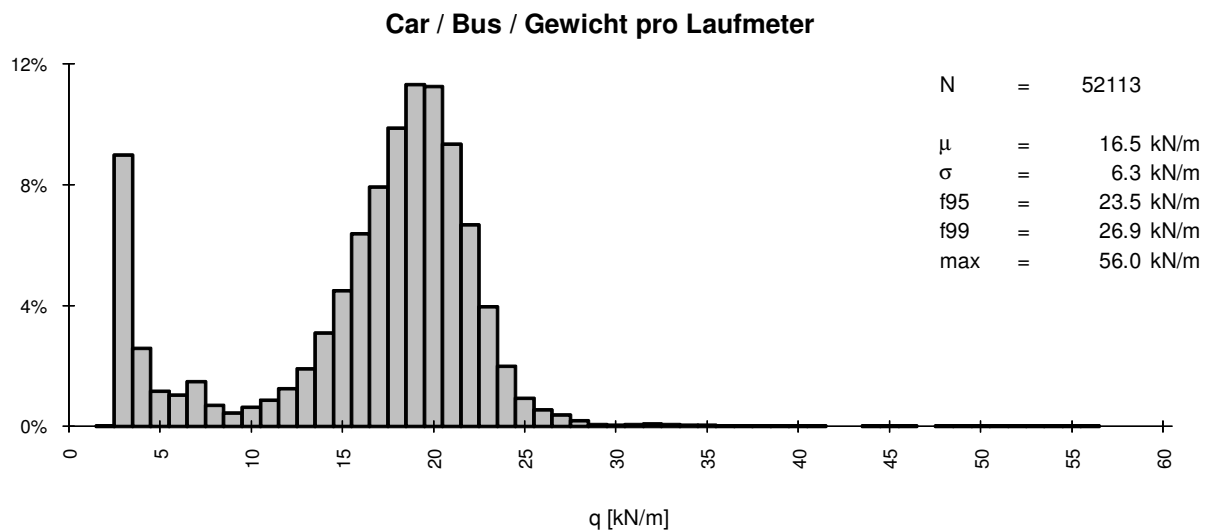


4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

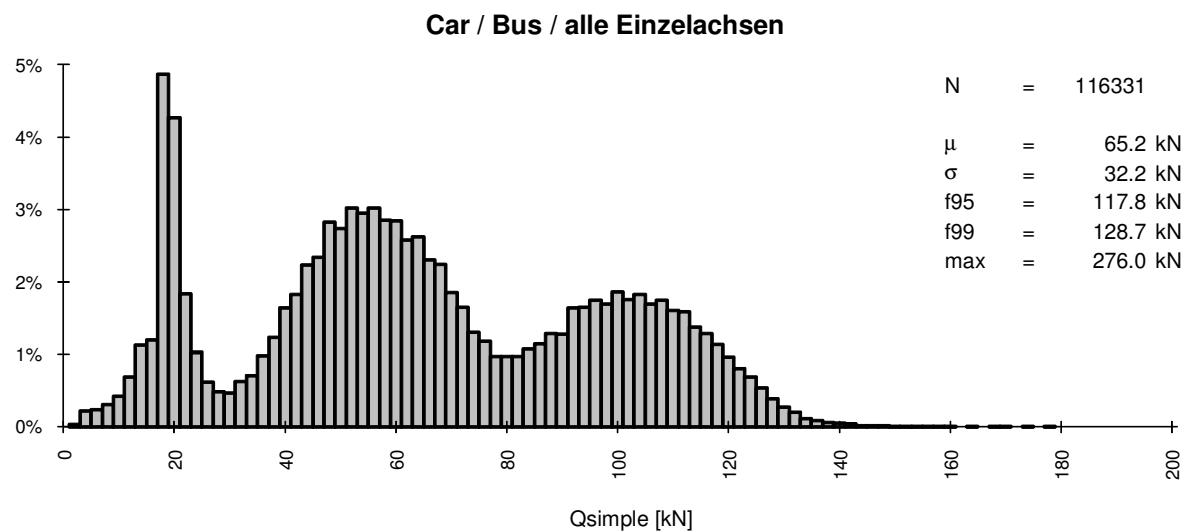
2006 Oberbüren



2006 Oberbüren



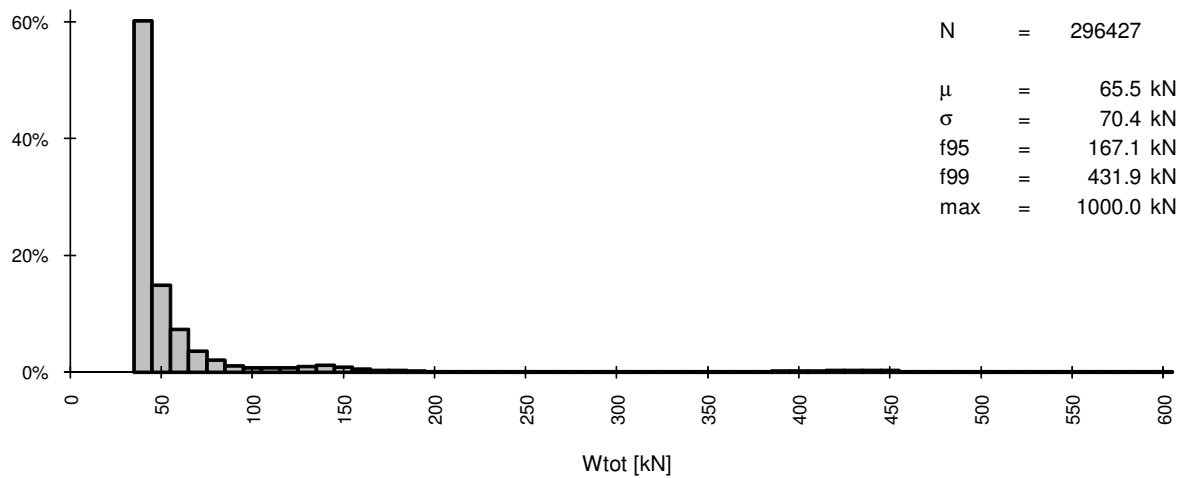
2006 Oberbüren



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

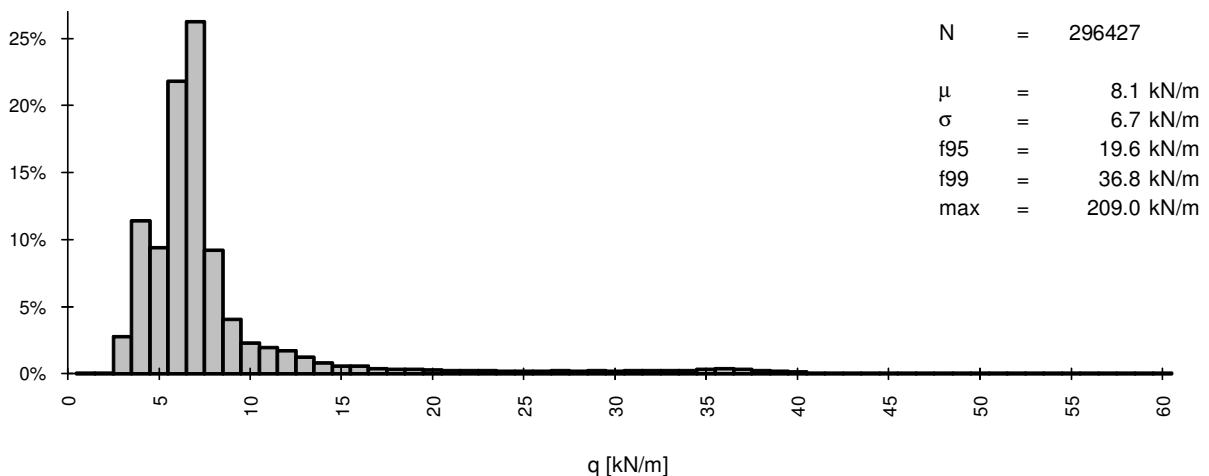
2006 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



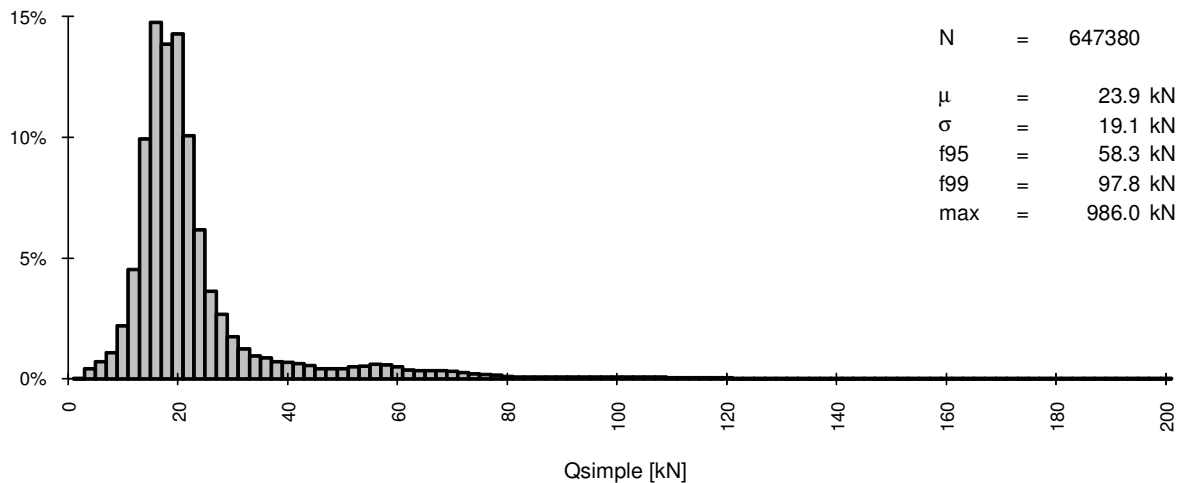
2006 Oberbüren

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Oberbüren

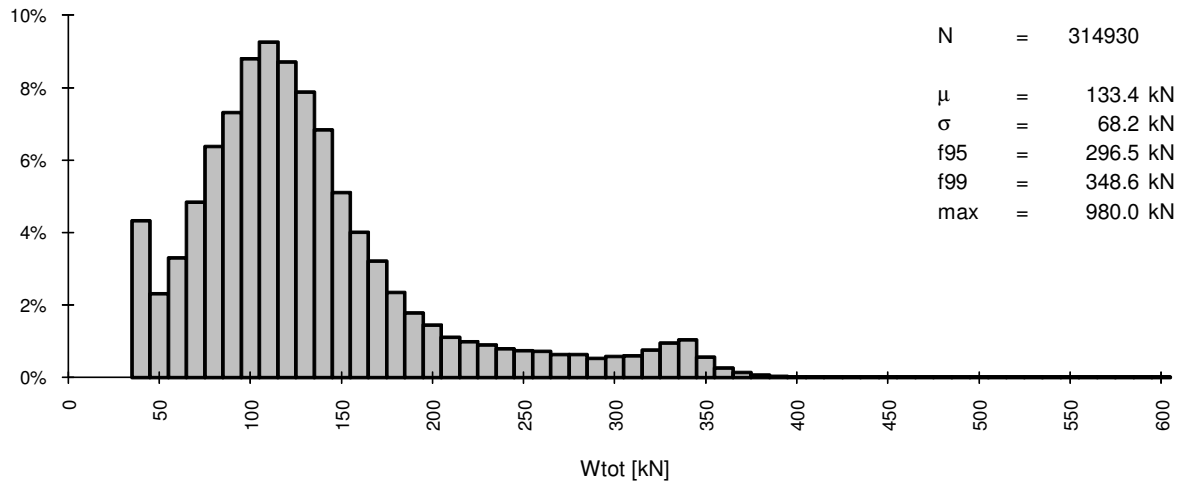
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

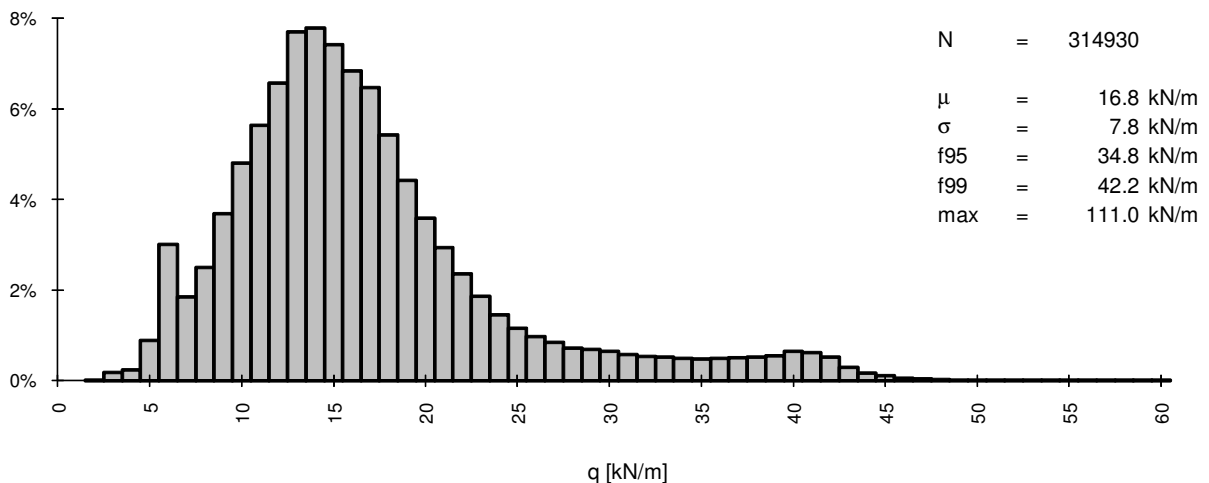
2006 Oberbüren

Lastwagen / Gesamtgewicht



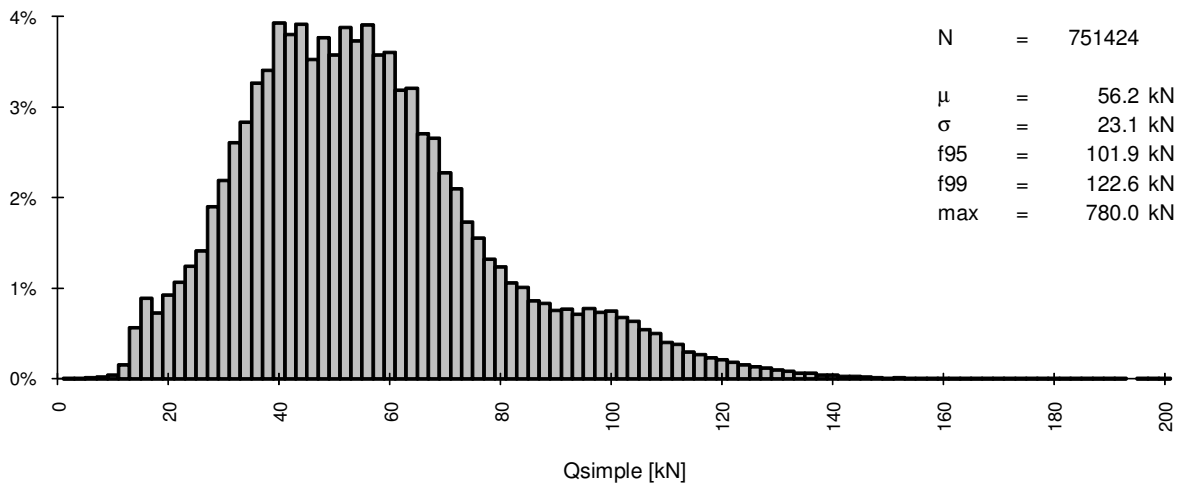
2006 Oberbüren

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2006 Oberbüren

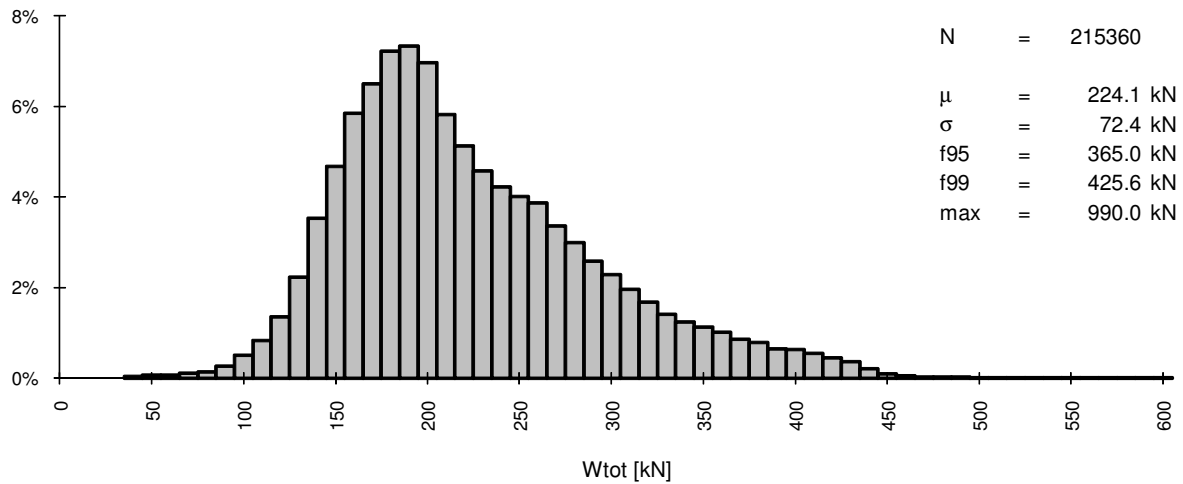
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (LZ)

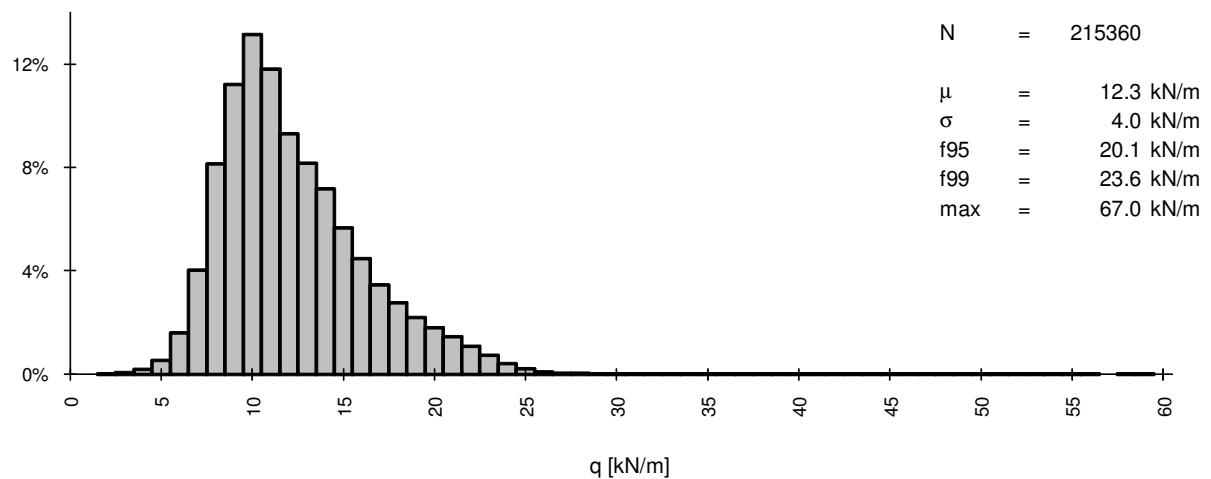
2006 Oberbüren

Lastenzug / Gesamtgewicht



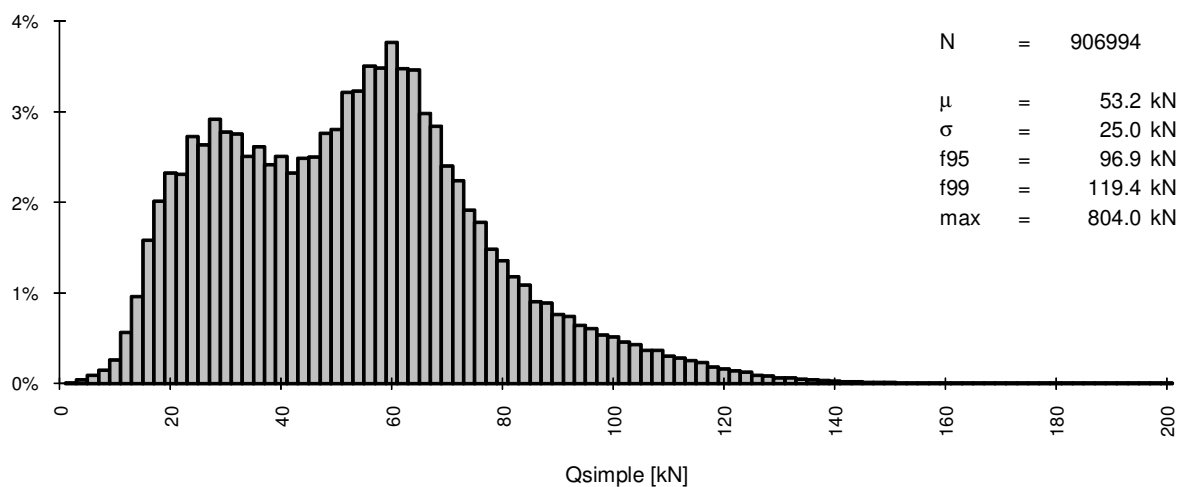
2006 Oberbüren

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Oberbüren

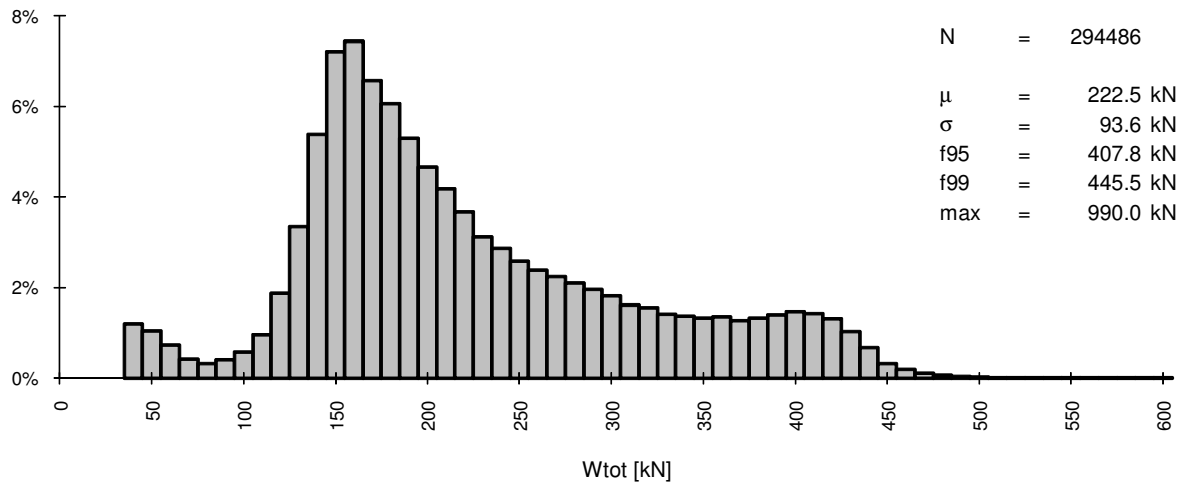
Lastenzug / alle Einzelachsen



4.3.7 Sattelzüge (SZ)

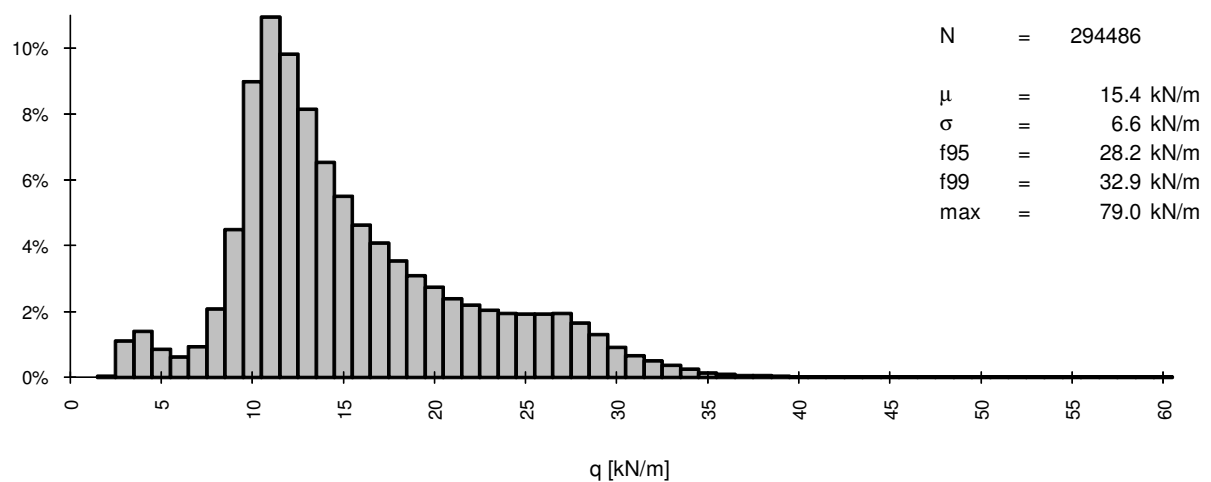
2006 Oberbüren

Sattelzug / Gesamtgewicht



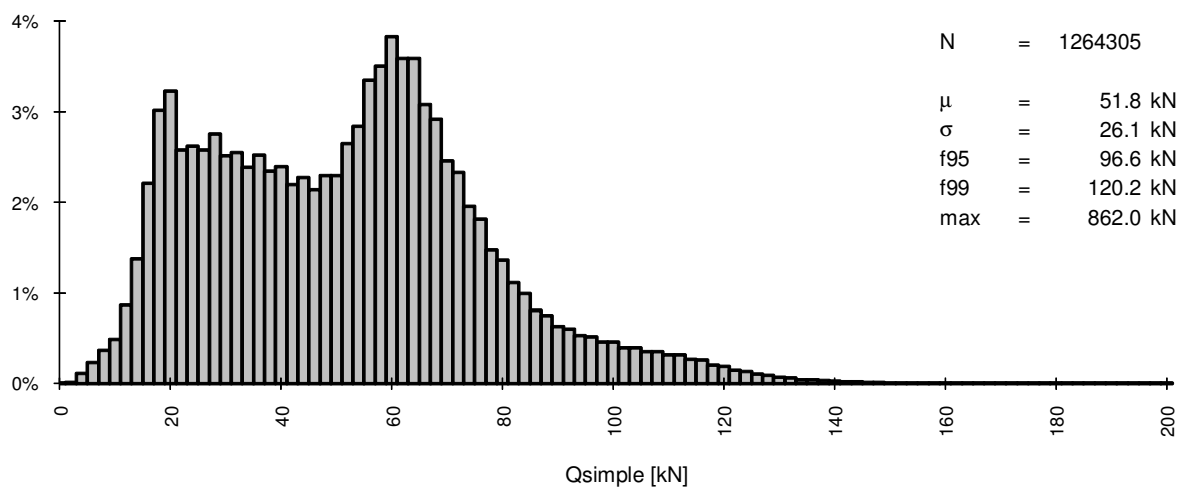
2006 Oberbüren

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Oberbüren

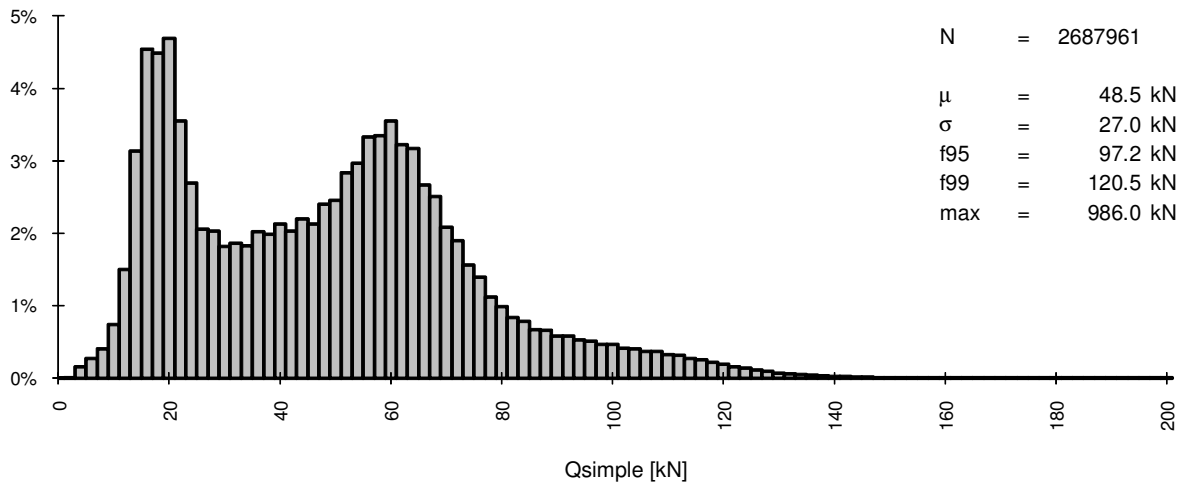
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

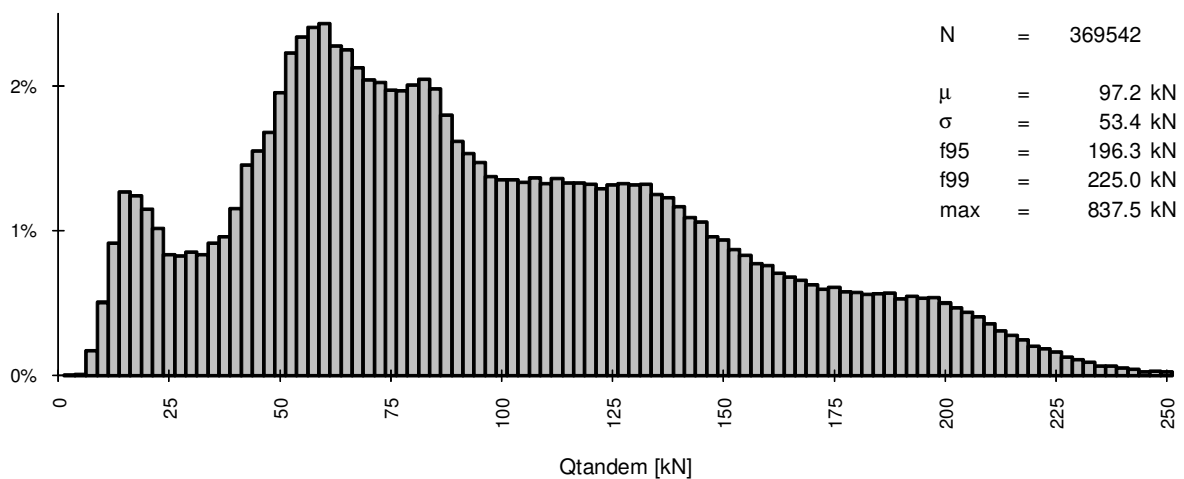
2006 Oberbüren

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



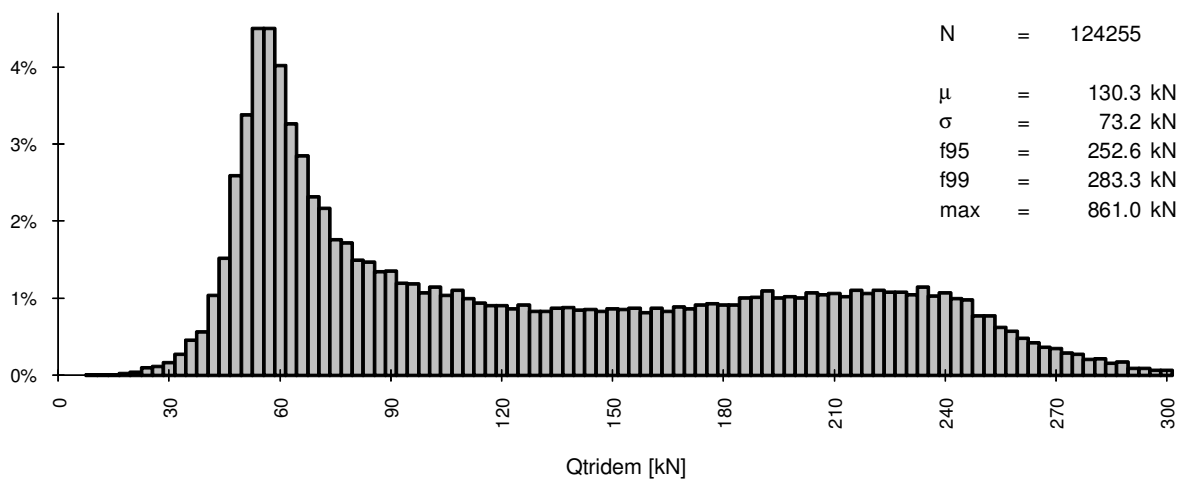
2006 Oberbüren

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Oberbüren

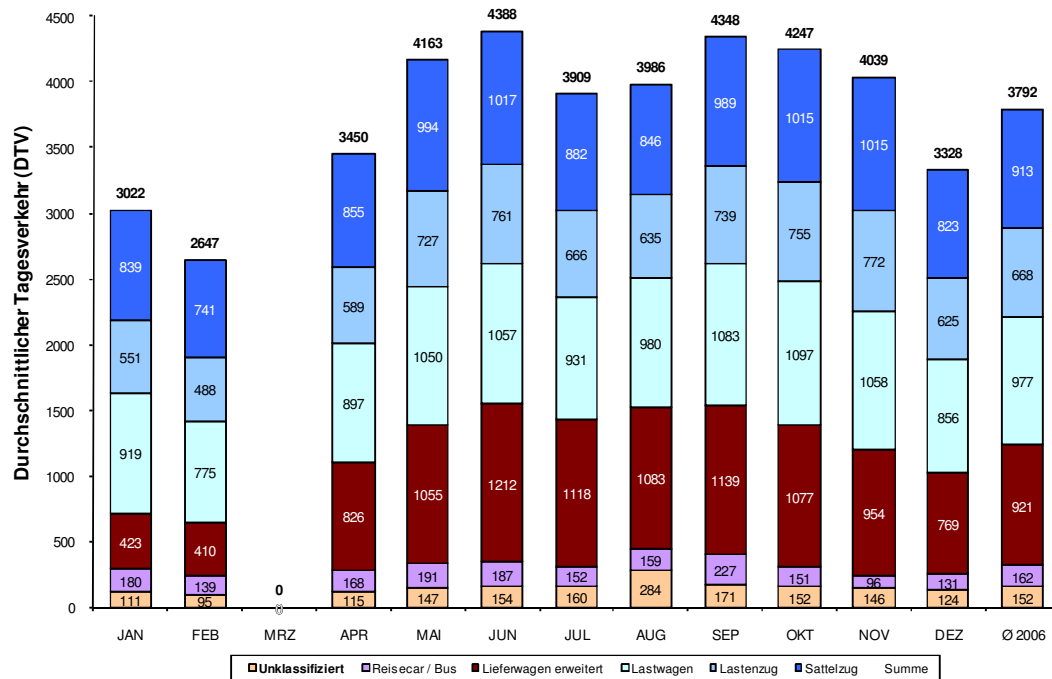
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



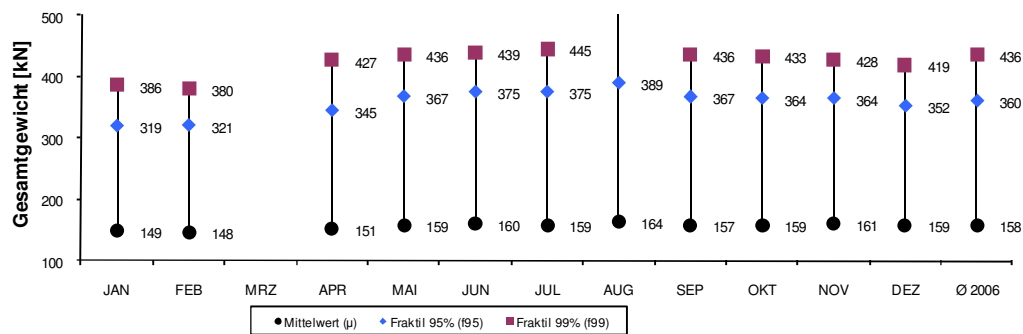
4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

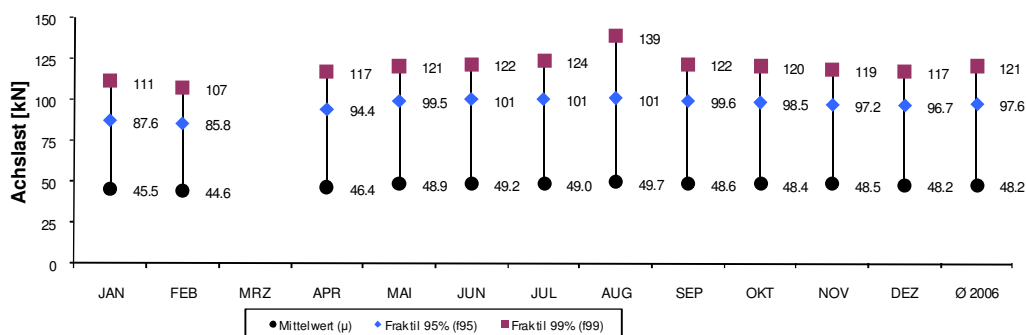
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

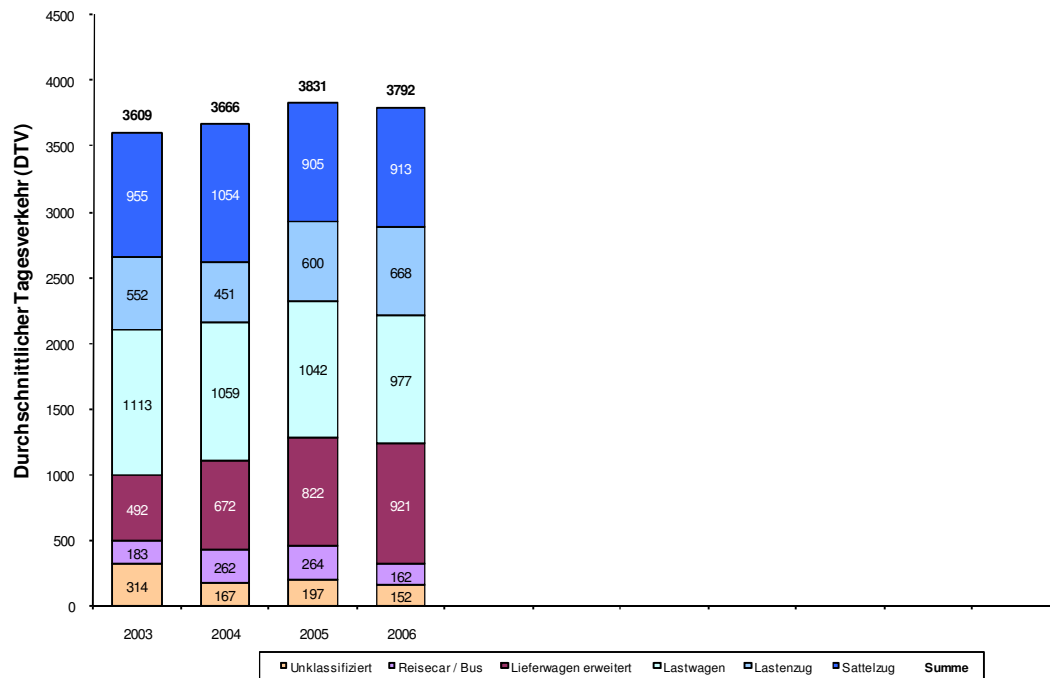


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

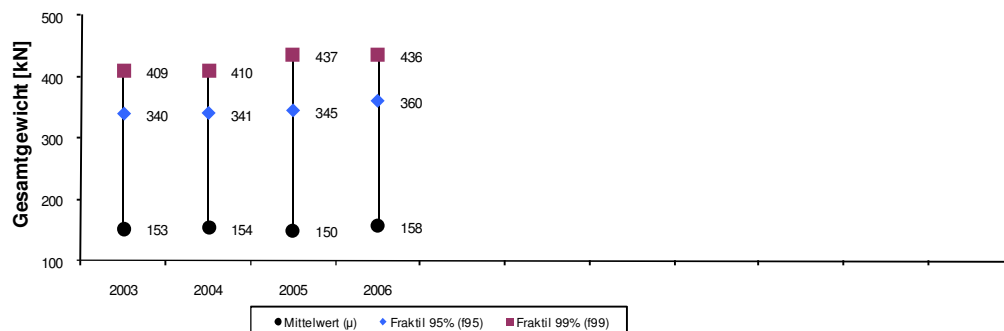


4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

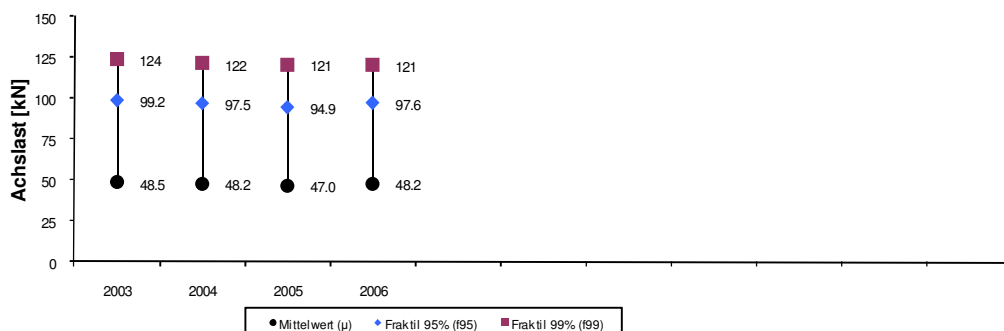
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



4.5 Auswertung der Messdaten

4.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.5	48.5	97.2	120.5
Tandemachse	97.2	48.6	98.2	112.5
Tridemachse	130.3	43.4	84.2	94.4
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 48.5 kN, respektive 48.6 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.4 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.6 kN/m	28.1 kN/m	39.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.89 kN/m ²	8.03 kN/m ²	11.3 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 Achsen-typen 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	42'738	21	0.000	2'531	0	0.000	1	0
2	0.006	493'493	2'961	0.001	16'898	12	0.000	50	0
3	0.020	326'545	6'531	0.003	13'015	39	0.001	515	0
4	0.070	264'148	18'490	0.008	14'241	114	0.002	1'607	3
5	0.150	301'308	45'196	0.020	24'520	490	0.005	6'390	32
6	0.290	431'323	125'084	0.030	34'737	1'042	0.010	20'383	204
7	0.530	366'969	194'494	0.060	32'117	1'927	0.020	10'482	210
8	1.000	187'345	187'345	0.100	29'447	2'945	0.030	7'008	210
9	1.520	95'241	144'766	0.140	27'485	3'848	0.040	7'019	281
10	2.400	68'950	165'480	0.200	21'170	4'234	0.060	4'271	256
11	3.660	50'725	185'654	0.280	19'858	5'560	0.080	4'070	326
12	5.400	33'686	181'904	0.400	19'727	7'891	0.110	4'643	511
13	7.760	15'699	121'824	0.540	19'368	10'459	0.140	3'240	454
14	10.870	5'747	62'470	0.730	18'345	13'392	0.190	3'212	610
15	14.910	1'909	28'463	0.960	14'923	14'326	0.240	4'226	1'014
16	20.060	624	12'517	1.260	11'940	15'044	0.300	3'155	947
17	26.540	229	6'078	1.630	9'827	16'018	0.380	3'220	1'224
18	34.590	236	8'163	2.080	8'692	18'079	0.480	4'500	2'160
19	-	-	-	2.640	8'211	21'677	0.590	3'623	2'138
20	-	-	-	3.300	7'828	25'832	0.720	3'871	2'787
21	-	-	-	4.090	6'162	25'203	0.880	5'184	4'562
22	-	-	-	5.030	7'475	37'599	1.060	3'945	4'182
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'043	5'135
24	-	-	-	-	-	-	1.520	5'313	8'076
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'407	6'167
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'446	5'234
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'012	5'050
28	-	-	-	-	-	-	2.940	949	2'790
29	-	-	-	-	-	-	3.430	668	2'291
30	-	-	-	-	-	-	3.980	383	1'524
Summe		2'686'915	1'497'442		368'517	225'732		123'836	58'376

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'497'442 + 225'732 + 58'376 = 1'781'550 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'781'550 = 801'698 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 801'698 / 322.5 = 2'486 \text{ ESAL}$$

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

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 4.4.1a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4'388 Fahrzeugen. In den Monaten Dezember bis Februar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 25.7%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.8% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 4.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 4.4.1b und 4.4.1c) nehmen im Verlauf des Jahres leicht zu. Die überdurchschnittlich hohen Fraktilwerte f95 und f99 im August sind möglicherweise auf Gerätestörungen zurückzuführen.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2006 passierten durchschnittlich pro Tag 3'792 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 3'831 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 1.0%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 4.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 4.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 150 kN auf 158 kN zu (+4.9%). Der Fraktilwert f95 steigt um 4.4%, währendem der Fraktilwert f99 praktisch konstant bleibt (-0.2%).

