

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2005

Dezember 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziele des Mandates	1
1.2	Inhalt des Berichtes	2
1.3	Vorhandene WIM-Messdaten	2
1.4	Referenzdokumente und Normen	4
1.5	Begriffe	4
1.6	Klassifizierung der Fahrzeuge	5
1.7	Aufbereitung und Auswertung der Messdaten	6
2	Mattstetten (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	Gotthardtunnel (A2)	27
3.1	Vorhandene Messdaten	27
3.2	Übersicht Messresultate	27
3.3	Messdiagramme	29
3.4	Entwicklung des Schwerverkehrs	37
3.5	Auswertung der Messdaten	39
4	Plazzastunnel (A13)	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	Denges (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	Trübbach (A13)	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	Monte Ceneri (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	Oberbüren (A1)	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 und mittlere Achslasten	124
9.3	Verteilung des Gesamtgewichtes	125
10	Schlussfolgerungen	127
	Literaturverzeichnis	129
A	Anhang	131
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	131
A2	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen	132
A3	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen 2005	135
A4	Achsäquivalenzfaktoren	137

Bericht Nr.	3944-03	Revidiert am	
Erstellt am	01.12.2009	Verfasser	
Verfasser	MT	Geprüft	AK
		Freigegeben	07.12.2009
Ablage	2009-12-01-Gesamtbericht_2005-MT.docx		

1 Einleitung

1.1 Ziele des Mandates

Das vorliegende Mandat wurde dem Ingenieurbüro Bächtold & Moor AG vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) erteilt. Das Ziel dieses Mandates ist die Aufbereitung und Auswertung der Messdaten des Schwerververkehrs von sieben WIM (Weigh-In-Motion) - Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes (Standorte s. Abbildung 1).

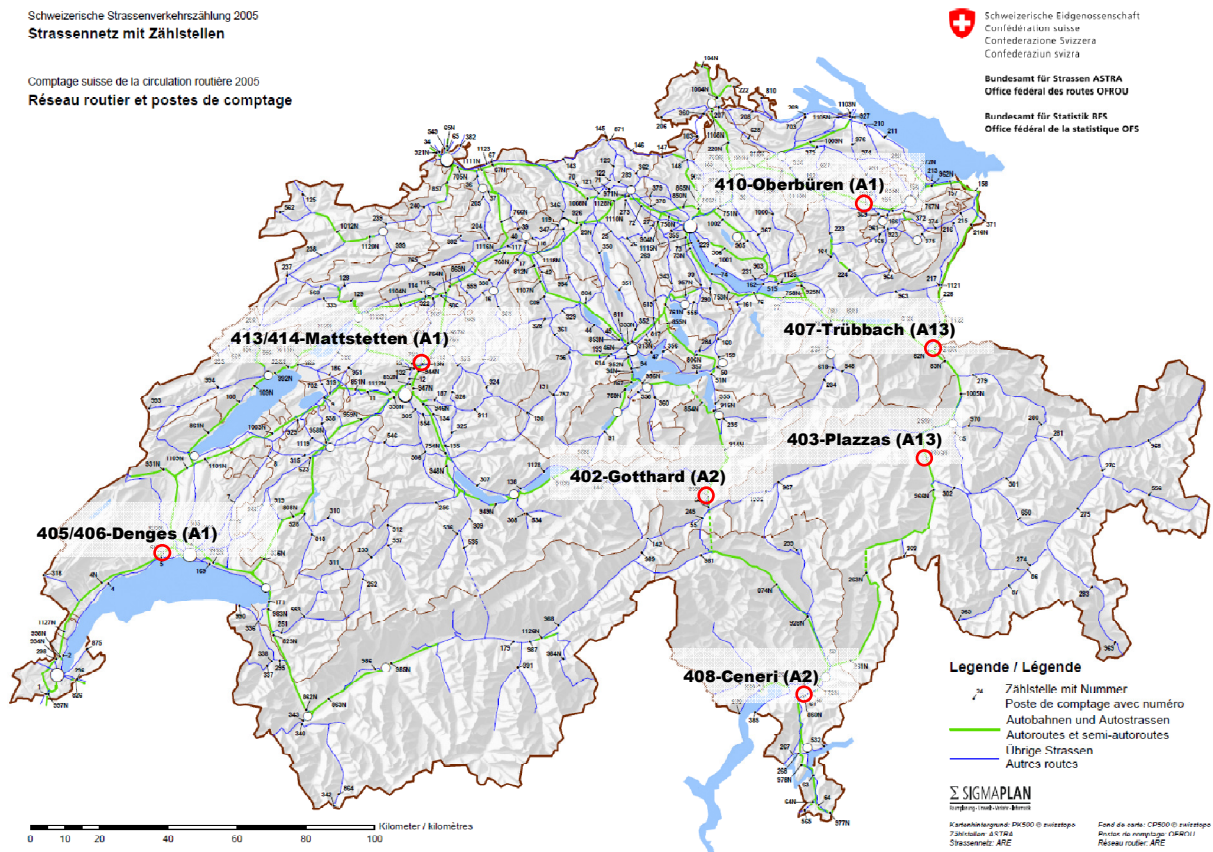


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2005 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 von sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2005 und ist wie folgt strukturiert:

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

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

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 2005 (Schwerverkehr, beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang, Abschnitt A1 aufgeführt.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunterbrüche	Bemerkungen
413/414 - Mattstetten (A1) 414 - Ri. Bern	2x2	59.7	01.01.-31.10. 29.12. 30.12. 31.12.	Die WIM-Anlage Mattstetten besteht neu aus zwei Erfassungsgeräten, d.h. eines pro Fahrtrichtung. Deshalb sind die Daten pro Richtung verfügbar: 413 - Mattstetten, Ri. Zürich 414 - Mattstetten, Ri. Bern Die verfügbaren Daten des Jahres 2005 beschränken sich auf die Monate November und Dezember Datenlücke 09:39 - 23.59 Uhr Die Tagesdatei vom 30.12. fehlt wegen Gerätedefekt Die Tagesdatei vom 31.12. fehlt wegen Gerätedefekt
402 - Gotthard (A2)	2	365	keine	--
403 - Plazzas (A13)	2	332	03.03. 07.03. 20.03. 11.-30.04. 01.-13.05.	Datenlücke 08.00 - 23.59 Uhr Datenlücke 12.00 - 23.59 Uhr Datenlücke 09.00 - 23.59 Uhr Daten fehlen wegen Gerätestörung Daten fehlen wegen Gerätestörung
405/406 - Denges (A1) 405 - Ri. Lausanne 406 - Ri. Morges	2	356	14.01. 18.03. 23.03. 24.03. 05.-20.05.	-> Mittelwert beide Richtungen Datenlücke 00.00 - 07.26 Uhr 16. - 22.03 : Anlage schwingt Daten fehlen Daten fehlen Datenlücke 00.00 - 20.00 Uhr 19. - 22.05: Anlage schwingt zeitweise Daten fehlen wegen defektem Ladegerät
407 - Trübbach (A13)	2x2	358	15.01. 24.-25.01. 26.01. 10.03. 04.05. 09.09. 27.10.	Datenlücke 00.00 - 21.36 Uhr Daten fehlen Datenlücke 00.00 - 15.06 Uhr Datenlücke 07.54 - 23.59 Uhr Datenlücke 00.00 - 23.06 Uhr Datenlücke 00.00 - 23.24 Uhr 26.09. : Störungen Datenlücke 00.00 - 23.00 Uhr
408 - Ceneri (A2)	2x2	363	22.02. 10.09. 04.10. 09.11. 07.12.	Datenlücke 00.00 - 18.06 Uhr 13. - 28.06.: Störungen 09. - 31.08. : Störungen Datenlücke 00.00 - 15.32 Uhr 01. - 12.09. : Störungen auf Fahrstreifen 3 Datenlücke 00.00 - 18.09 Uhr Datenlücke 08.45 - 14.45 Uhr auf Fahrstreifen 1/2 Datenlücke 00.00 - 10.35 Uhr
410 - Oberbüren (A1)	2x2	362	07.01. 11.01. 02.03. 13.04. 28.07. 22.12.	Datenlücke 11.17 - 16.21 Uhr Datenlücke 19.54 - 23.59 Uhr Datenlücke 00.00 - 22.29 Uhr Datenlücke 00.00 - 18.11 Uhr 11. - 12.05. : Störungen 06.07. : Störungen 13.07. : Störungen 25.07. : Störungen Datenlücke 13.55 - 20.27 Uhr 11.08. : Störungen 15.09. : Störungen 01. - 22.12. : Anlage schwingt Datenlücke 00.00 - 18.02 Uhr

Tabelle 1: WIM – Anlagen, Messdaten 2005

1.4 Referenzdokumente und Normen

1.4.1 Referenzdokumente

- ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2003 [6]
- ASTRA – Erhebung Strassenverkehr, Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2004 [7]
- 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]

1.4.2 Verwendete Normen

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

1.5 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 8.16t.

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).

1.6 Klassifizierung der Fahrzeuge

1.6.1 Fahrzeugtypen

Die Rohdaten der WIM-Anlagen enthalten eine sehr feine Klassifizierung der verschiedenen Fahrzeugtypen (s. Anhang, Abs. A2). Die Einteilung der Fahrzeuge erfolgt anhand der gemessenen Achslasten und deren Abstände. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der sieben WIM-Messanlagen im Verlaufe des Jahres 2005 ist im Anhang, Abs. A3 aufgeführt.

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.

1.6.2 Fahrzeugkategorien

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

1. Reisecars, Busse (CB)
2. Motorräder (MR)
3. Personenwagen (PW)
4. Personenwagen mit Anhänger (PW+)
5. Lieferwagen (LI)
6. Lieferwagen mit Anhänger (LI+)
7. Lieferwagen mit Auflieger (LA)
8. Lastwagen (LW)
9. Lastwagen mit Anhänger (Lastenzüge) (LZ)
10. Lastwagen mit Auflieger (Sattelzüge) (SZ)

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. Somit wird beispielsweise kein Unterschied zwischen der Kategorien MR und PW gemacht.

1.6.3 Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

Der Gesamtverkehr kann in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. Leichtverkehr
2. Schwerverkehr klassifiziert
3. Schwerverkehr unklassifiziert

Der klassifizierte Schwerverkehr wird in fünf Fahrzeugkategorien aufgeteilt: Bus/Reisecar, Lieferwagen erweitert, Lastwagen, Lastenzug und Sattelzug. Eine typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs ist in Abbildung 2 dargestellt.

Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

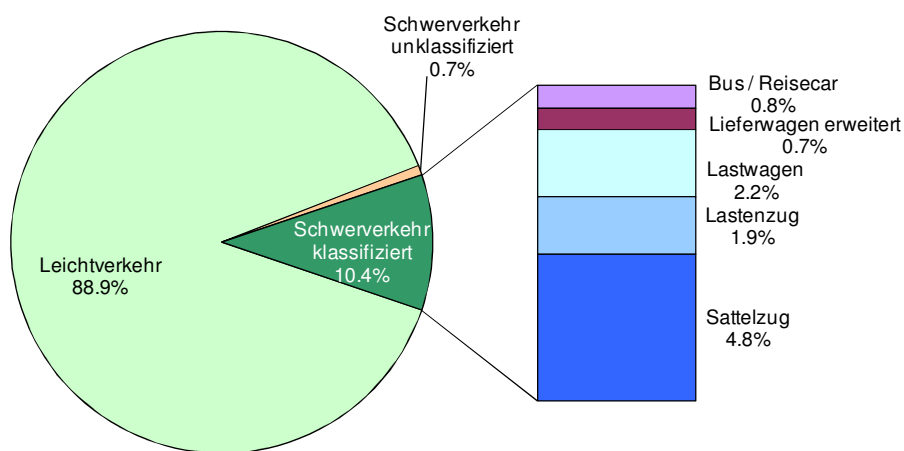


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

1.7 Aufbereitung und Auswertung der Messdaten

1.7.1 Verwendete Programme

Für die Aufbereitung und Auswertung der WIM-Messdaten wird das vom ICOM / EPFL entwickelte Program „TrafficAnalyst 1.01“ verwendet. Die Resultate können mit dem „Result-Viewer 1.02“ in MS-Excel dargestellt und weiterverarbeitet werden.

1.7.2 Relevante Messdaten

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

1.7.3 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. Um die Darstellung zu vereinfachen, werden die Fahrzeuge $\geq 3.5t$ der Kategorien PW, PW+, LI, LI+ und LA unter der Kategorie „Lieferwagen erweitert“ zusammengefasst.

1.7.4 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:

$$q = \frac{GW_{TOT}}{\sum W_i + 2.55m}$$

1.7.5 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

Das Lastmodell 1 der Norm SIA 261 [3] beinhaltet konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten zur Modellierung von Personen- und Lastwagenverkehr. Die charakteristischen Werte der Lasten Q_{ki} und q_{ki} sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Beiwerte α_{Qi} , α_{qi} und α_{qr} werden mit dem Wert 0.9 in Rechnung gestellt. Für die Bemessung von Tragwerken wird zusätzlich ein Lastbeiwert von $\gamma_q = 1.5$ berücksichtigt.

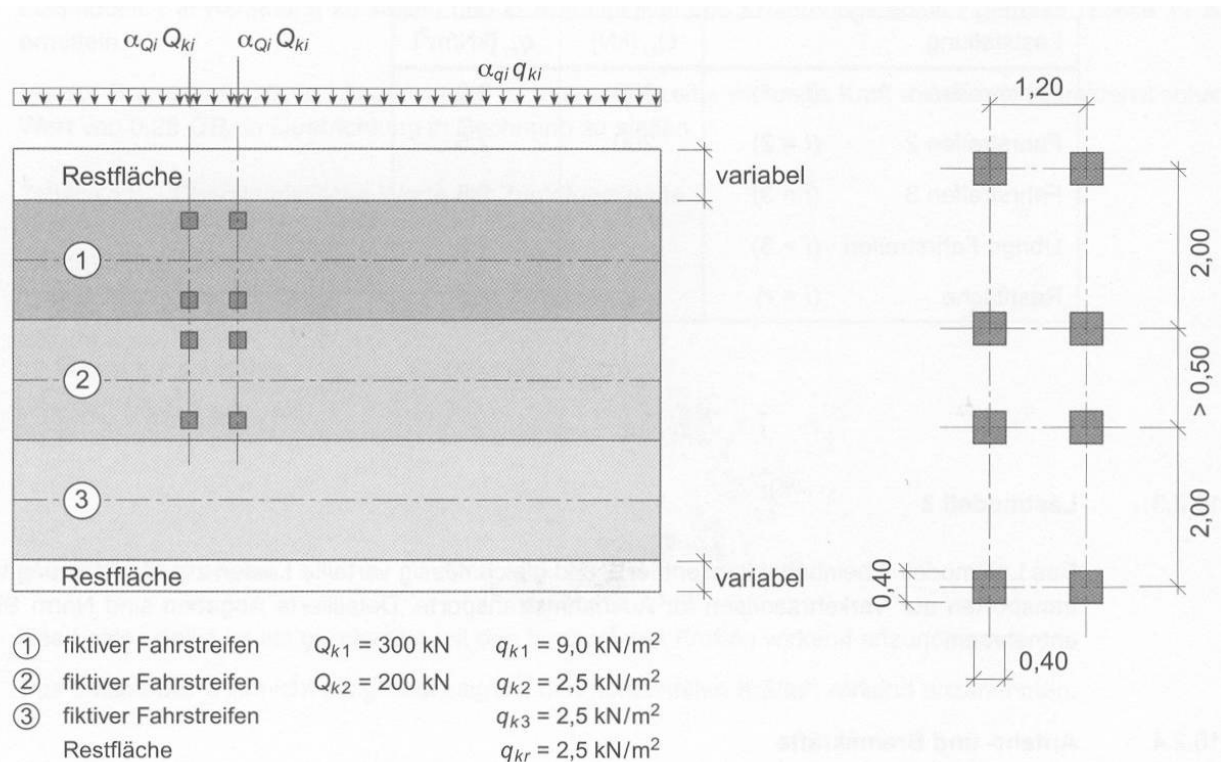


Abbildung 3: Lastmodell 1 der Norm SIA 261

Für den Vergleich der gemessenen Lasten mit den Verkehrsmodellen der Norm SIA 261 [3] werden die Fraktilewerte (f_{95} / f_{99} , Definition s. Abs. 1.5) der gemessenen Achslasten verwendet. Die Maximalwerte der gemessenen Achslasten sind statistische Ausreisser und werden für die Auswertung nicht berücksichtigt.