Bezüglich Achslast aller Fahrzeuge ist eine ähnliche Entwicklung messbar (s. Diagramm 4.4.2c). Der Mittelwert nimmt von 47.0. kN auf 48.2 kN (+2.5%) zu, die Fraktilwerte f95 und f99 verändern sich um +2.8%, respektive -0.2%.

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 4.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 2'379 auf 2'486 ESAL (+4.5%).

5 Schafisheim (A1)

5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

5.2 Übersicht Messresultate

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

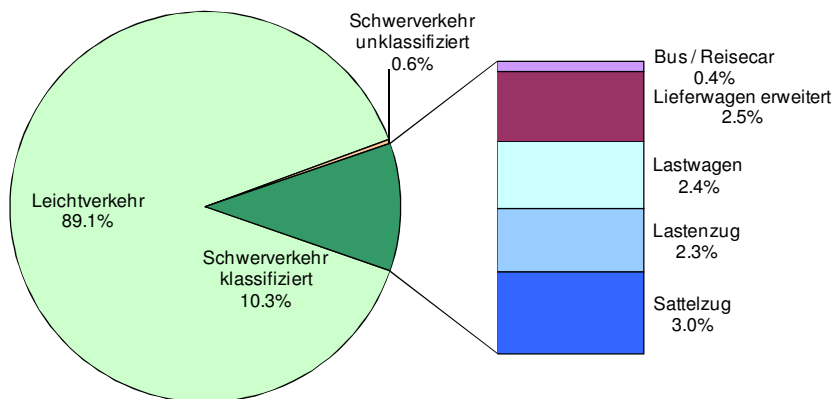
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Schafisheim (A1) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Schafisheim (A1) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 364.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	22'146'291	60'758	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	19'732'709	54'136	89.1	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'413'582	6'622	10.9	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	70'492	193	0.3	2.9
01 Bus / Reisecar	80'030	220	0.4	3.3
02 Motorrad	746	2	0.0	0.0
03 Personenwagen	129'146	354	0.6	5.4
04 Personenwagen mit Anh.	64'798	178	0.3	2.7
05 Lieferwagen	183'130	502	0.8	7.6
06 Lieferwagen mit Anhänger	119'185	327	0.5	4.9
07 Lieferwagen mit Auflieger	65'205	179	0.3	2.7
08 Lastwagen	536'279	1'471	2.4	22.2
09 Lastenzug	510'817	1'401	2.3	21.2
10 Sattelzug	653'754	1'794	3.0	27.1
Total	2'413'582	6'622	10.9	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	649'114	1'781	2.9	26.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	855'499	2'347	3.9	35.4
Fahrzeuge 18 - 28t	576'087	1'580	2.6	23.9
Fahrzeuge 28 - 40t	269'867	740	1.2	11.2
Fahrzeuge > 40t	63'015	173	0.3	2.6
Total	2'413'582	6'622	10.9	100.0

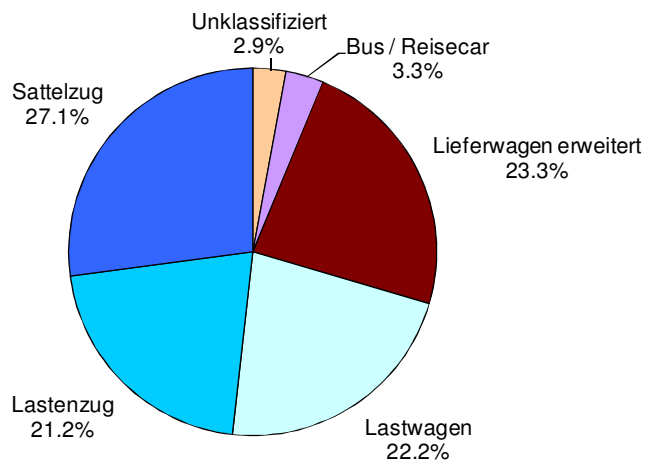
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Schafisheim

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

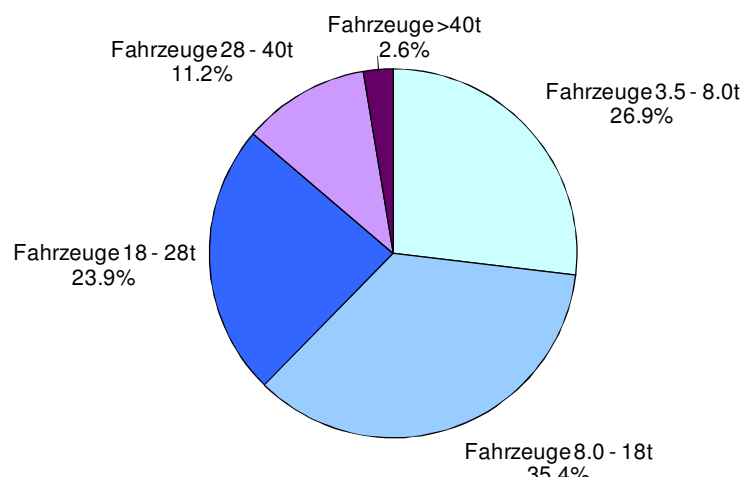
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 Messdiagramme

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Schafisheim (A1) 2006 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+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GW_{TOT}) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 5.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

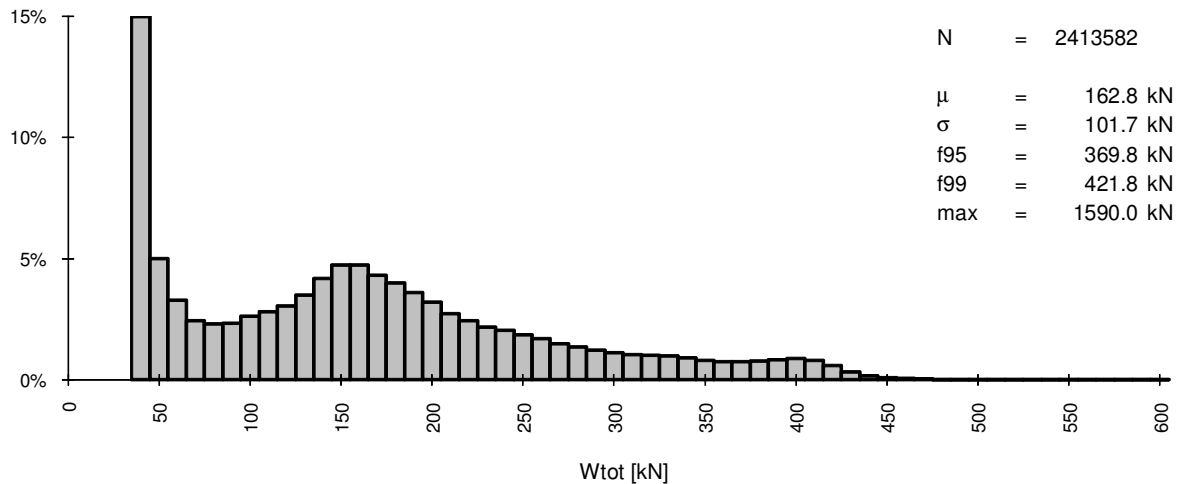
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

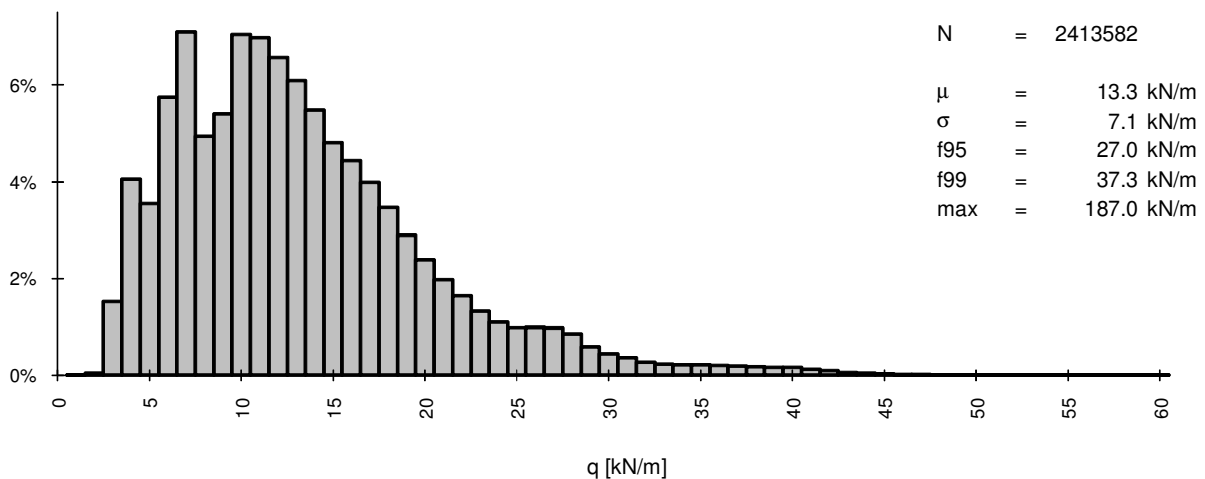
2006 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



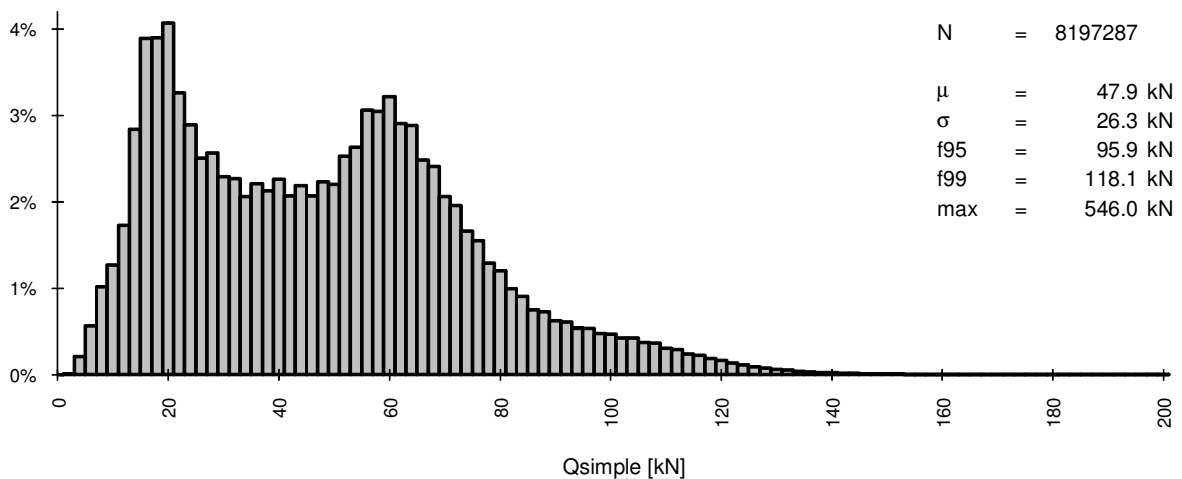
2006 Schafisheim

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

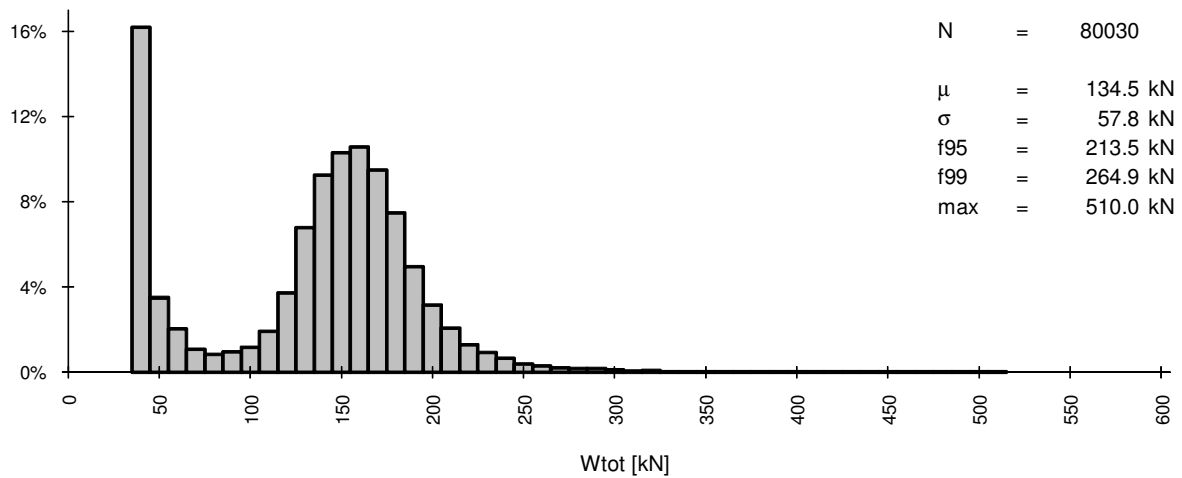
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

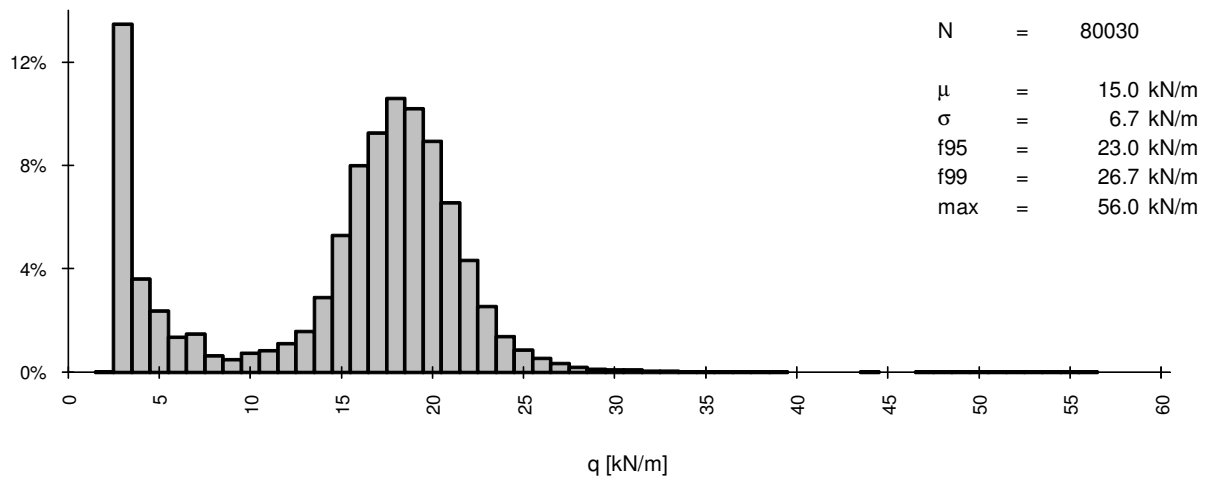
2006 Schafisheim

Car / Bus / Gesamtgewicht



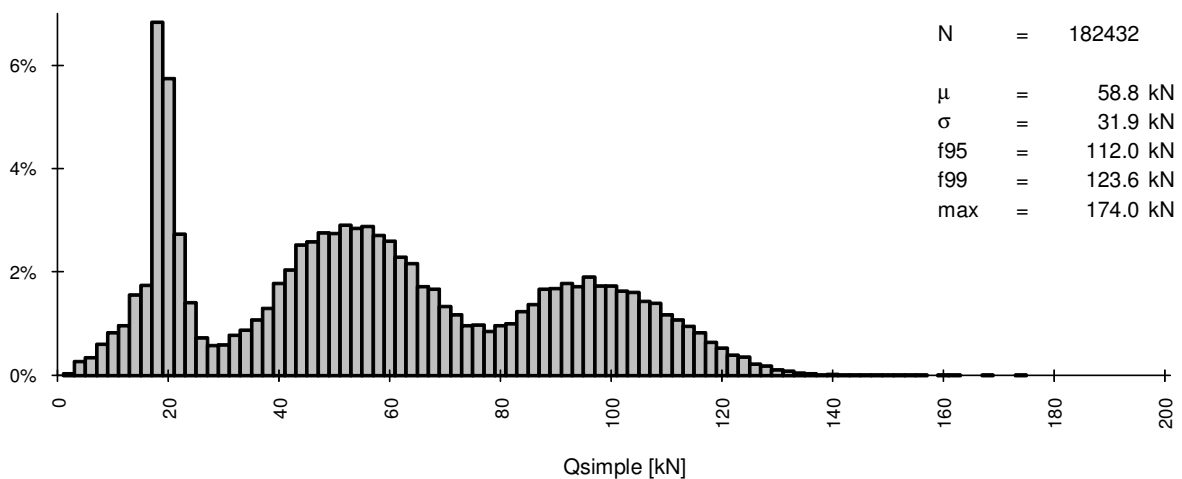
2006 Schafisheim

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

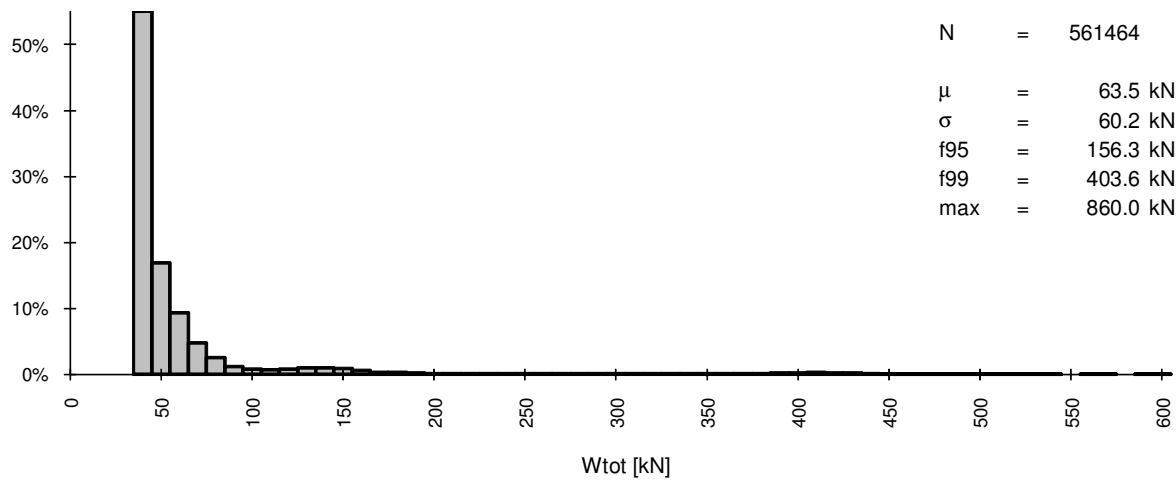
Car / Bus / alle Einzelachsen



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

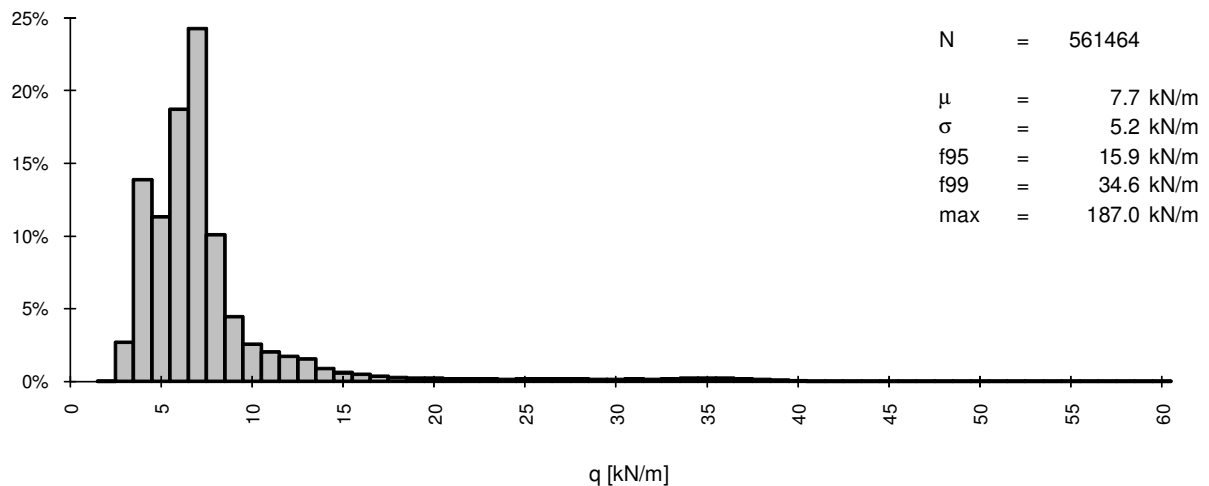
2006 Schafisheim

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



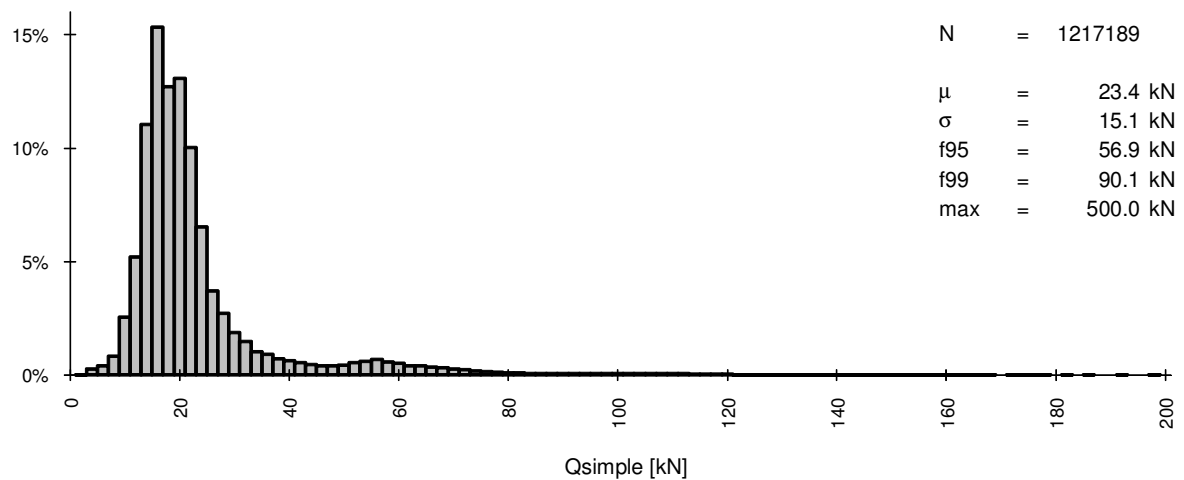
2006 Schafisheim

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

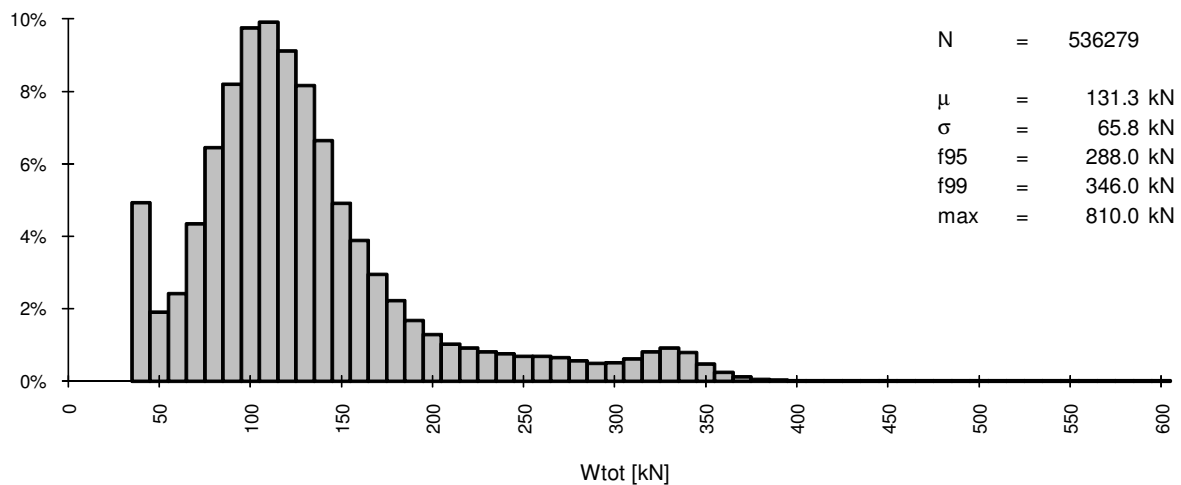
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

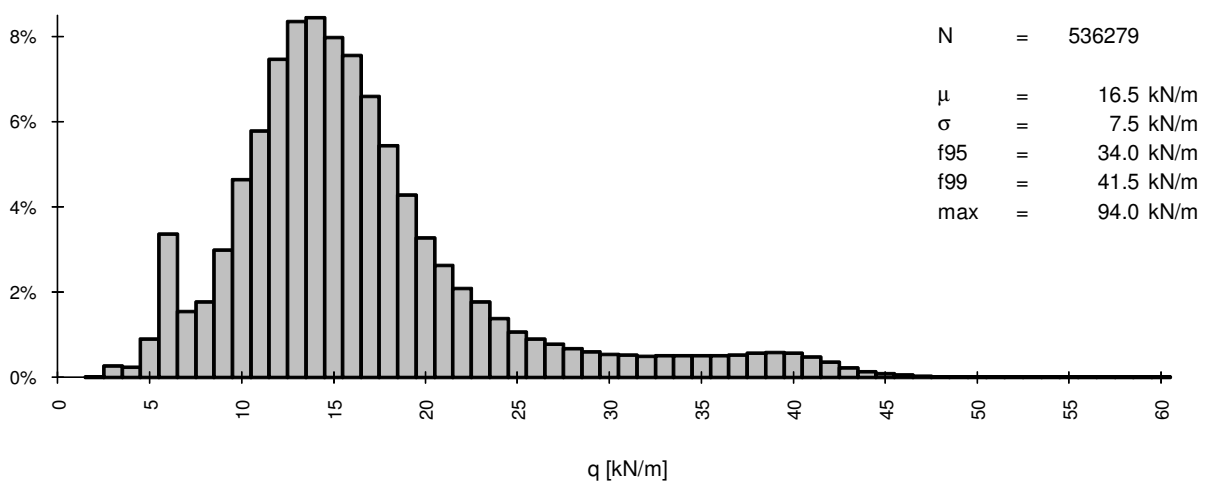
2006 Schafisheim

Lastwagen / Gesamtgewicht



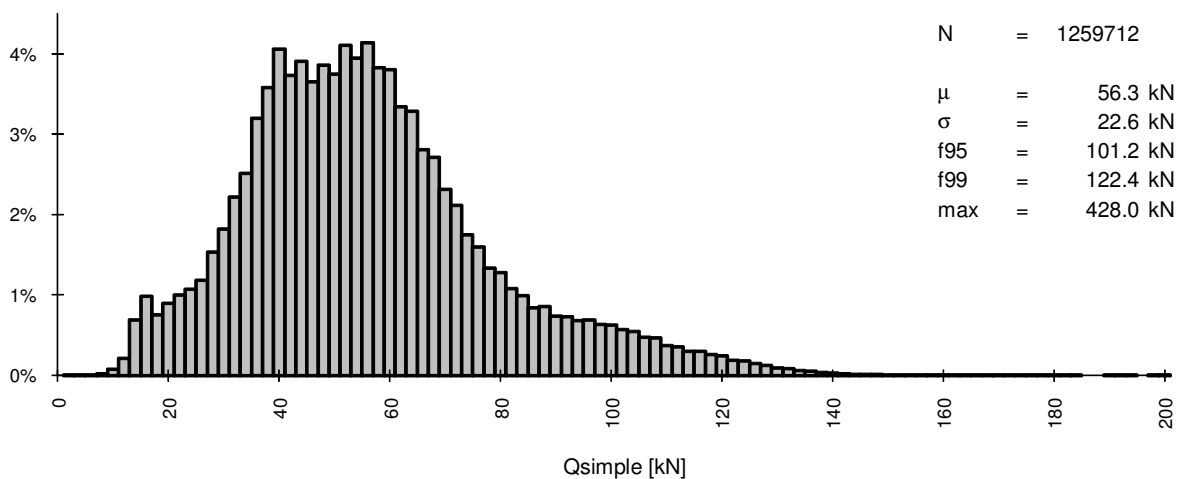
2006 Schafisheim

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

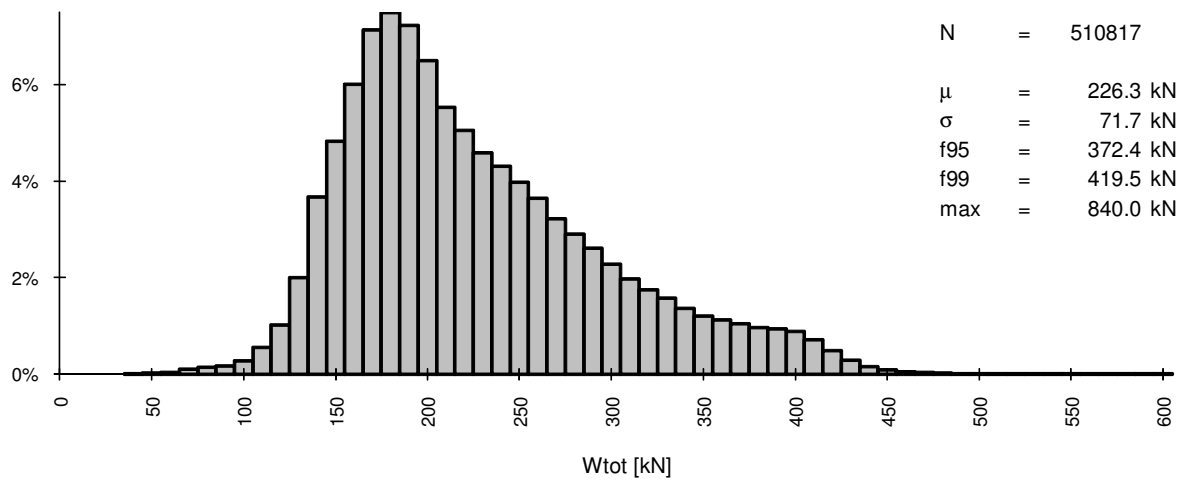
Lastwagen / alle Einzelachsen



5.3.6 Lastenzüge (LZ)

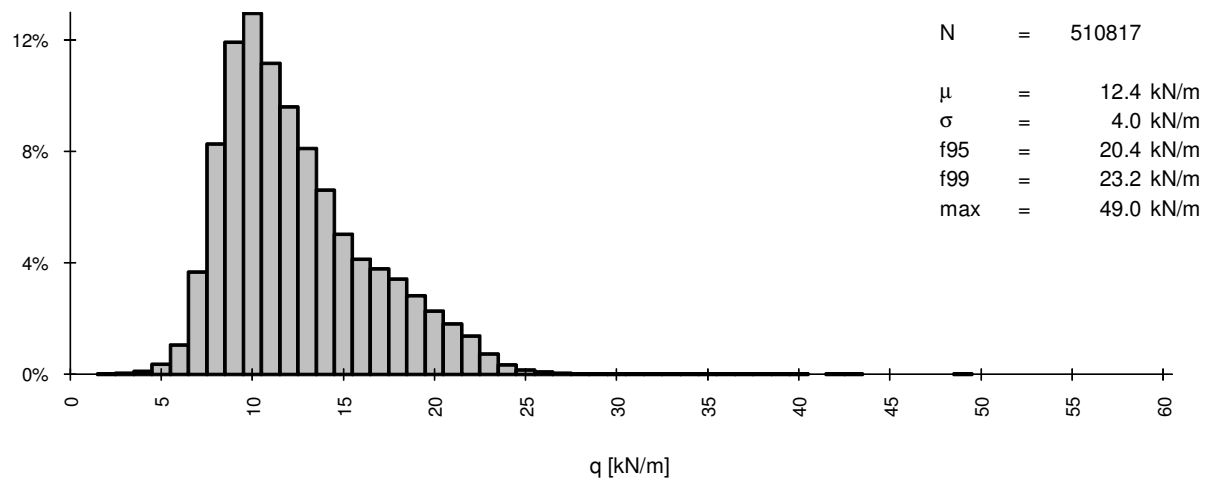
2006 Schafisheim

Lastenzug / Gesamtgewicht



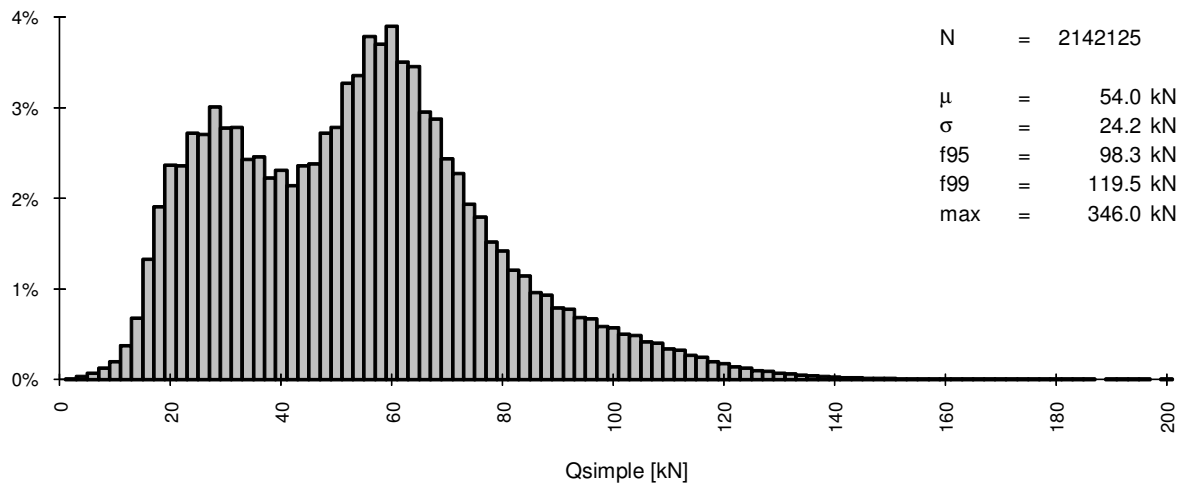
2006 Schafisheim

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

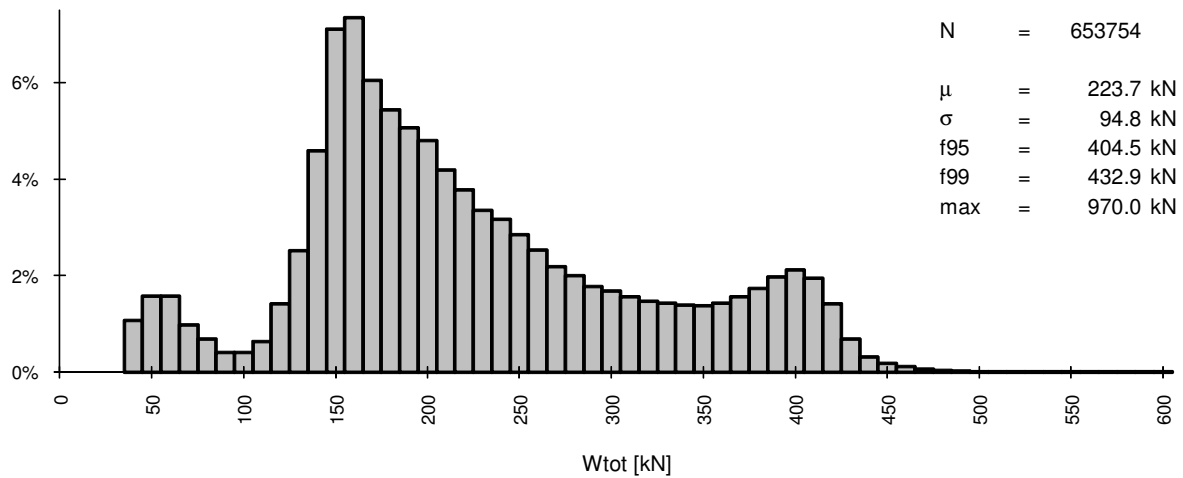
Lastenzug / alle Einzelachsen



5.3.7 Sattelzüge (SZ)

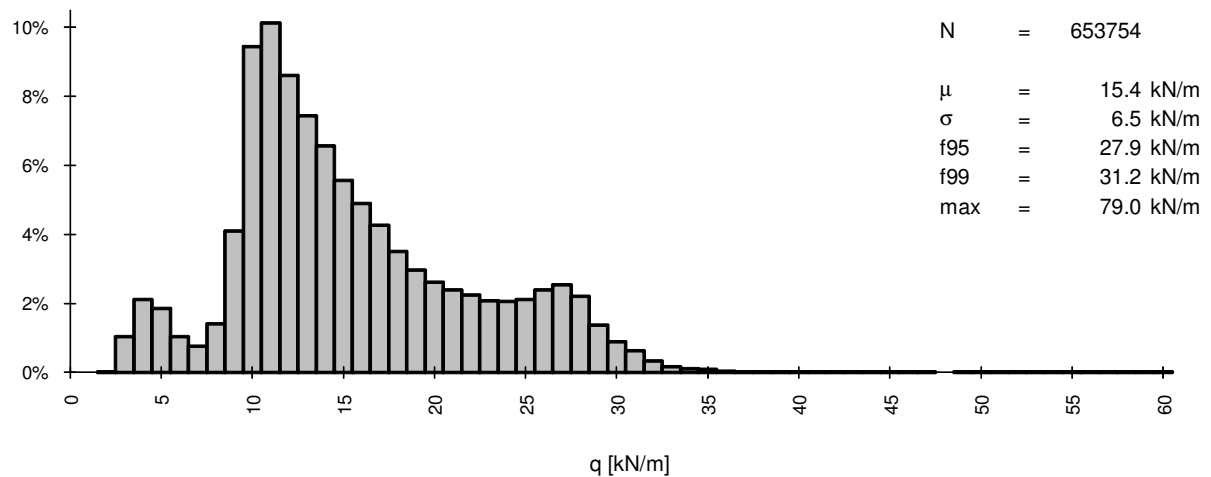
2006 Schafisheim

Sattelzug / Gesamtgewicht



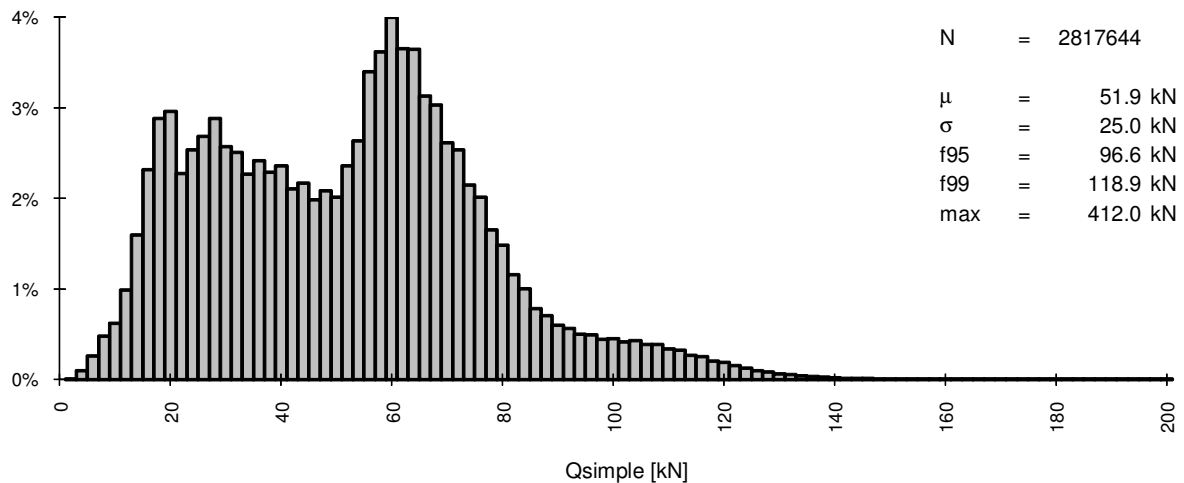
2006 Schafisheim

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Schafisheim

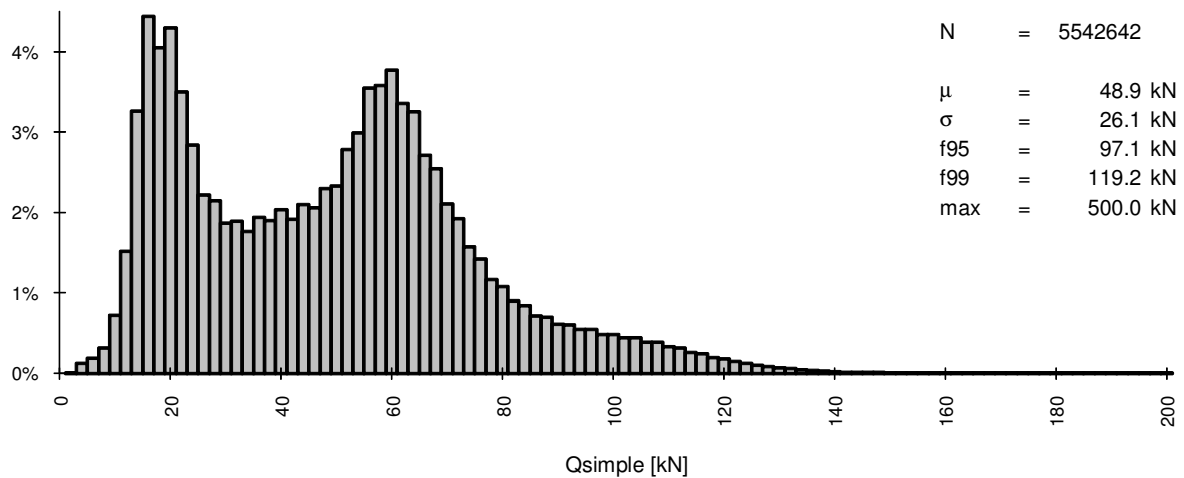
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

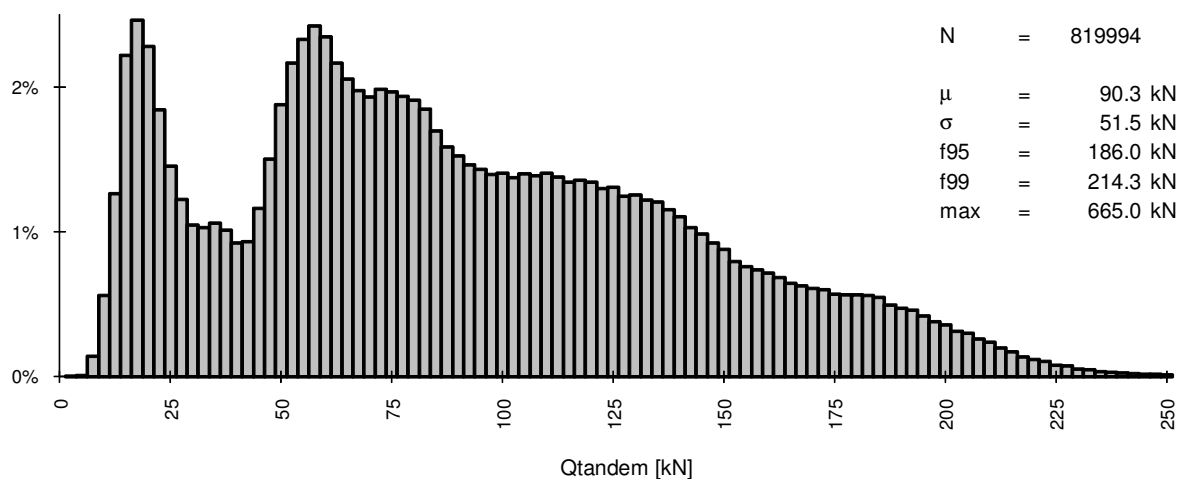
2006 Schafisheim

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



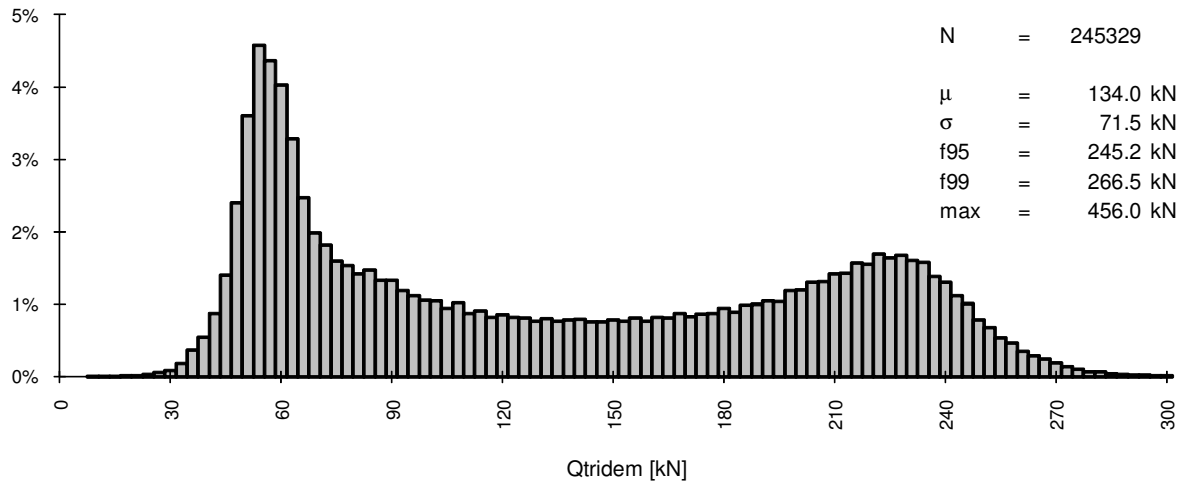
2006 Schafisheim

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Schafisheim

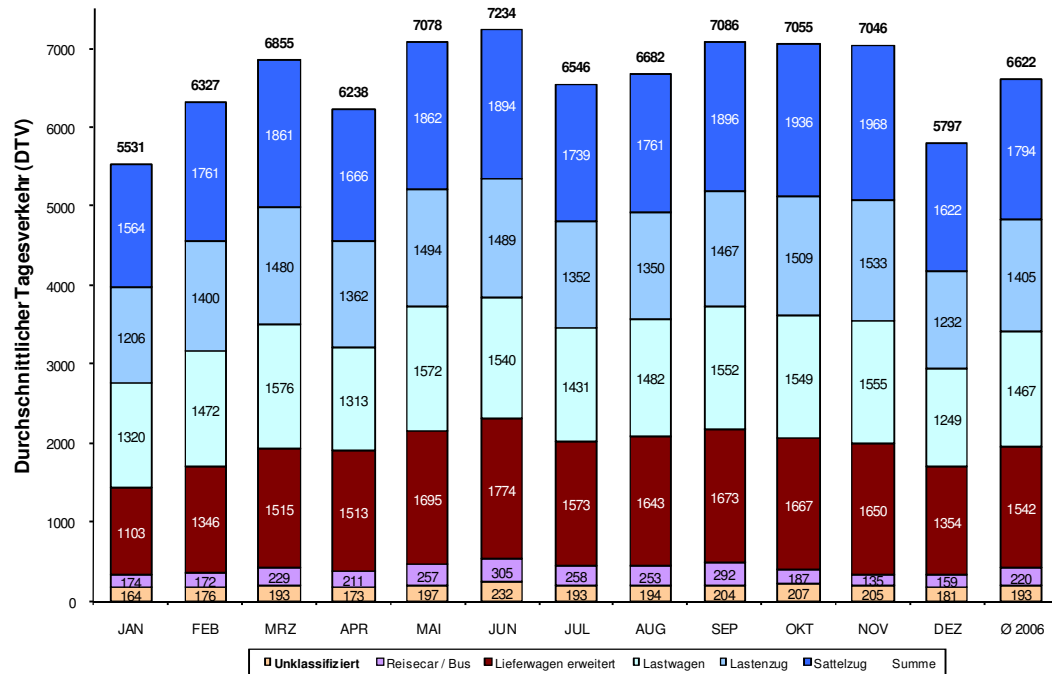
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



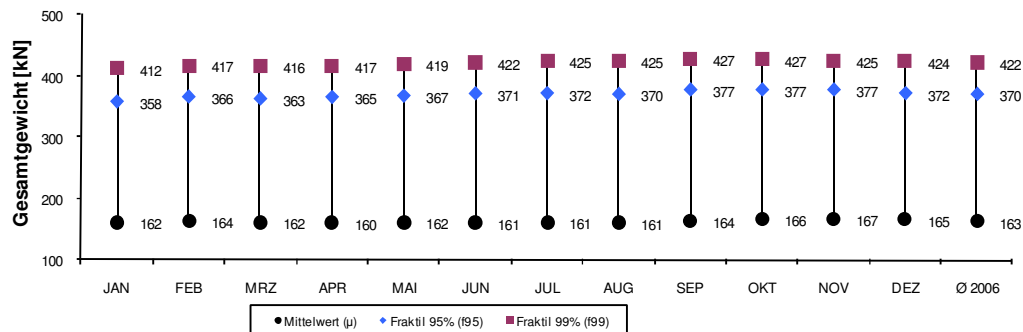
5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

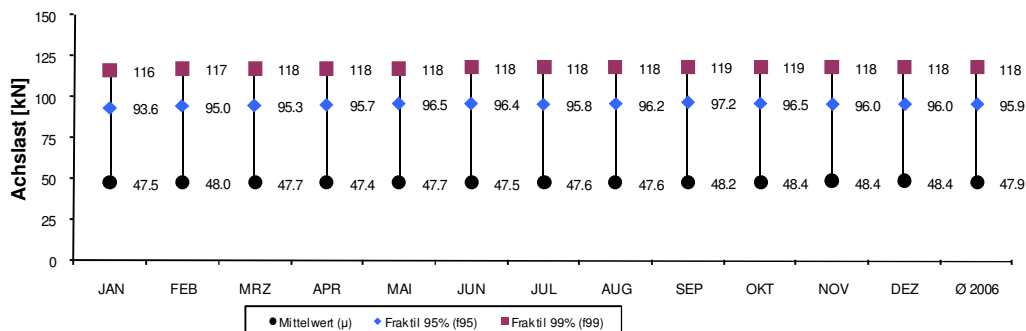
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

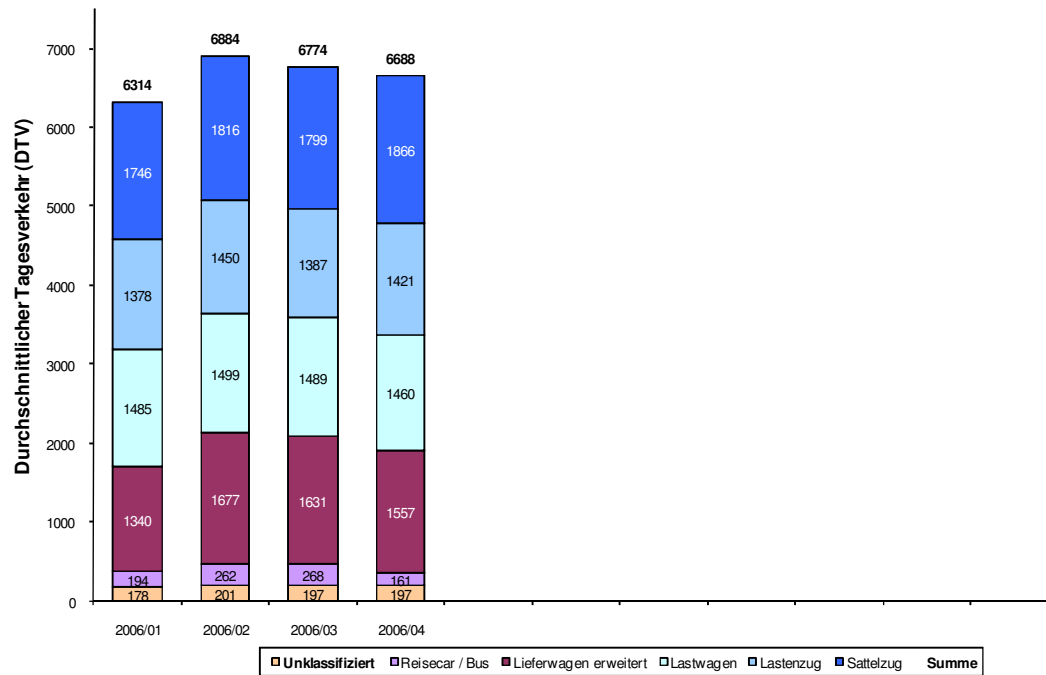


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

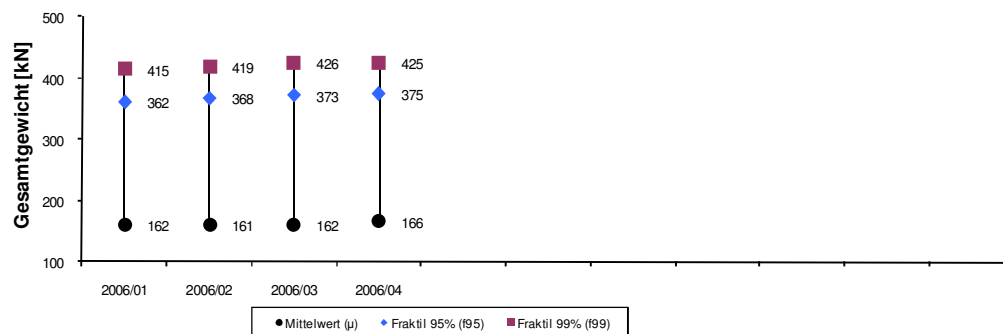


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

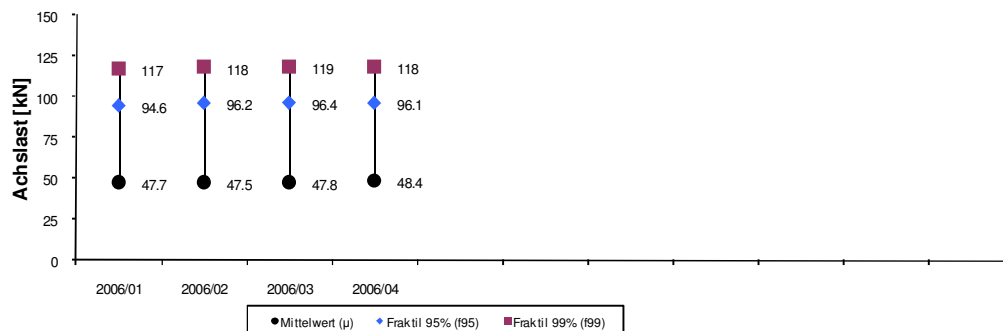
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



5.5 Auswertung der Messdaten

5.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.9	48.9	97.1	119.2
Tandemachse	90.3	45.2	93.0	107.2
Tridemachse	134.0	44.7	81.7	88.8
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 48.9 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 45.2 kN, respektive 44.7 kN, auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.3 kN/m	27.0 kN/m	37.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.80 kN/m ²	7.71 kN/m ²	10.7 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.10 \text{ kN/m}^2$		

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

5.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	75'554	38	0.000	5'799	1	0.000	1	0
2	0.006	973'000	5'838	0.001	67'424	47	0.000	56	0
3	0.020	696'772	13'935	0.003	45'633	137	0.001	486	0
4	0.070	527'711	36'940	0.008	32'958	264	0.002	2'685	5
5	0.150	593'060	88'959	0.020	44'901	898	0.005	11'462	57
6	0.290	923'998	267'959	0.030	75'931	2'278	0.010	40'661	407
7	0.530	774'407	410'436	0.060	66'606	3'996	0.020	18'989	380
8	1.000	396'988	396'988	0.100	63'931	6'393	0.030	12'135	364
9	1.520	209'597	318'587	0.140	54'587	7'642	0.040	13'626	545
10	2.400	148'249	355'798	0.200	46'721	9'344	0.060	8'236	494
11	3.660	110'575	404'705	0.280	45'634	12'778	0.080	7'384	591
12	5.400	66'514	359'176	0.400	44'439	17'776	0.110	8'499	935
13	7.760	29'455	228'571	0.540	41'879	22'615	0.140	5'889	824
14	10.870	11'139	121'081	0.730	38'373	28'012	0.190	5'784	1'099
15	14.910	3'691	55'033	0.960	31'238	29'988	0.240	7'612	1'827
16	20.060	1'217	24'413	1.260	24'609	31'007	0.300	5'770	1'731
17	26.540	400	10'616	1.630	21'023	34'267	0.380	6'132	2'330
18	34.590	221	7'644	2.080	18'826	39'158	0.480	8'640	4'147
19	-	-	-	2.640	17'000	44'880	0.590	7'054	4'162
20	-	-	-	3.300	13'273	43'801	0.720	8'048	5'795
21	-	-	-	4.090	9'113	37'272	0.880	12'852	11'310
22	-	-	-	5.030	9'389	47'227	1.060	11'148	11'817
23	-	-	-	-	-	-	1.270	12'284	15'601
24	-	-	-	-	-	-	1.520	14'392	21'876
25	-	-	-	-	-	-	1.810	7'149	12'940
26	-	-	-	-	-	-	2.140	4'141	8'862
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'662	6'682
28	-	-	-	-	-	-	2.940	766	2'252
29	-	-	-	-	-	-	3.430	352	1'207
30	-	-	-	-	-	-	3.980	195	776
Summe		5'542'548	3'106'716		819'287	419'781		245'090	119'015

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'106'716 + 419'781 + 119'015 = 3'645'513 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'645'513 = 1'640'481 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'640'481 / 364.5 = 4'501 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr am Standort Schafisheim (A1) unterliegt einer relativ geringen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.1a). Im Juni ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 7'234 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar ist ein mässiger Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.1%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.6% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Zählerstandort Schafisheim wird im Jahr 2006 erstmals in die Auswertung aufgenommen, Vergleichswerte aus früheren Messungen liegen momentan nicht vor. Anstelle der jährlichen wird deshalb die quartalsweise Entwicklung des Schwerverkehrs aufgezeigt (s. Diagramm 5.4.2a). In Bezug auf das mittlere Gesamtgewicht und der Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 5.4.2b und 5.4.2c) ist eine leichte Zunahme im letzten Quartal messbar.

6 Monte Ceneri (A2)

6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

6.2 Übersicht Messresultate

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

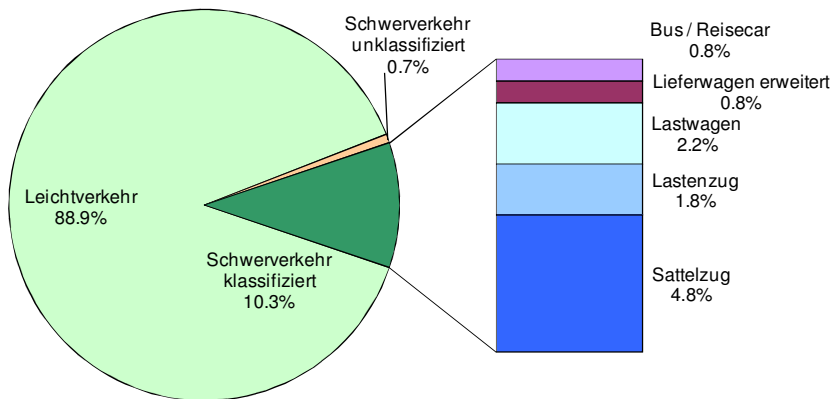
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 362.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	13'309'550	36'716	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	11'838'261	32'657	88.9	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'471'289	4'059	11.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	96'237	265	0.7	6.5
01 Bus / Reisecar	103'621	286	0.8	7.0
02 Motorrad	143	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	3'683	10	0.0	0.3
04 Personenwagen mit Anh.	477	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	88'717	245	0.7	6.0
06 Lieferwagen mit Anh.	5'383	15	0.0	0.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	2'057	6	0.0	0.1
08 Lastwagen	291'392	804	2.2	19.8
09 Lastenzug	237'565	655	1.8	16.1
10 Sattelzug	642'014	1'771	4.8	43.6
Total	1'471'289	4'059	11.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	227'578	628	1.7	15.5
Fahrzeuge 8.0 - 18t	386'221	1'065	2.9	26.3
Fahrzeuge 18 - 28t	411'360	1'135	3.1	28.0
Fahrzeuge 28 - 40t	394'523	1'088	3.0	26.8
Fahrzeuge >40t	51'607	142	0.4	3.5
Total	1'471'289	4'059	11.1	100.0

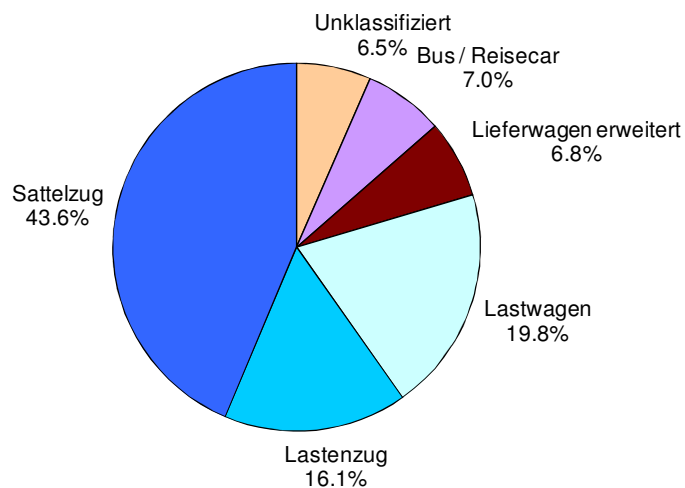
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

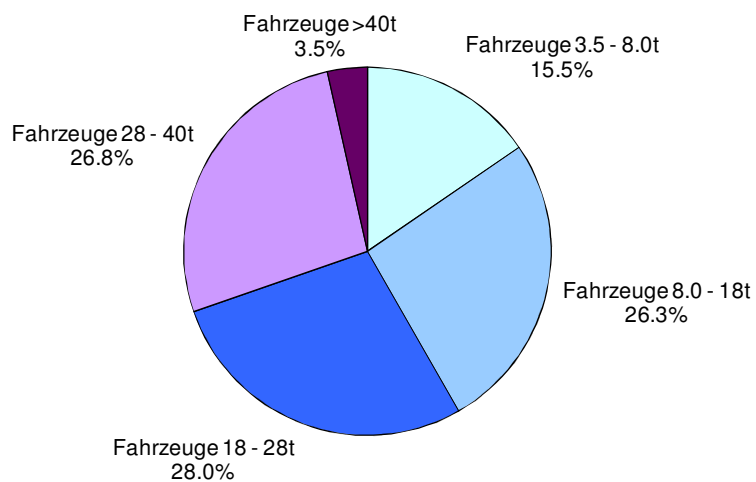
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



6.3 Messdiagramme

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Ceneri (A2) 2006 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+, PW+, LI, LI+ und LA zusammengefasst (s. Abs. 1.7).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GW_{TOT}) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.8.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 6.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.6).

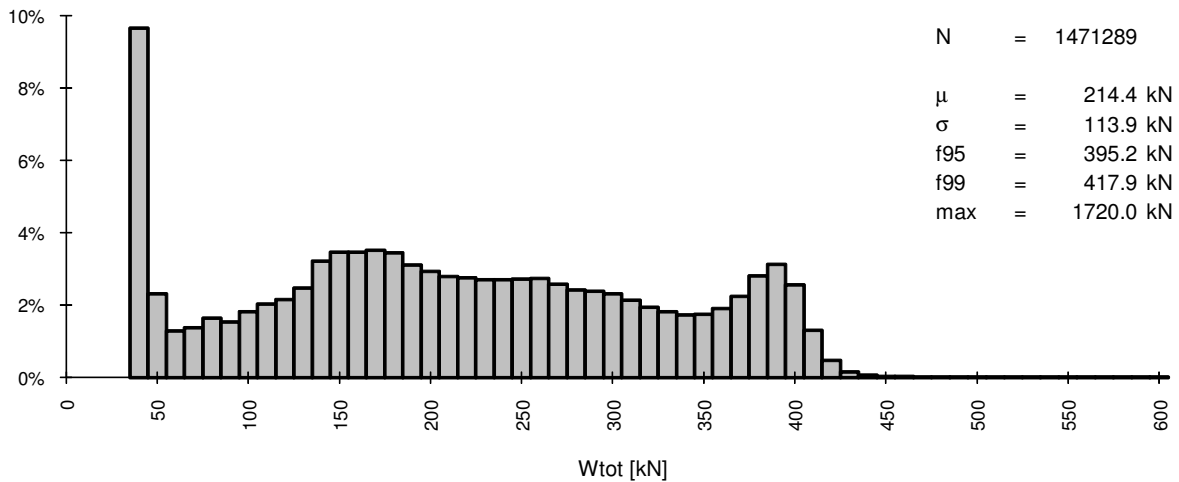
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

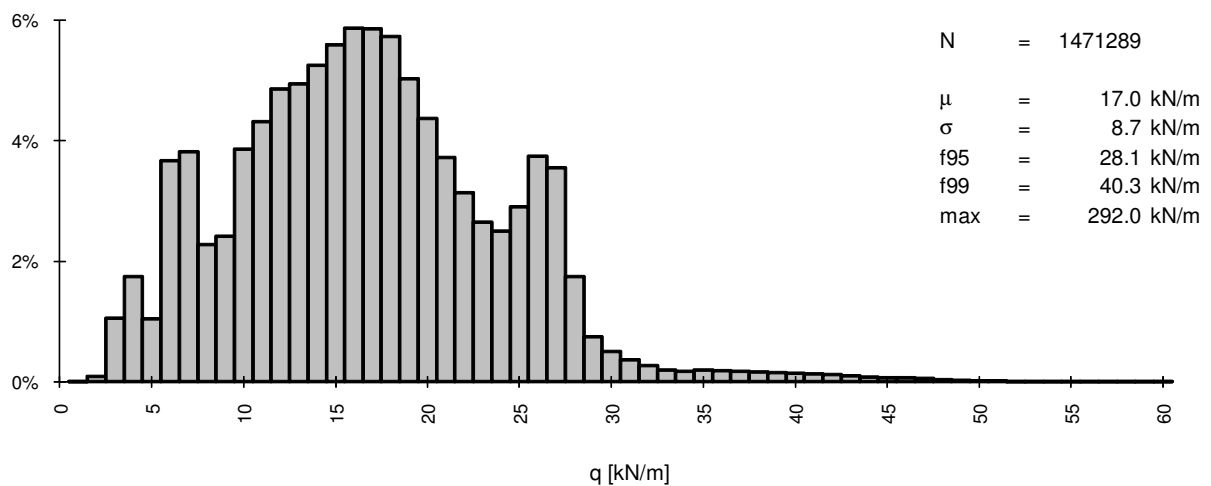
2006 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



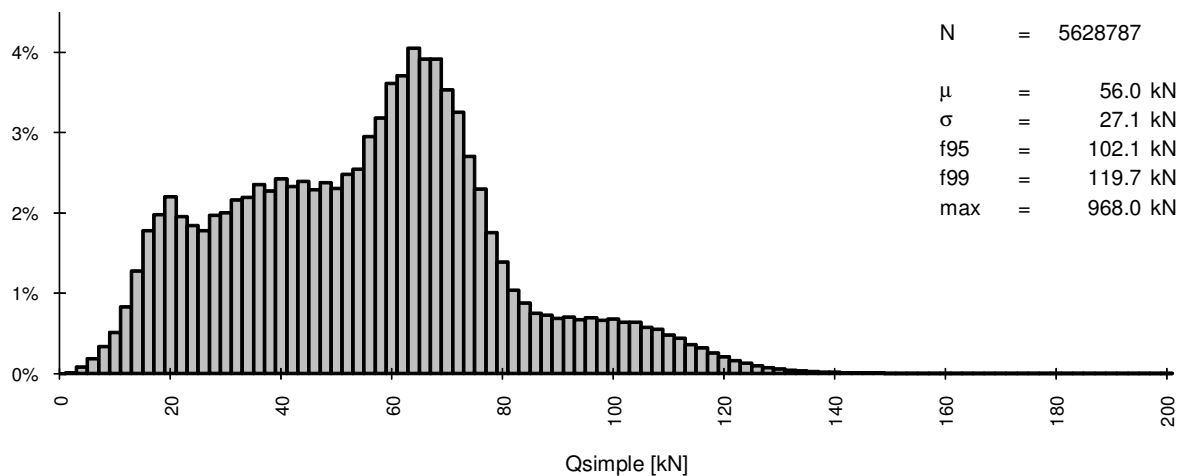
2006 Ceneri

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



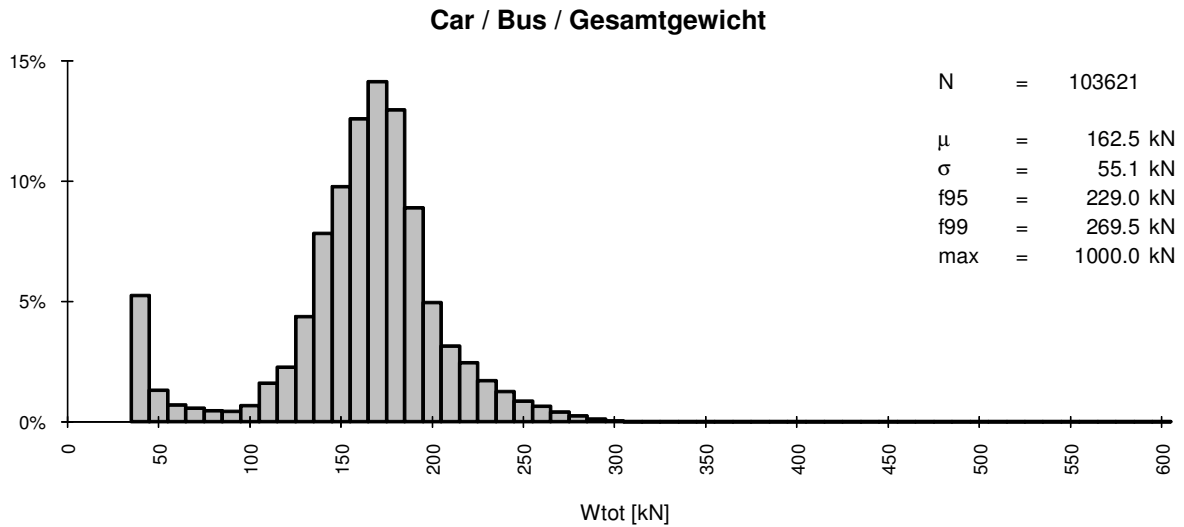
2006 Ceneri

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

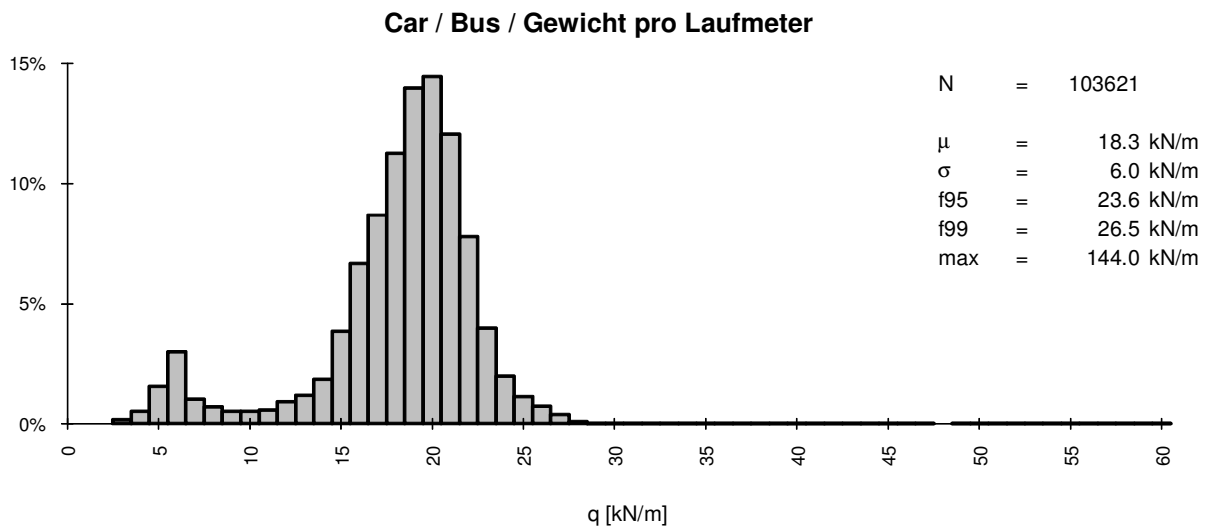


6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

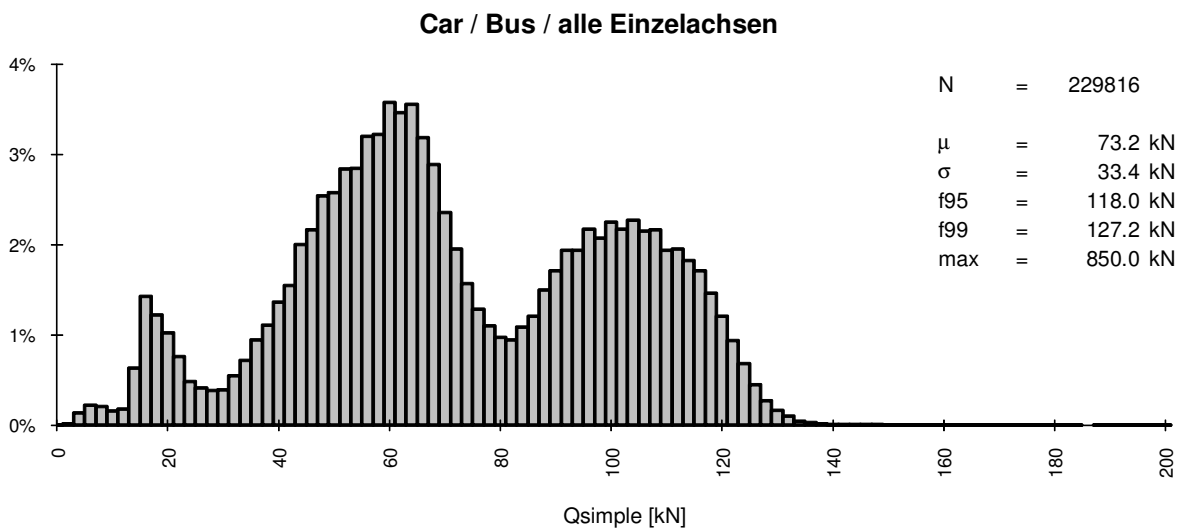
2006 Ceneri



2006 Ceneri



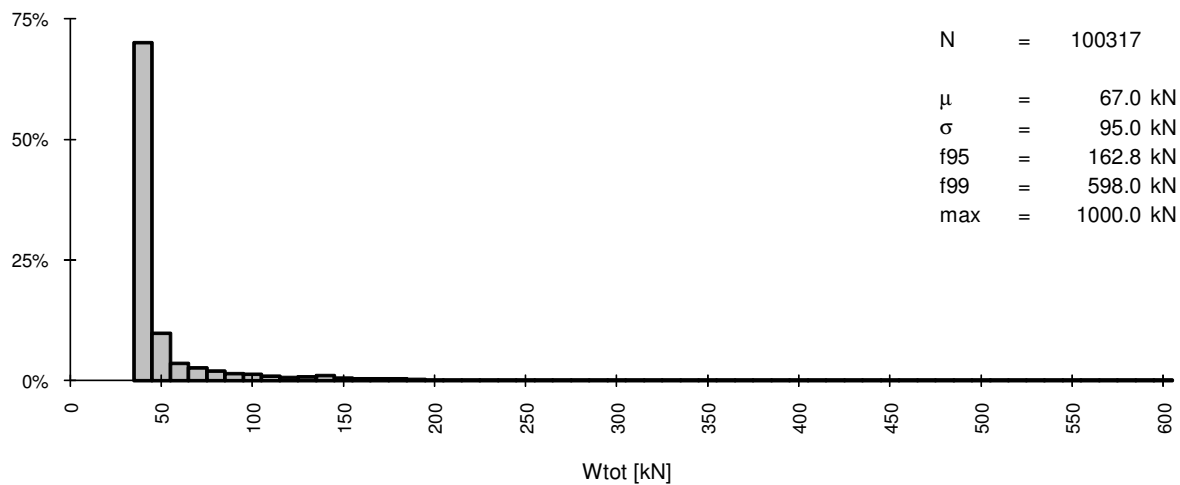
2006 Ceneri



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

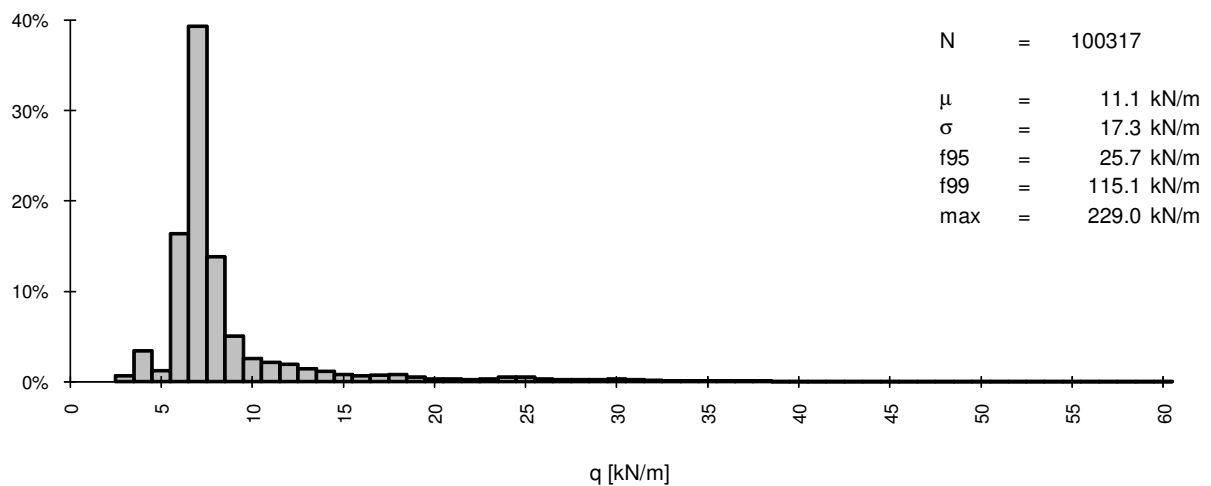
2006 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