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

1.7.6 Berücksichtigung der dynamischen Effekte der Fahrzeuge

Die konzentrierten Lasten der Norm SIA 261, dargestellt in Abbildung 3, beinhalten die dynamischen Effekte der Fahrzeuge. In der vorangehenden Normengeneration (SIA 160 ff.) wurden diese mit einem Beiwert von $\Phi = 1.8$ berücksichtigt. Zum besseren Vergleich mit den gemessenen Achslasten werden deshalb die charakteristischen Werte der Norm um den Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. X.5.1).

Gemäss Angaben des Herstellers der Messgeräte beträgt die Differenz zwischen dem gemessenen und dem statischen Gewicht der Fahrzeuge maximal 5-10%. Der Einfluss der dynamischen Effekte der Fahrzeuge auf die Messresultate ist daher gering.

1.7.7 Lastverteilung der gemessenen Verkehrslasten

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

1.7.8 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Als Grundlage für die Beurteilung der Einwirkungen 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, Kapitel A4)

Für eine Strasse mit mehreren Fahrstreifen wird die gesamte Verkehrslast gemäss Norm VSS 640 320a [4], Tabelle 1, 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

1.7.9 Entwicklung des Schwerverkehrs

Für die Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs werden die Resultate mit den Werten aus den Vorjahren verglichen. Vergleichswerte aus Messdaten vor 2003 liegen nur für die Zählstellen Mattstetten und Gotthard vor (s. Bericht ICOM 446-6 [2]).

2 Mattstetten (A1)

2.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Mattstetten (A1) sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
413/414 - Mattstetten (A1)	2x2	59.7	01.01.-31.10.	Die WIM-Anlage Mattstetten besteht neu aus zwei Erfassungsgeräten, d.h. eines pro Fahrtrichtung. Deshalb sind die Daten pro Richtung verfügbar: 413 - Mattstetten, Ri. Zürich 414 - Mattstetten, Ri. Bern
414 - Ri. Bern			29.12. 30.12. 31.12.	Die verfügbaren Daten des Jahres 2005 beschränken sich auf die Monate November und Dezember Datenlücke 09:39 - 23.59 Uhr Die Tagesdatei vom 30.12. fehlt wegen Gerätedefekt Die Tagesdatei vom 31.12. fehlt wegen Gerätedefekt

2.2 Übersicht Messresultate

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

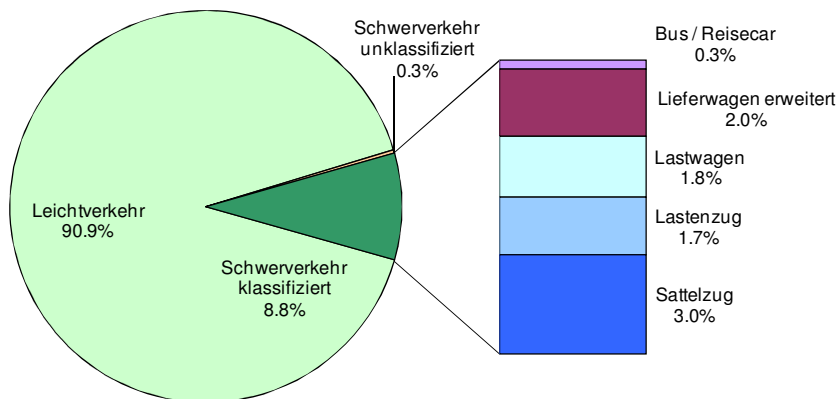
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 59.7)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	4'396'129	73'637	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	3'997'872	66'966	90.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	398'257	6'671	9.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	11'742	197	0.3	2.9
01 Bus / Reisecar	12'255	205	0.3	3.1
02 Motorrad	178	3	0.0	0.0
03 Personenwagen	21'102	353	0.5	5.3
04 Personenwagen mit Anh.	12'052	202	0.3	3.0
05 Lieferwagen	30'253	507	0.7	7.6
06 Lieferwagen mit Anhänger	16'289	273	0.4	4.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	8'131	136	0.2	2.0
08 Lastwagen	80'629	1'351	1.8	20.2
09 Lastenzug	75'923	1'272	1.7	19.1
10 Sattelzug	129'703	2'173	3.0	32.6
Total	398'257	6'671	9.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	95'650	1'602	2.2	24.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	140'513	2'354	3.2	35.3
Fahrzeuge 18 - 28t	101'013	1'692	2.3	25.4
Fahrzeuge 28 - 40t	54'302	910	1.2	13.6
Fahrzeuge >40t	6'779	114	0.2	1.7
Total	398'257	6'671	9.1	100.0

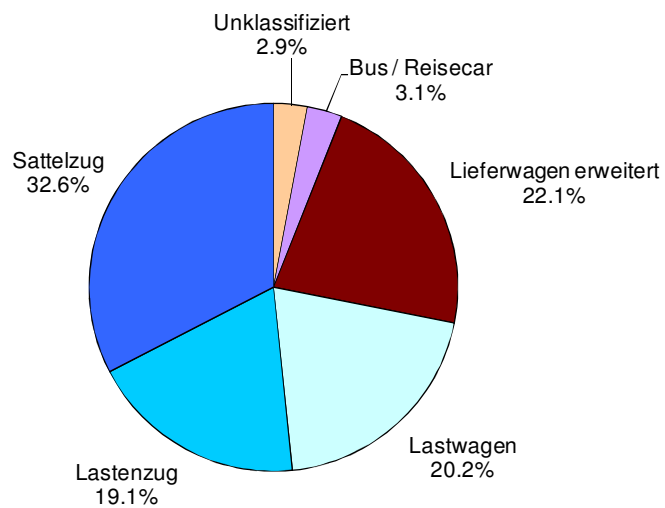
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehr

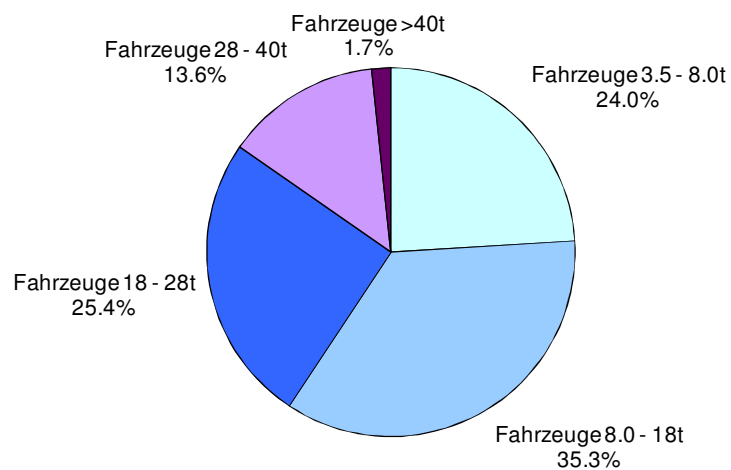
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



2.3 Messdiagramme

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Mattstetten (A1) 2005 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 2.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abschnitt 1.5).

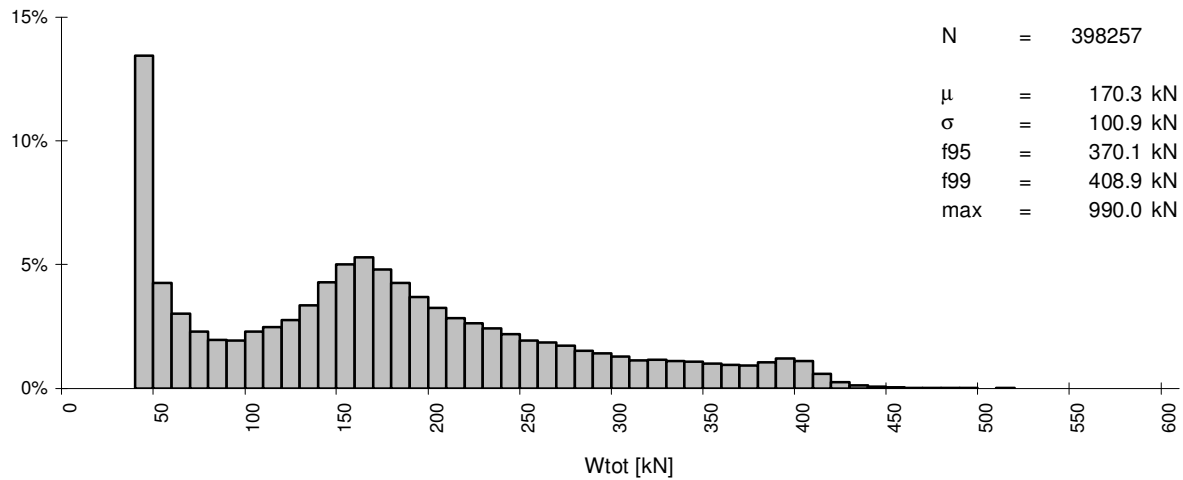
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

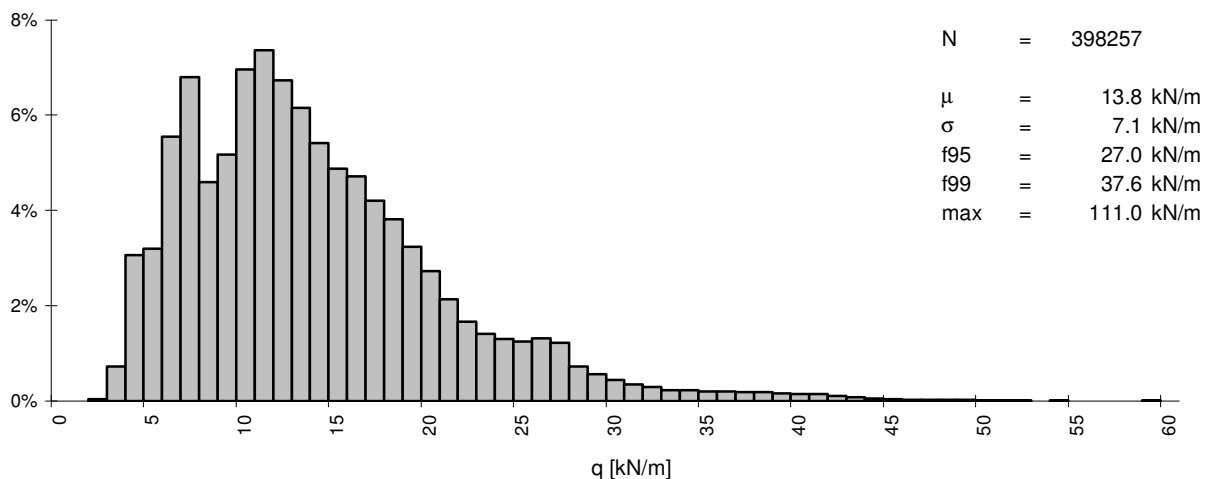
Mattstetten 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



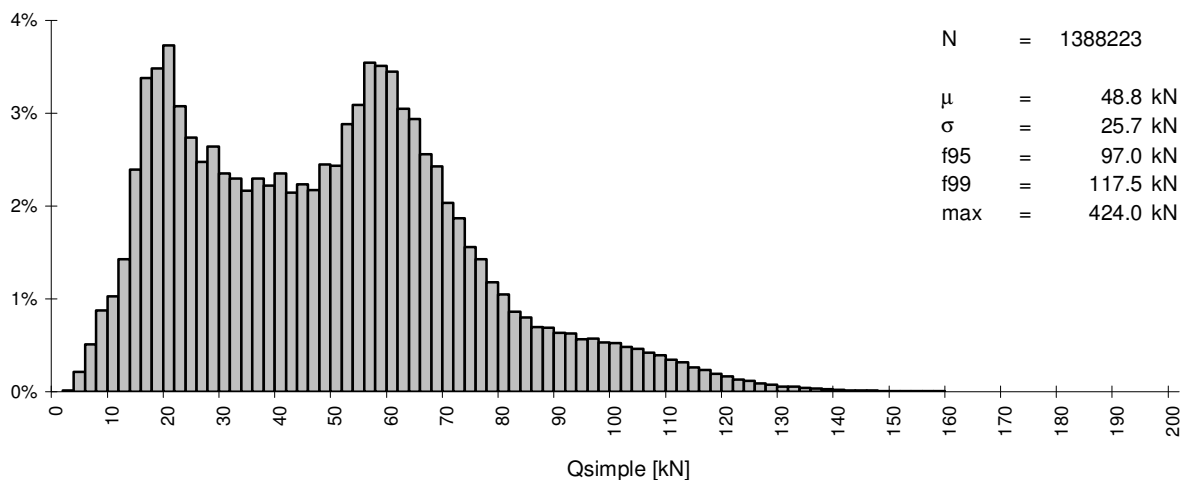
Mattstetten 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

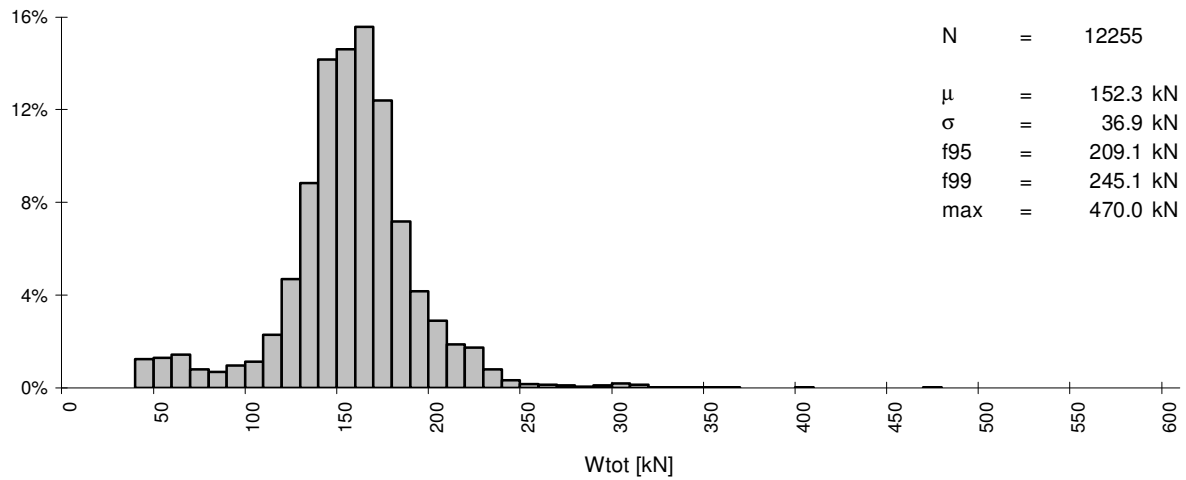
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