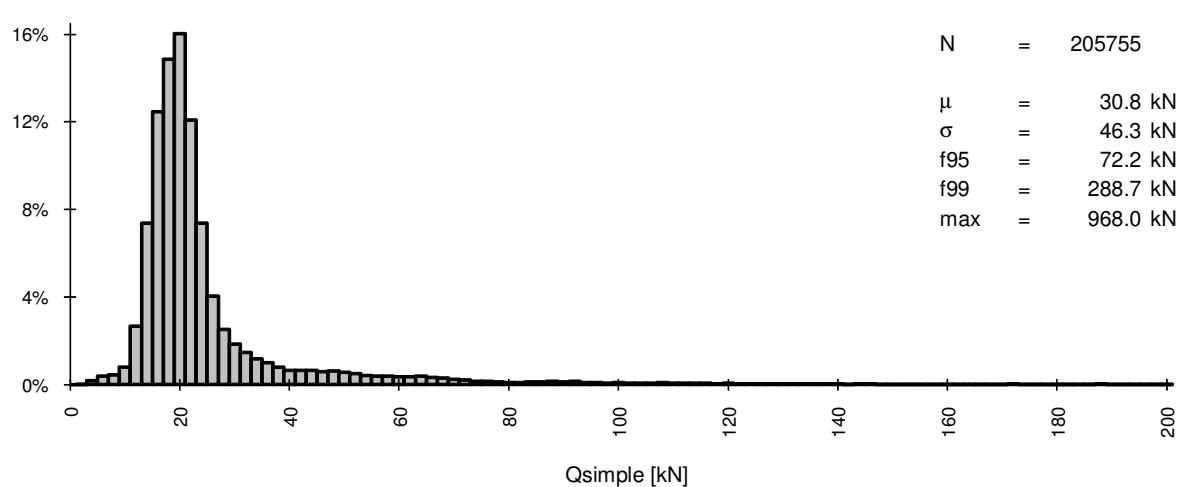
2006 Ceneri

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Ceneri

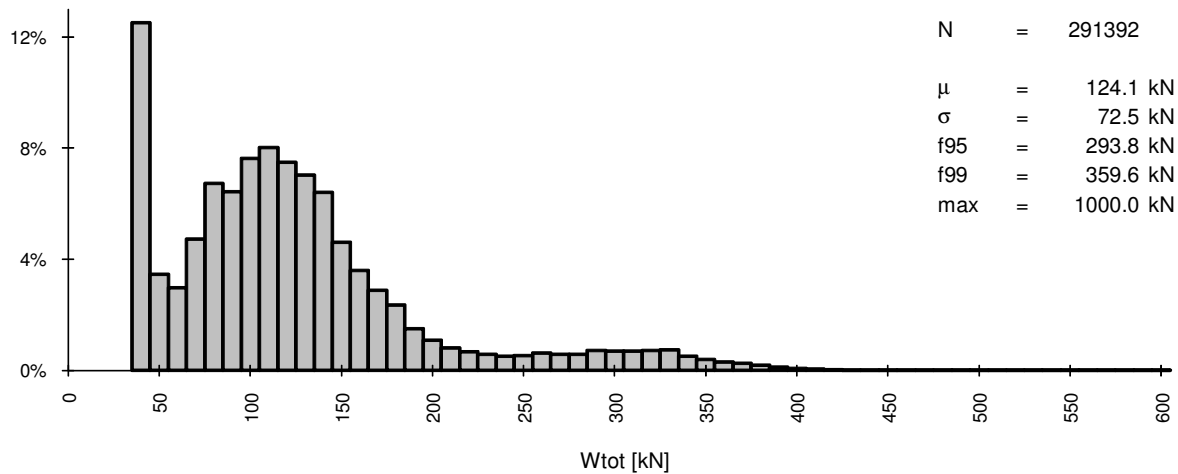
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

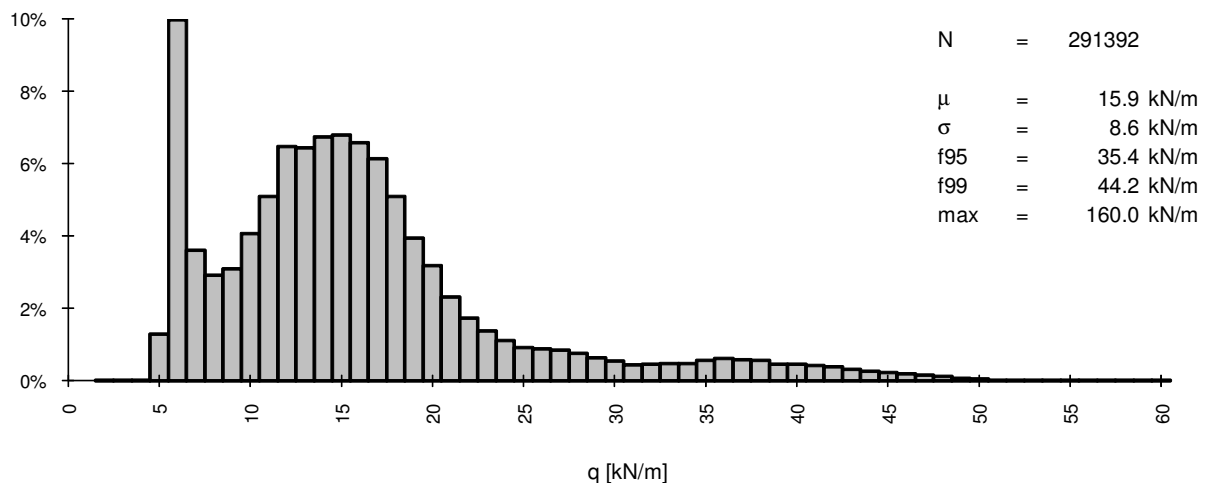
2006 Ceneri

Lastwagen / Gesamtgewicht



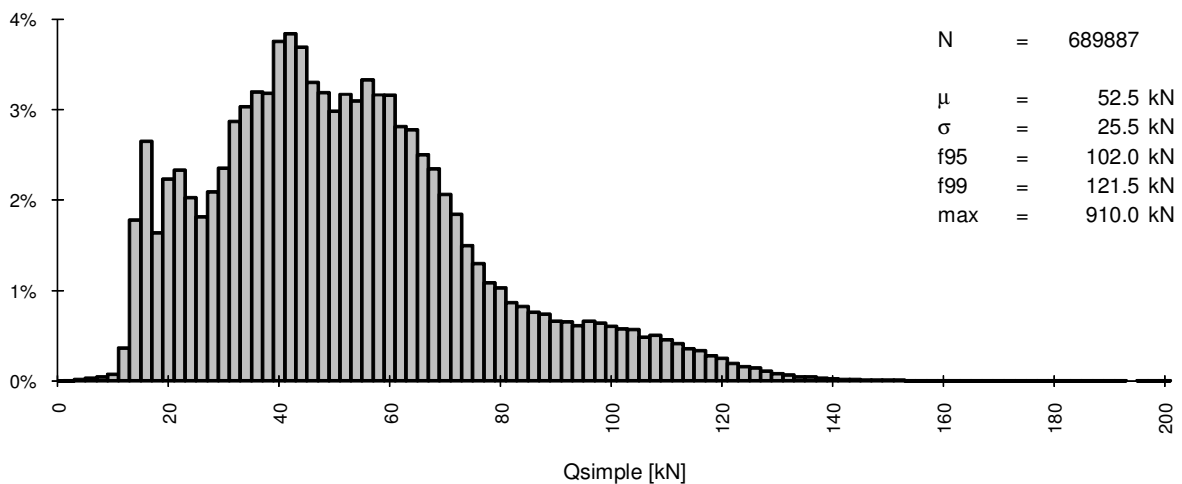
2006 Ceneri

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



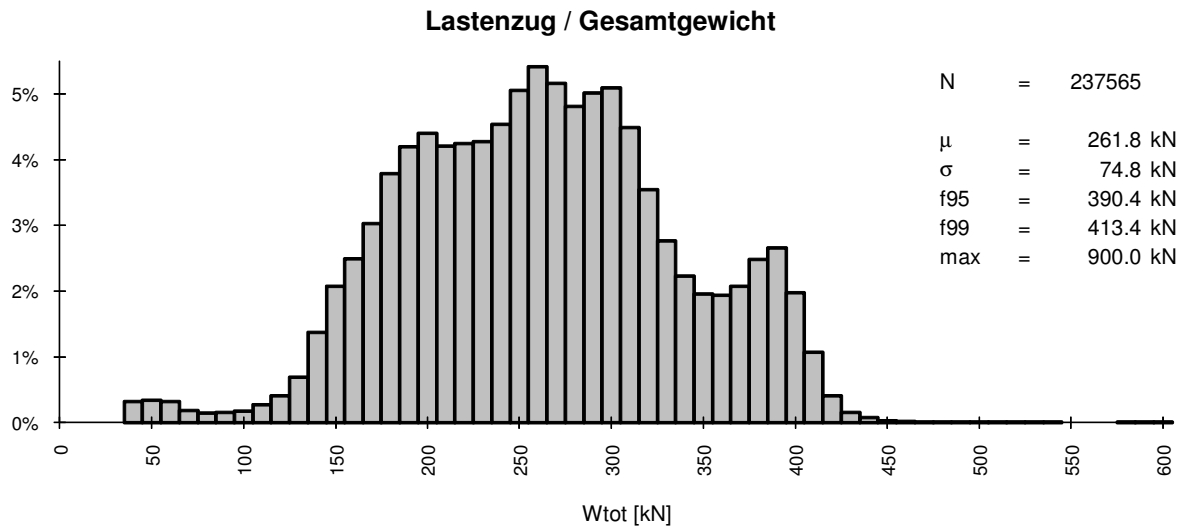
2006 Ceneri

Lastwagen / alle Einzelachsen

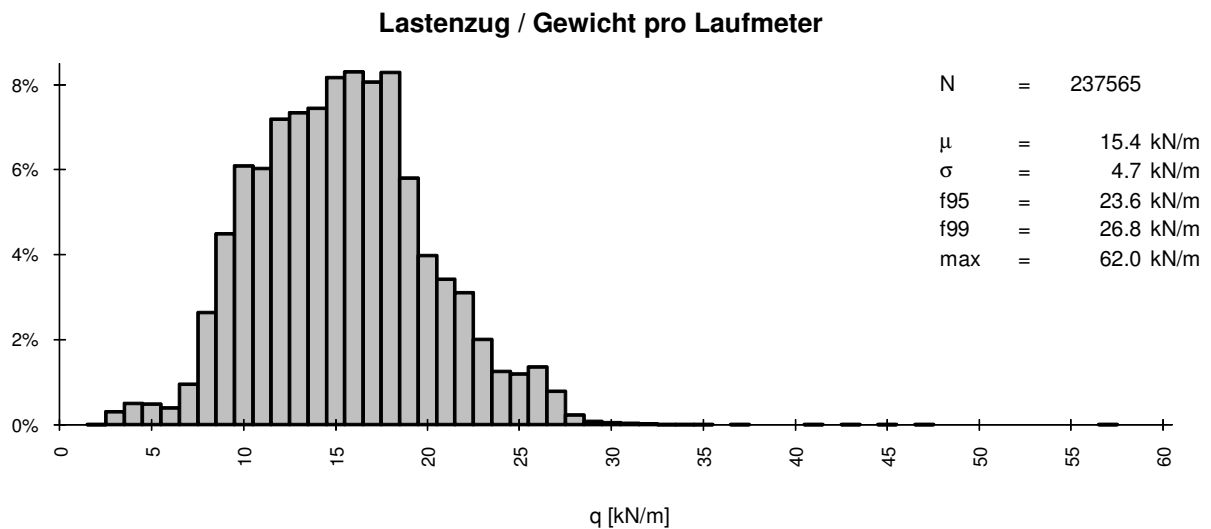


6.3.6 Lastenzüge (LZ)

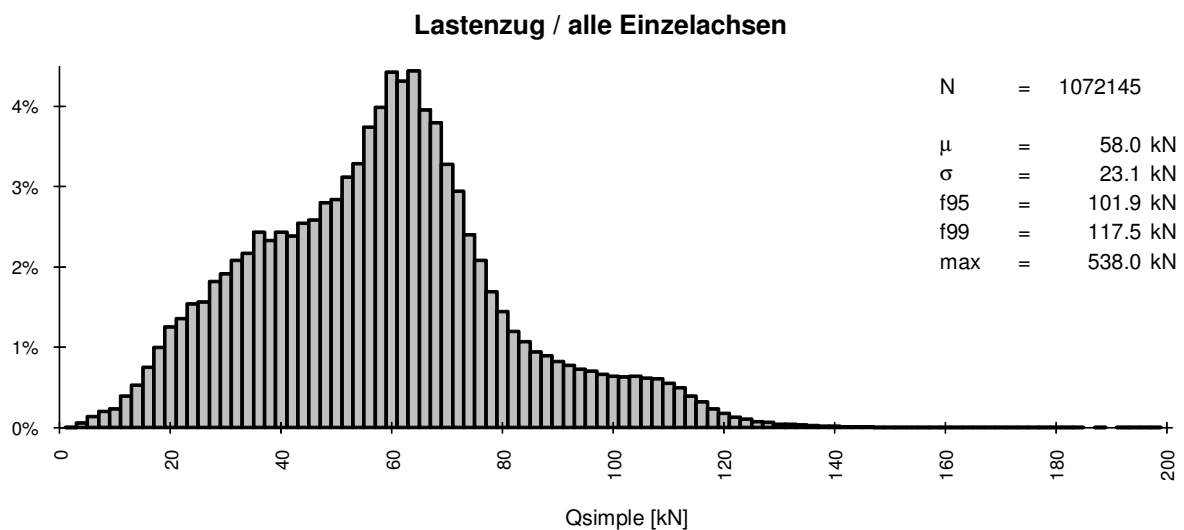
2006 Ceneri



2006 Ceneri

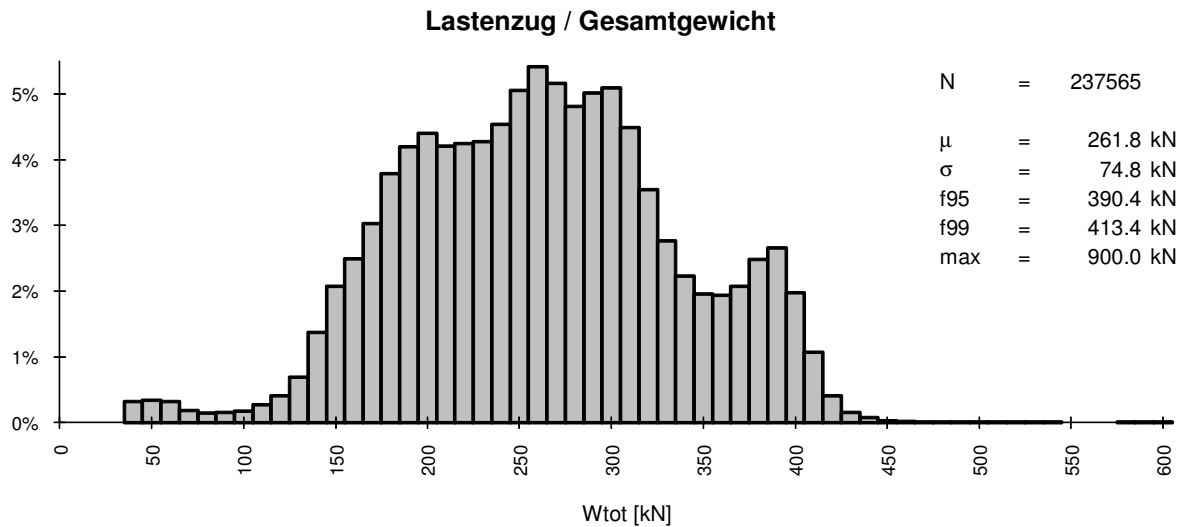


2006 Ceneri

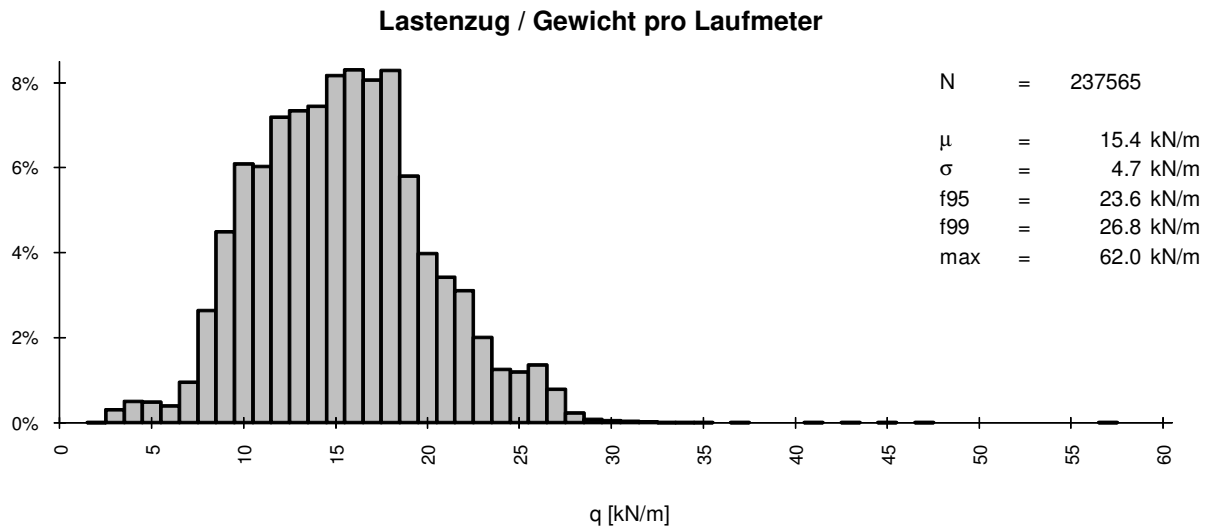


6.3.7 Sattelzüge (SZ)

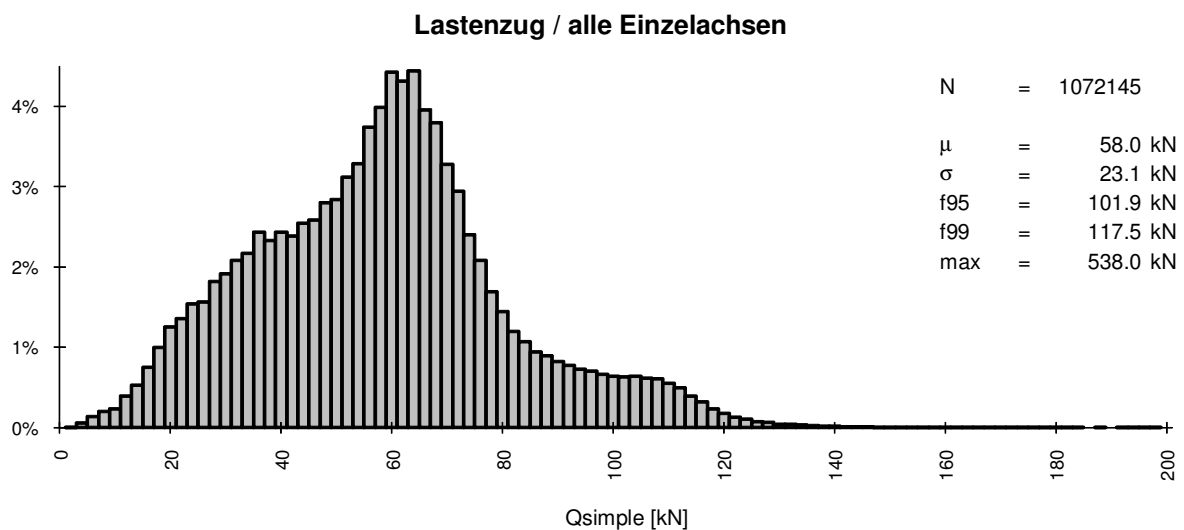
2006 Ceneri



2006 Ceneri



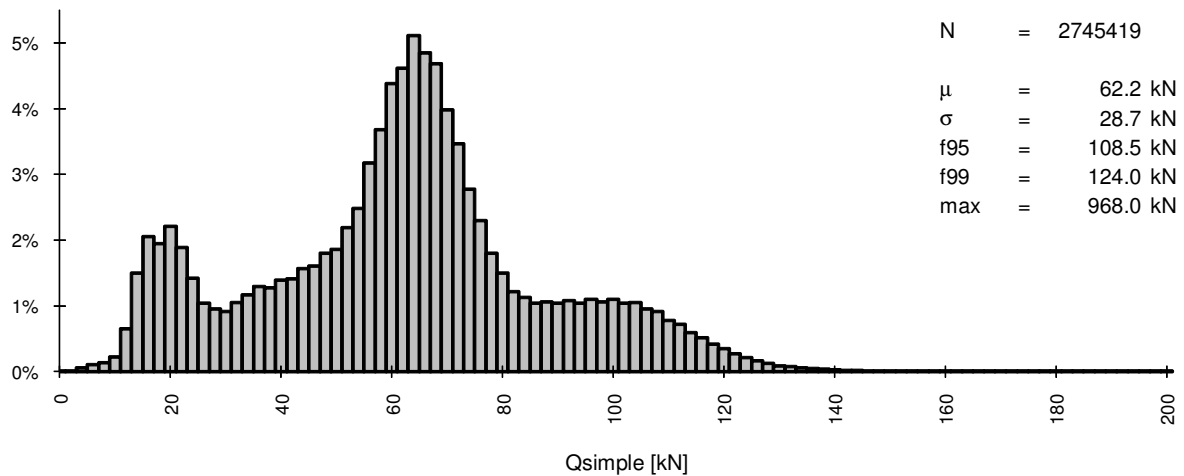
2006 Ceneri



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

2006 Ceneri

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



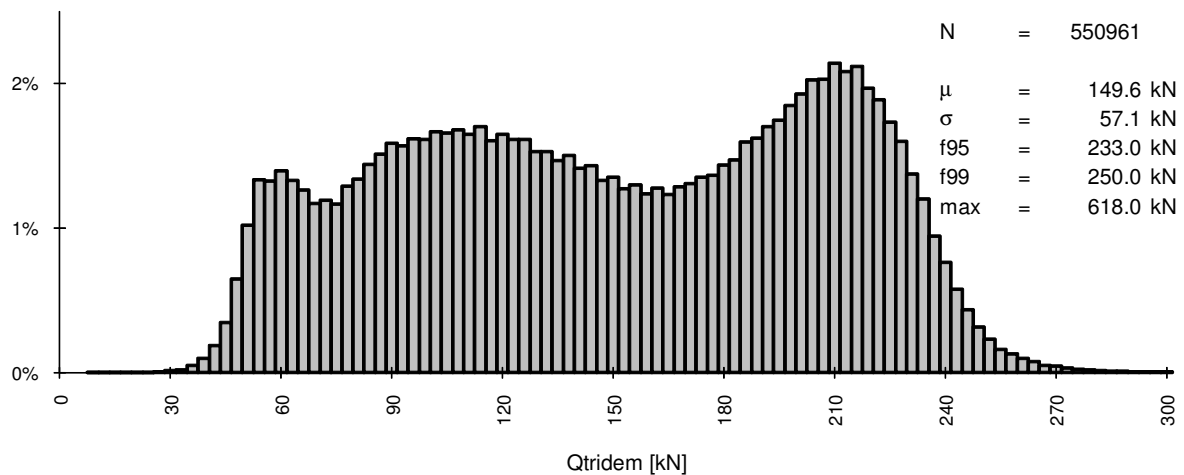
2006 Ceneri

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Ceneri

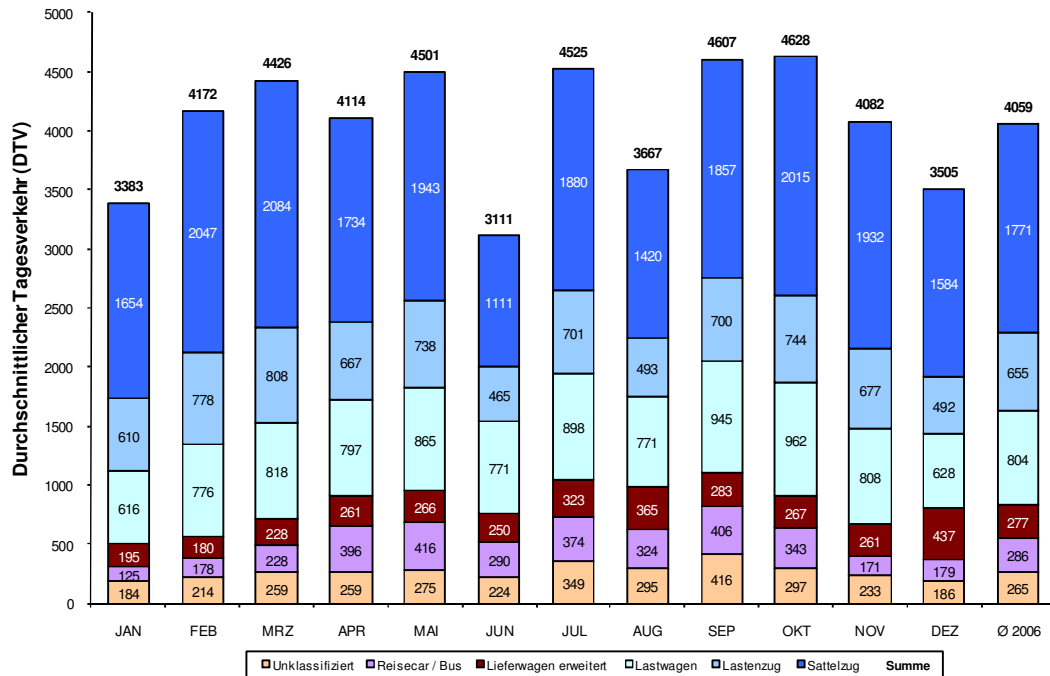
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



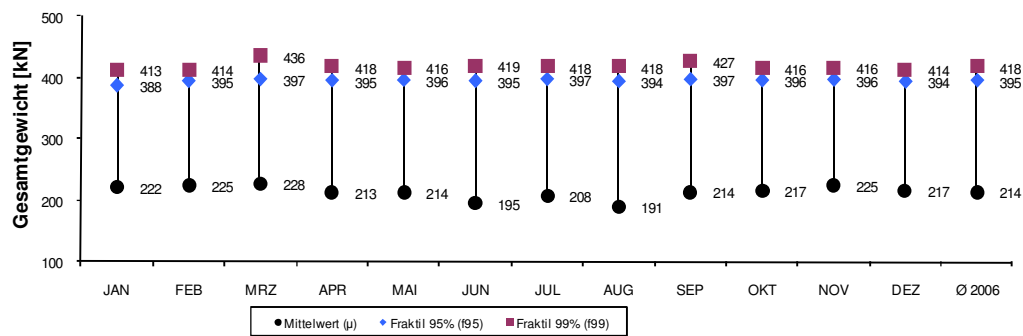
6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

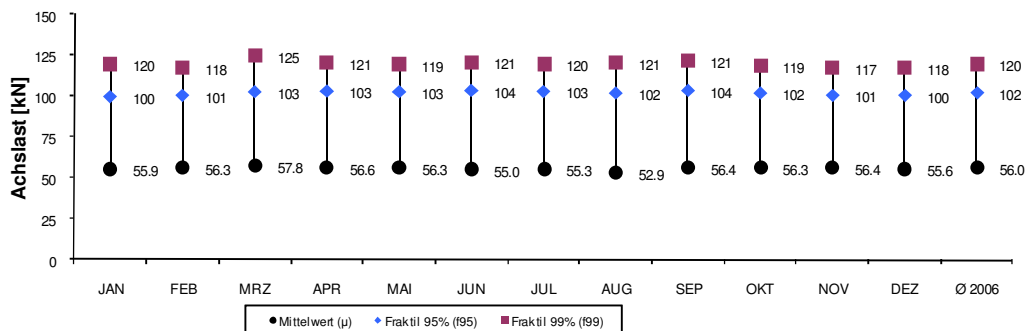
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

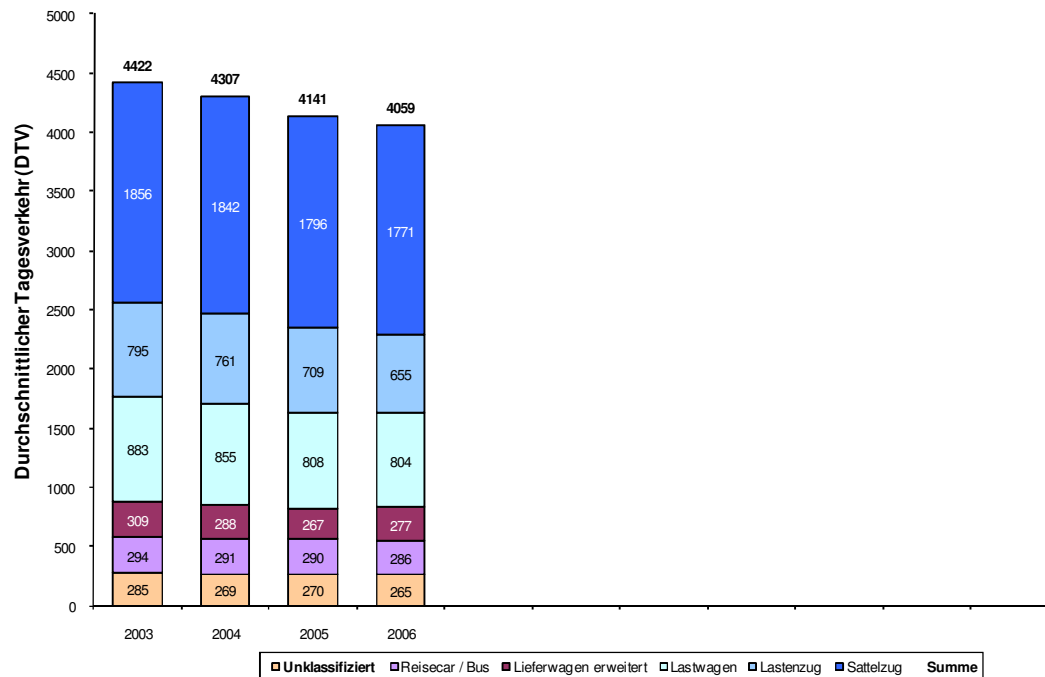


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

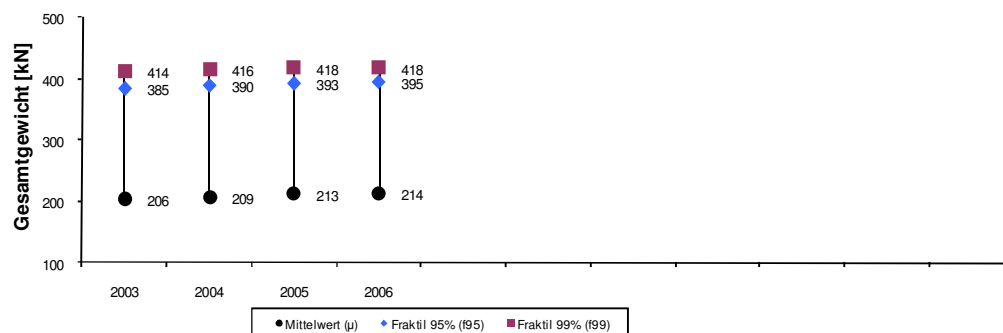


6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

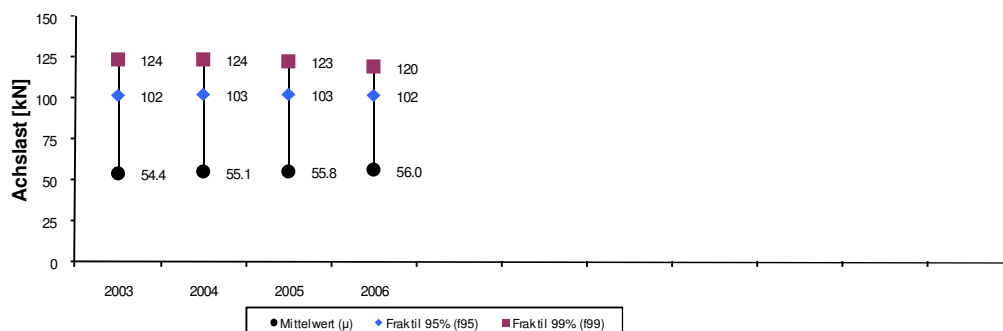
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



6.5 Auswertung der Messdaten

6.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	62.2	62.2	108.5	124.0
Tandemachse	105.4	52.7	90.8	109.8
Tridemachse	149.6	49.9	77.7	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 62.2 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 52.7 kN, respektive 49.9 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	17.0 kN/m	28.1 kN/m	40.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.86 kN/m ²	8.03 kN/m ²	11.5 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

6.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	14'361	7	0.000	467	0	0.000	1	0
2	0.006	229'202	1'375	0.001	2'733	2	0.000	20	0
3	0.020	170'454	3'409	0.003	3'124	9	0.001	157	0
4	0.070	169'548	11'868	0.008	7'993	64	0.002	930	2
5	0.150	226'042	33'906	0.020	16'168	323	0.005	6'530	33
6	0.290	436'400	126'556	0.030	33'073	992	0.010	27'929	279
7	0.530	637'907	338'091	0.060	36'846	2'211	0.020	20'729	415
8	1.000	324'665	324'665	0.100	40'482	4'048	0.030	20'103	603
9	1.520	150'541	228'822	0.140	38'175	5'345	0.040	32'364	1'295
10	2.400	147'528	354'067	0.200	36'050	7'210	0.060	26'411	1'585
11	3.660	129'767	474'947	0.280	37'688	10'553	0.080	27'551	2'204
12	5.400	71'117	384'032	0.400	37'825	15'130	0.110	36'373	4'001
13	7.760	23'618	183'276	0.540	35'898	19'385	0.140	26'203	3'668
14	10.870	6'326	68'764	0.730	29'836	21'780	0.190	24'767	4'706
15	14.910	1'971	29'388	0.960	21'679	20'812	0.240	30'433	7'304
16	20.060	716	14'363	1.260	15'430	19'442	0.300	20'958	6'287
17	26.540	339	8'997	1.630	11'520	18'778	0.380	20'896	7'940
18	34.590	717	24'801	2.080	9'692	20'159	0.480	30'082	14'439
19	-	-	-	2.640	7'674	20'259	0.590	25'822	15'235
20	-	-	-	3.300	5'231	17'262	0.720	29'162	20'997
21	-	-	-	4.090	3'049	12'470	0.880	44'767	39'395
22	-	-	-	5.030	5'496	27'645	1.060	33'988	36'027
23	-	-	-	-	-	-	1.270	28'753	36'516
24	-	-	-	-	-	-	1.520	23'572	35'829
25	-	-	-	-	-	-	1.810	7'317	13'244
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'871	6'144
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'482	3'720
28	-	-	-	-	-	-	2.940	403	1'185
29	-	-	-	-	-	-	3.430	188	645
30	-	-	-	-	-	-	3.980	125	498
Summe		2'741'219	2'611'334		436'129	243'880		550'887	264'196

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'611'334 + 243'880 + 550'887 = 3'119'410 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'119'410 = 1'403'734 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'403'734 / 362.5 = 3'872 \text{ ESAL}$$

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

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 der Zählstelle Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 6.4.1a). Im Oktober ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 4'628 Fahrzeugen pro Tag. Im Juni ist ein deutlicher Rückgang des Verkehrs messbar mit 3'111 Fahrzeugen pro Tag.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 43.6%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2)

Währendem beim Gesamtgewicht aller Fahrzeuge eine gewisse Variabilität messbar ist, bleiben die mittleren Achslasten relativ konstant (s. Diagramme 6.4.1b und 6.4.1c).