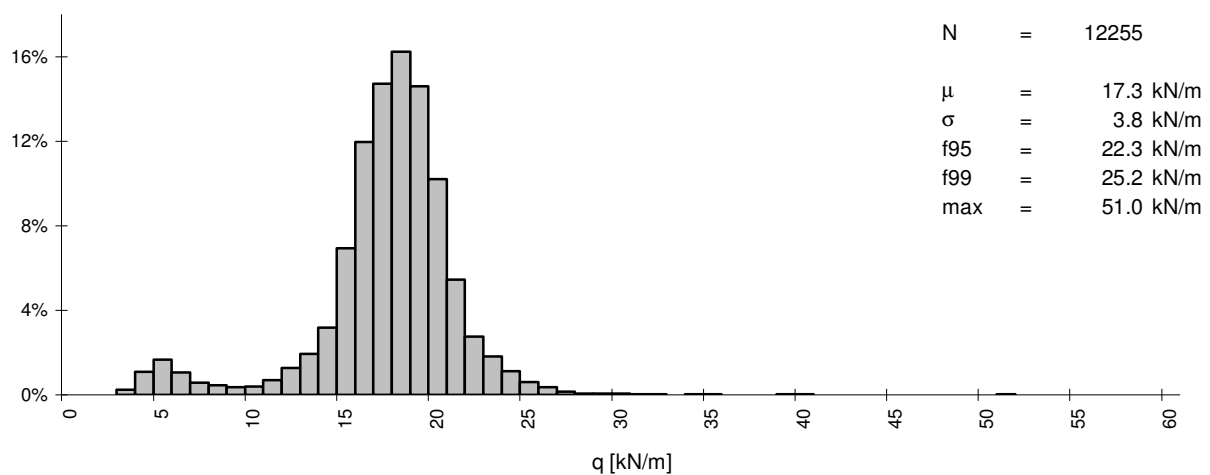
Mattstetten 2005

Car / Bus / Gesamtgewicht



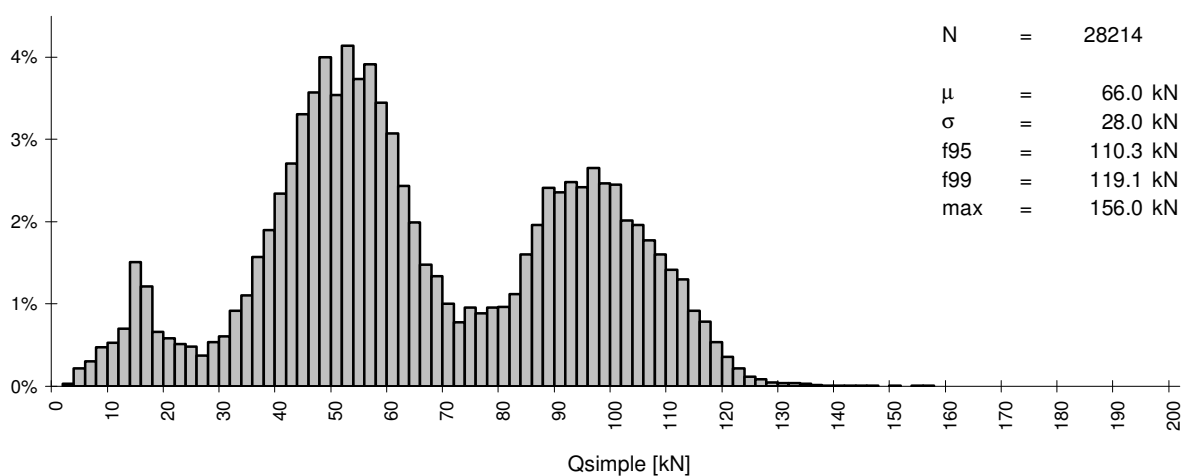
Mattstetten 2005

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

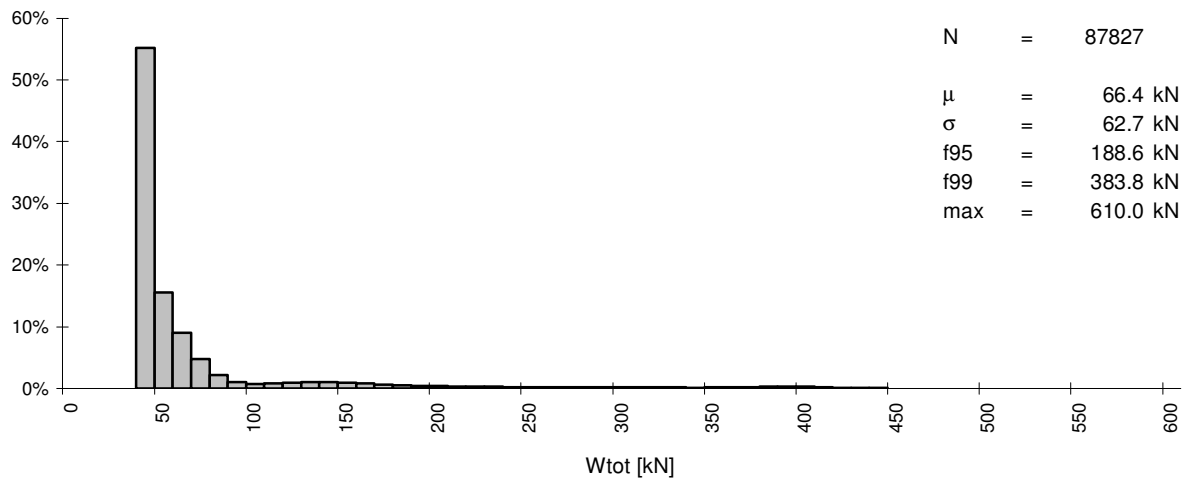
Car / Bus / alle Einzelachsen



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

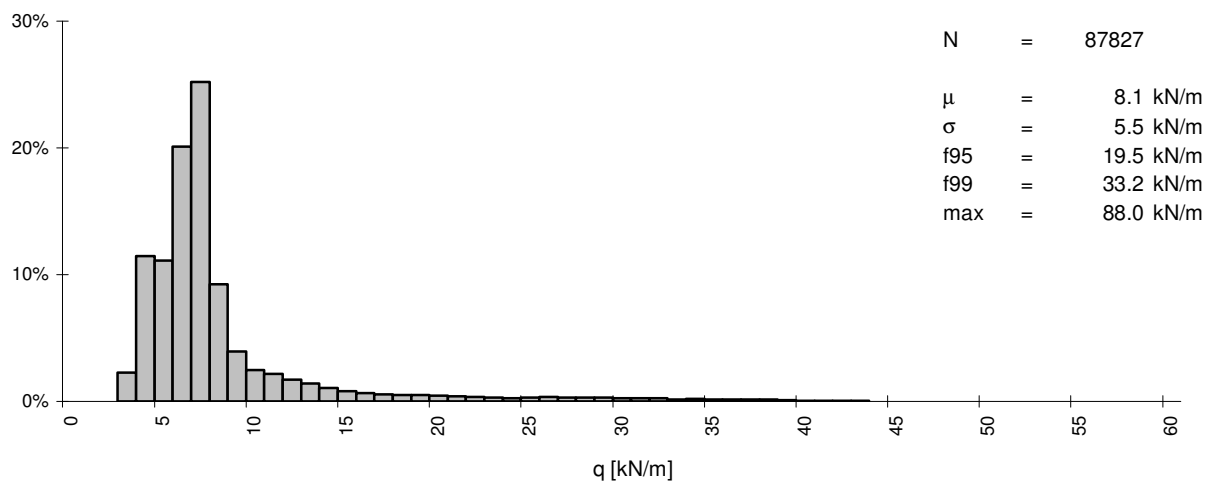
Mattstetten 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



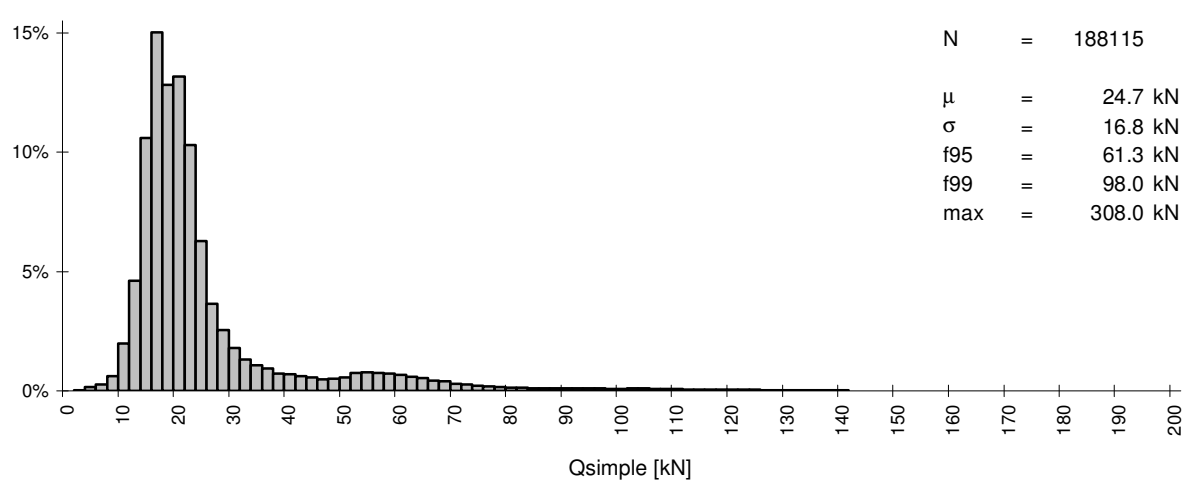
Mattstetten 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

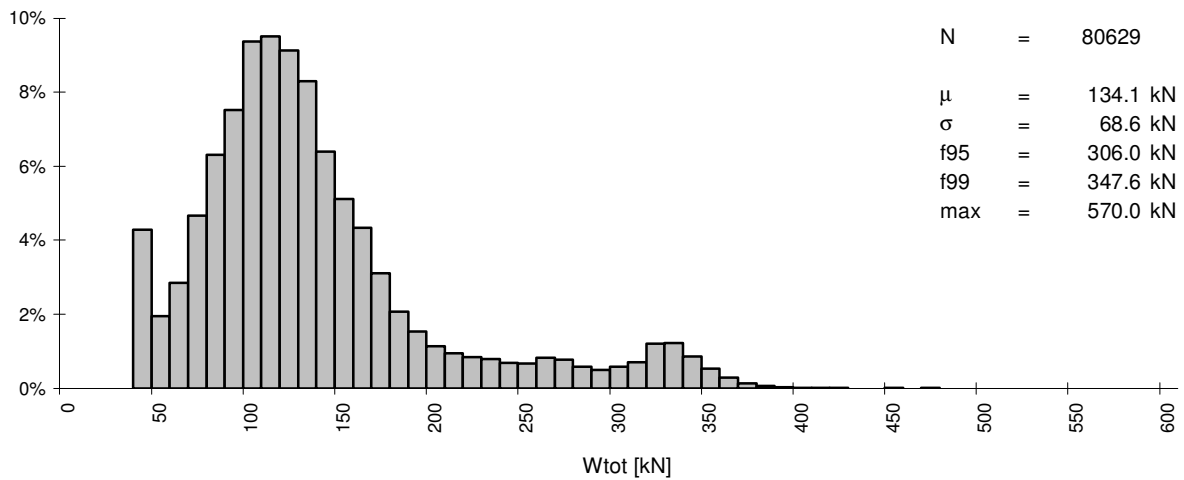
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

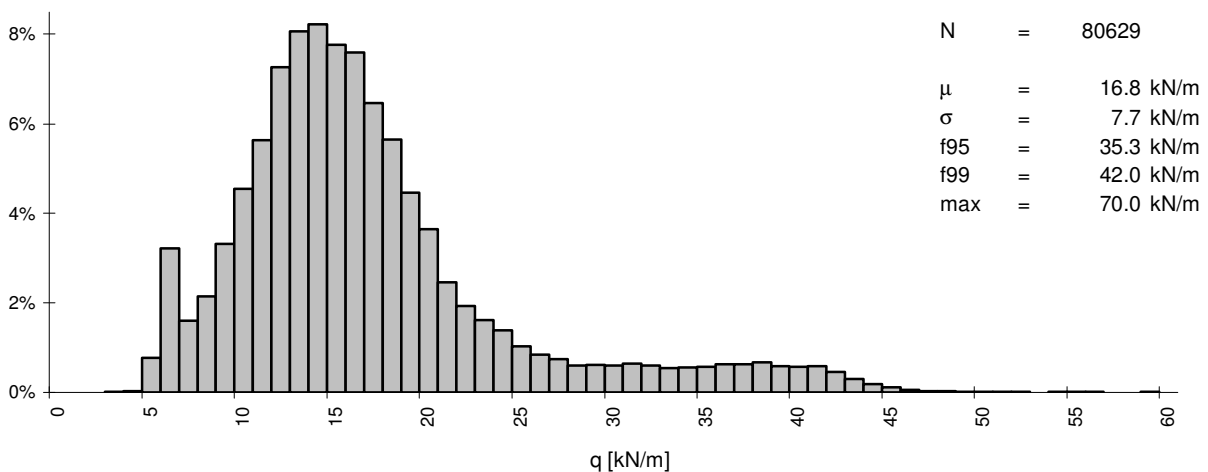
Mattstetten 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



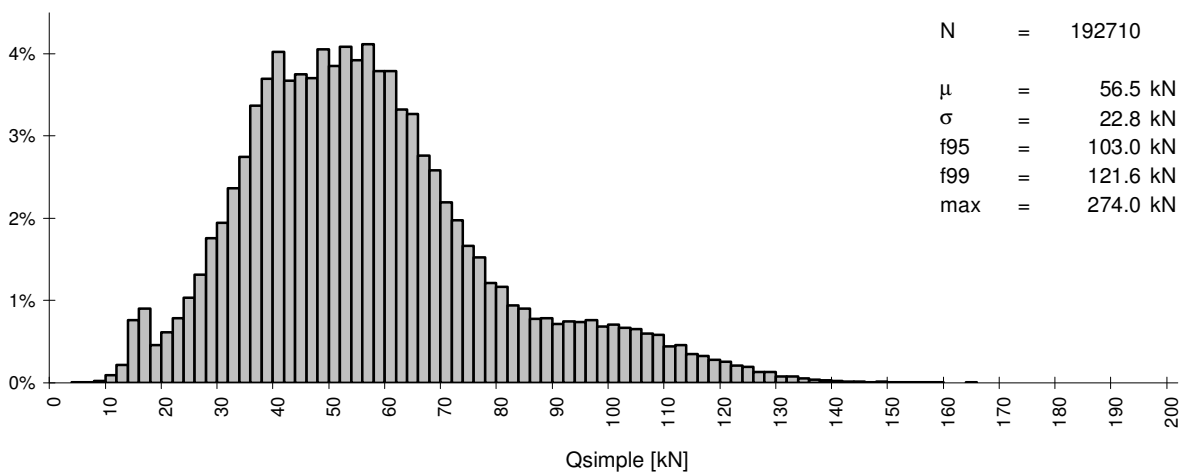
Mattstetten 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

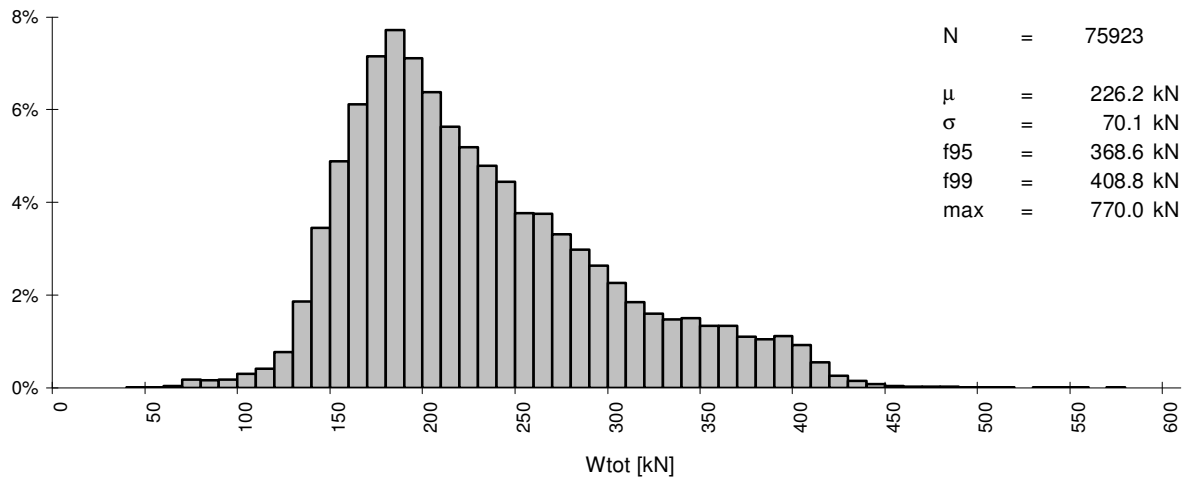
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

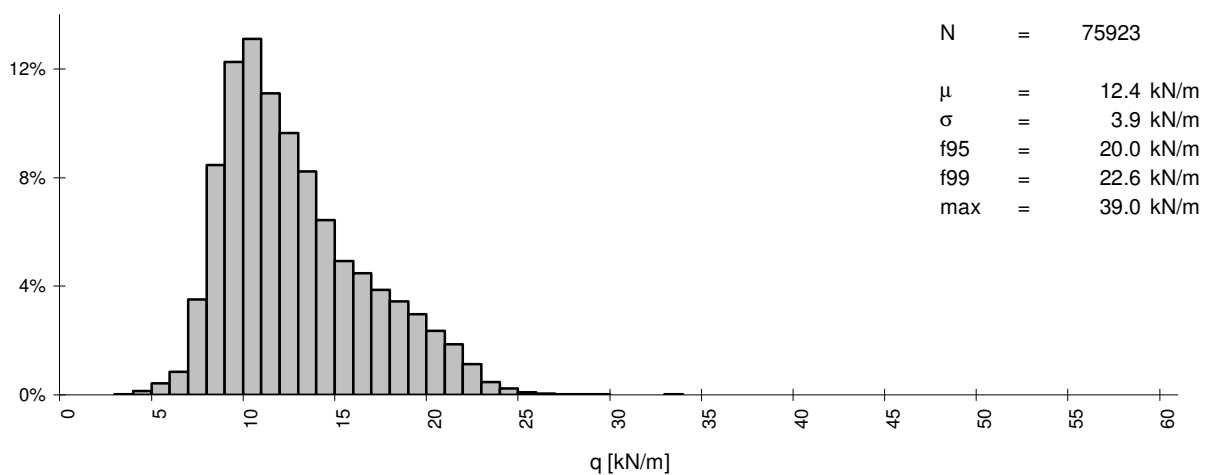
Mattstetten 2005

Lastenzug / Gesamtgewicht



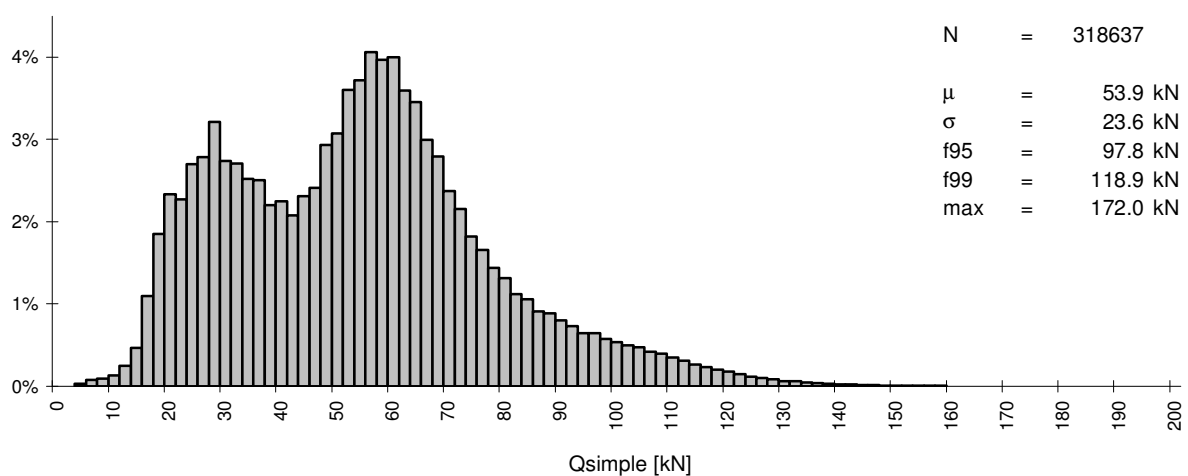
Mattstetten 2005

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

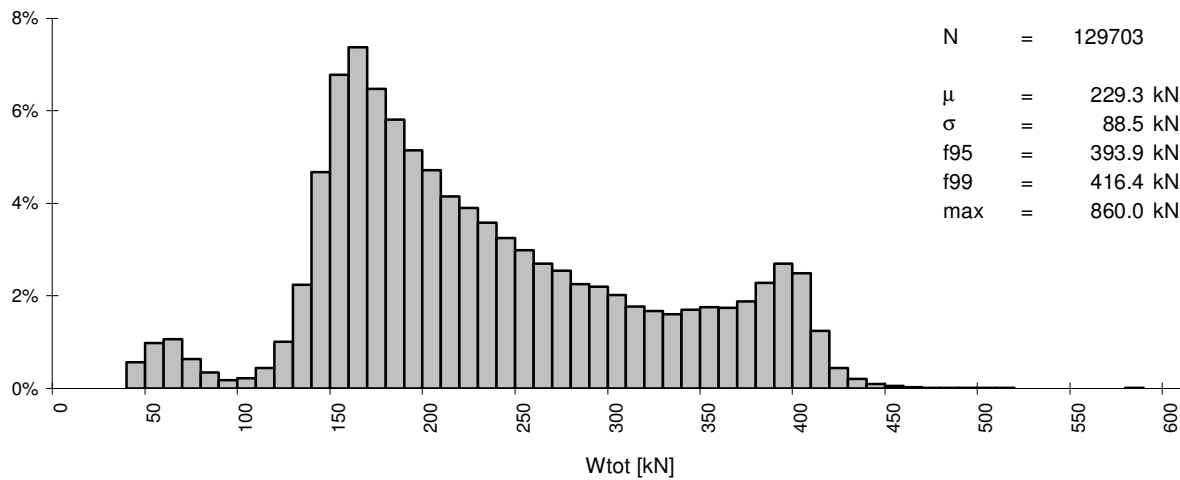
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

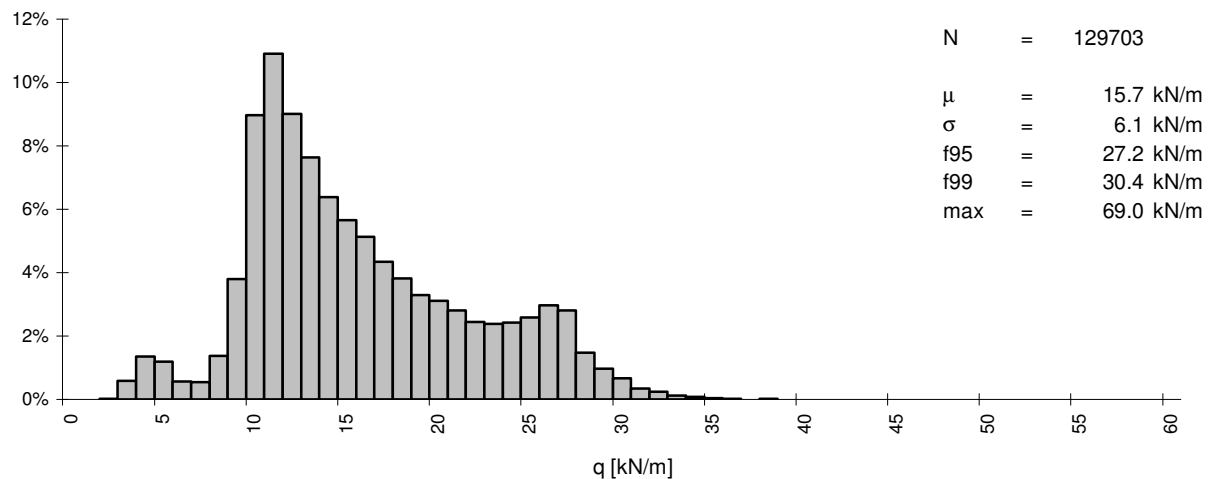
Mattstetten 2005

Sattelzug / Gesamtgewicht



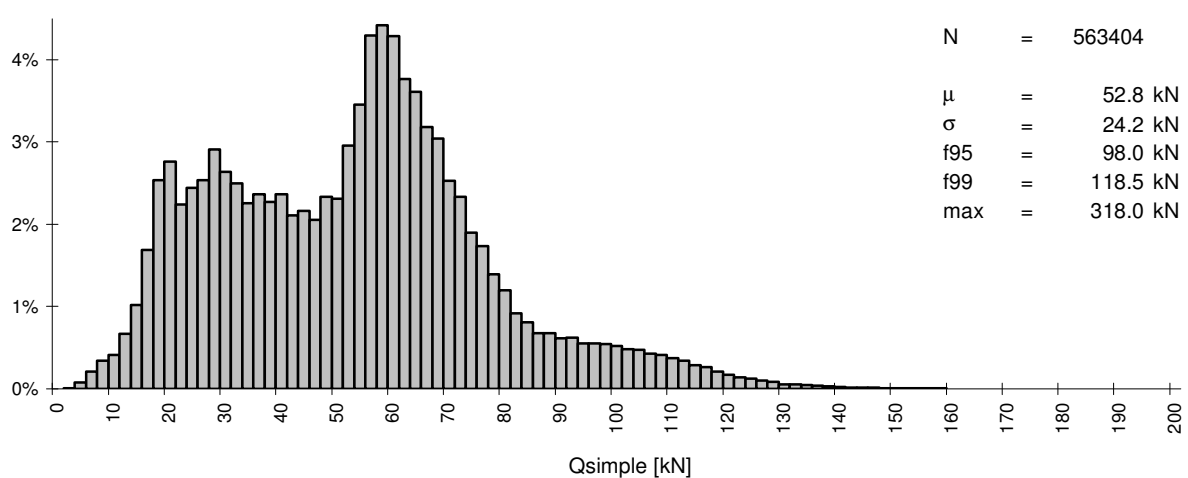
Mattstetten 2005

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2005

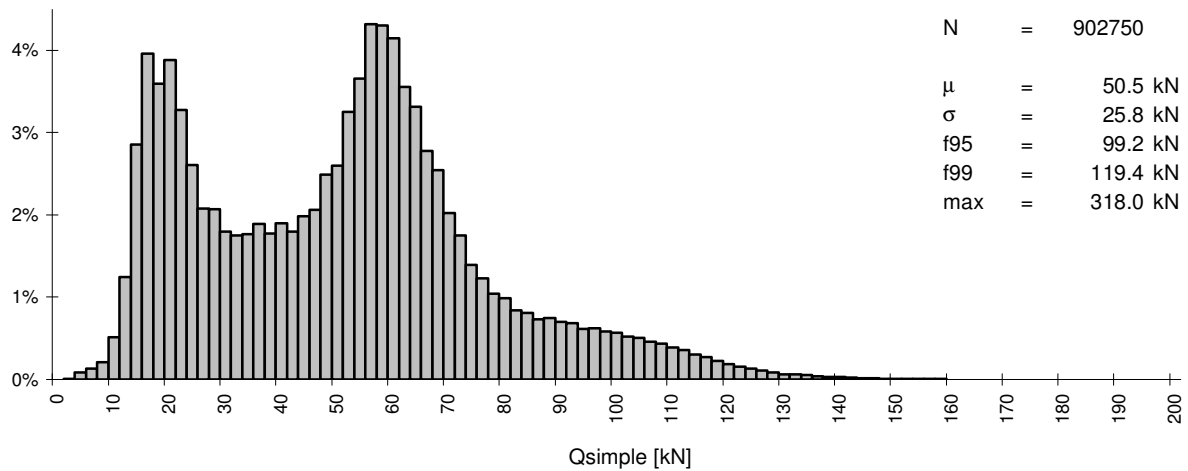
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

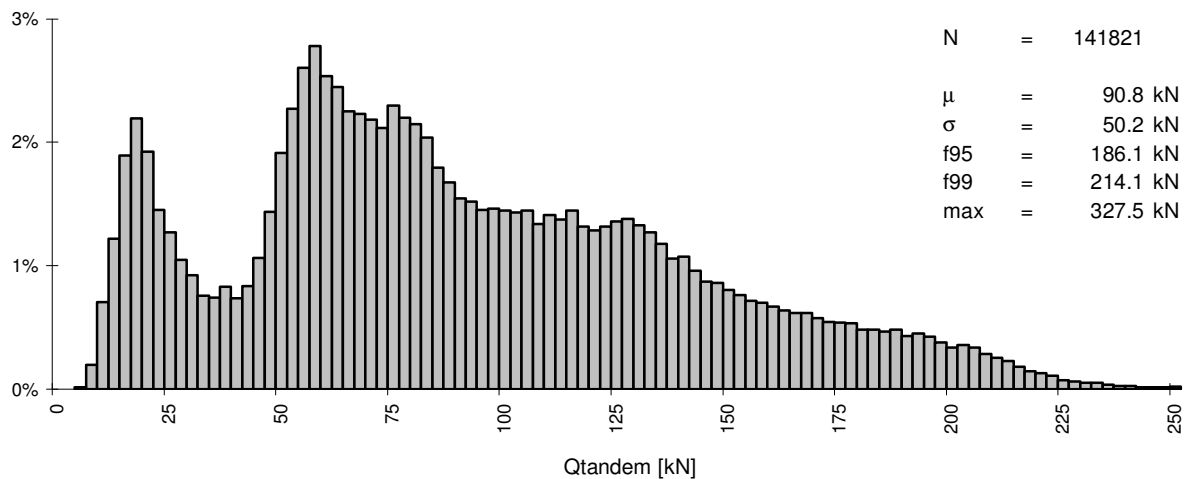
Mattstetten 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



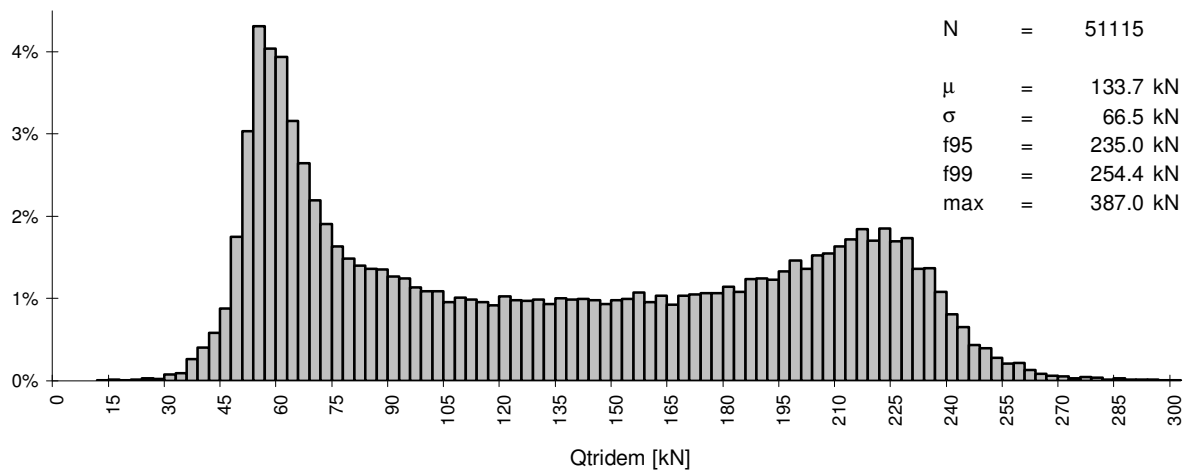
Mattstetten 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Mattstetten 2005

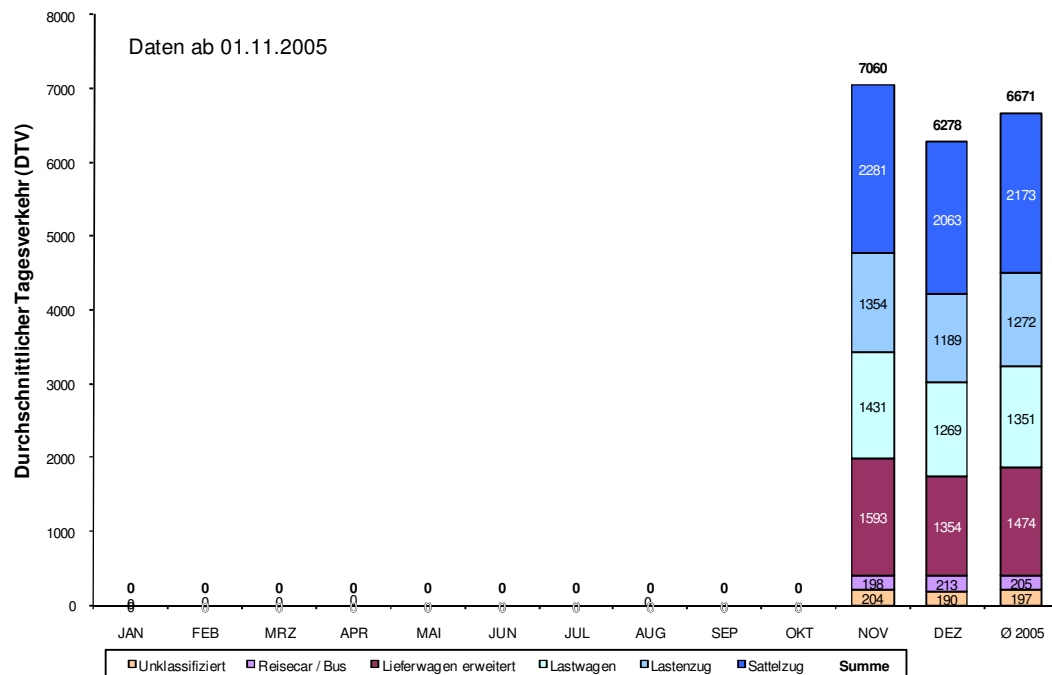
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