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2006 passierten durchschnittlich pro Tag 4'059 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 4'141 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 2.0%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 6.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht und die Achslasten aller Fahrzeuge (Diagramm 6.4.2b und 6.4.2c) bleiben im Vergleich zum Vorjahr praktisch konstant. Das Gleiche gilt für die Entwicklung der Fraktilwerte f95 und f99.

Die Reduktion des durchschnittlichen Tagesverkehrs wirkt sich günstig auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 6.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 3'948 auf 3'872 ESAL (-1.9%).

7 Gotthardtunnel (A2)

7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

7.2 Übersicht Messresultate

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

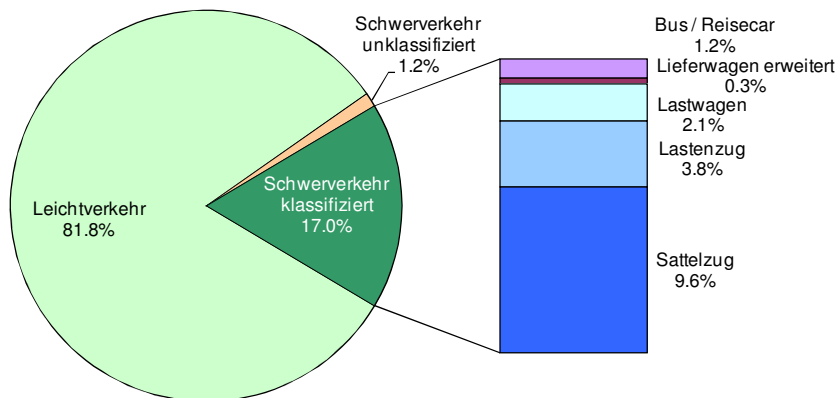
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 335)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	5'011'935	14'961	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'018'016	11'994	80.2	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	993'919	2'967	19.8	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	63'138	173	1.2	6.4
01 Bus / Reiseкар	62'852	172	1.2	6.3
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	17	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	261	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	12'728	35	0.2	1.3
06 Lieferwagen mit Anh.	2'962	8	0.1	0.3
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	117'212	321	2.1	11.8
09 Lastenzug	210'205	576	3.8	21.1
10 Sattelzug	524'544	1'437	9.6	52.8
Total	993'919	2'723	18.2	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	114'280	313	2.1	11.5
Fahrzeuge 8.0 - 18t	192'214	527	3.5	19.3
Fahrzeuge 18 - 28t	330'045	904	6.0	33.2
Fahrzeuge 28 - 40t	330'365	905	6.0	33.2
Fahrzeuge > 40t	27'015	74	0.5	2.7
Total	993'919	2'723	18.2	100.0

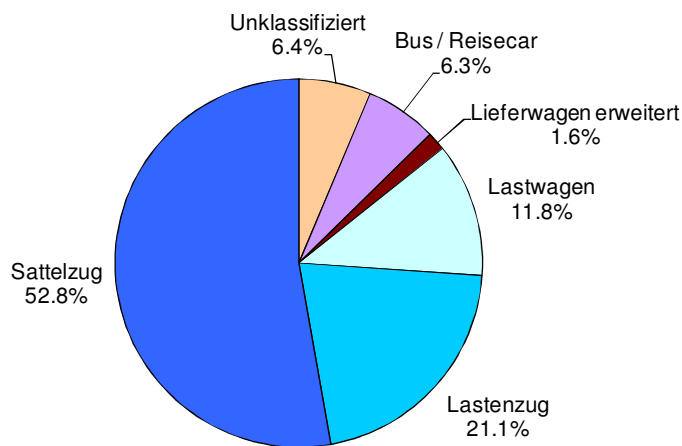
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

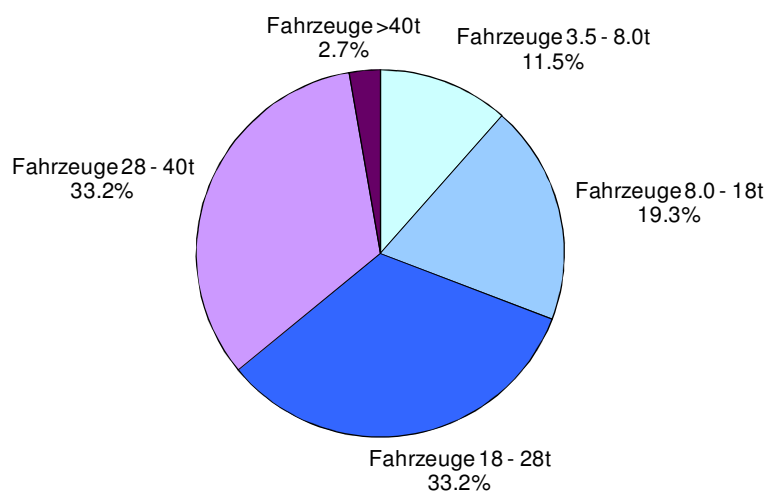
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 Messdiagramme

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Gotthard (A2) 2006 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

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

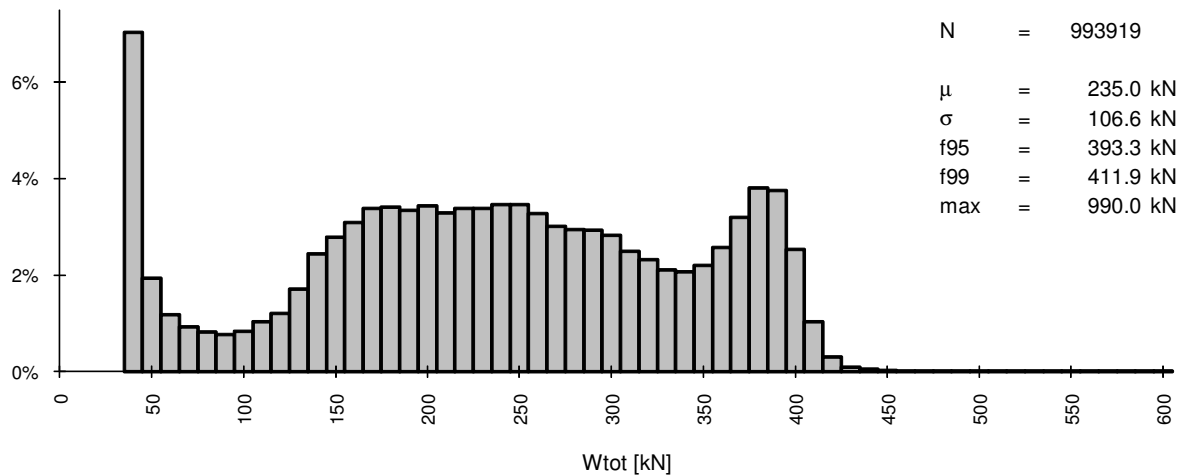
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
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

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

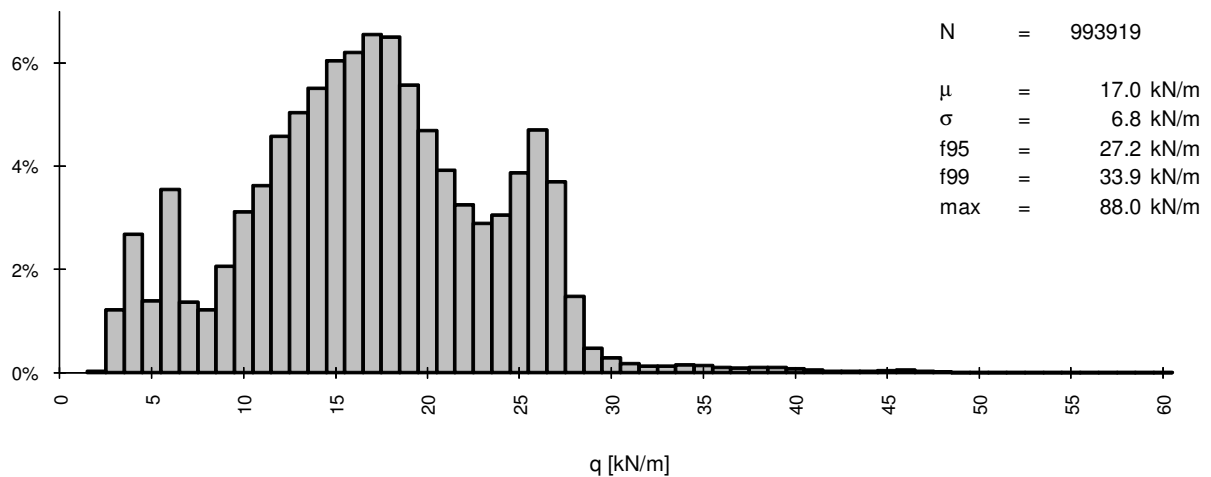
Gotthard 2006

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



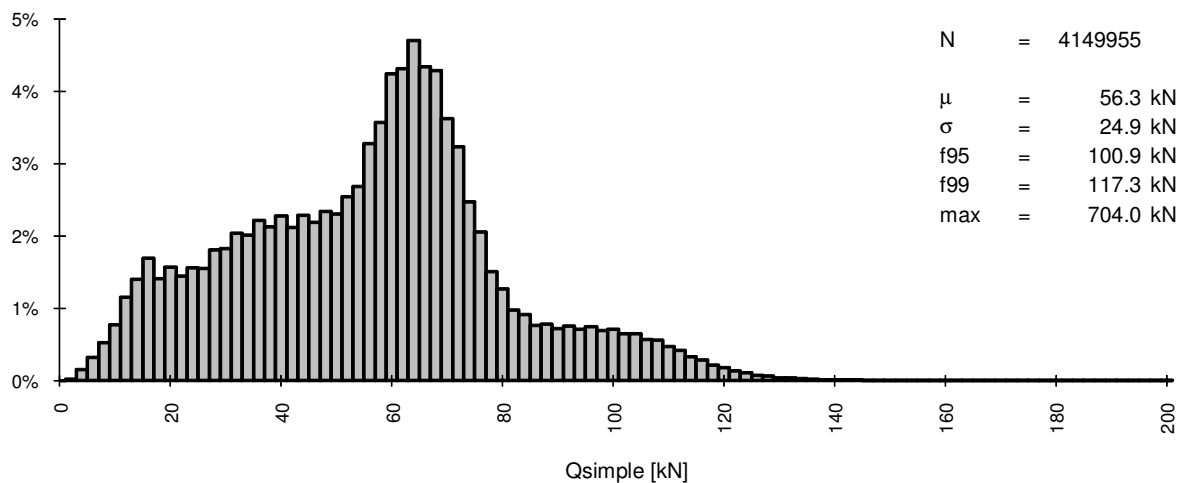
Gotthard 2006

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2006

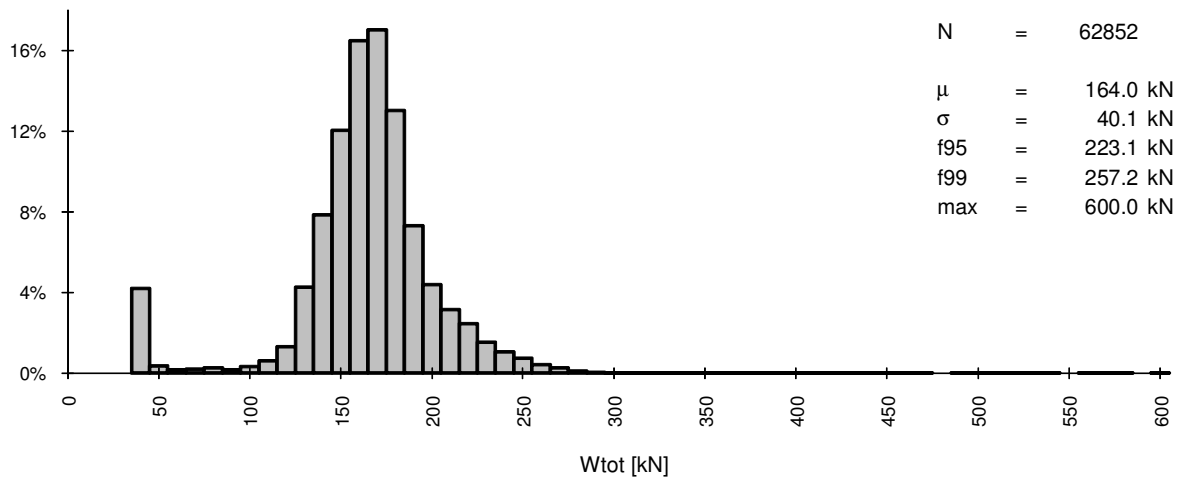
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

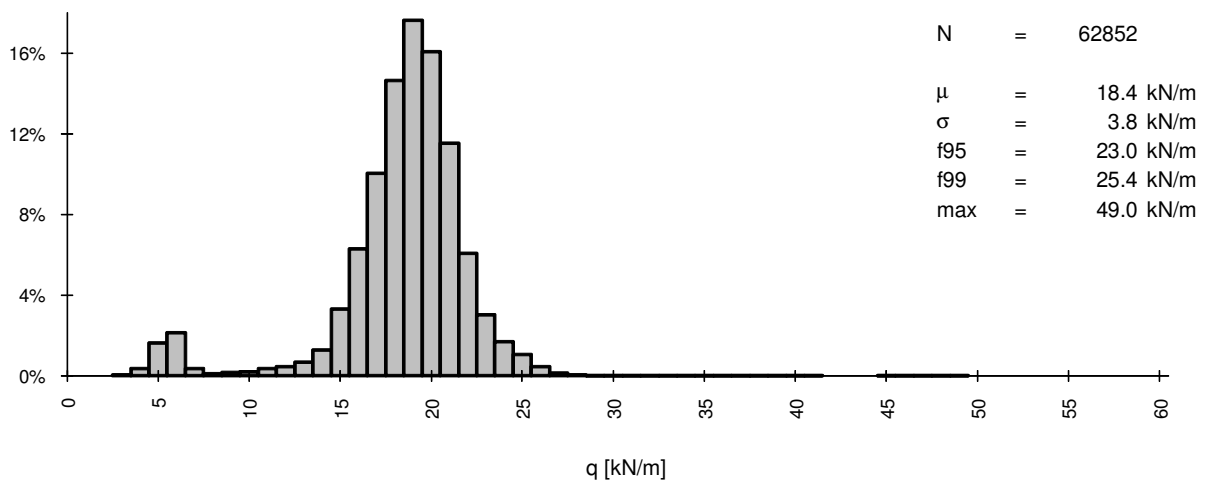
Gotthard 2006

Car / Bus / Gesamtgewicht



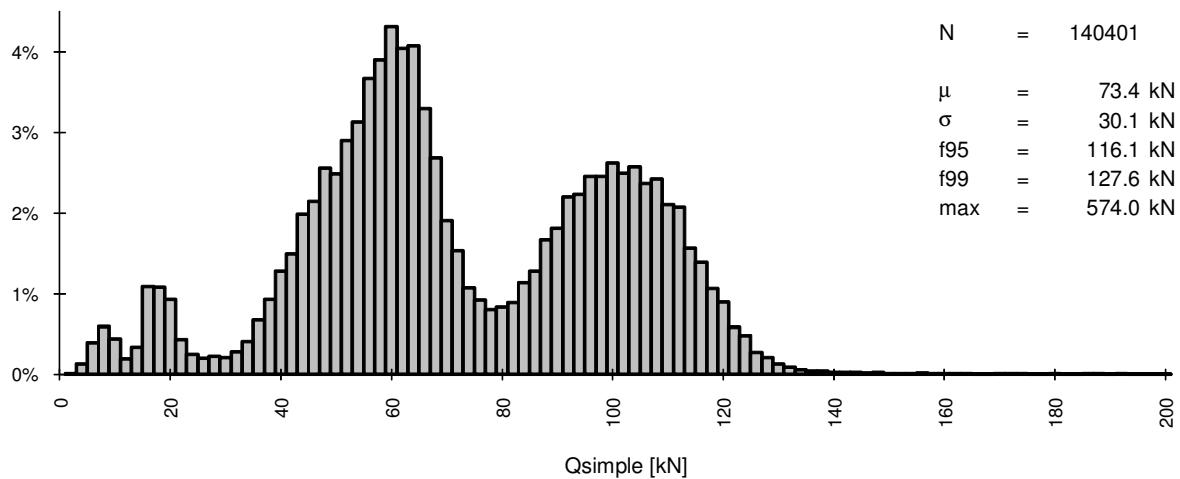
Gotthard 2006

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2006

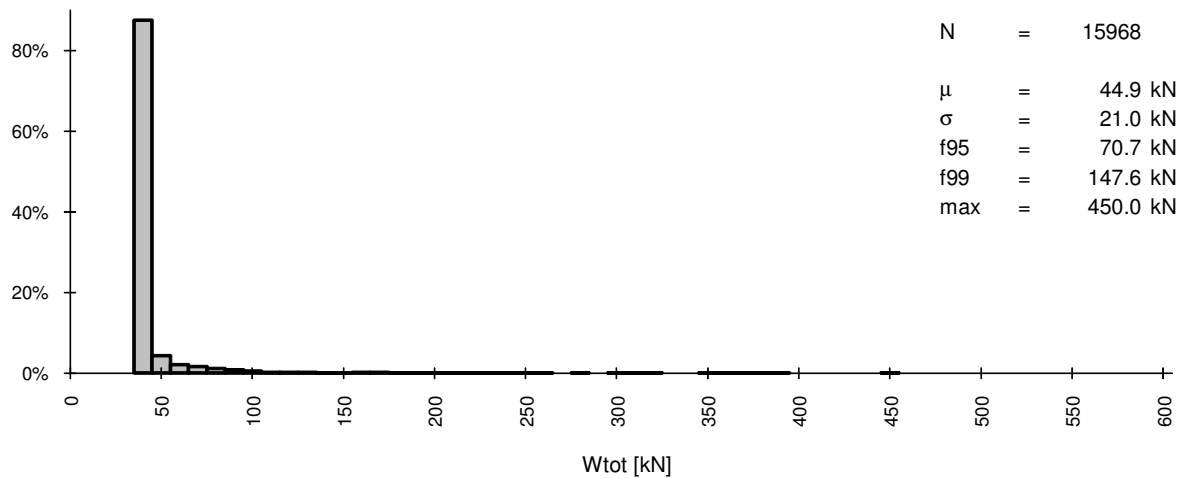
Car / Bus / alle Einzelachsen



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

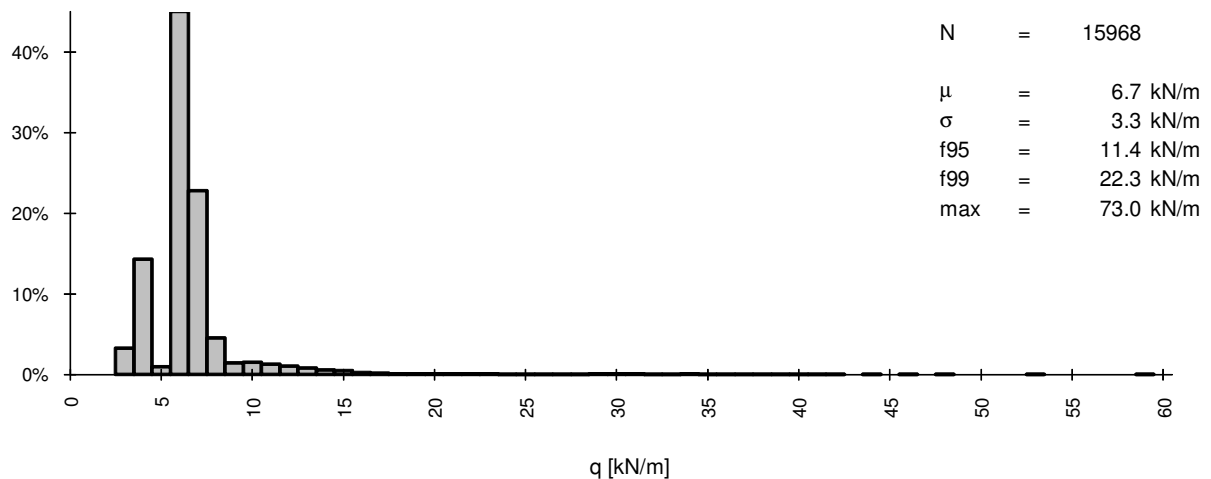
Gotthard 2006

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



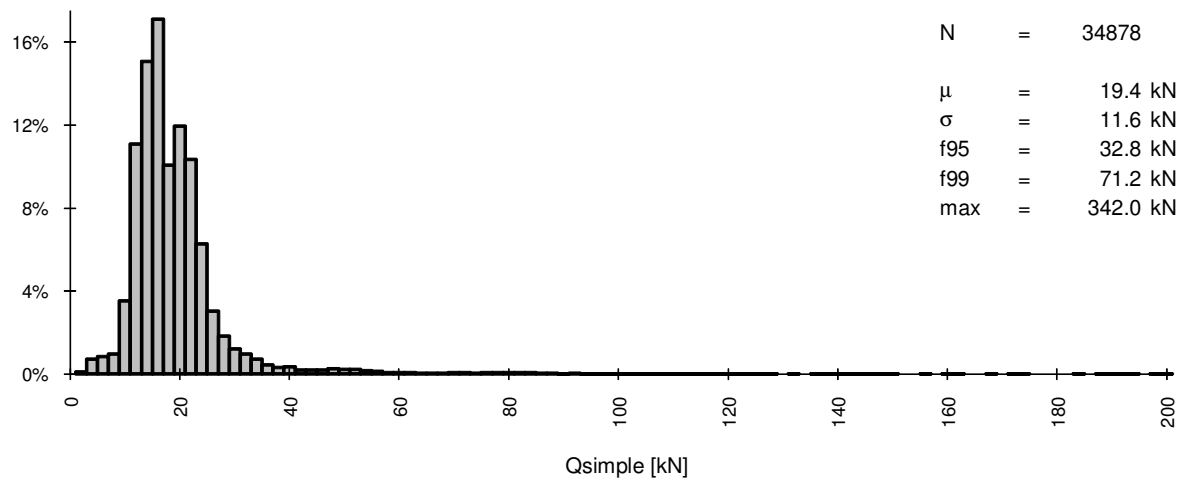
Gotthard 2006

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2006

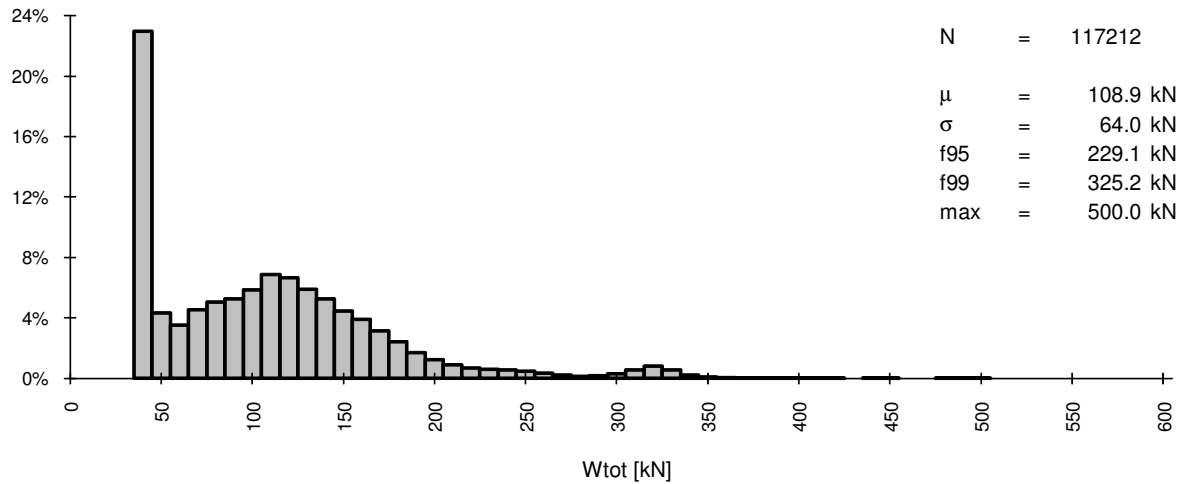
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

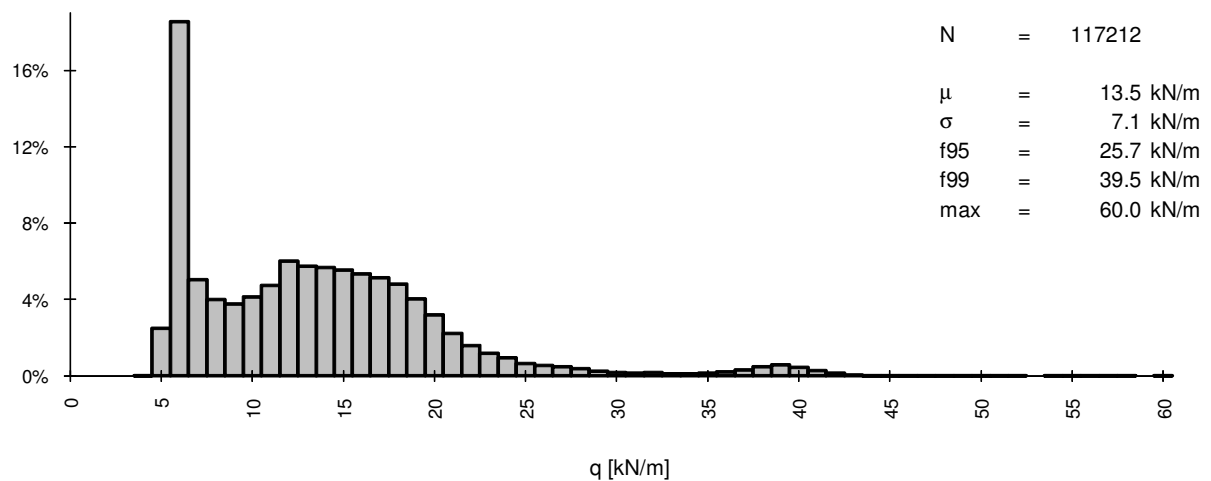
Gotthard 2006

Lastwagen / Gesamtgewicht



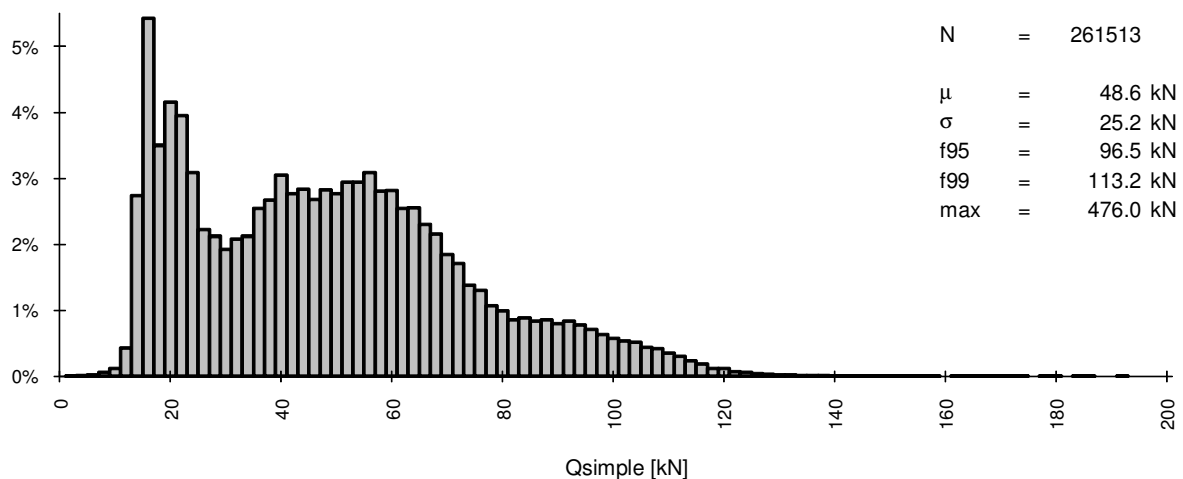
Gotthard 2006

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



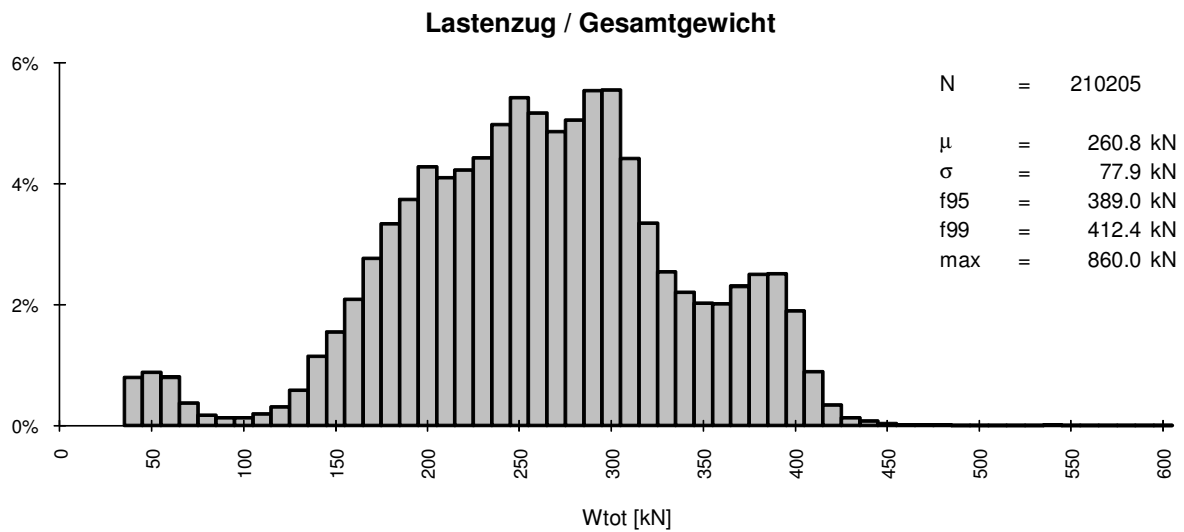
Gotthard 2006

Lastwagen / alle Einzelachsen

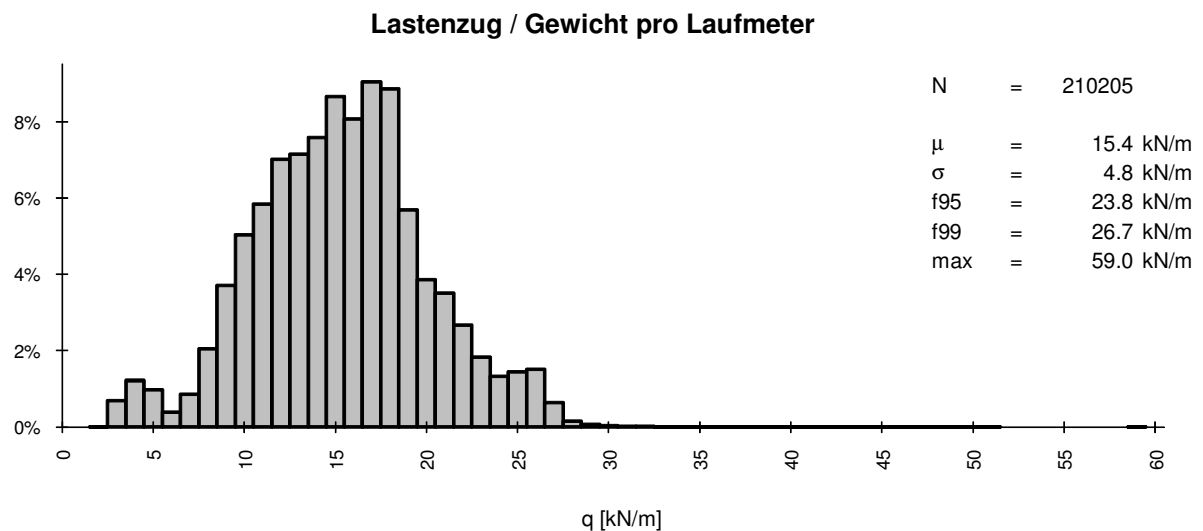


7.3.6 Lastenzüge (SZ)

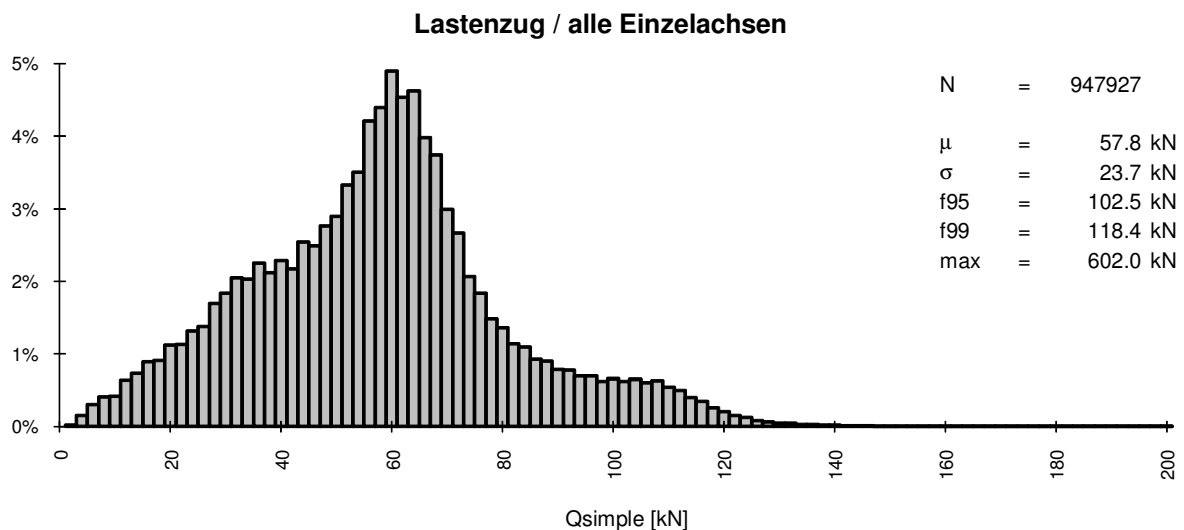
Gotthard 2006



Gotthard 2006

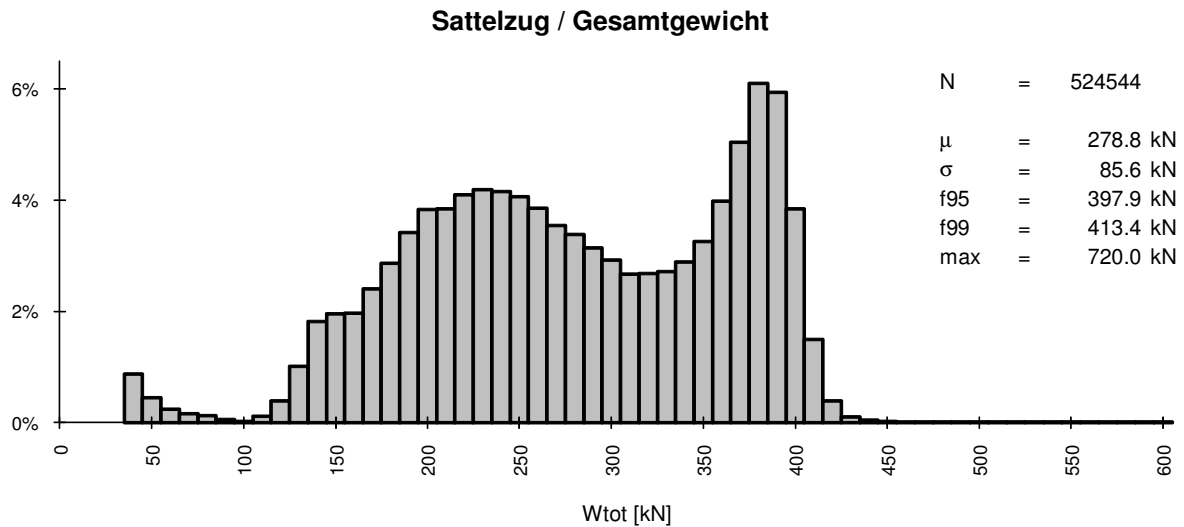


Gotthard 2006

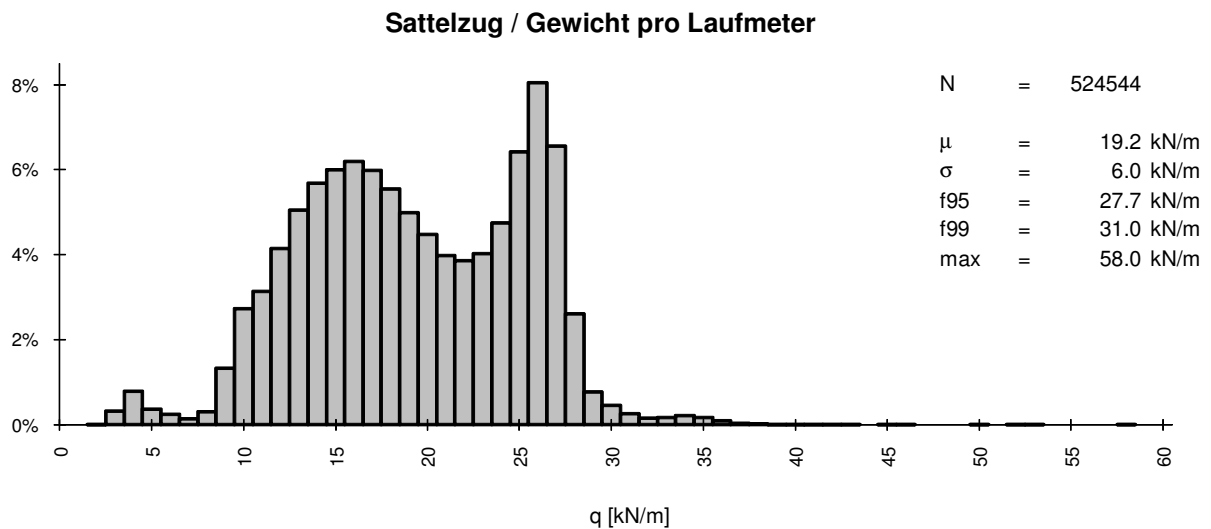


7.3.7 Sattelzüge (SZ)

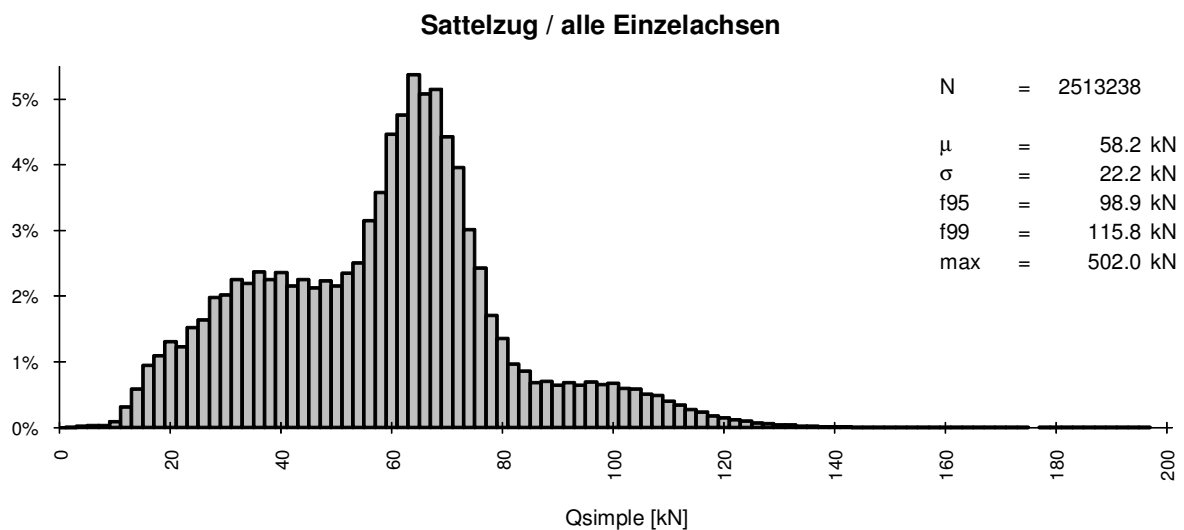
Gotthard 2006



Gotthard 2006



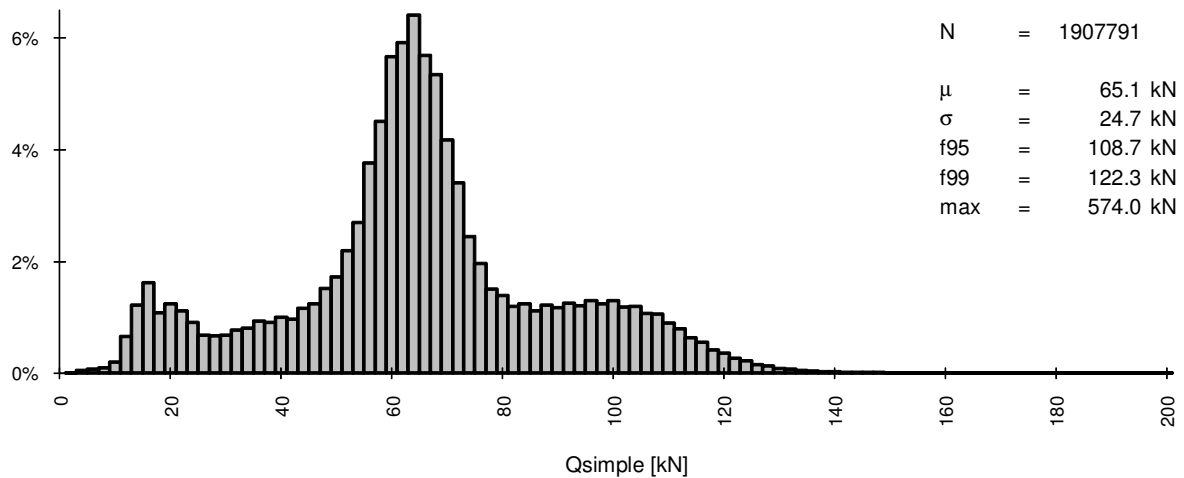
Gotthard 2006



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

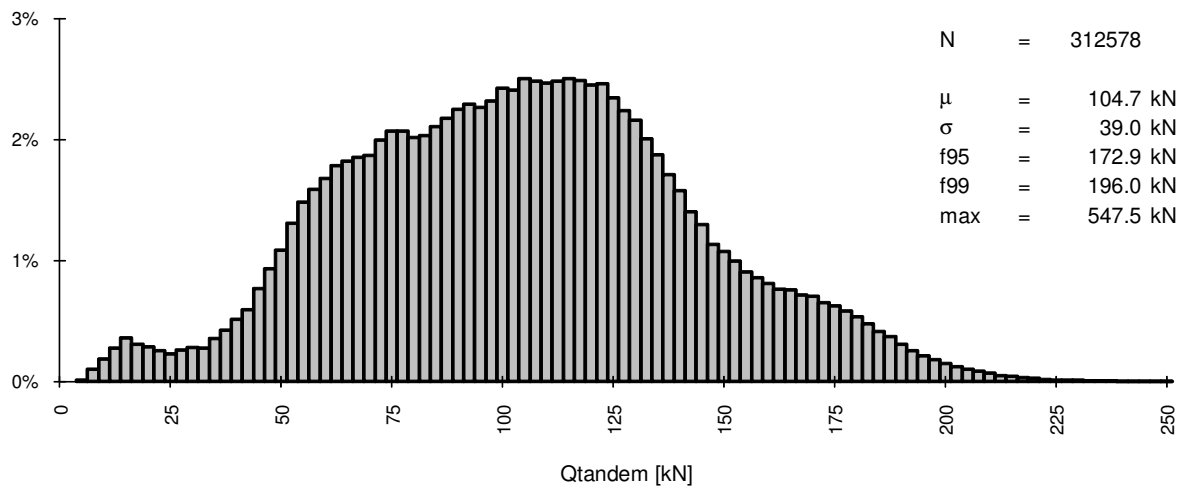
Gotthard 2006

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



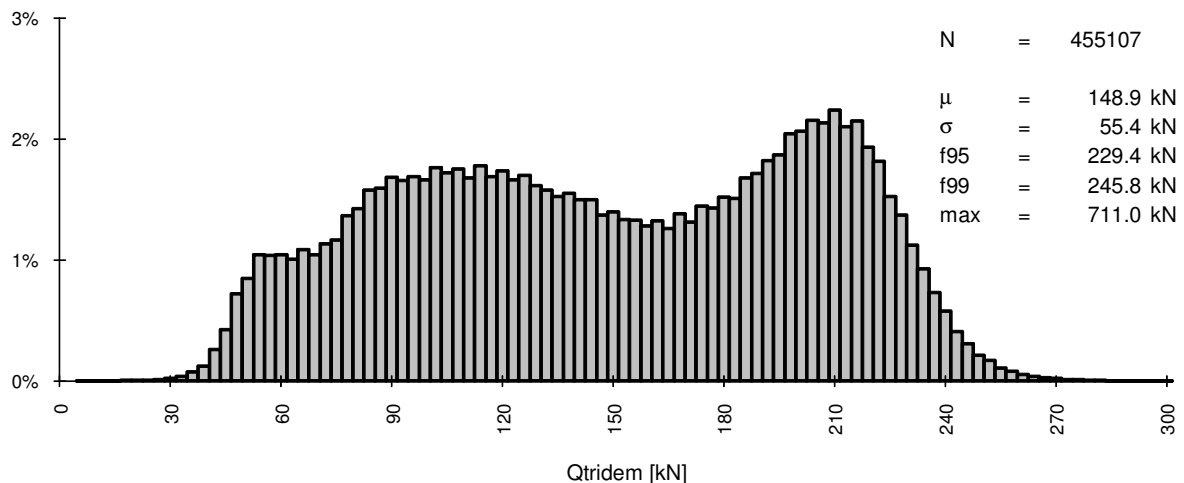
Gotthard 2006

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Gotthard 2006

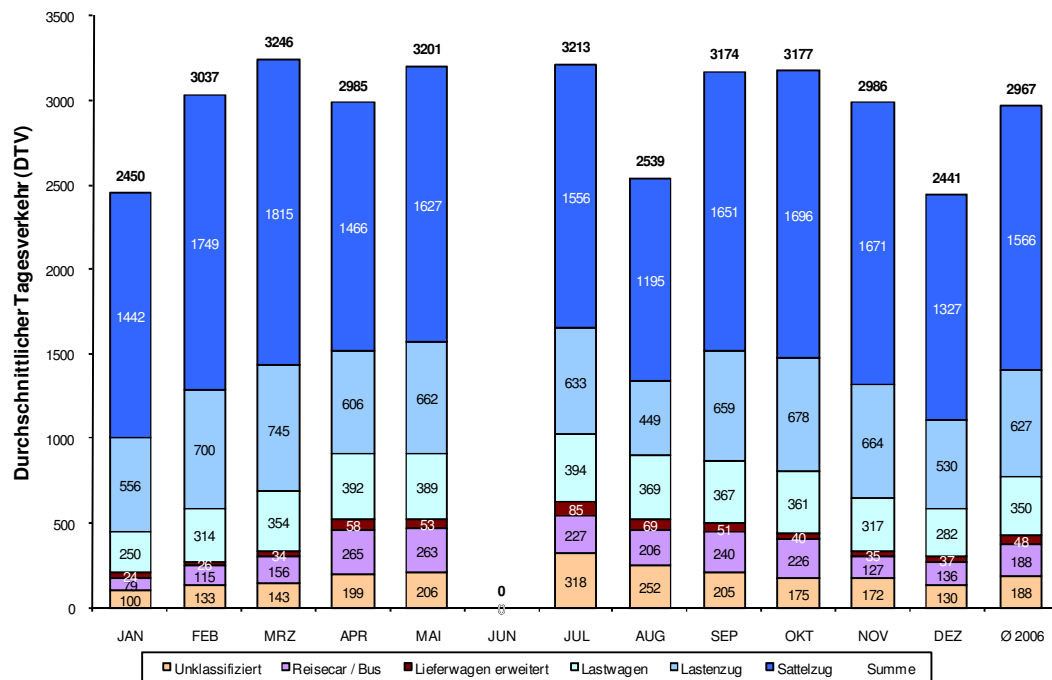
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



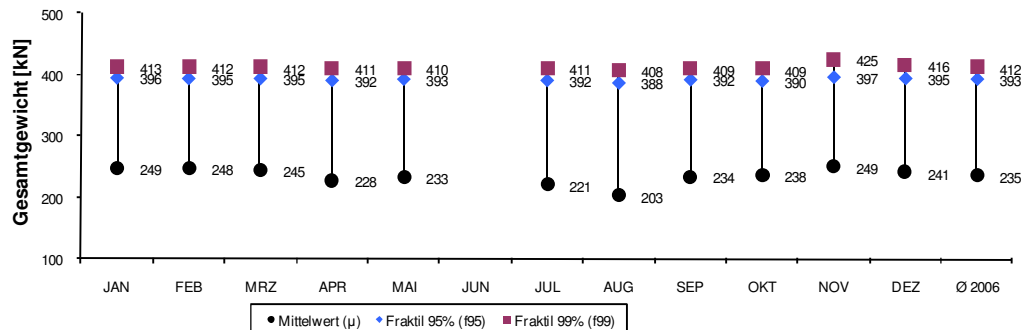
7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

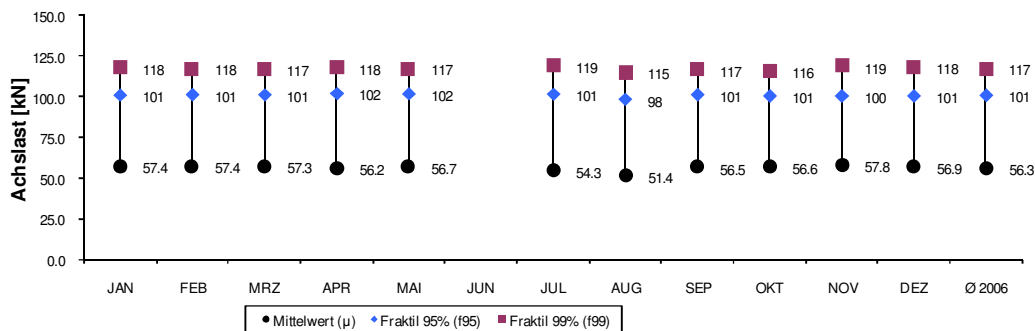
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

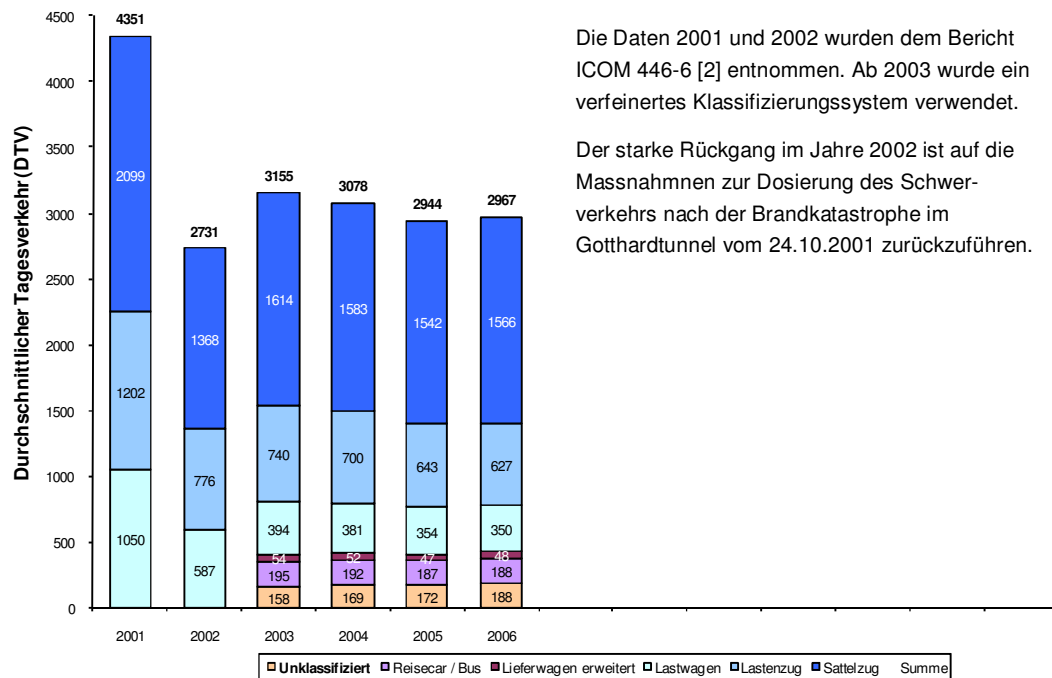


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

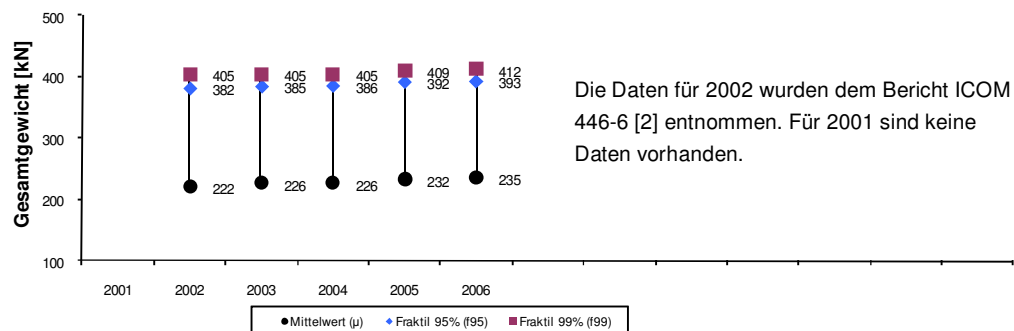


7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

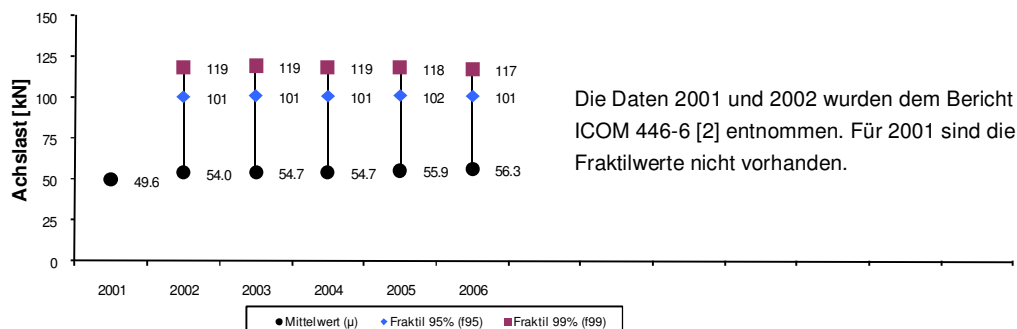
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 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	65.1	65.1	108.7	122.3
Tandemachse	104.7	52.4	86.5	98.0
Tridemachse	148.9	49.6	76.5	81.9
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 100$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 65.1 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 52.4 kN, respektive 49.6 kN auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	17.0 kN/m	27.2 kN/m	33.9 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.86 kN/m ²	7.77 kN/m ²	9.69 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

7.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	8'165	4	0.000	939	0	0.000	7	0
2	0.006	111'073	666	0.001	3'874	3	0.000	53	0
3	0.020	77'384	1'548	0.003	3'231	10	0.001	226	0
4	0.070	84'243	5'897	0.008	4'934	39	0.002	1'074	2
5	0.150	126'136	18'920	0.020	10'577	212	0.005	6'413	32
6	0.290	359'124	104'146	0.030	18'920	568	0.010	18'099	181
7	0.530	525'486	278'508	0.060	22'934	1'376	0.020	14'312	286
8	1.000	204'683	204'683	0.100	25'490	2'549	0.030	16'709	501
9	1.520	113'173	172'023	0.140	26'789	3'750	0.040	28'594	1'144
10	2.400	120'161	288'386	0.200	29'100	5'820	0.060	22'822	1'369
11	3.660	102'980	376'907	0.280	30'857	8'640	0.080	23'839	1'907
12	5.400	52'799	285'115	0.400	31'050	12'420	0.110	31'375	3'451
13	7.760	16'012	124'253	0.540	28'787	15'545	0.140	22'670	3'174
14	10.870	4'284	46'567	0.730	22'399	16'351	0.190	21'181	4'024
15	14.910	1'186	17'683	0.960	15'366	14'751	0.240	26'243	6'298
16	20.060	349	7'001	1.260	11'185	14'093	0.300	17'955	5'387
17	26.540	99	2'627	1.630	9'206	15'006	0.380	18'069	6'866
18	34.590	172	5'949	2.080	7'497	15'594	0.480	25'978	12'469
19	-	-	-	2.640	4'917	12'981	0.590	22'347	13'185
20	-	-	-	3.300	2'514	8'296	0.720	26'110	18'799
21	-	-	-	4.090	1'196	4'892	0.880	39'119	34'425
22	-	-	-	5.030	750	3'773	1.060	28'126	29'814
23	-	-	-	-	-	-	1.270	21'463	27'258
24	-	-	-	-	-	-	1.520	15'292	23'244
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'269	7'727
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'636	3'501
27	-	-	-	-	-	-	2.510	649	1'629
28	-	-	-	-	-	-	2.940	153	450
29	-	-	-	-	-	-	3.430	73	250
30	-	-	-	-	-	-	3.980	40	159
Summe		1'907'509	1'940'884		312'512	156'668		454'896	207'533

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'940'884 + 156'668 + 207'533 = 2'305'086 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'305'086 = 1'152'543 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'152'543 / 335 = 3'440 \text{ ESAL}$$

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

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 7.4.1a). Im März ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 3'246 Fahrzeugen pro Tag. In den Monaten Dezember und Januar sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher 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 52.8%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.7% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 7.2.2)

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

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

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

Im Jahr 2006 passierten pro Tag durchschnittlich 2'967 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 2'944 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 7.4.2a). Dies entspricht einer geringen Zunahme von 0.8%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt praktisch konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 7.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 232 kN auf 236 kN zu (+1.3%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 0.4%, respektive 0.7%.

Die mittlere Achslast aller Fahrzeuge verändert sich nur gering (s. Diagramm 7.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 55.9 kN auf 56.3 kN (+0.7%). Die Fraktilwerte f95 und f99 nehmen jedoch beide um 0.6% ab.

Die Belastung des Strassenbelags bleibt gegenüber dem Vorjahr praktisch konstant (s. Abs. 7.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast nimmt von 3'447 ESAL auf 3'440 ESAL ab (-0.2%).

8 Trübbach (A13)

8.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2006 sind im Abschnitt 1.3 aufgeführt.

8.2 Übersicht Messresultate

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

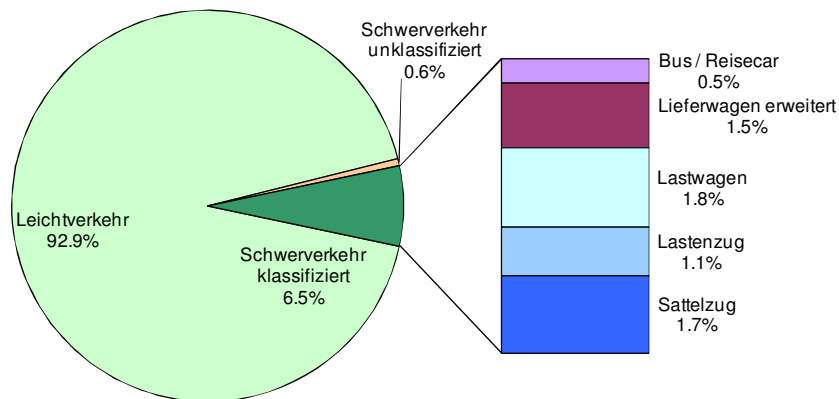
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Zählstelle Trübbach (A13) im Verlaufe des Jahres 2006 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 dargestellt.

Trübbach (A13) 2006	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 362)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	11'638'300	32'150	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'806'423	29'852	92.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	831'877	2'298	7.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	66'478	184	0.6	8.0
01 Bus / Reisecar	62'246	172	0.5	7.5
02 Motorrad	306	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	29'570	82	0.3	3.6
04 Personenwagen mit Anh.	11'887	33	0.1	1.4
05 Lieferwagen	74'637	206	0.6	9.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	34'230	95	0.3	4.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	19'666	54	0.2	2.4
08 Lastwagen	206'901	572	1.8	24.9
09 Lastenzug	125'020	345	1.1	15.0
10 Sattelzug	200'936	555	1.7	24.2
Total	831'877	2'298	7.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	245'404	678	2.1	29.5
Fahrzeuge 8.0 - 18t	310'415	858	2.7	37.3
Fahrzeuge 18 - 28t	157'632	435	1.4	18.9
Fahrzeuge 28 - 40t	109'496	302	0.9	13.2
Fahrzeuge >40t	8'930	25	0.1	1.1
Total	831'877	2'298	7.1	100.0

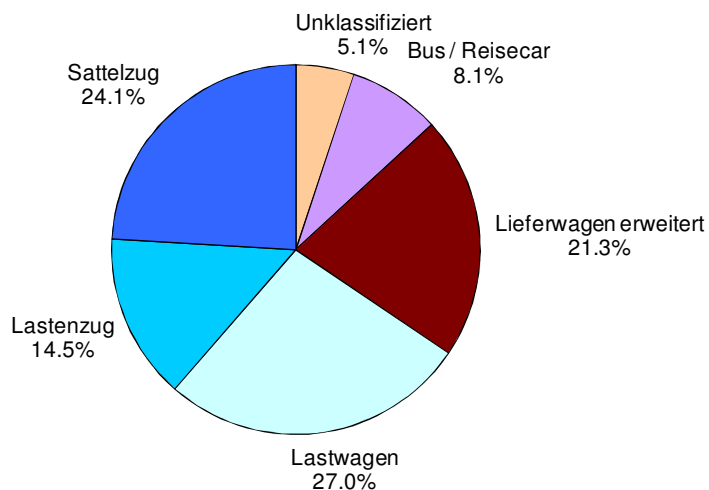
Tabelle 8: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Trübbach

8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

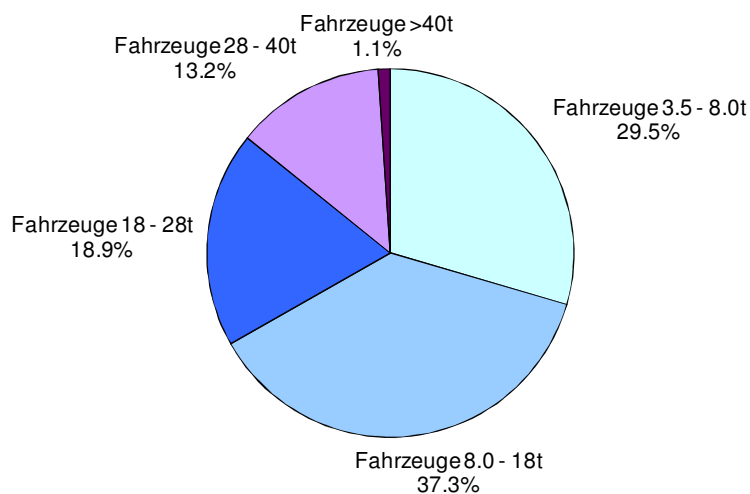
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



8.3 Messdiagramme

8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Zählstelle Trübbach (A13) 2006 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

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

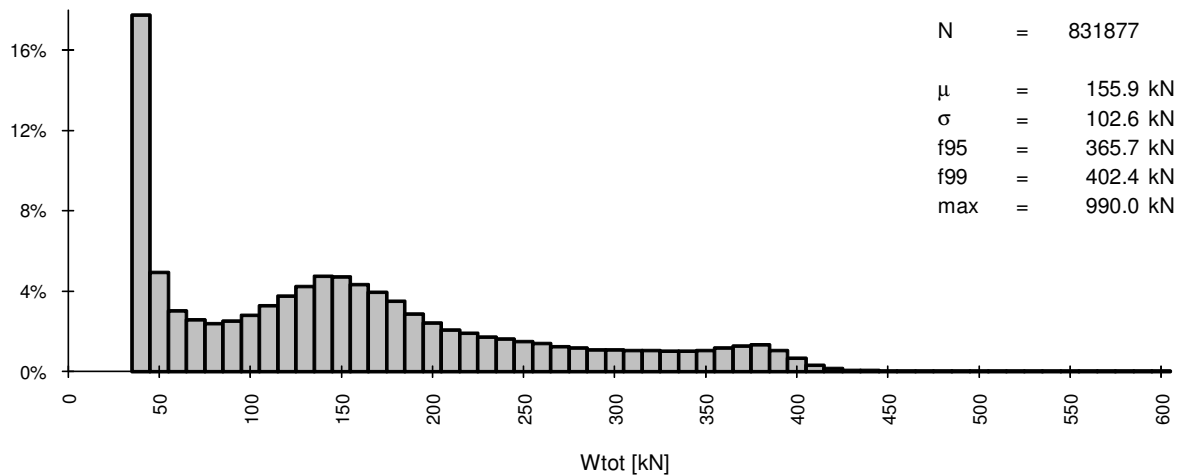
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

N:	Anzahl der gemessenen Fahrzeuge
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

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

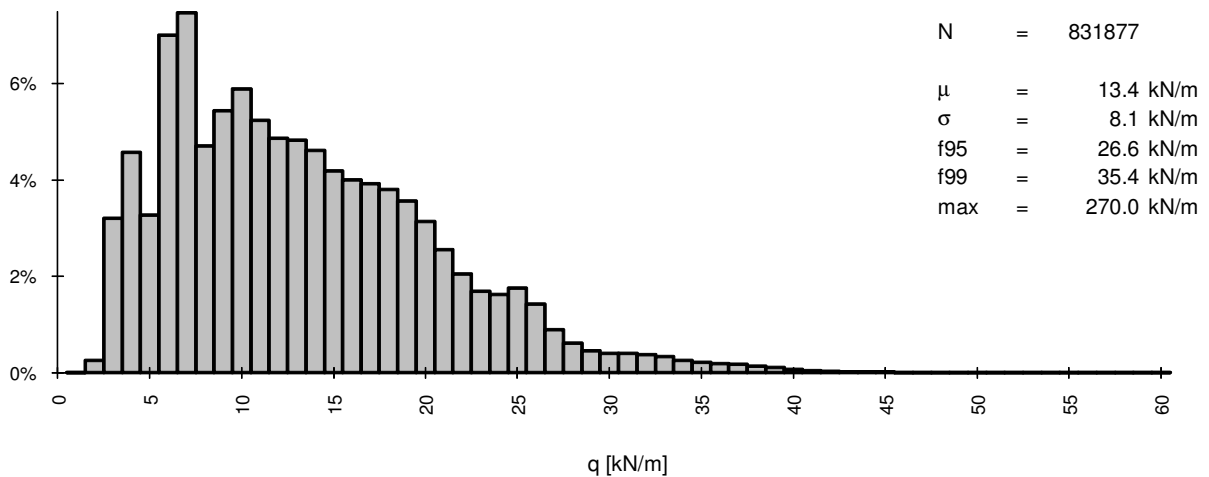
2006 Trübbach

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



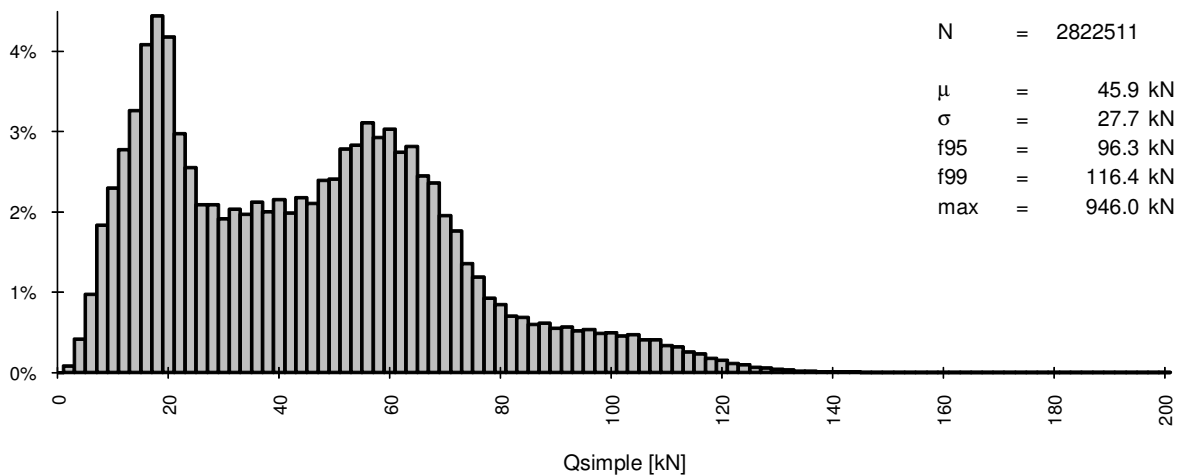
2006 Trübbach

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

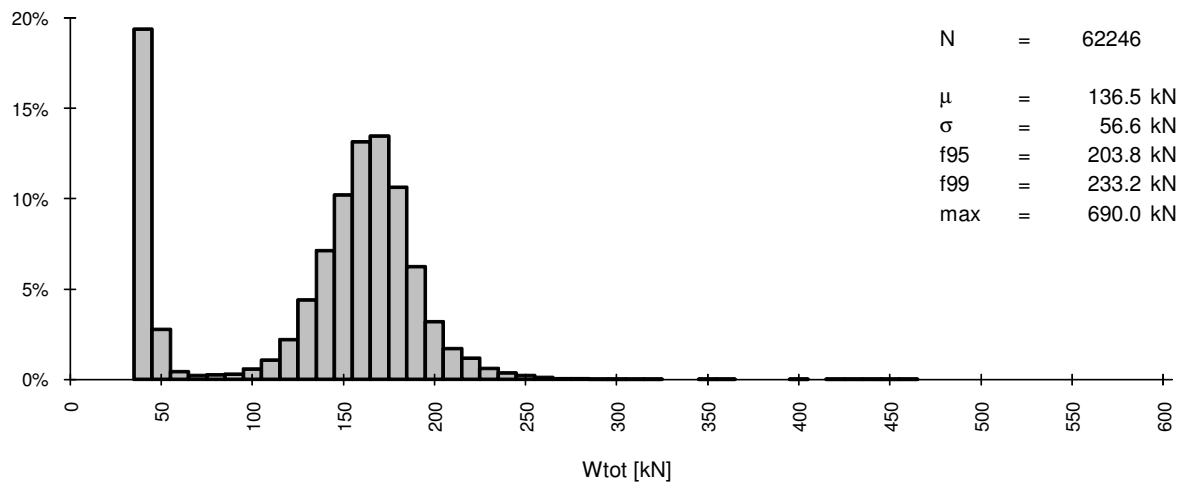
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



8.3.3 Reisecars und Busse (CB)

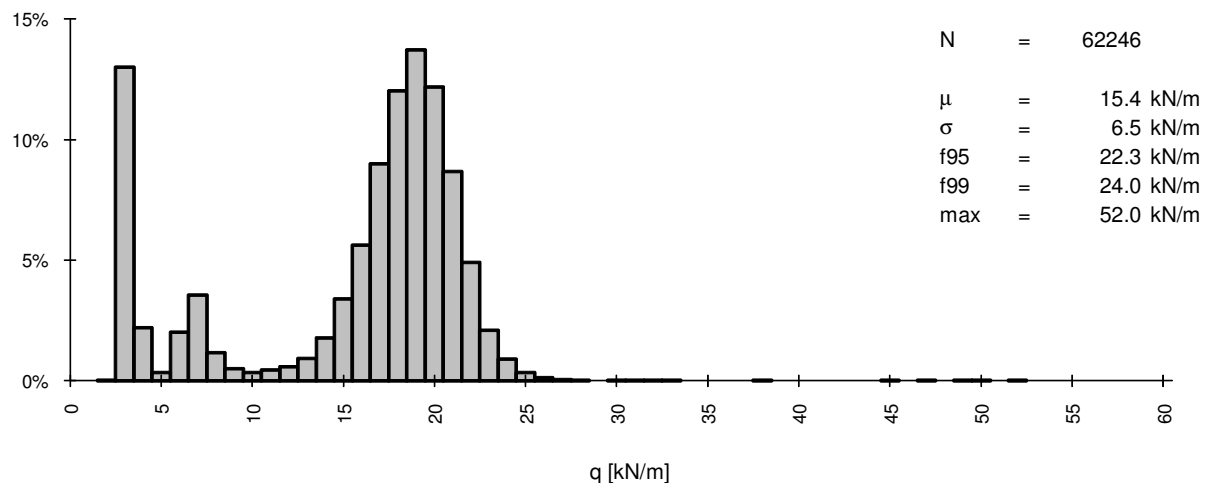
2006 Trübbach

Car / Bus / Gesamtgewicht



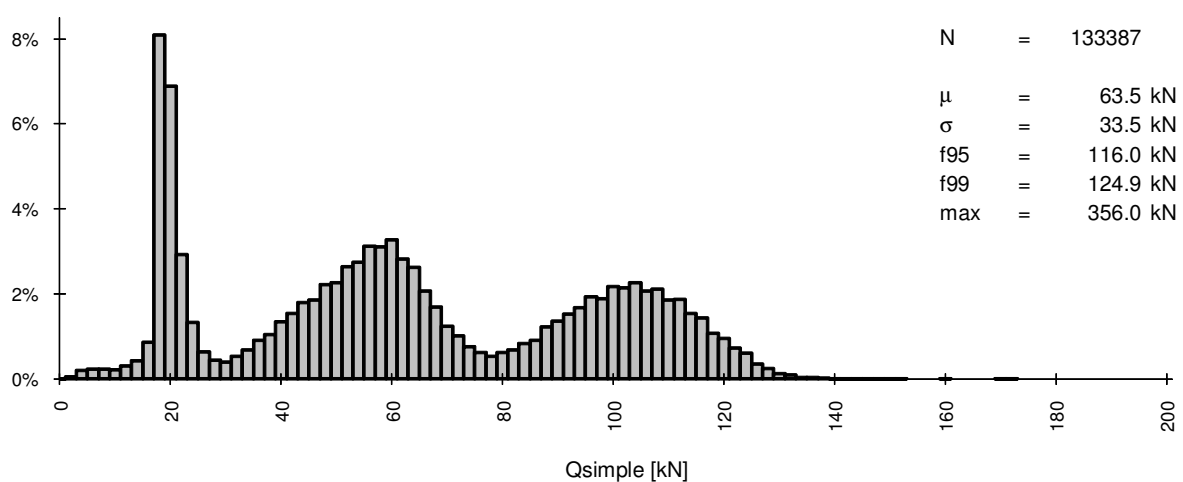
2006 Trübbach

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

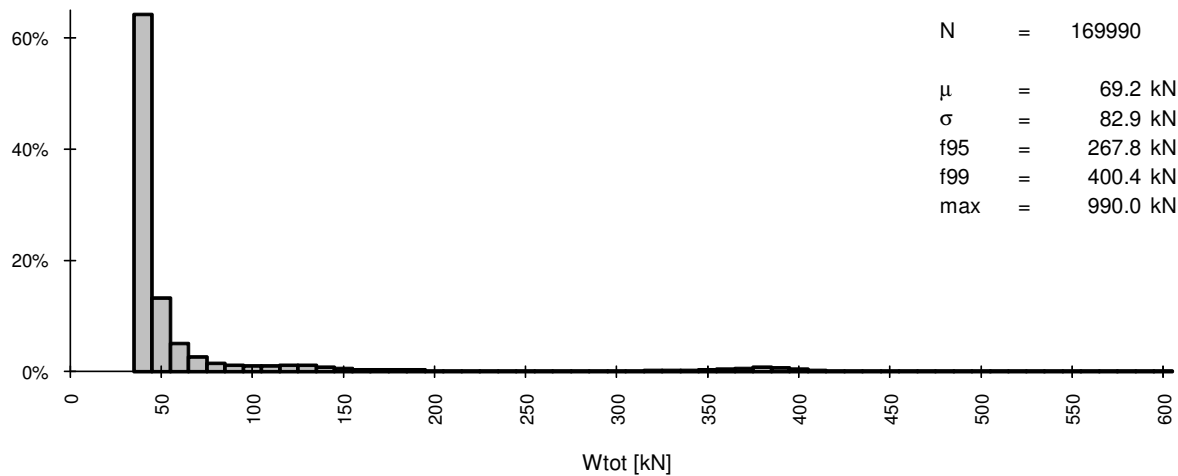
Car / Bus / alle Einzelachsen



8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

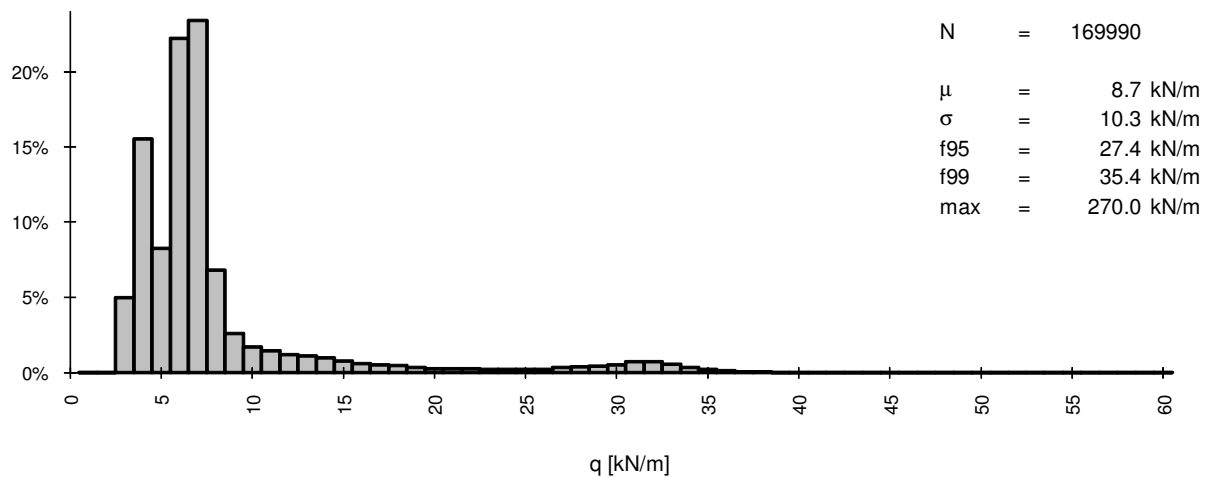
2006 Trübbach

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



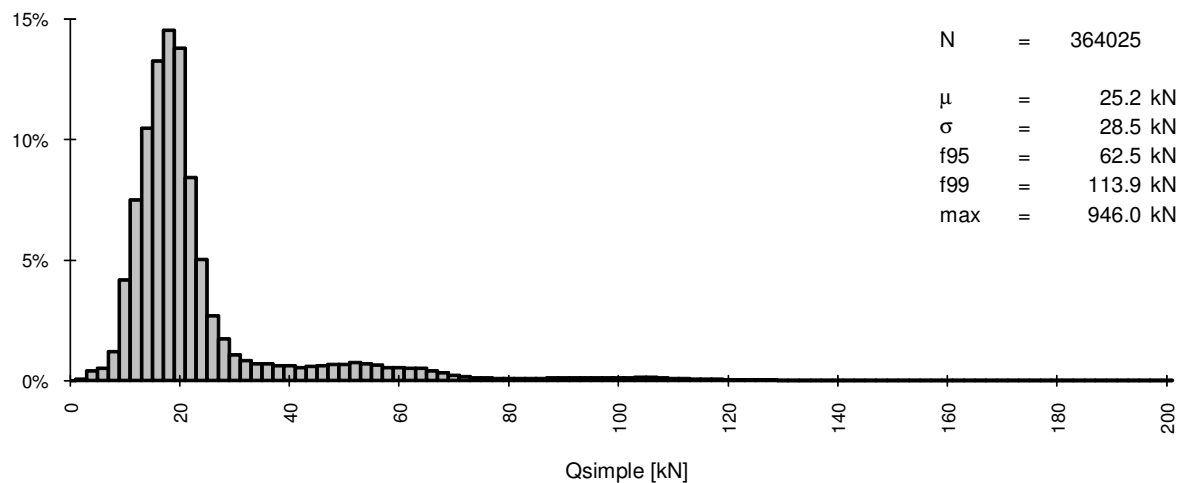
2006 Trübbach

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

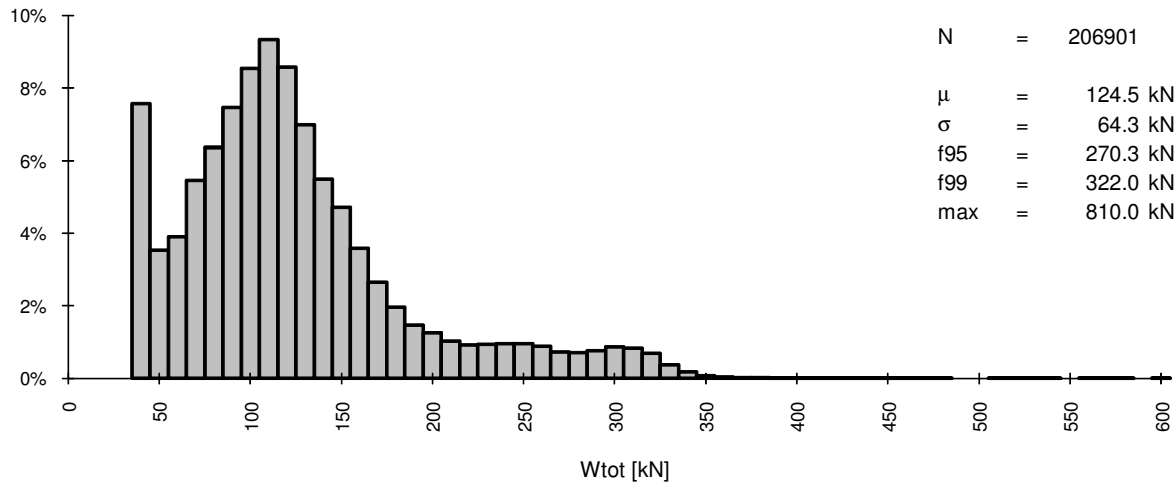
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.3.5 Lastwagen (LW)