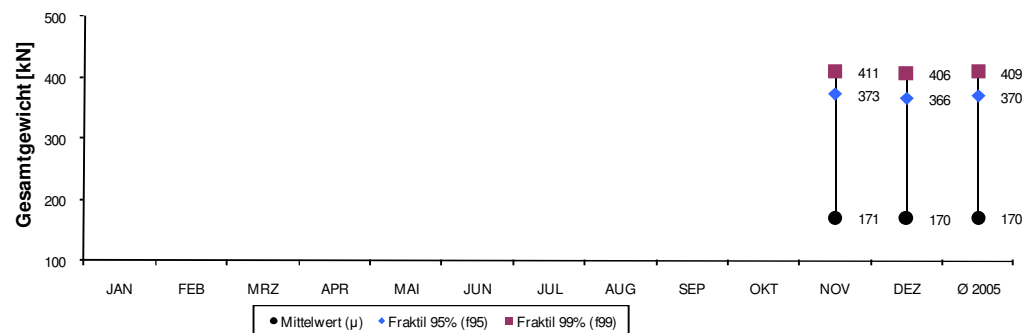
2.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

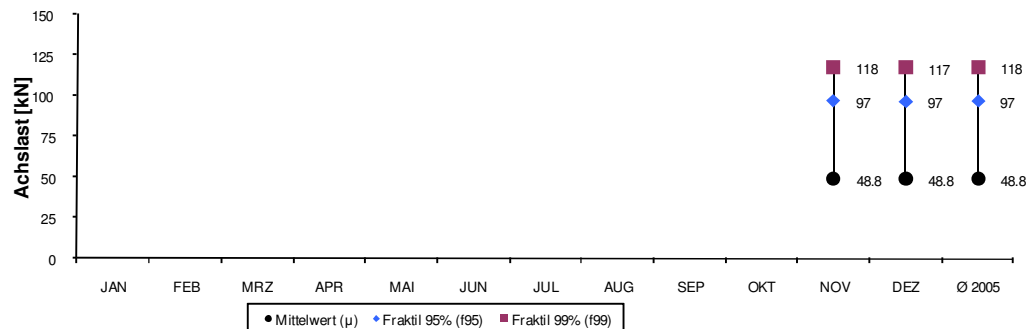
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

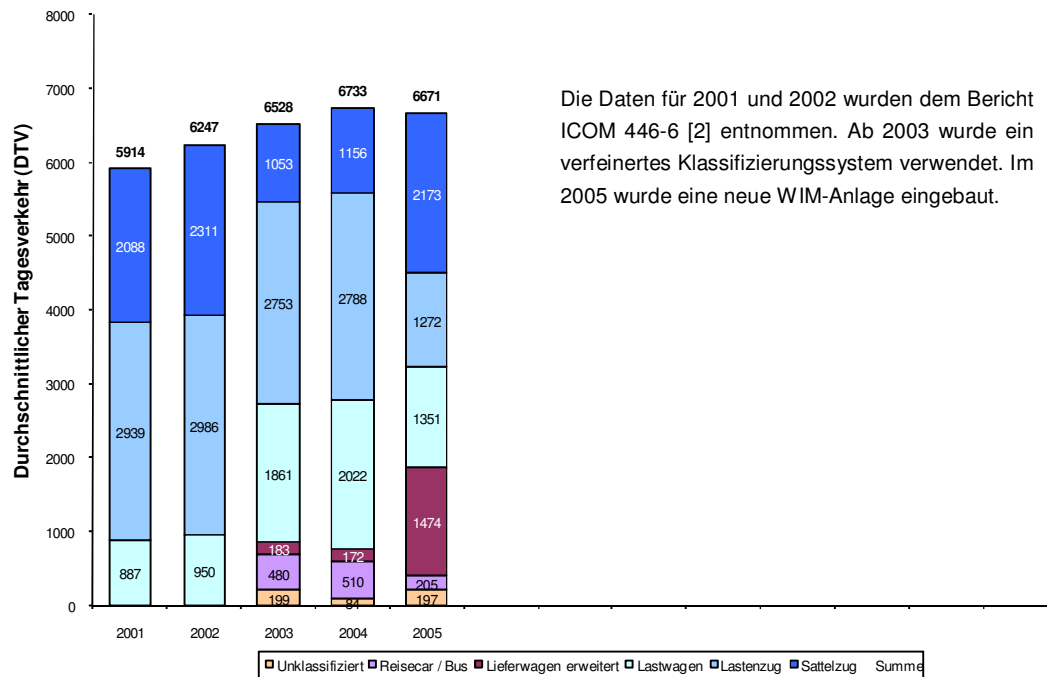


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

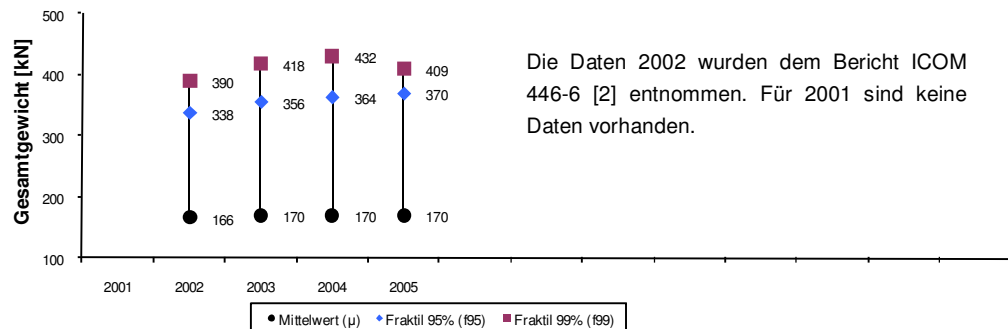


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

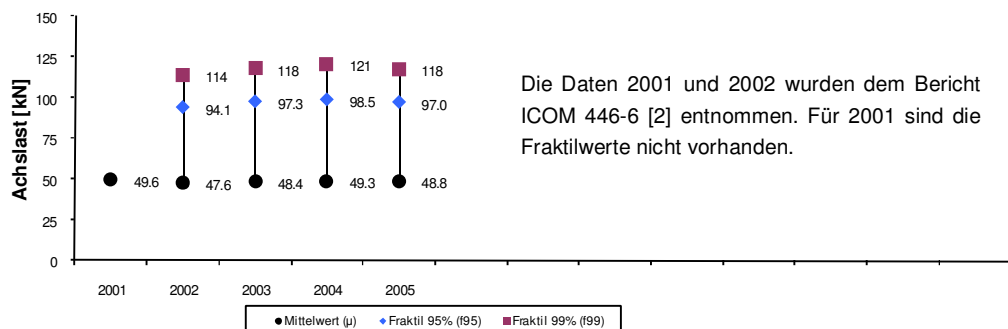
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich der Normlasten mit den gemessenen Achslasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktil 95% [kN]	Fraktil 99% [kN]
Einzelachse	50.5	50.5	99.2	114.4
Tandemachse	90.8	45.4	93.1	117.5
Tridemachse	133.7	44.6	78.3	84.8
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 50.5 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.8 kN, respektive 44.6 kN auf.

Die Fraktilwerte der Einzelachslasten sind massgebend für den Vergleich mit den Normlasten. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (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	Fraktil 95 %	Fraktil 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.8 kN/m	27.0 kN/m	37.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.94 kN/m ²	7.71 kN/m ²	10.7 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

2.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 2.3.8 dargestellt.

Achslast [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	8'615	4	0.000	1'297	0	0.000	0	0
2	0.006	140'327	842	0.001	10'252	7	0.000	11	0
3	0.020	106'762	2'135	0.003	6'662	20	0.001	71	0
4	0.070	81'894	5'733	0.008	4'344	35	0.002	391	1
5	0.150	98'614	14'792	0.020	7'448	149	0.005	1'644	8
6	0.290	177'564	51'494	0.030	14'457	434	0.010	7'835	78
7	0.530	128'377	68'040	0.060	12'917	775	0.020	4'090	82
8	1.000	57'666	57'666	0.100	12'432	1'243	0.030	2'569	77
9	1.520	34'689	52'727	0.140	10'001	1'400	0.040	2'753	110
10	2.400	27'692	66'461	0.200	8'344	1'669	0.060	1'771	106
11	3.660	20'744	75'923	0.280	7'980	2'234	0.080	1'567	125
12	5.400	12'153	65'626	0.400	7'695	3'078	0.110	1'987	219
13	7.760	4'961	38'497	0.540	7'642	4'127	0.140	1'500	210
14	10.870	1'883	20'468	0.730	6'497	4'743	0.190	1'496	284
15	14.910	536	7'992	0.960	4'960	4'762	0.240	1'986	477
16	20.060	178	3'571	1.260	4'024	5'070	0.300	1'544	463
17	26.540	43	1'141	1.630	3'466	5'650	0.380	1'529	581
18	34.590	25	865	2.080	2'981	6'200	0.480	2'209	1'060
19	-	-	-	2.640	2'652	7'001	0.590	1'818	1'073
20	-	-	-	3.300	2'253	7'435	0.720	2'054	1'479
21	-	-	-	4.090	1'747	7'145	0.880	3'101	2'729
22	-	-	-	5.030	1'684	8'471	1.060	2'690	2'851
23	-	-	-	-	-	-	1.270	2'696	3'424
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'361	3'589
25	-	-	-	-	-	-	1.810	757	1'370
26	-	-	-	-	-	-	2.140	366	783
27	-	-	-	-	-	-	2.510	172	432
28	-	-	-	-	-	-	2.940	56	165
29	-	-	-	-	-	-	3.430	31	106
30	-	-	-	-	-	-	3.980	22	88
Summe		902'723	533'977		141'735	71'648		51'077	21'970

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 533'977 + 71'648 + 21'970 = 627'595 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 627'595 = 282'418 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 282'418 / 59.7 = 4'731 \text{ ESAL}$$

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

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Da nur die Messungen der Monate November und Dezember vorliegen, kann die monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs nicht beurteilt werden (Diagramme 2.4.1a, 2.4.1b und 2.4.1c).

Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem Anteil am Schwerverkehr von 32.6%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil (22.1%) der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.7% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abschnitt 2.2.2)

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten durchschnittlich pro Tag 6'671 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 6'733 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 0.9%. Der Vergleich ist jedoch nicht sehr aussagekräftig, da für das Jahr 2005 nur die Messdaten der Monate November und Dezember vorliegen.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs hat sich gegenüber dem Vorjahr deutlich verändert (Diagramm 2.4.2a). Die Anteile der Fahrzeugkategorien „Lieferwagen erweitert“ und „Sattelzug“ haben markant zugenommen, währendem bei den Kategorien „Lastwagen“ und „Lastenzug“ ein klarer Rückgang gemessen wurde. Der Grund für diese ausserordentliche Veränderung ist offenbar der Einbau der neuen WIM-Messanlage, welche mit einem neuen Klassifizierungssystem ausgerüstet ist.

Im Vergleich zum Vorjahr bleibt mittlere Gesamtgewicht (s. Diagramm 2.4.2b) konstant, währendem die mittlere Achslast aller Fahrzeuge (s. Diagramm 2.4.2c) um 1.0% abnimmt. bleiben praktisch konstant. In Bezug auf das Gesamtgewicht erhöht sich der Fraktilwert f95 um 1.6%, währendem der Fraktilwert f99 um 5.3% abnimmt. Die Fraktilwerte f95 und f99 bezüglich Achslast nehmen um 1.5%, respektive 2.5% ab.

Die Reduktion des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abschnitt 2.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 5'237 auf 4'731 ESAL (-9.7%).

3 Gotthardtunnel (A2)

3.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Gotthardtunnel (A2) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
402 - Gotthard (A2)	2	365	keine	--

3.2 Übersicht Messresultate

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

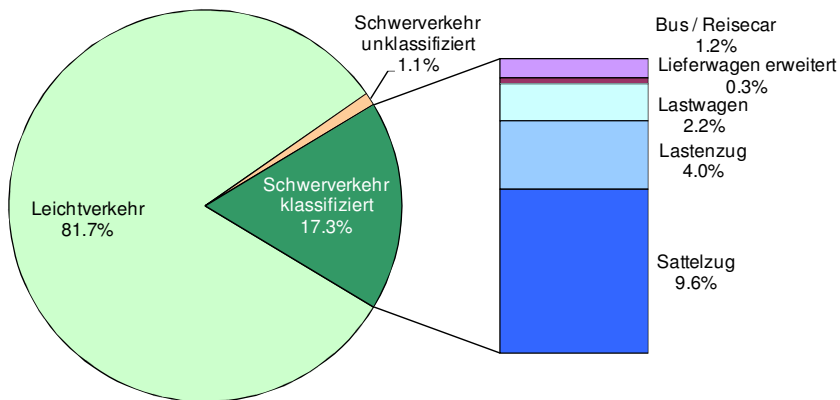
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	5'865'185	16'069	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'790'517	13'125	81.7	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'074'668	2'944	18.3	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	62'641	172	1.1	5.8
01 Bus / Reisecar	68'281	187	1.2	6.4
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	14	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	191	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	14'389	39	0.2	1.3
06 Lieferwagen mit Anh.	2'565	7	0.0	0.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	129'103	354	2.2	12.0
09 Lastenzug	234'547	643	4.0	21.8
10 Sattelzug	562'937	1'542	9.6	52.4
Total	1'074'668	2'944	18.3	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	120'960	331	2.1	11.3
Fahrzeuge 8.0 - 18t	213'186	584	3.6	19.8
Fahrzeuge 18 - 28t	370'969	1'016	6.3	34.5
Fahrzeuge 28 - 40t	344'232	943	5.9	32.0
Fahrzeuge > 40t	25'321	69	0.4	2.4
Total	1'074'668	2'944	18.3	100.0

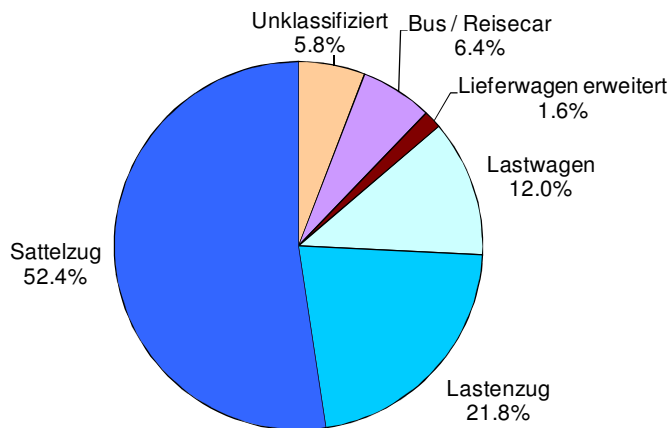
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

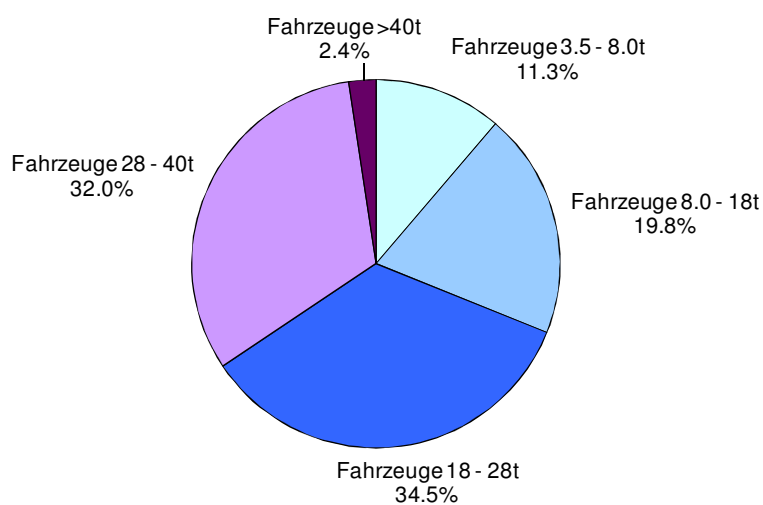
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 Messdiagramme

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Gotthard (A2) 2005 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 Kategorie Lieferwagen erweitert (LIE) sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 3.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abs. 1.5).