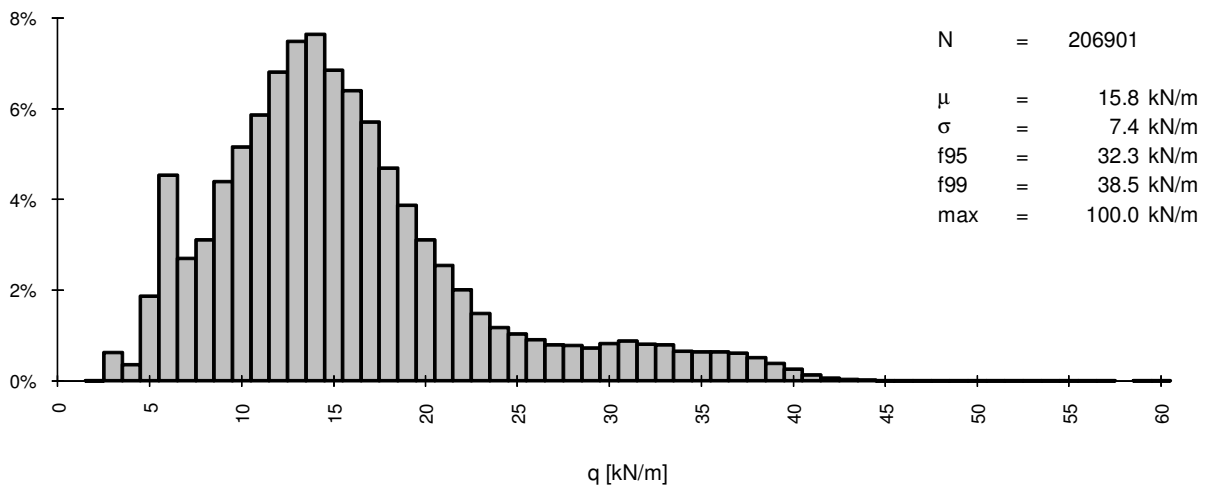
2006 Trübbach

Lastwagen / Gesamtgewicht



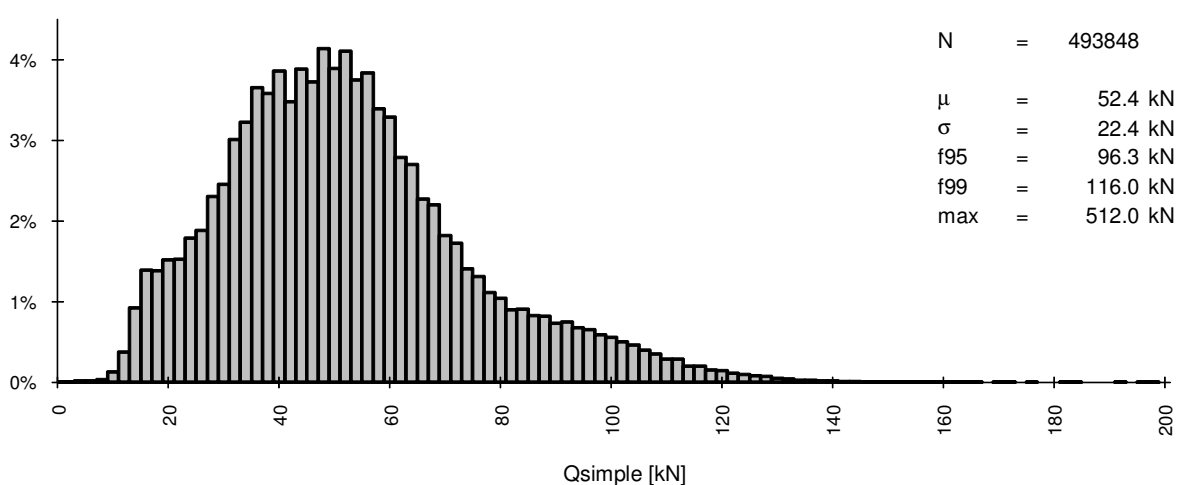
2006 Trübbach

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

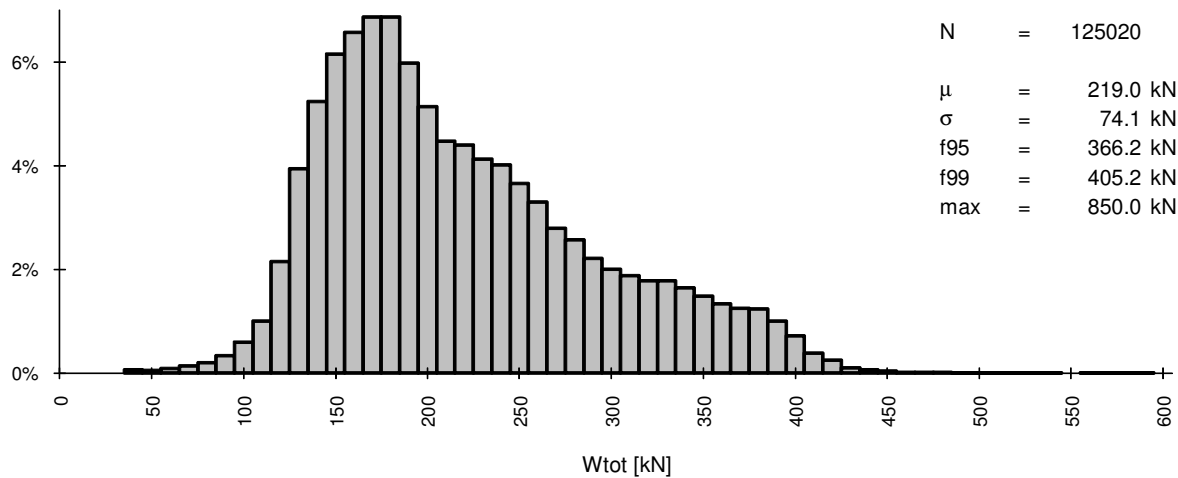
Lastwagen / alle Einzelachsen



8.3.6 Lastenzüge (LZ)

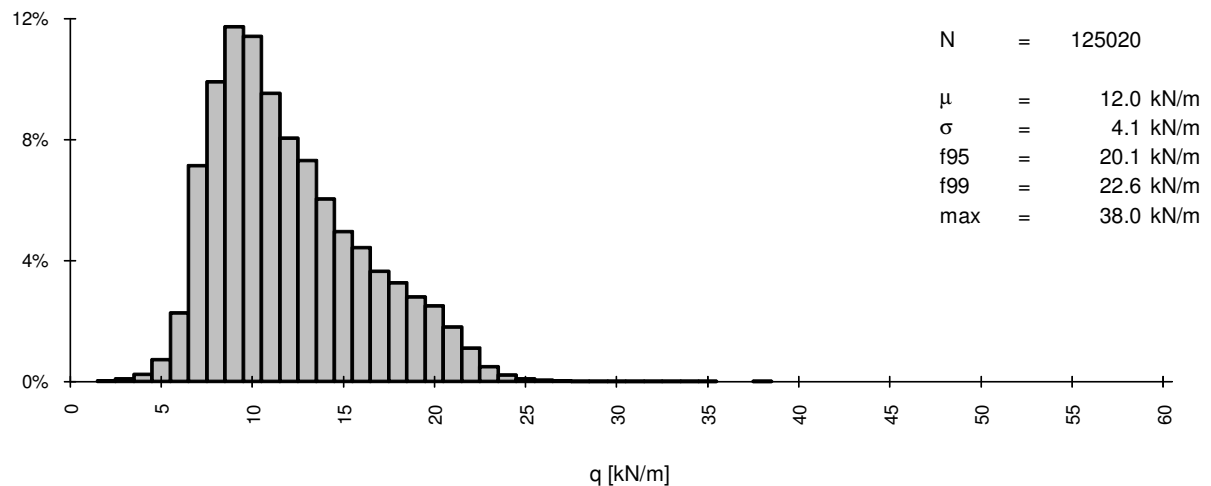
2006 Trübbach

Lastenzug / Gesamtgewicht



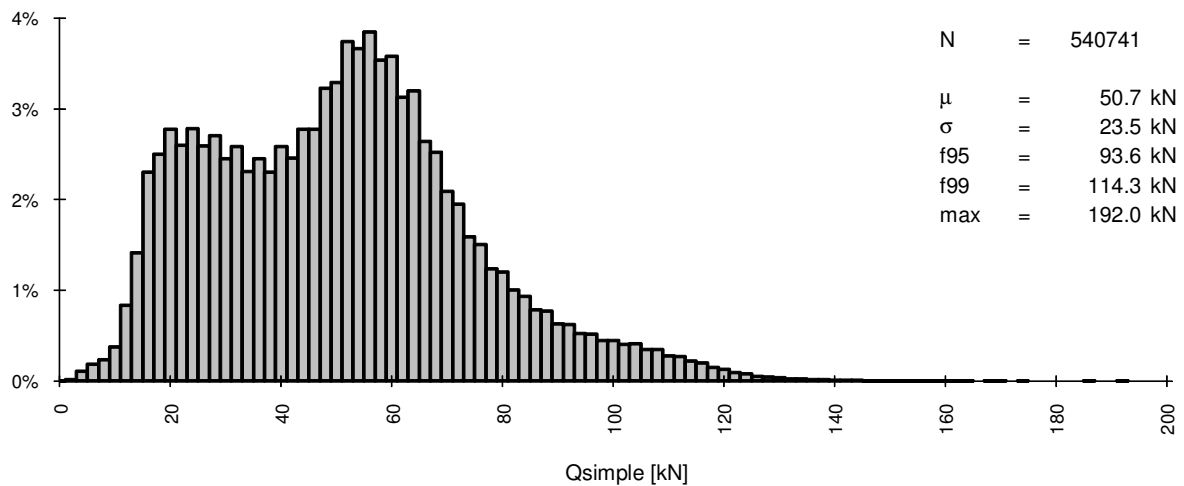
2006 Trübbach

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

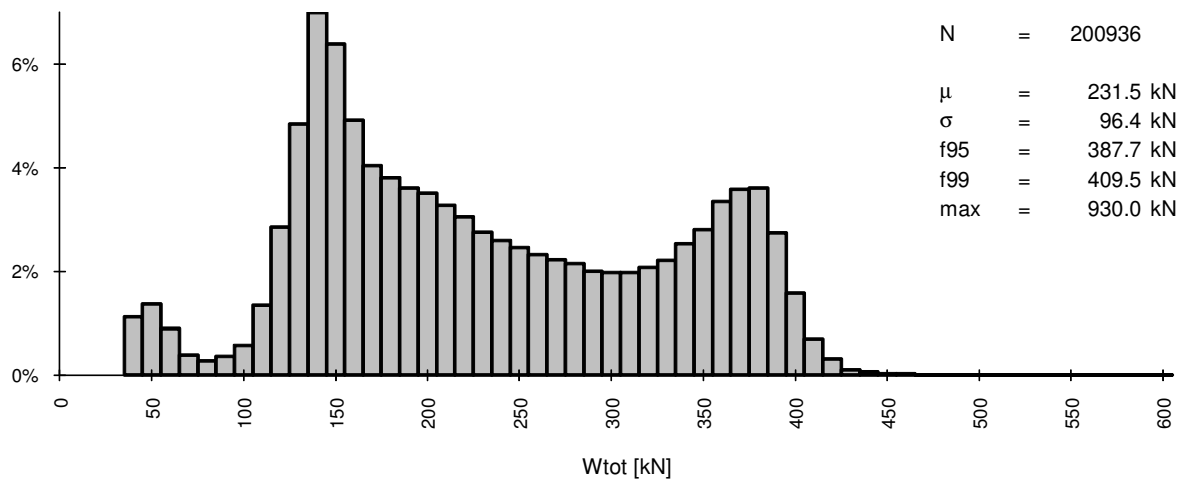
Lastenzug / alle Einzelachsen



8.3.7 Sattelzüge (SZ)

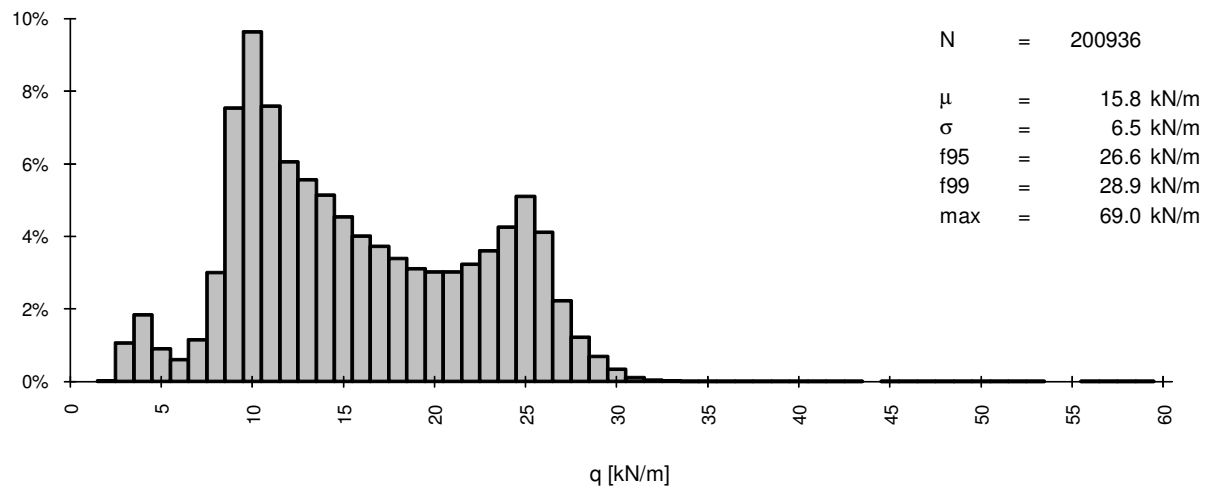
2006 Trübbach

Sattelzug / Gesamtgewicht



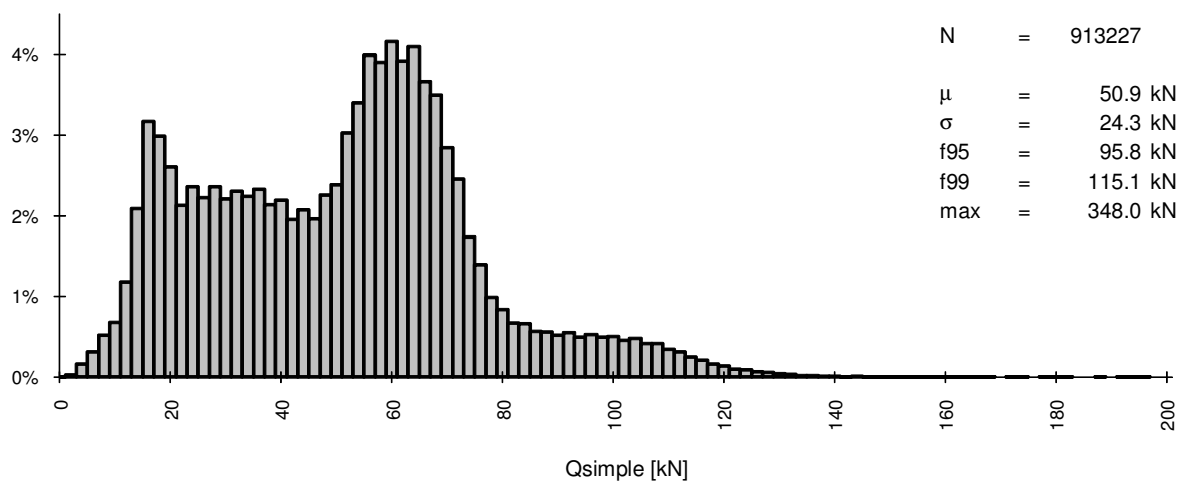
2006 Trübbach

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2006 Trübbach

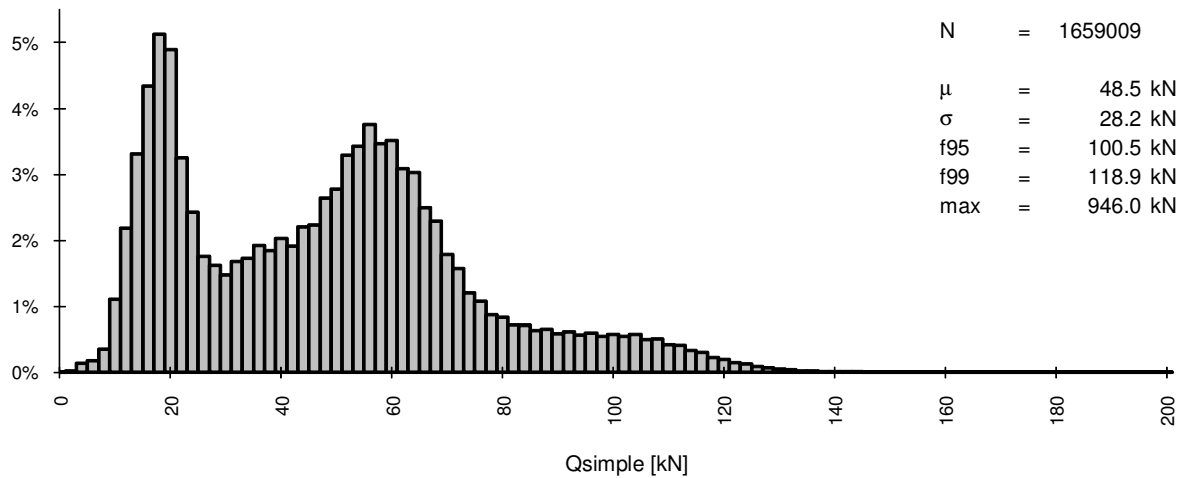
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

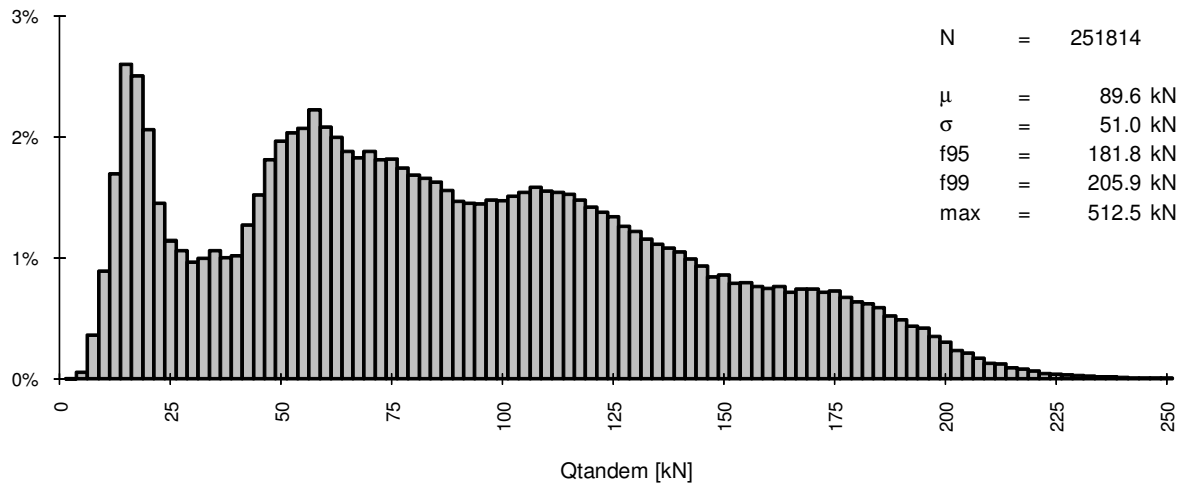
2006 Trübbach

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



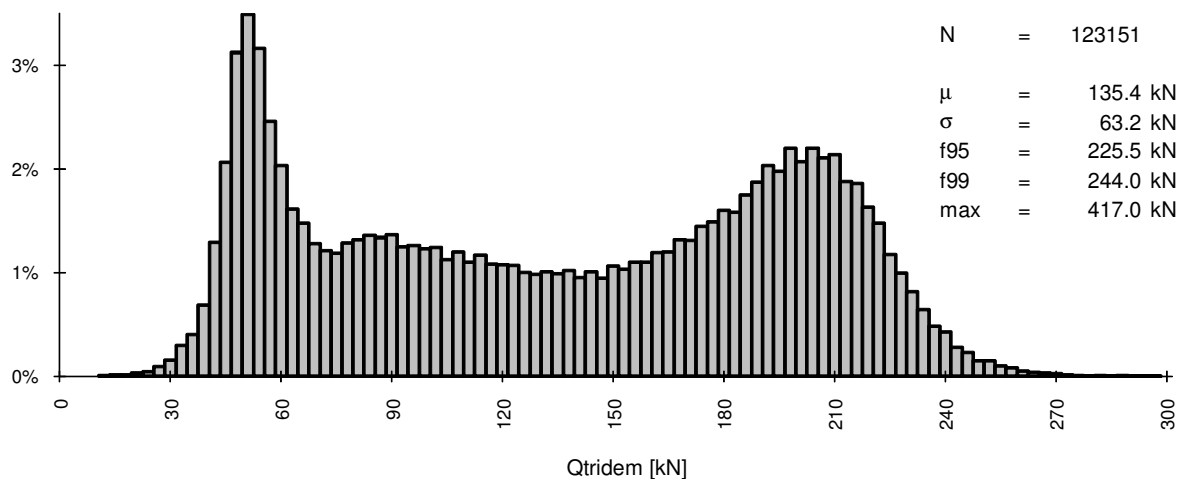
2006 Trübbach

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2006 Trübbach

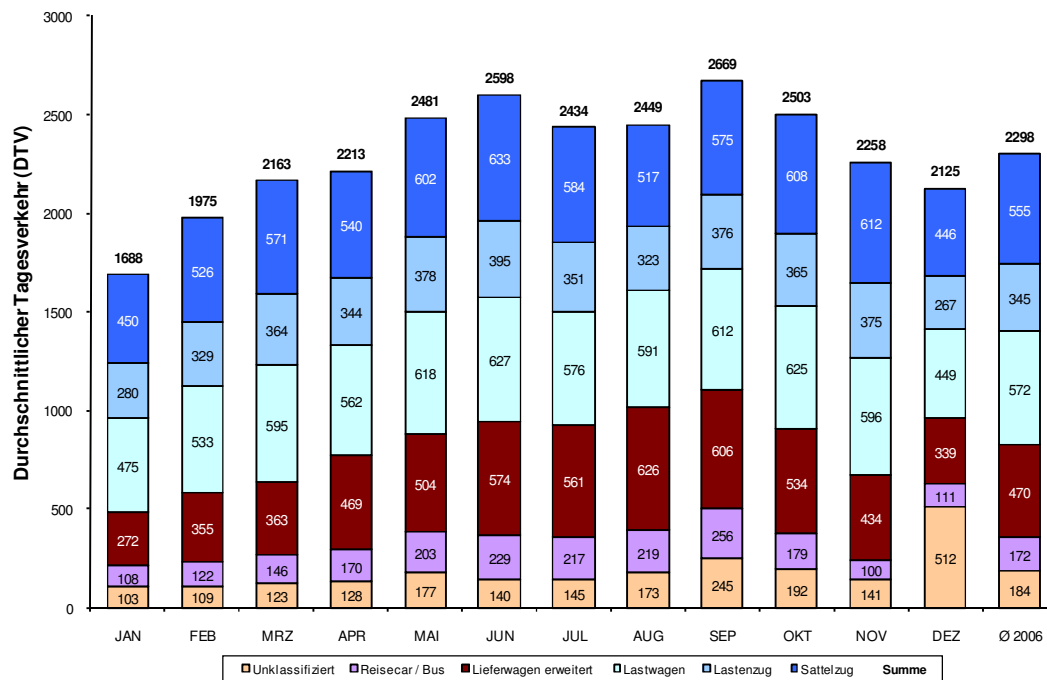
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



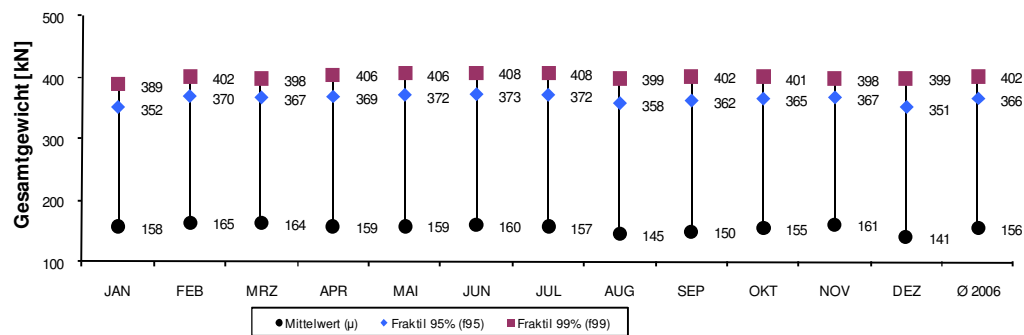
8.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

8.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

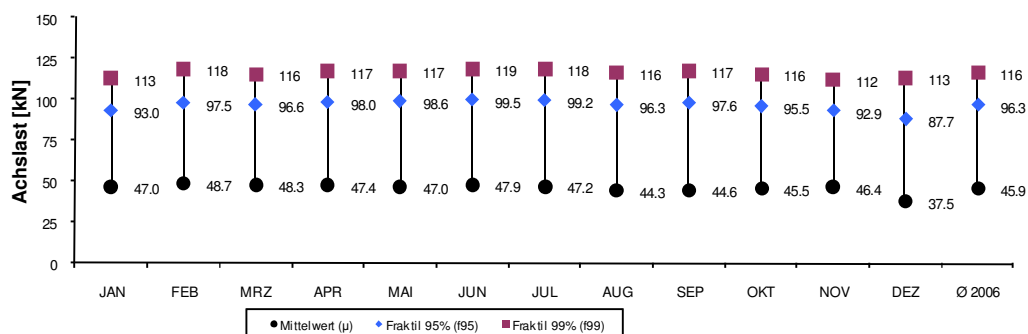
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

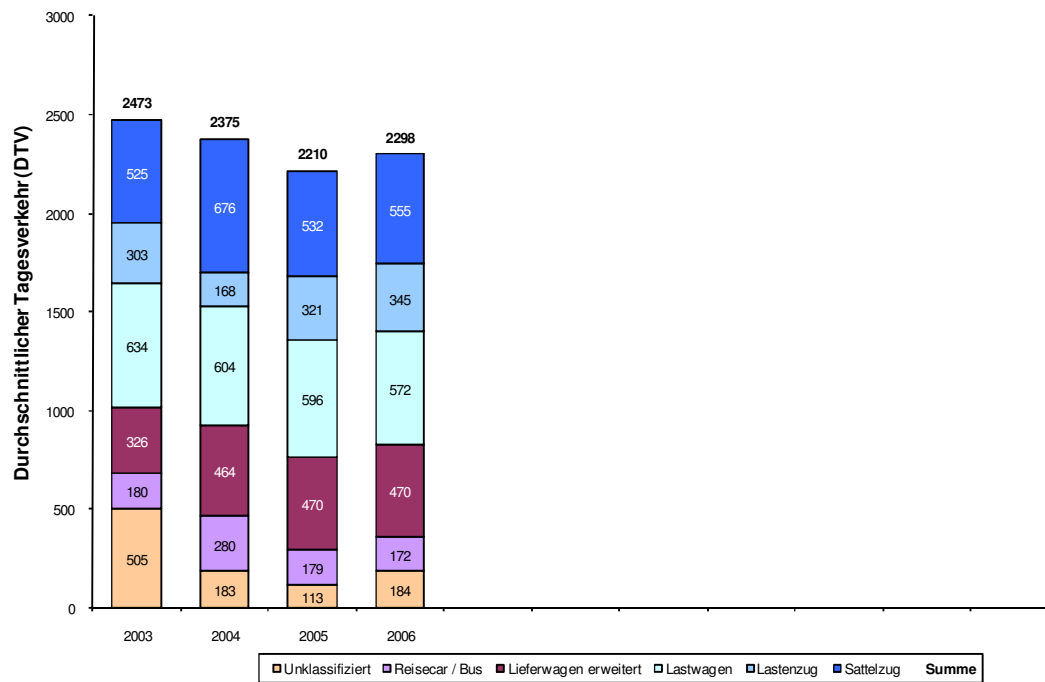


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

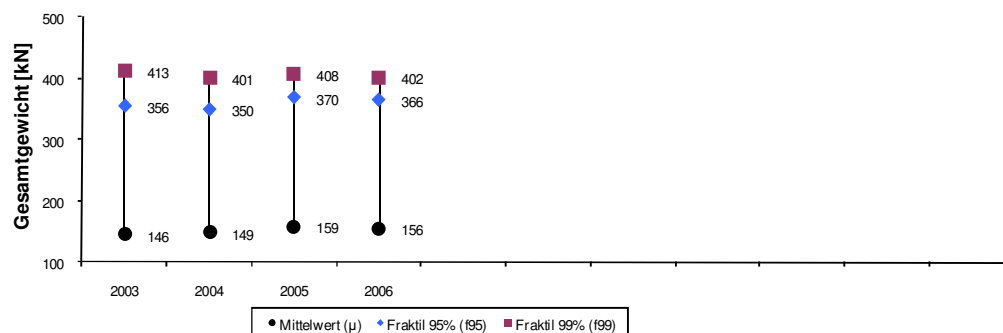


8.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

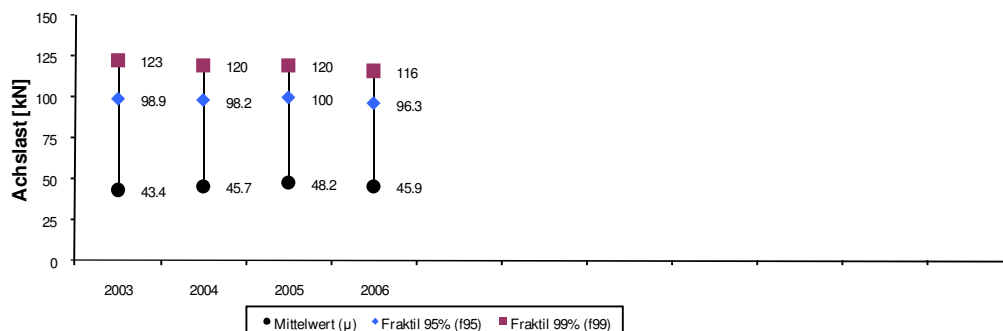
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



8.5 Auswertung der Messdaten

8.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

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

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.5	48.5	100.5	118.9
Tandemachse	89.6	44.8	90.9	103.0
Tridemachse	135.4	45.1	75.2	81.3
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 48.5 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.8 kN, respektive 45.1 kN, auf.

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

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.4 kN/m	26.6 kN/m	35.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.83 kN/m ²	7.60 kN/m ²	10.1 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

8.5.2 Einwirkung auf den Strassenbelag

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

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	29'703	15	0.000	3'300	0	0.000	0	0
2	0.006	329'387	1'976	0.001	22'315	16	0.000	51	0
3	0.020	174'915	3'498	0.003	11'635	35	0.001	401	0
4	0.070	153'143	10'720	0.008	10'272	82	0.002	1'706	3
5	0.150	195'356	29'303	0.020	16'539	331	0.005	7'982	40
6	0.290	289'921	84'077	0.030	21'187	636	0.010	13'726	137
7	0.530	210'649	111'644	0.060	19'104	1'146	0.020	5'377	108
8	1.000	92'257	92'257	0.100	17'777	1'778	0.030	4'545	136
9	1.520	55'091	83'738	0.140	15'902	2'226	0.040	6'626	265
10	2.400	48'294	115'906	0.200	14'732	2'946	0.060	4'611	277
11	3.660	42'678	156'201	0.280	15'602	4'369	0.080	4'394	352
12	5.400	24'641	133'061	0.400	15'020	6'008	0.110	5'463	601
13	7.760	8'178	63'461	0.540	13'074	7'060	0.140	3'767	527
14	10.870	1'964	21'349	0.730	11'080	8'088	0.190	3'725	708
15	14.910	545	8'126	0.960	9'138	8'772	0.240	4'897	1'175
16	20.060	219	4'393	1.260	7'811	9'842	0.300	3'989	1'197
17	26.540	159	4'220	1.630	7'464	12'166	0.380	4'577	1'739
18	34.590	376	13'006	2.080	6'925	14'404	0.480	7'205	3'458
19	-	-	-	2.640	5'583	14'739	0.590	6'409	3'781
20	-	-	-	3.300	3'800	12'540	0.720	7'654	5'511
21	-	-	-	4.090	1'899	7'767	0.880	10'499	9'239
22	-	-	-	5.030	1'526	7'676	1.060	6'619	7'016
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'492	5'705
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'923	4'443
25	-	-	-	-	-	-	1.810	817	1'479
26	-	-	-	-	-	-	2.140	413	884
27	-	-	-	-	-	-	2.510	191	479
28	-	-	-	-	-	-	2.940	28	82
29	-	-	-	-	-	-	3.430	19	65
30	-	-	-	-	-	-	3.980	11	44
Summe		1'657'476	936'952		251'685	122'627		123'117	49'452

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 936'952 + 122'627 + 49'452 = 1'109'032 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'109'032 = 499'064 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 499'064 / 362 = 1'379 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2006 der Zählstelle Trübbach (A13) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 8.4.1a). Im September ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 2'669 Fahrzeugen pro Tag. Der überdurchschnittlich hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen im Dezember ist möglicherweise auf Gerätestörungen zurückzuführen.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 24.9%. Auffallend ist der relativ hohe Anteil von 24.2% der Kategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.1% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 8.2.2).

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

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2006 passierten pro Tag durchschnittlich 2'298 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 2'210 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 8.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 4.0%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 8.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 159 auf 156 kN ab (-1.8%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sinken um 1.0%, respektive 1.4%.

Ein ähnlicher Rückgang ist auch bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 8.4.2c). Hier nimmt der Mittelwert von 48.2 kN auf 45.9 kN ab (-4.9%). Die Fraktilwerte f95 und f99 sinken um 3.4%, respektive 2.9%.

Die Reduktion der mittleren Achslast wirkt sich günstig auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 8.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 1'449 ESAL auf 1'379 ESAL (-4.9%).

9 Vergleich aller Zählerstandorte

9.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2006 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV am Zählerstandort.