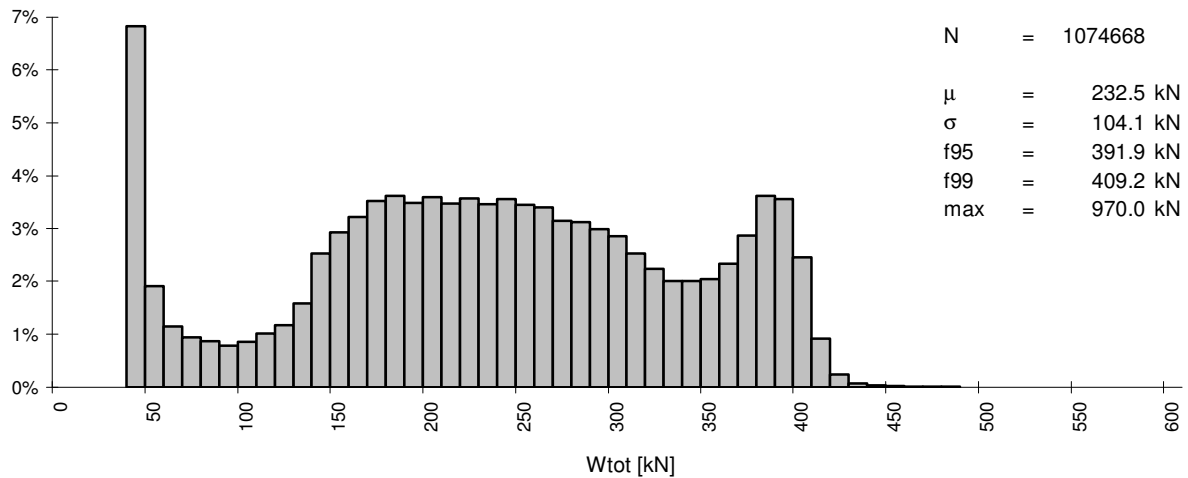
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

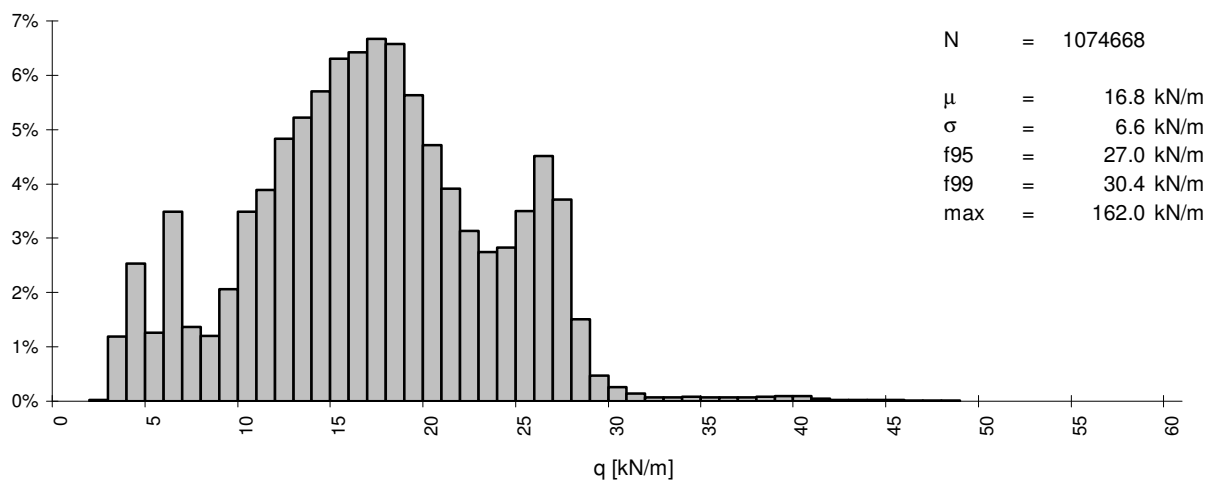
2005 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



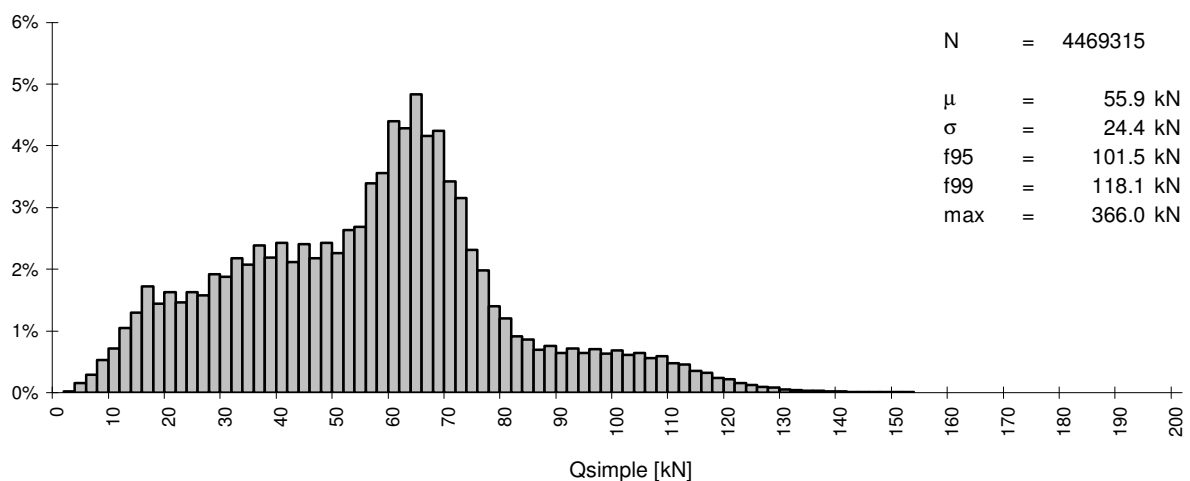
2005 Gotthard

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

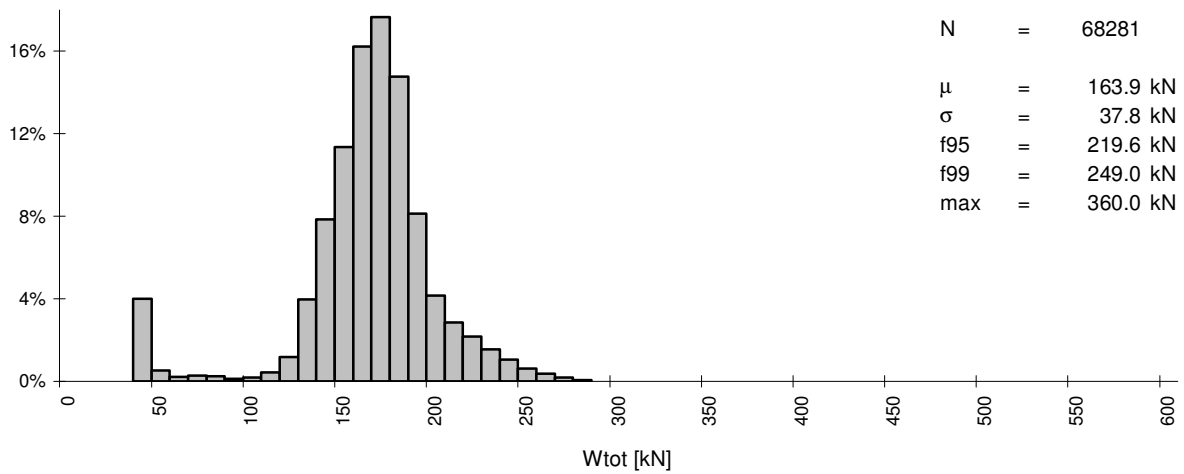
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

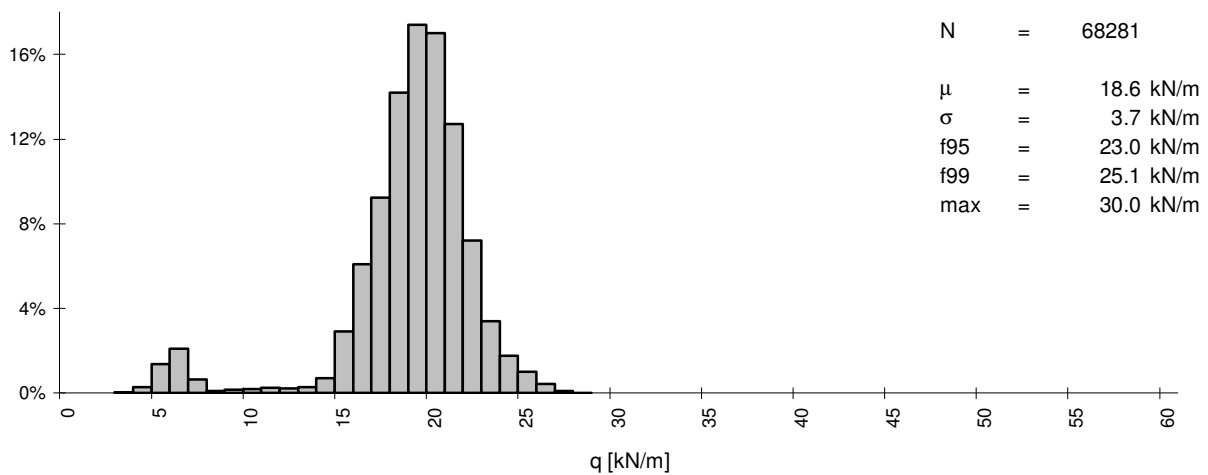
2005 Gotthard

Car / Bus / Gesamtgewicht



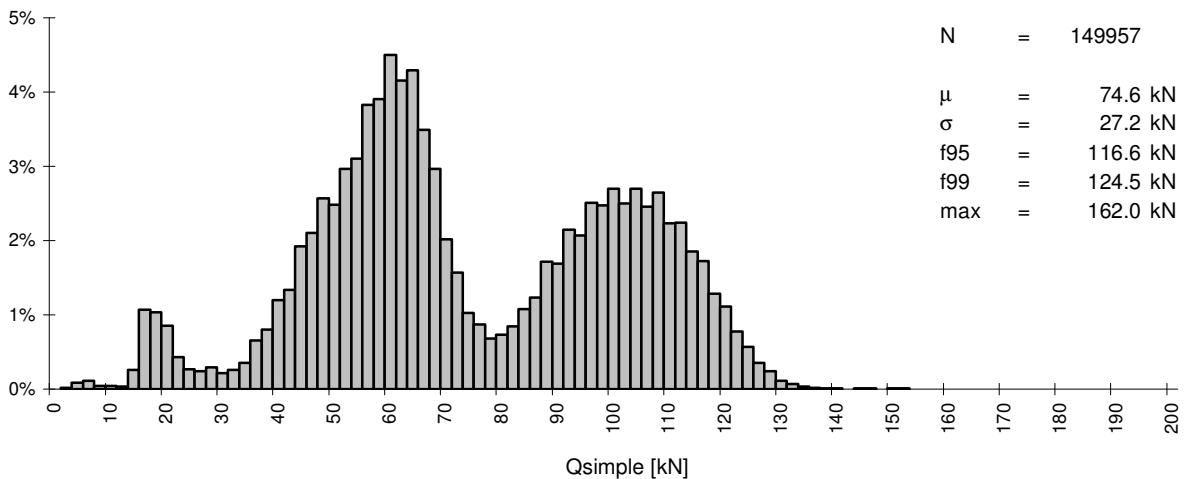
2005 Gotthard

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

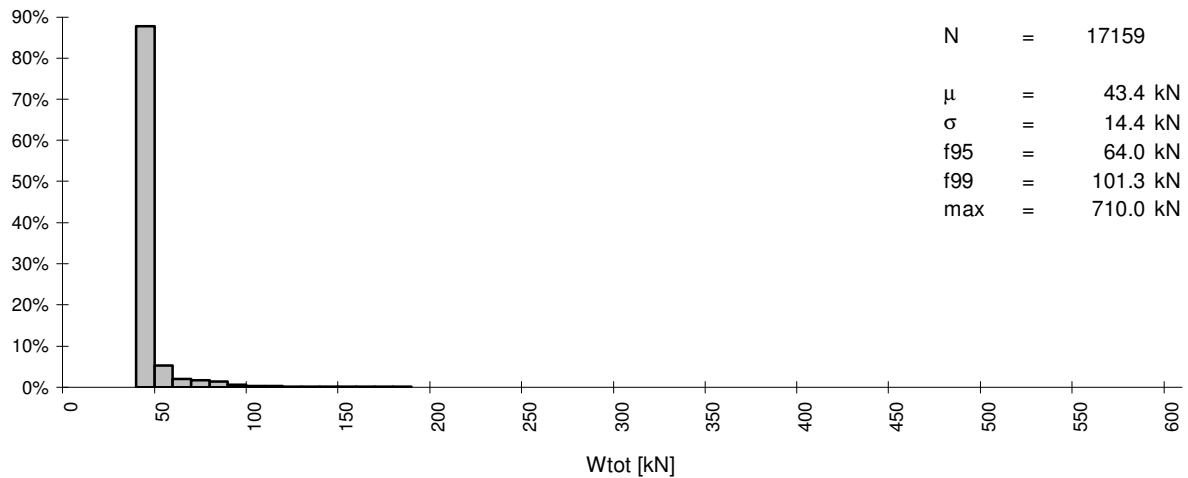
Car / Bus / alle Einzelachsen



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

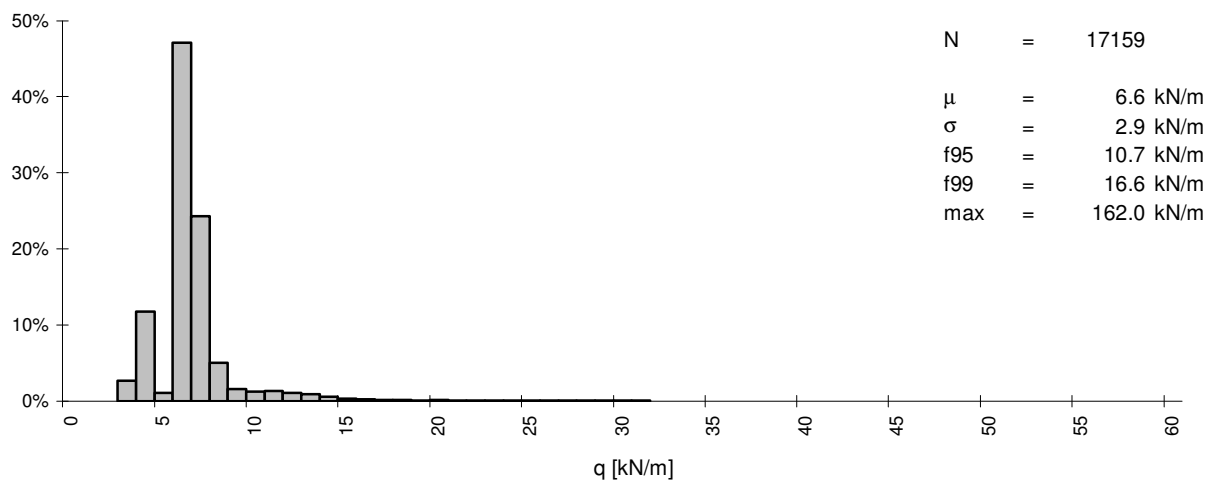
2005 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