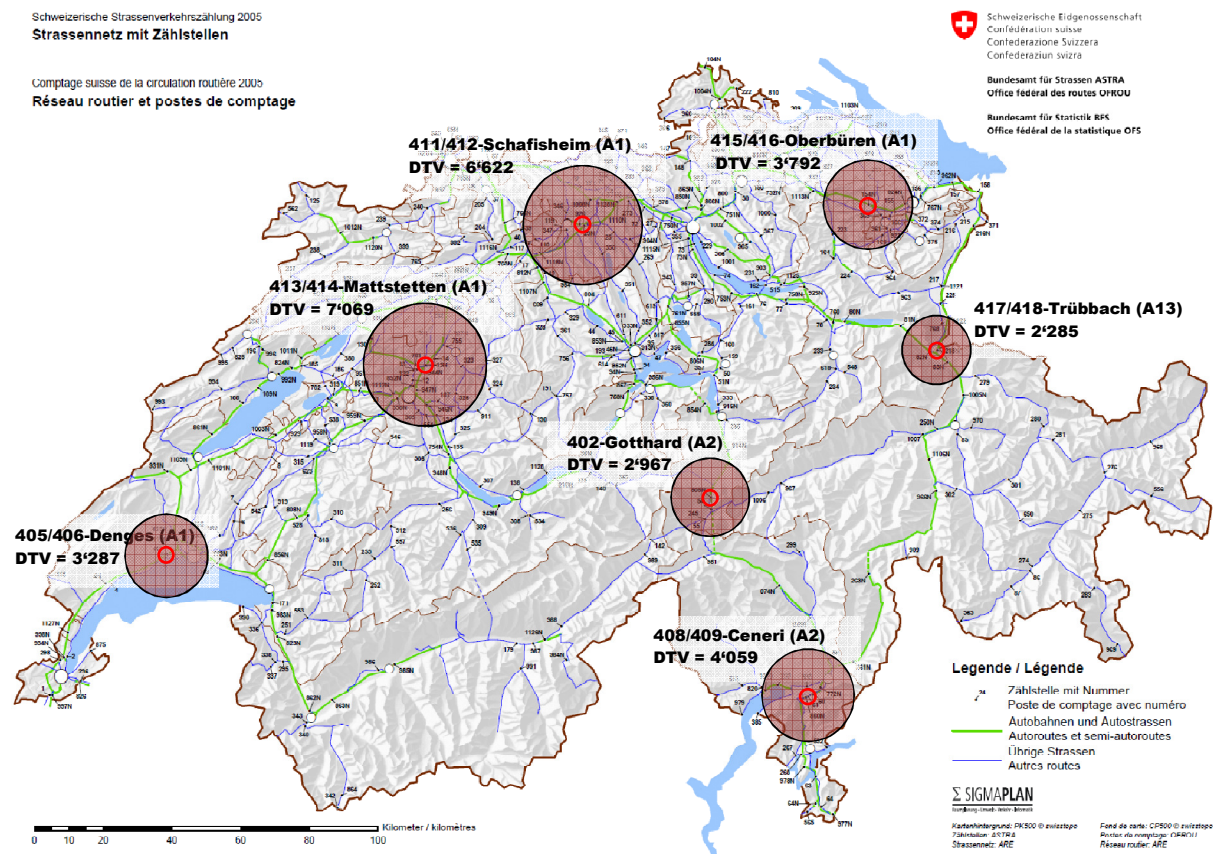


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

DTV	Denges	Mattstetten	Oberbüren	Schafisheim	Ceneri	Gotthard	Trübbach
Gesamtverkehr	82'346	72'828	48'119	60'758	36'716	14'961	32'150
Schwerverkehr	3'287	7'069	3'792	6'622	4'059	2'967	2'285
% Schwerverkehr	4.0	9.7	7.9	10.9	11.1	19.8	7.1

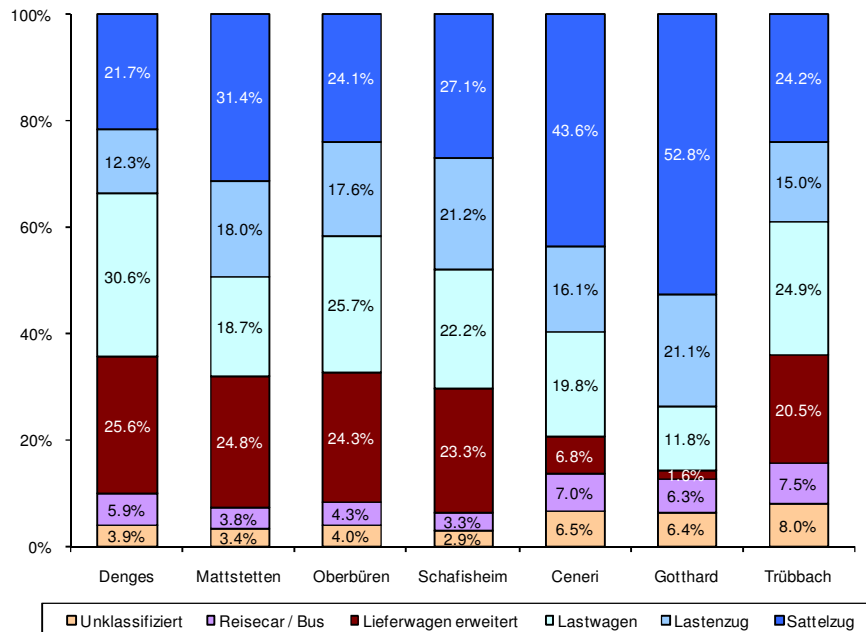
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 7'069 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen in Trübbach (A13) mit 2'285 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (19.8%) und Ceneri (11.1%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges, ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten (4.0%).

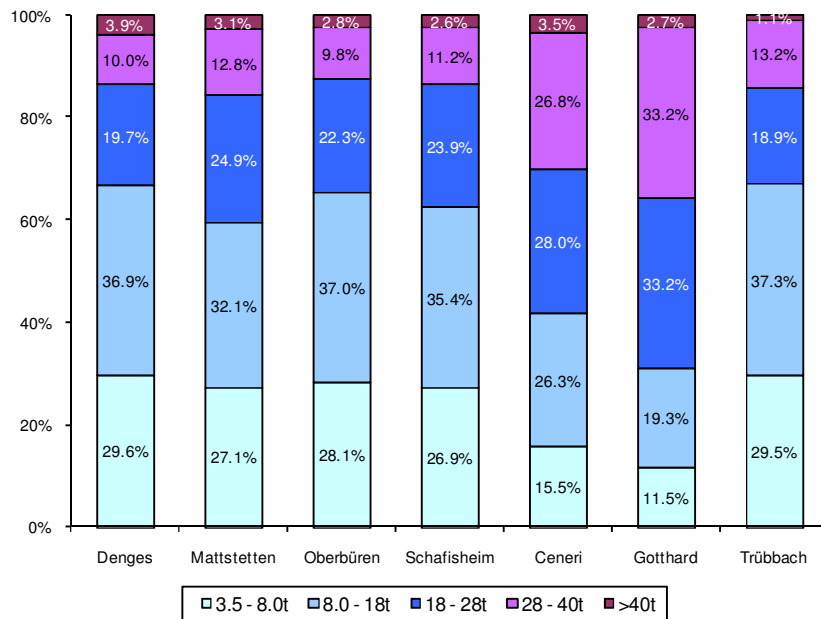
Die Diagramme der folgenden Abschnitte zeigen Vergleichswerte der sieben Zählerstandorte bezüglich Zusammensetzung des Schwerverkehrs (Abs. 9.2), Gesamtgewicht und mittlere Achslast (Abs. 9.3), Vergleich mit Normlasten (Abs. 9.4) und Einwirkung auf den Strassenbelag (Abs. 9.5).

9.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs

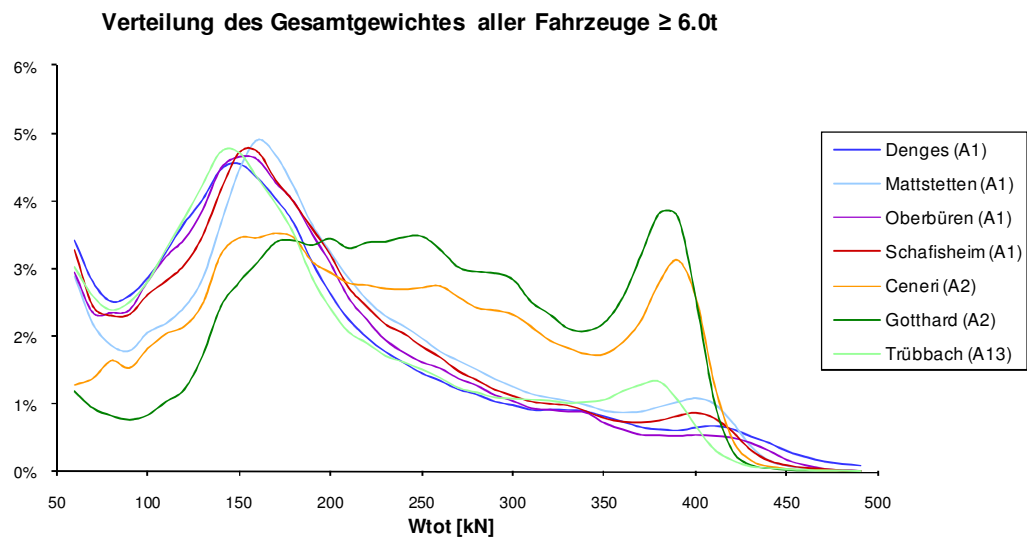
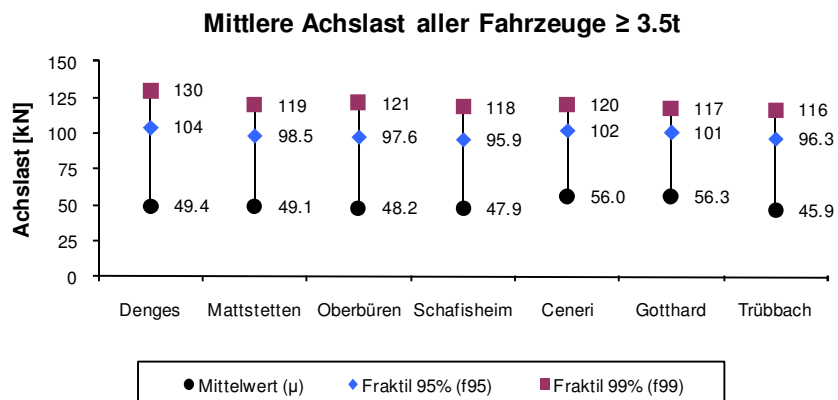
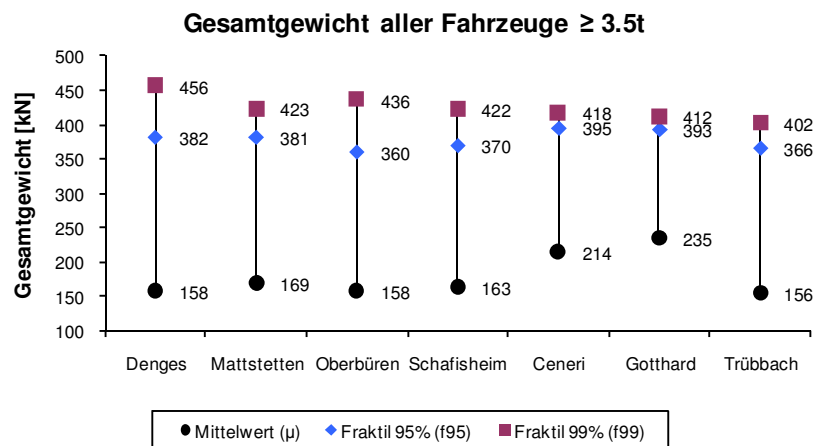
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



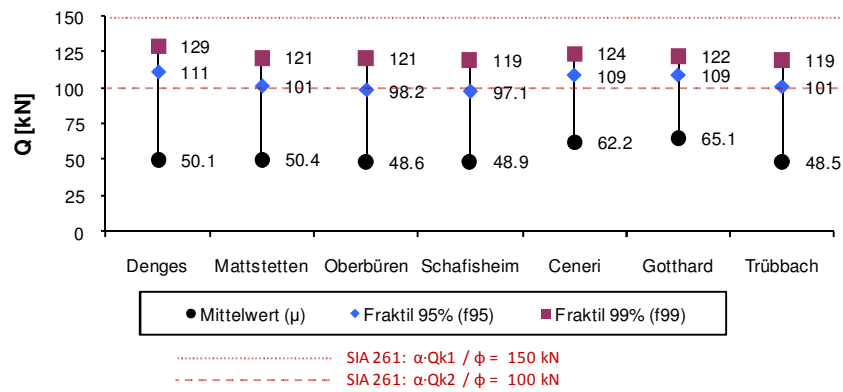
9.3 Gesamtgewicht und mittlere Achslast



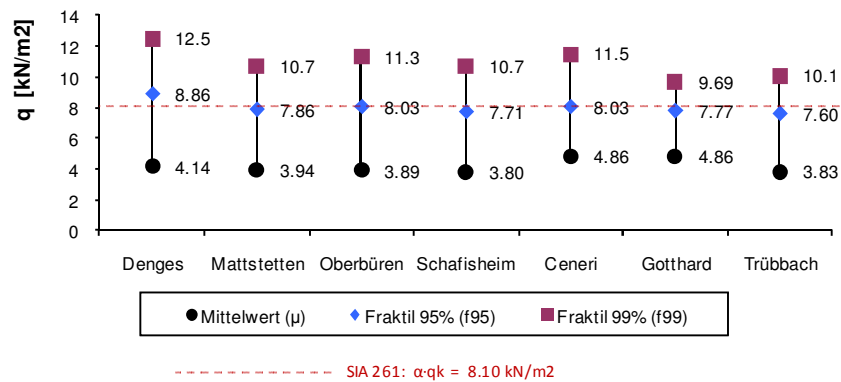
Um die Lastverteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen, wurden die Werte unter 60 kN (6.0t) ausgeblendet.

9.4 Vergleich mit Normlasten

a) konzentrierte Lasten

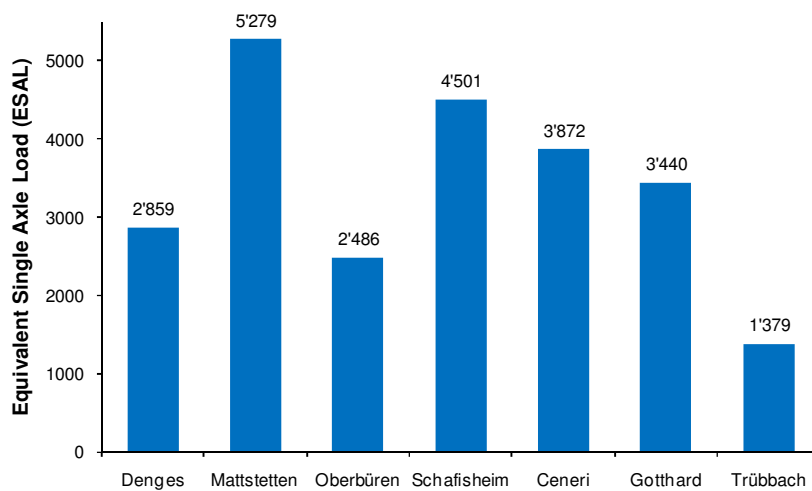


b) gleichmässig verteilte Lasten



9.5 Einwirkung auf den Strassenbelag

Tägliche äquivalente Verkehrslast (TF)



10 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2006 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre. Die Anlage Plazzas ist wegen Qualitätsproblemen nicht mehr in Betrieb. Stattdessen wird neu die Zählstelle Schafisheim ausgewertet.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2006 variiert zwischen 2'285 (Trübbach, A13) und 7'069 (Mattstetten, A1) Fahrzeugen pro Tag. Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthard (19.8%) und Ceneri (11.1%), gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Denges, Mattstetten, Oberbüren und Schafisheim) und auf der A13 (Trübbach) ist die Zusammensetzung des Schwerverkehrs relativ ausgeglichen, währendem auf der A2 (Ceneri, Gotthard) der Anteil der Fahrzeugkategorien Lasten- und Sattelzug deutlich überwiegt. Dies zeigt sich ebenfalls durch einen beträchtlichen Anteil an Fahrzeugen über 28t Gesamtgewicht und einem hohen Mittelwert der gemessenen Achslasten.
- Die gemessenen Verkehrslasten werden anhand der Fraktilwerte (f_{95} / f_{99}) mit den deterministischen Modellen der Norm SIA 261 verglichen. Die charakteristischen Werte der Norm (konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten) werden nur von einem kleinen Bruchteil (weniger als 5%) der gemessenen Verkehrslasten überschritten. Die Reserven gegenüber den Bemessungswerten (Lastbeiwert $\gamma_q = 1.5$) sind nach wie vor ausreichend.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge werden anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt. Die Belastung bei den Zählerstandorten Denges, Oberbüren und Trübbach entspricht der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer), diejenige der Standorte Mattstetten, Schafisheim, Ceneri und Gotthard der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Erhebungen über mehrere Jahre ausgewertet. Im Vergleich zum Vorjahr ist insgesamt eine Zunahme des Schwerverkehrs von 1-2% feststellbar. Die grösste Zunahme wird an den Standorten Mattstetten (+6.0%) und Trübbach (+3.4%), die grösste Abnahme am Standort Ceneri (-2.0%), registriert. Insgesamt nimmt das mittlere Gesamtgewicht im Vergleich zum Vorjahr um knapp 1% zu, währendem die mittlere Achslast aller gemessenen Fahrzeuge praktisch konstant bleibt.

Bächtold & Moor AG

Bern, 30. Juni 2010

Literaturverzeichnis

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

A1 Datenbestand WIM-Anlagen

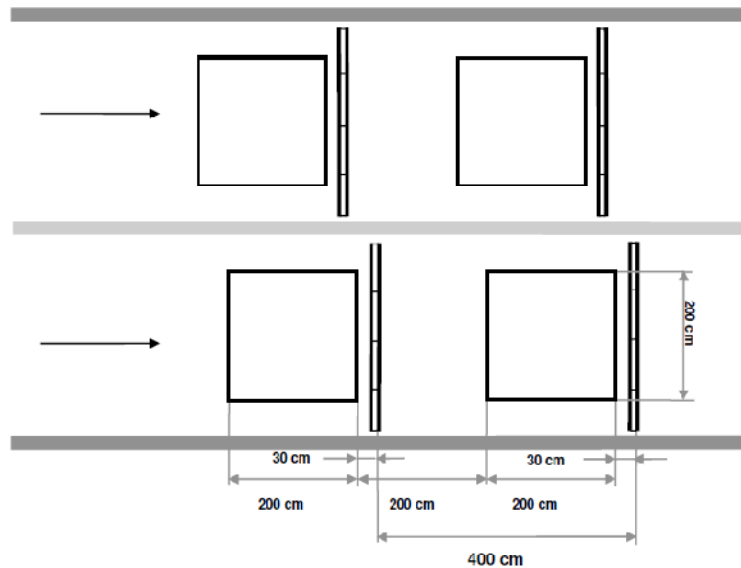
[illegible]

 Daten vollständig
 Daten nicht vollständig
 keine Daten
 Daten vorhanden

A2 Sensor-Layouts WIM-Anlagen

Standard-Layout

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


TAXOMEX AG

Zürich / Lausanne

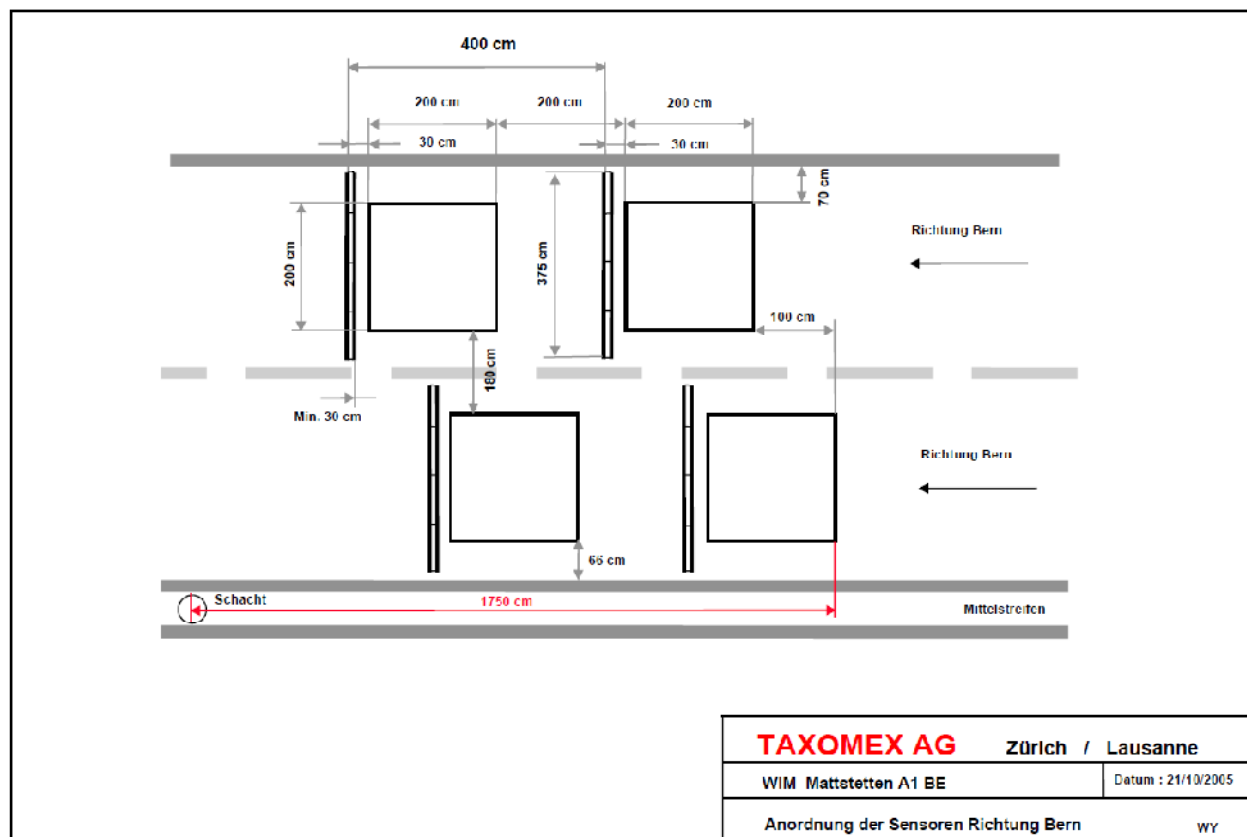
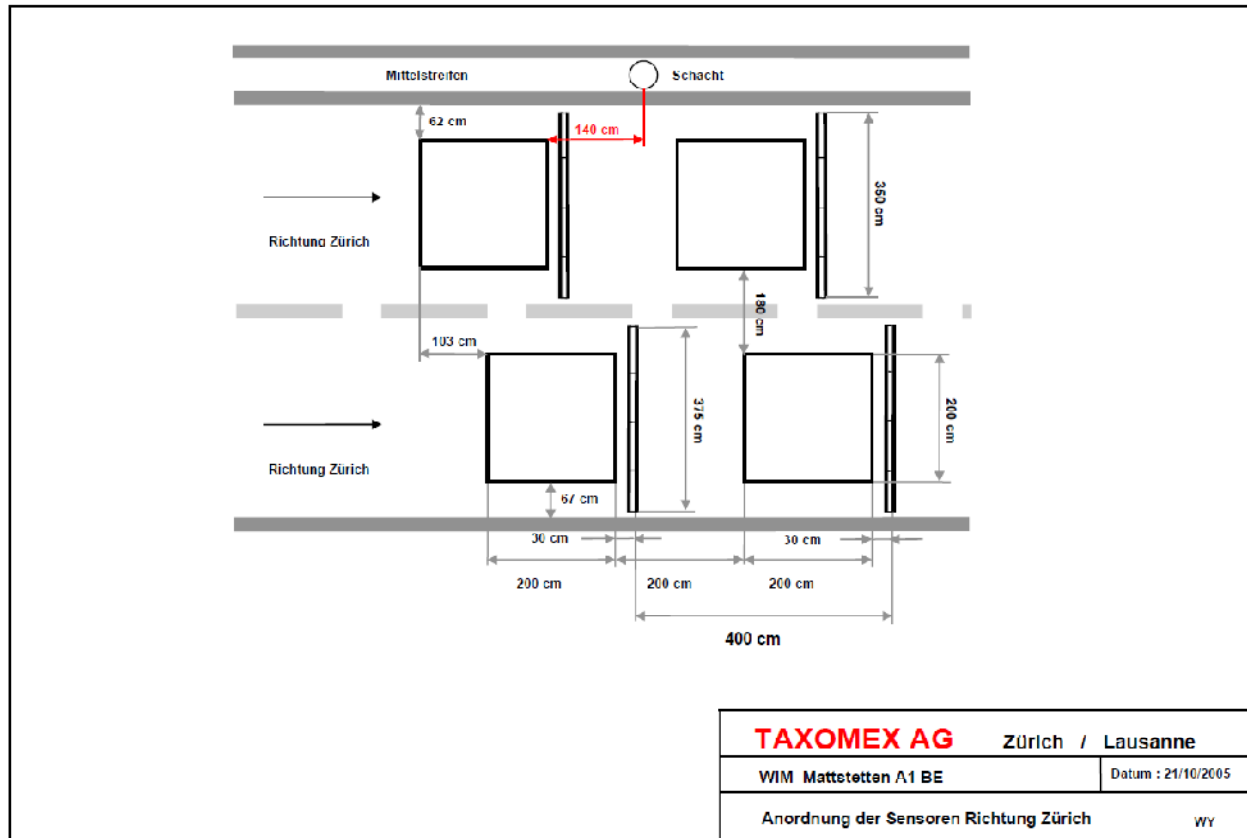
WIM Oberbüren A1 SG

Datum : 25/01/2000

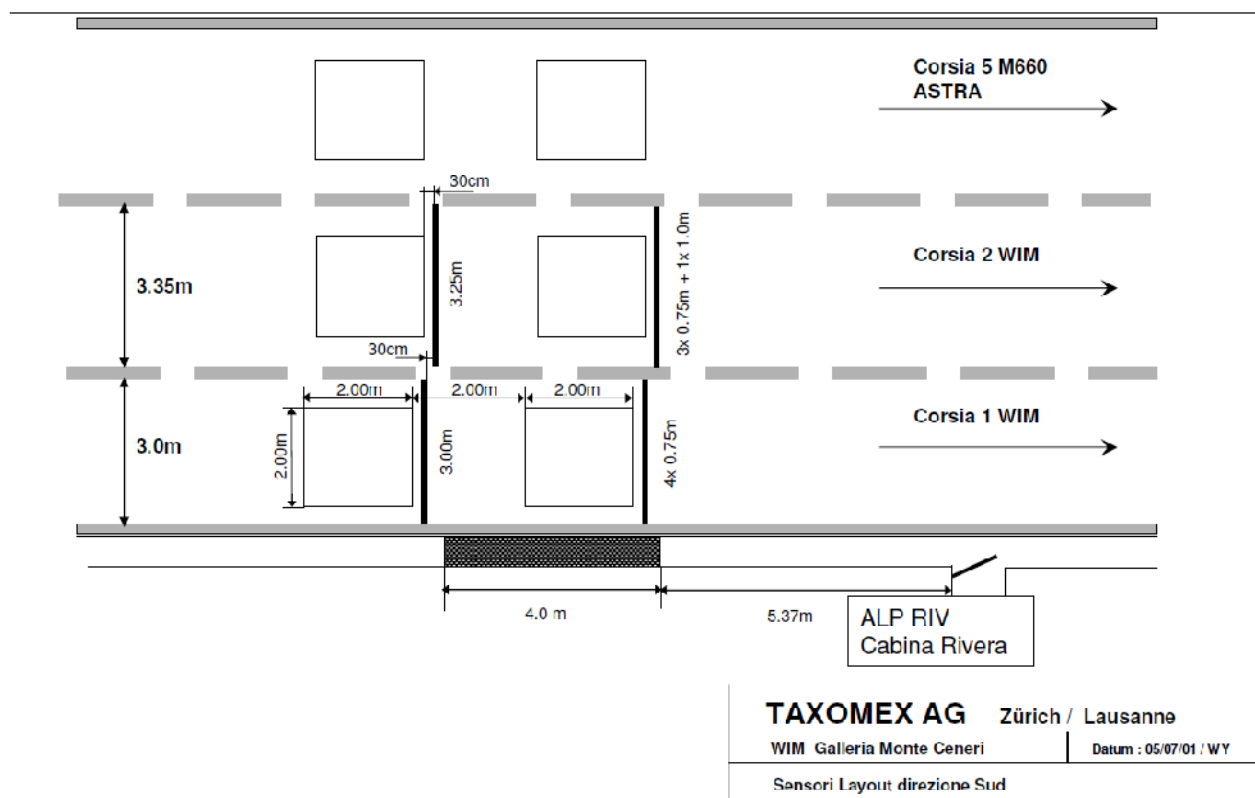
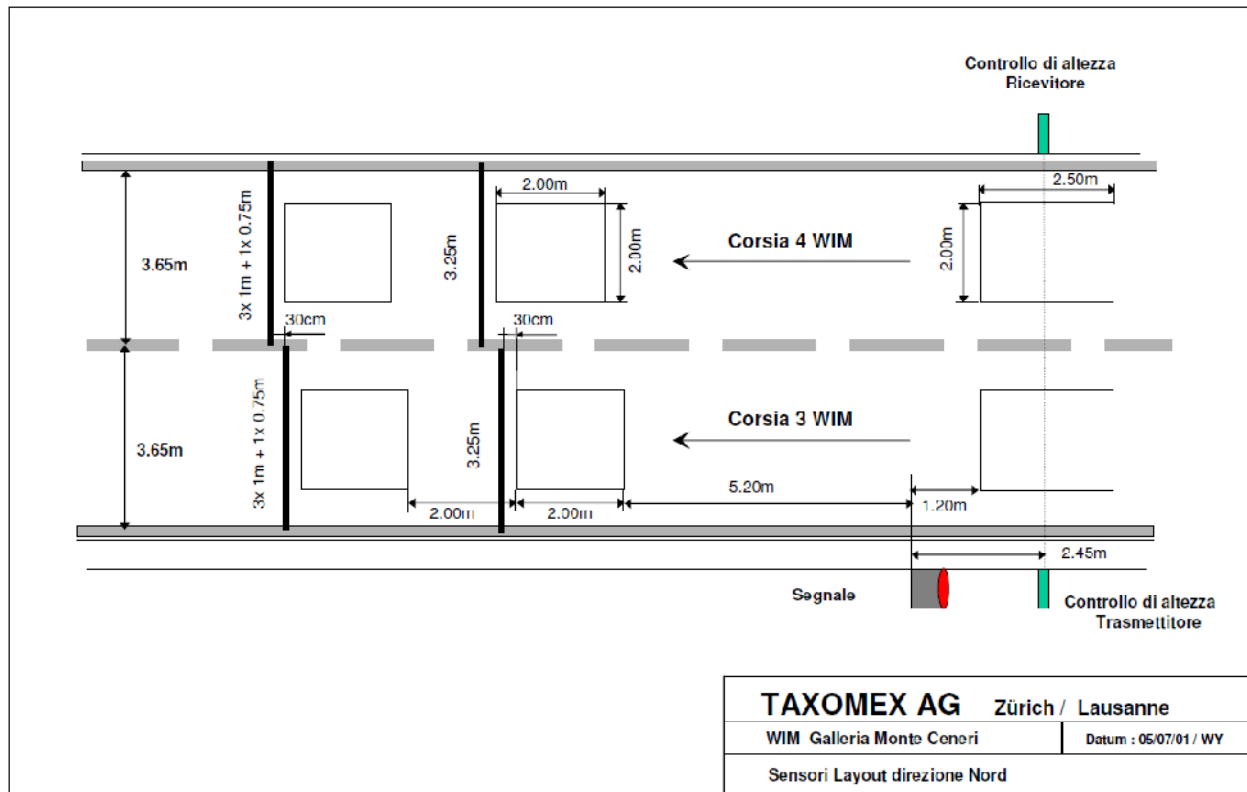
Anordnung der Sensoren

WY

Sensor-Layout Mattstetten



Sensor-Layout Monte Ceneri



A3 Vergleichsmessungen WIM-Anlagen

WIM-Anlage Denges

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

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

WIM-Anlage Mattstetten

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

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

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

WIM-Anlage Oberbüren

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

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

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

WIM-Anlage Schafisheim

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

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

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

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

WIM-Anlage Monte Ceneri

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

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

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

WIM-Anlage Gotthardtunnel

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

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

WIM-Anlage Trübbach

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

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

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

A4 Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen

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

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

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

A5 Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen

S10	FZC	ACHSKONFIGURATION	DENGES		MATTSTETTEN		OBERBÜREN		SCHAFISHEIM		MONTE CENERI		GOTTHARD		TRÜBBACH	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Car / Bus (CB)																
01	520	0-----o	53930	4.728	69912	2.842	41169	3.366	61000	2.527	82218	5.588	48302	4.860	54139	6.508
01	521	0-----o + ---o---	1796	0.157	2356	0.096	1542	0.126	2871	0.119	795	0.054	1374	0.138	406	0.049
01	522	0-----o + ---oo--	1524	0.134	2214	0.090	816	0.067	2842	0.118	129	0.009	0	0.000	486	0.058
01	530	0-----oo	9019	0.791	17310	0.704	8241	0.674	12817	0.531	19437	1.321	13029	1.311	6913	0.831
01	531	0-----oo + ---o---	169	0.015	482	0.020	248	0.020	222	0.009	1012	0.069	137	0.014	101	0.012
01	532	0-----oo + ---oo--	507	0.044	492	0.020	81	0.007	256	0.011	28	0.002	10	0.001	195	0.023
01	540	0-----ooo	29	0.003	12	0.000	16	0.001	22	0.001	2	0.000	0	0.000	6	0.001
01	570	0-----o-o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
Motorrad (MR)																
02	010	0-----o	155	0.014	857	0.035	596	0.049	746	0.031	143	0.010	0	0.000	306	0.037
Personenwagen (PW)																
03	100	0-----o	61205	5.366	162113	6.590	64989	5.314	129146	5.351	3683	0.250	17	0.002	29570	3.555
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																
04	101	0-----o + ---o---	17976	1.576	44338	1.802	9978	0.816	28694	1.189	289	0.020	261	0.026	3787	0.455
04	102	0-----o + ---oo--	25398	2.227	46319	1.883	7932	0.649	36104	1.496	188	0.013	0	0.000	8100	0.974
Lieferwagen (LI)																
05	210	0-----o	128386	11.256	207150	8.420	119967	9.809	183130	7.587	88717	6.030	12728	1.281	74637	8.972
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																
06	211	0-----o + ---o---	23589	2.068	64433	2.619	34408	2.813	61648	2.554	4253	0.289	2942	0.296	15342	1.844
06	212	0-----o + ---oo--	16316	1.430	36111	1.468	20613	1.685	57537	2.384	1130	0.077	20	0.002	18888	2.271
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																
07	119	0-----o + ---o---	1645	0.144	5432	0.221	16004	1.309	21555	0.893	349	0.024	0	0.000	7403	0.890
07	120	0-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	121	0-----o + ---o---	1651	0.145	4243	0.172	4464	0.365	8616	0.357	67	0.005	0	0.000	1377	0.166
07	122	0-----o + ---oo--	1452	0.127	6084	0.247	662	0.054	3041	0.126	88	0.006	0	0.000	194	0.023
07	126	0-----o + ---oo--	7422	0.651	17273	0.702	8129	0.665	16062	0.665	608	0.041	0	0.000	3795	0.456
07	129	0-----o + ---ooo	5301	0.465	9838	0.400	5591	0.457	8777	0.364	923	0.063	0	0.000	5355	0.644
07	131	0-----oo + ---o---	842	0.074	1641	0.067	758	0.062	1870	0.077	0	0.000	0	0.000	461	0.055
07	132	0-----oo + ---o--o	40	0.004	170	0.007	33	0.003	76	0.003	6	0.000	0	0.000	2	0.000
07	136	0-----oo + ---ooo	953	0.084	3577	0.145	2881	0.236	5104	0.211	16	0.001	0	0.000	1072	0.129
07	139	0-----oo + ---ooo	69	0.006	200	0.008	18	0.001	104	0.004	0	0.000	0	0.000	7	0.001
Lastwagen (LW)																
08	219	0-----o	29322	2.571	30967	1.259	20662	1.689	35709	1.480	45666	3.104	31780	3.197	21475	2.582
08	220	0-----o	216422	18.974	315351	12.818	211324	17.278	374711	15.525	173606	11.800	63825	6.422	128588	15.458
08	230	0-----oo	37547	3.292	48910	1.988	40586	3.318	58647	2.430	35717	2.428	15889	1.599	31393	3.774
08	240	0-----ooo	2358	0.207	3605	0.147	756	0.062	1770	0.073	787	0.053	36	0.004	602	0.072
08	250	oo-----o	5018	0.440	6405	0.260	3738	0.306	5917	0.245	1420	0.097	236	0.024	2237	0.269
08	260	oo-----oo	58566	5.135	54139	2.201	37864	3.096	59525	2.466	34196	2.324	5446	0.548	22606	2.717
Lastenzug (LZ)																
09	419	0-----o + ---oo--	258	0.023	749	0.030	228	0.019	630	0.026	2524	0.172	5663	0.570	205	0.025
09	421	0-----o + ---o---	726	0.064	3212	0.131	1743	0.143	3750	0.155	179	0.012	0	0.000	1172	0.141
09	422	0-----o + o-----o	82544	7.237	301665	12.262	150445	12.301	351094	14.547	52086	3.540	41663	4.192	68038	8.179
09	423	0-----o + o-----o	2697	0.236	8166	0.332	6320	0.517	9783	0.405	6512	0.443	5096	0.513	4733	0.569
09	424	0-----o + o-----ooo	78	0.007	32	0.001	56	0.005	23	0.001	9	0.001	0	0.000	39	0.005
09	426	0-----o + ---oo--	26148	2.292	49516	2.013	19209	1.571	61982	2.568	62615	4.256	56587	5.693	17138	2.060
-	427	0-----o + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	32685	2.222	30835	3.102	0	0.000
09	428	0-----o + oo-----oo	201	0.018	688	0.028	573	0.047	456	0.019	15	0.001	0	0.000	208	0.025
09	431	0-----oo + ---o---	283	0.025	1166	0.047	706	0.058	699	0.029	79	0.005	0	0.000	253	0.030
09	432	0-----oo + o-----o	19132	1.677	60729	2.469	28405	2.322	66715	2.764	28539	1.940	24738	2.489	22667	2.725
09	433	0-----oo + o-----oo	875	0.077	1076	0.044	915	0.075	1527	0.063	1856	0.126	814	0.082	565	0.068
09	434	0-----oo + o-----ooo	175	0.015	27	0.001	11	0.001	16	0.001	31	0.002	0	0.000	4	0.000
09	436	0-----oo + ---oo--	5105	0.448	10581	0.430	4631	0.379	8374	0.347	50410	3.426	44808	4.508	7909	0.951
09	438	0-----oo + oo-----oo	147	0.013	1006	0.041	303	0.025	668	0.028	0	0.000	0	0.000	43	0.005
09	441	0-----ooo + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	442	0-----ooo + o-----o	24	0.002	42	0.002	48	0.004	56	0.002	0	0.000	0	0.000	28	0.003
09	443	0-----ooo + o-----oo	11	0.001	10	0.000	10	0.001	9	0.000	0	0.000	0	0.000	13	0.002
09	444	0-----ooo + o-----ooo	2	0.000	2	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	446	0-----ooo + ---oo--	11	0.001	18	0.001	11	0.001	27	0.001	0	0.000	1	0.000	2	0.000
09	448	0-----ooo + oo-----oo	4	0.000	6	0.000	3	0.000	10	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	451	oo-----o + ---o---	0	0.000	0	0.000	1	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	452	oo-----o + o-----o	154	0.014	246	0.010	77	0.006	295	0.012	4	0.000	0	0.000	403	0.048
09	453	oo-----o + o-----oo	4	0.000	2	0.000	5	0.000	3	0.000	0	0.000	0	0.000	3	0.000
09	454	oo-----o + o-----ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	7	0.001
09	456	oo-----o + ---oo--	13	0.001	10	0.000	21	0.002	6	0.000	0	0.000	0	0.000	25	0.003
09	458	oo-----o + oo-----oo	2	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000
09	481	oo-----oo + ---o---	4	0.000	16	0.001	15	0.001	15	0.001	1	0.000	0	0.000	9	0.001
09	482	oo-----oo + o-----o	719	0.063	3175	0.129	1265	0.103	3536	0.147	9	0.001	0	0.000	1183	0.142
09	483	oo-----oo + o-----oo	534	0.047	294	0.012	171	0.014	830	0.034	6	0.000	0	0.000	242	0.029
09	484	oo-----oo + o-----ooo	1	0.000	3	0.000	2	0.000	0	0.000	2	0.000	0	0.000	11	0.001
09	486	oo-----oo + ---oo--	235	0.021	155	0.006	155	0.013	139	0.006	2	0.000	0	0.000	109	0.013
09	488	oo-----oo + oo-----oo	158	0.014	28	0.001	30	0.002	172	0.007	1	0.000	0	0.000	9	0.001

A6 Achsäquivalenzfaktoren

SN 640 320a

5

Tab. 2
Achssäquivalenzfaktoren gemäss [11]

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

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

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