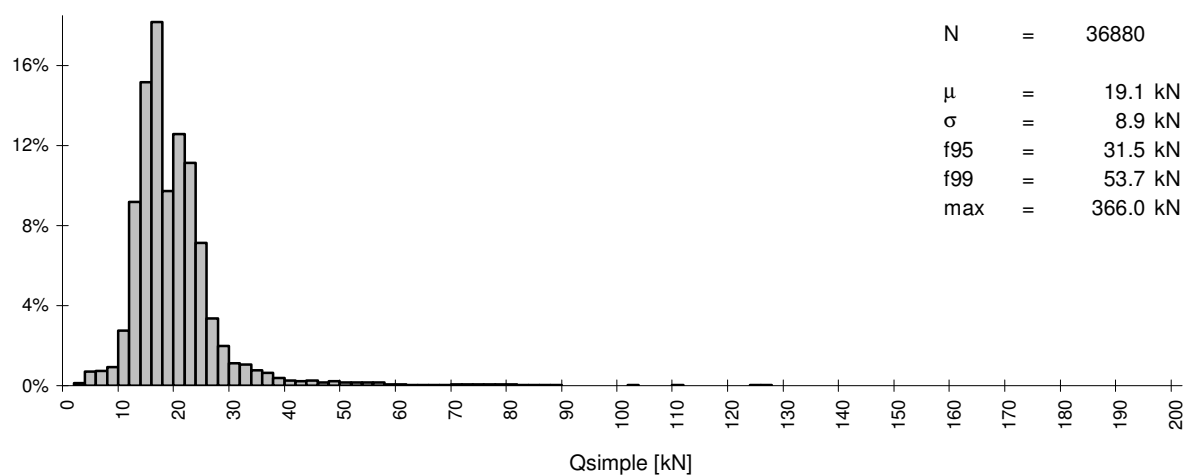
2005 Gotthard

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

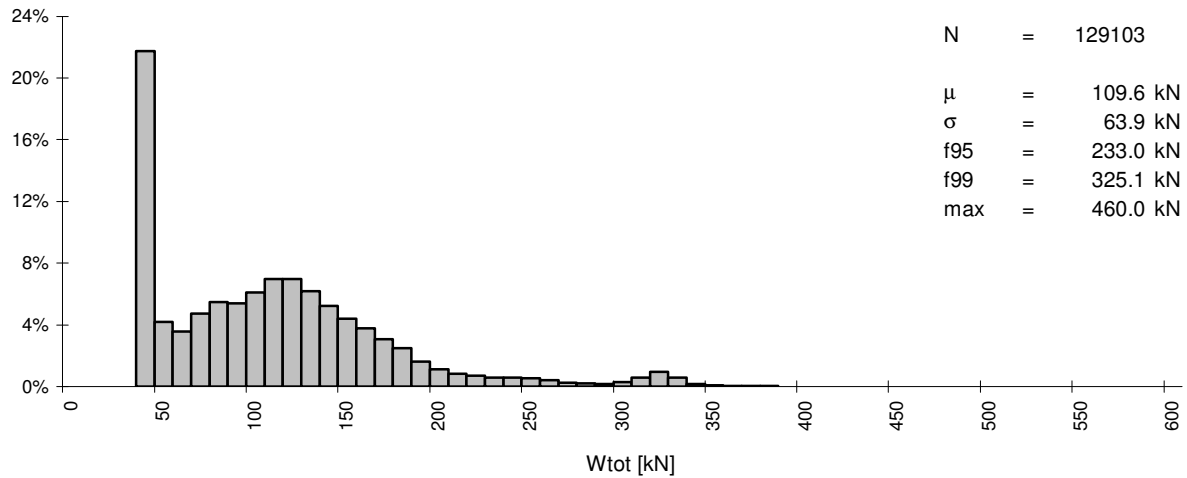
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

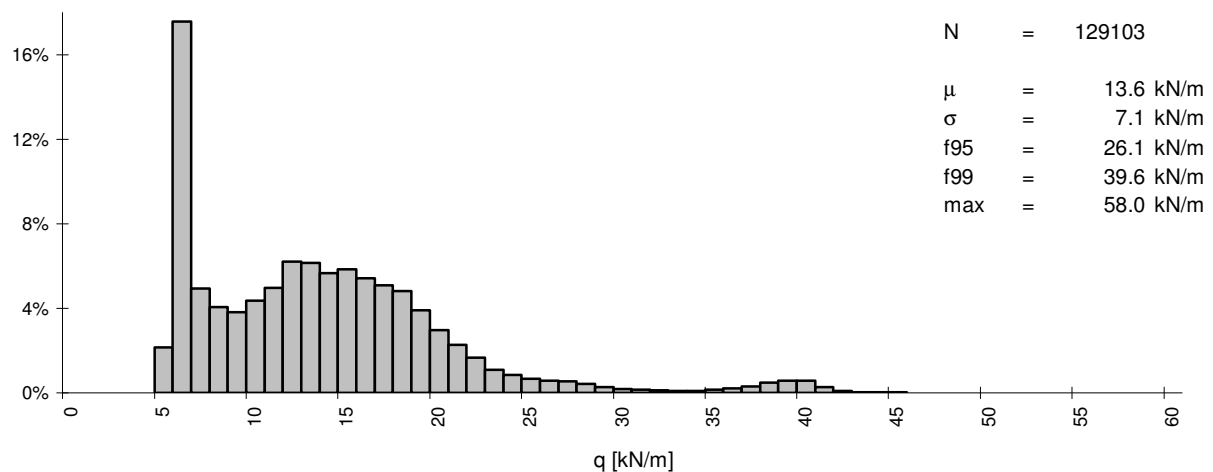
2005 Gotthard

Lastwagen / Gesamtgewicht



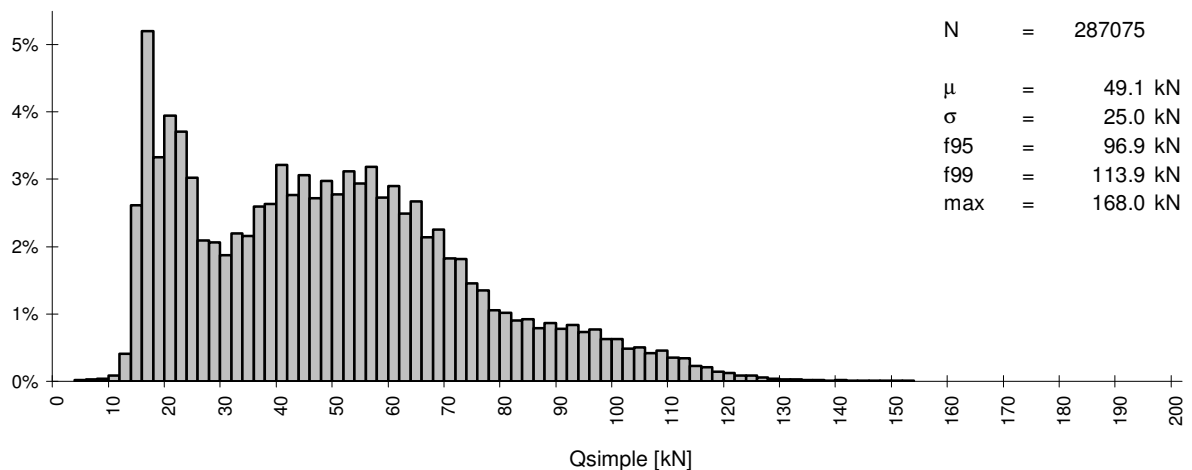
2005 Gotthard

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

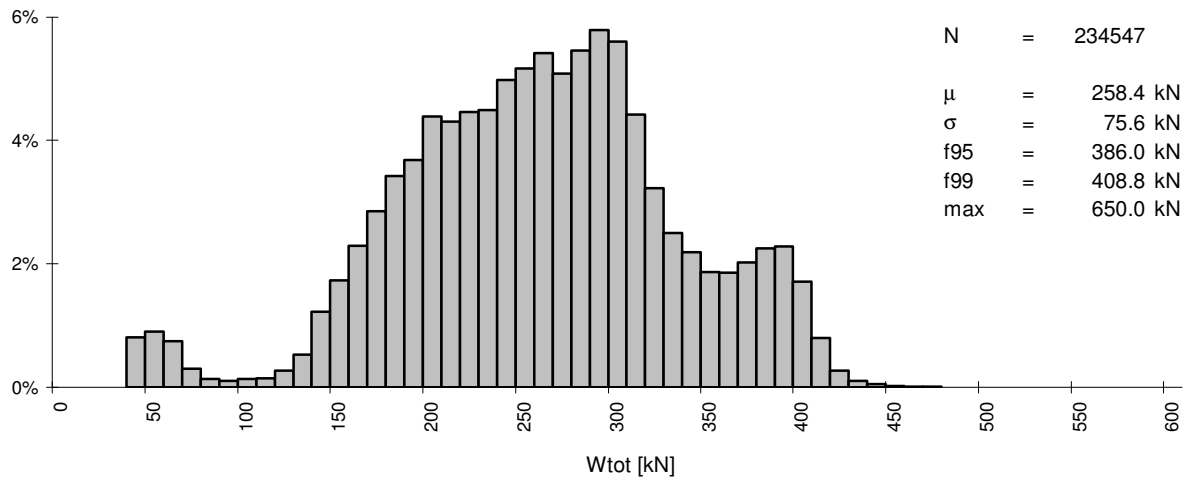
Lastwagen / alle Einzelachsen



3.3.6 Lastenzüge (SZ)

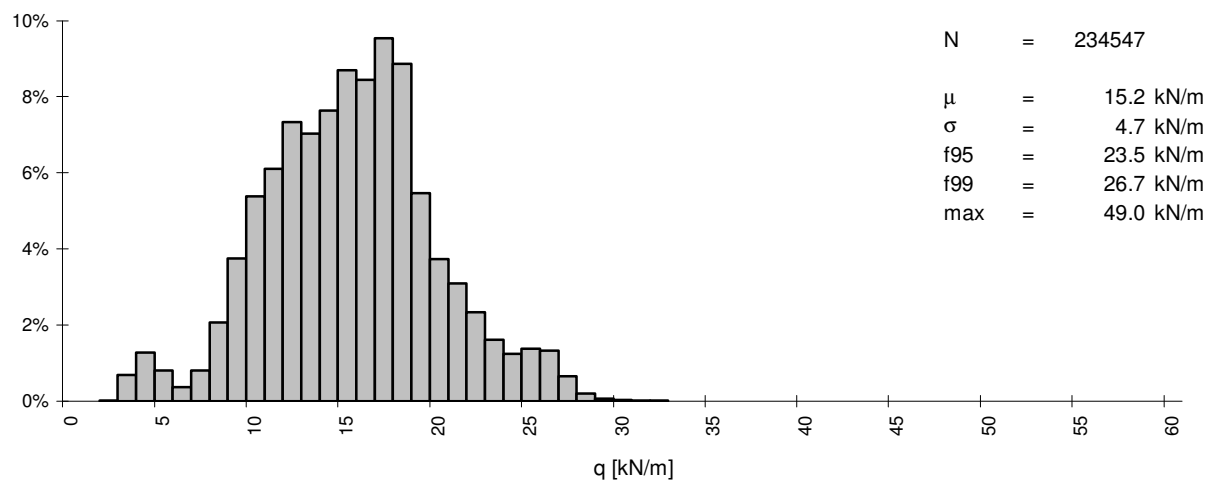
2005 Gotthard

Lastenzug / Gesamtgewicht



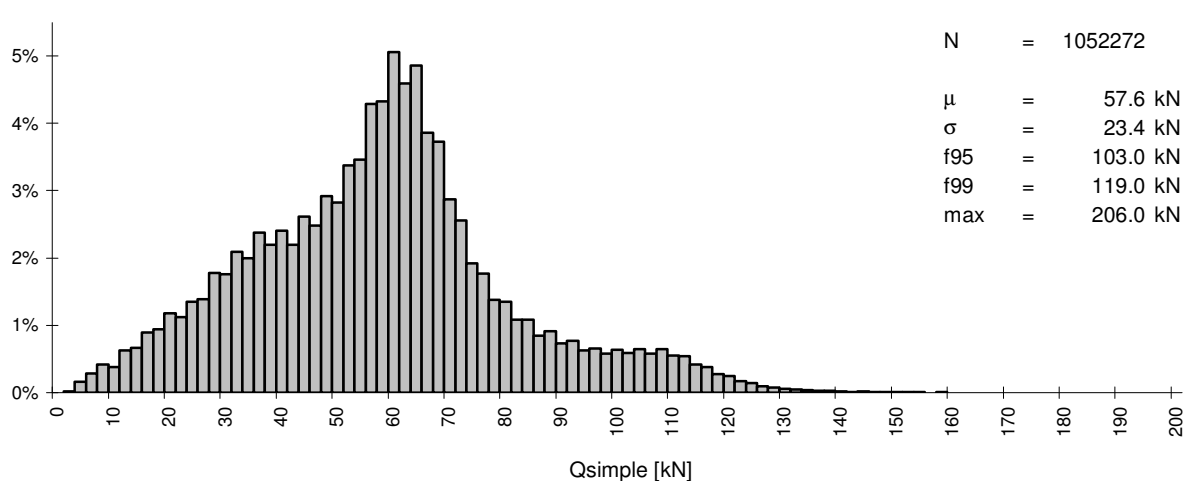
2005 Gotthard

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

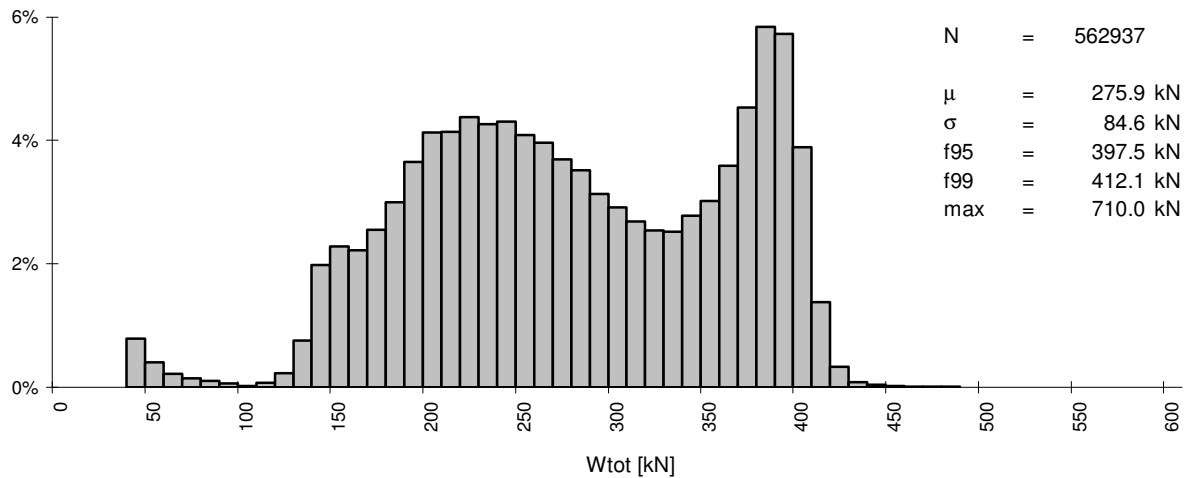
Lastenzug / alle Einzelachsen



3.3.7 Sattelzüge (SZ)

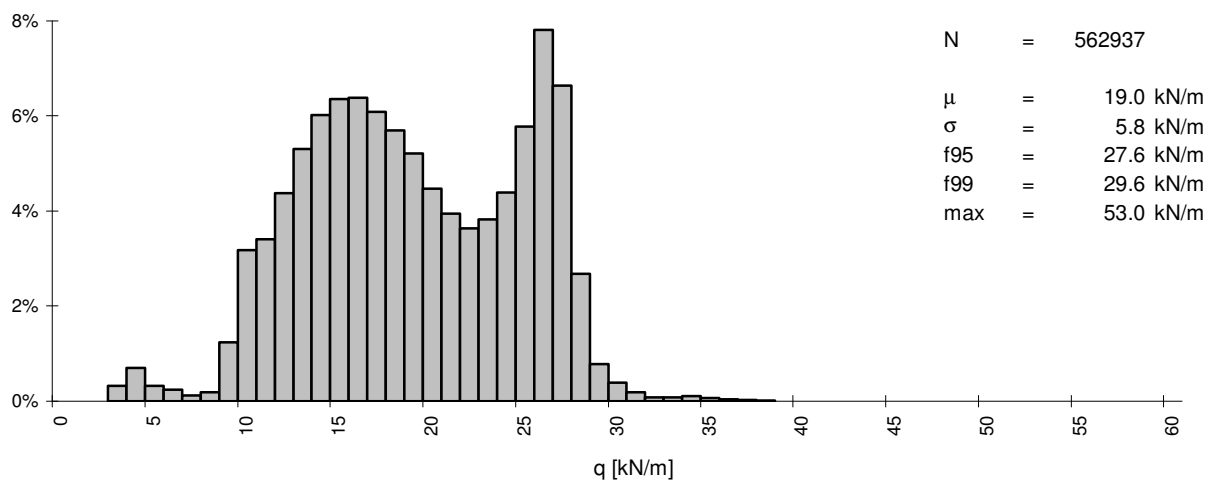
2005 Gotthard

Sattelzug / Gesamtgewicht



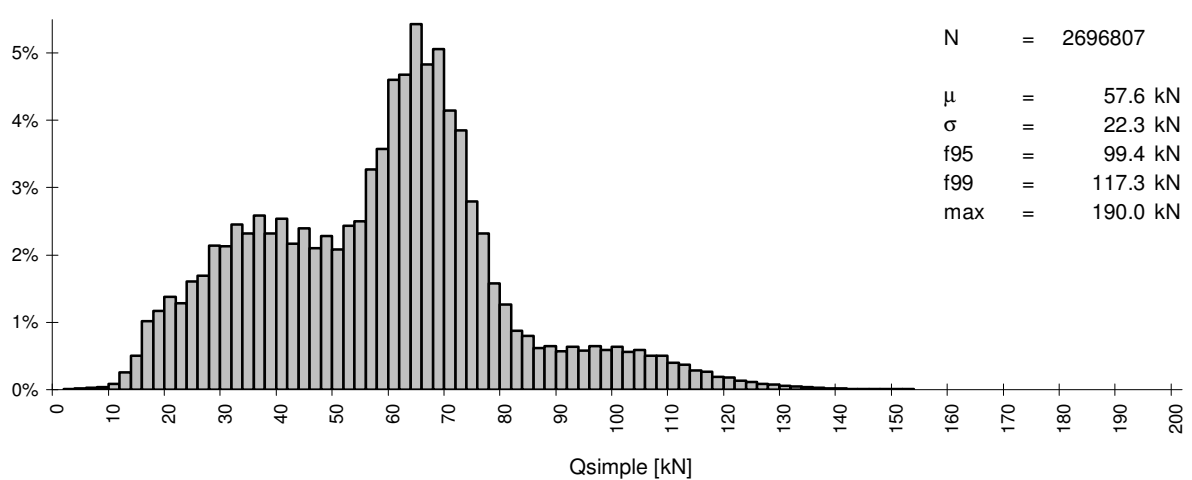
2005 Gotthard

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



2005 Gotthard

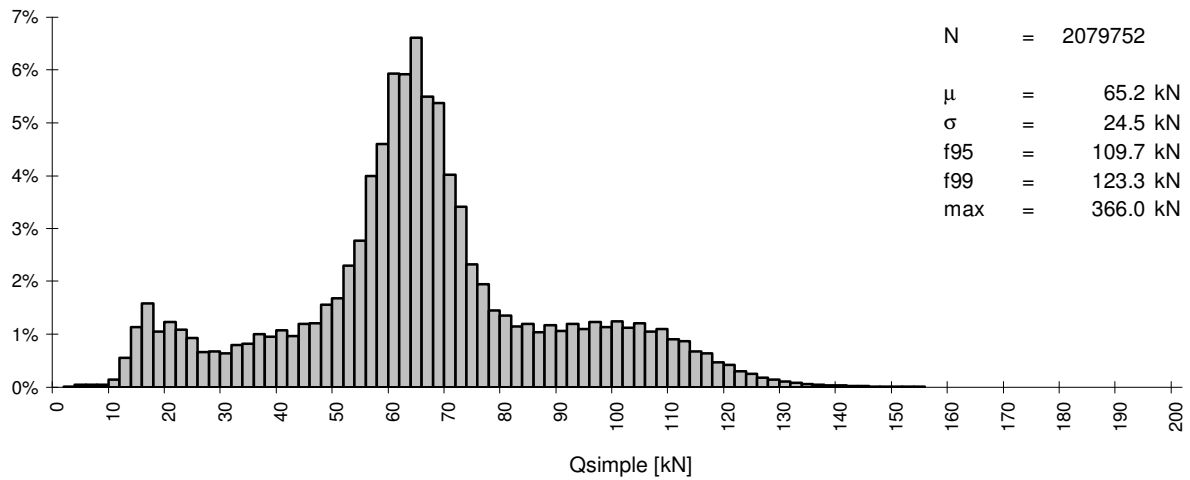
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

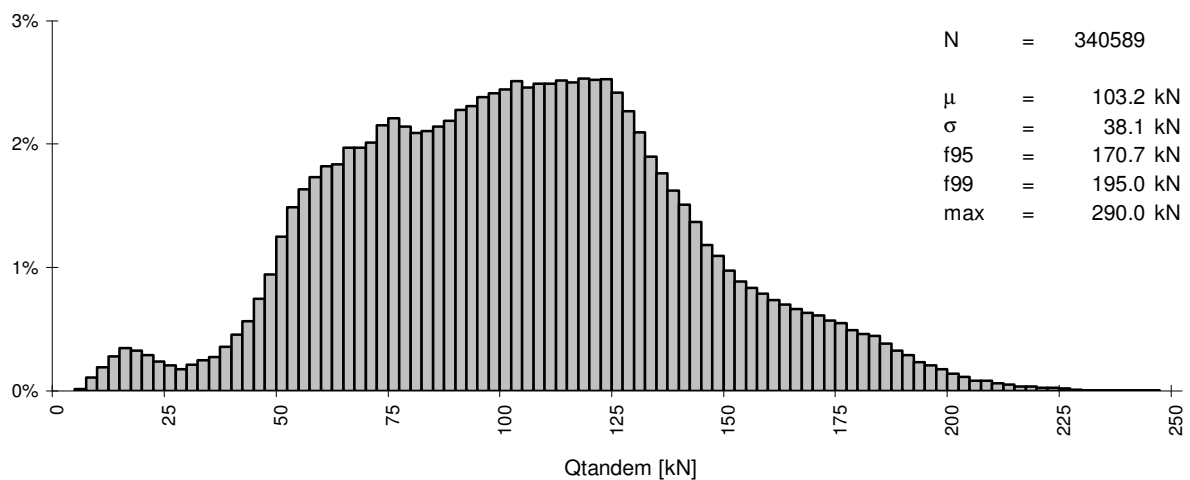
2005 Gotthard

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



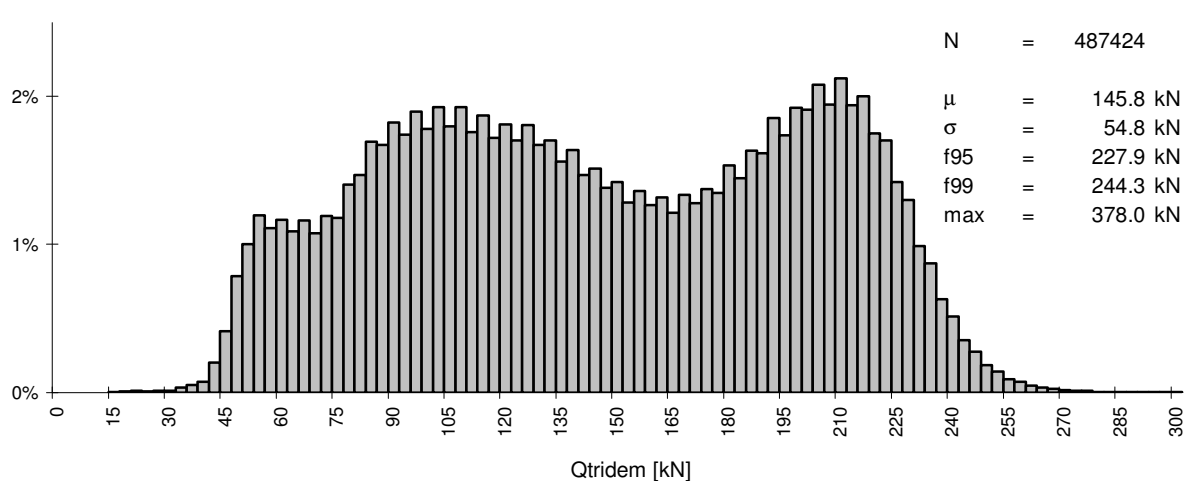
2005 Gotthard

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



2005 Gotthard

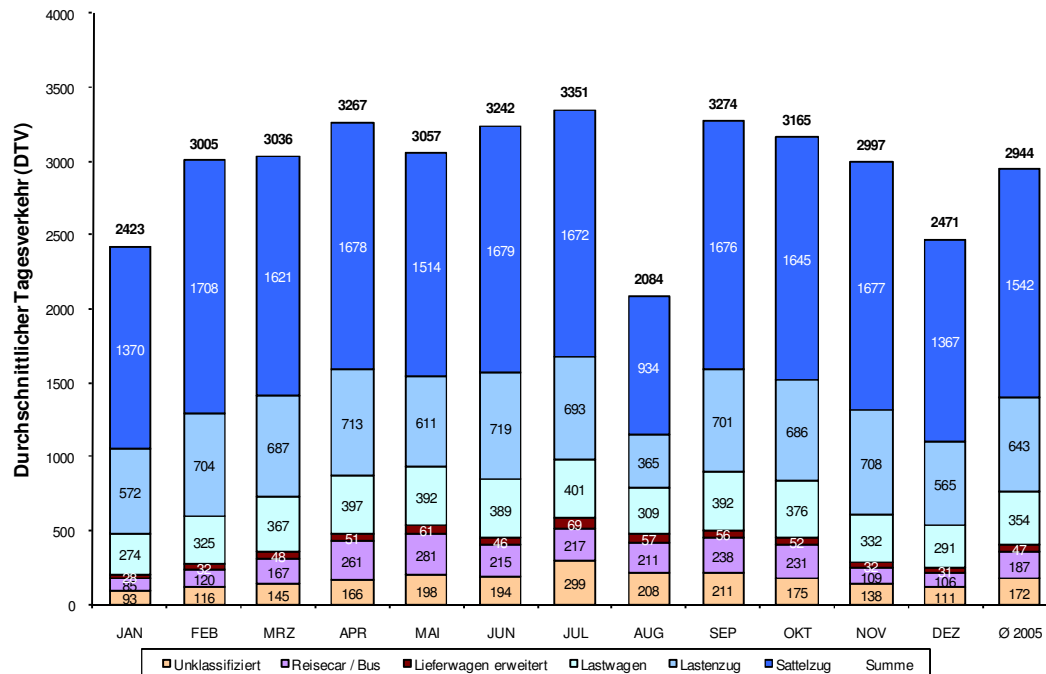
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



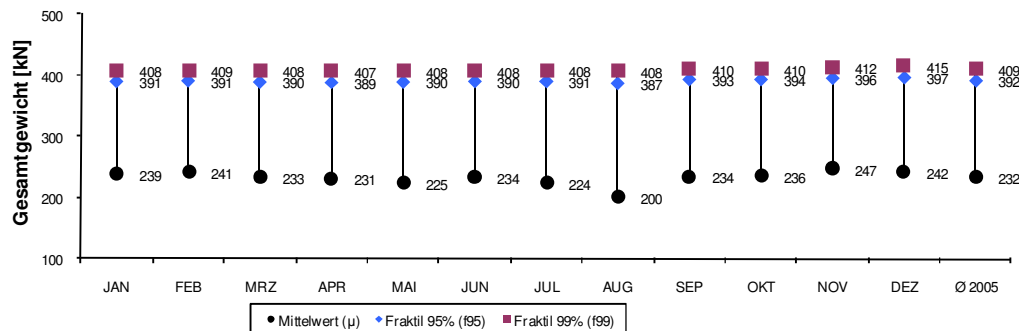
3.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

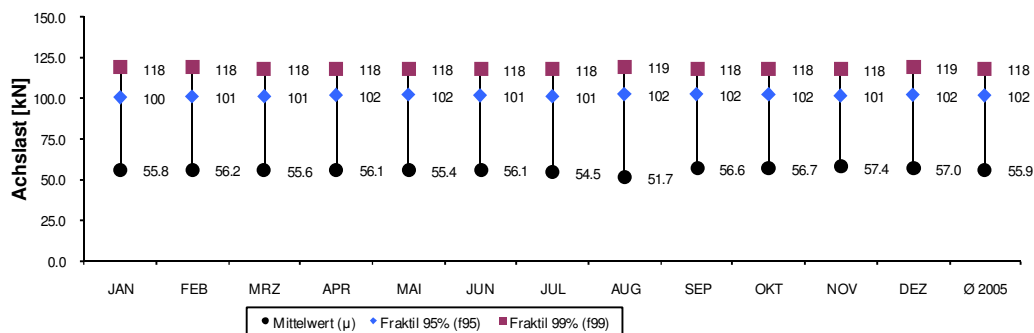
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

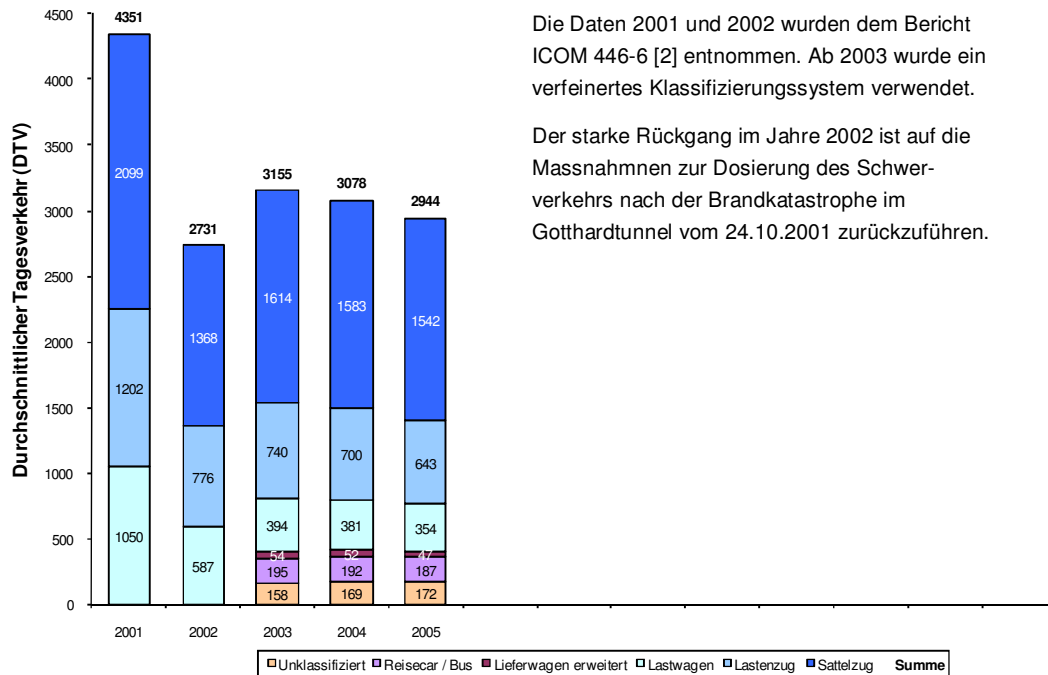


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

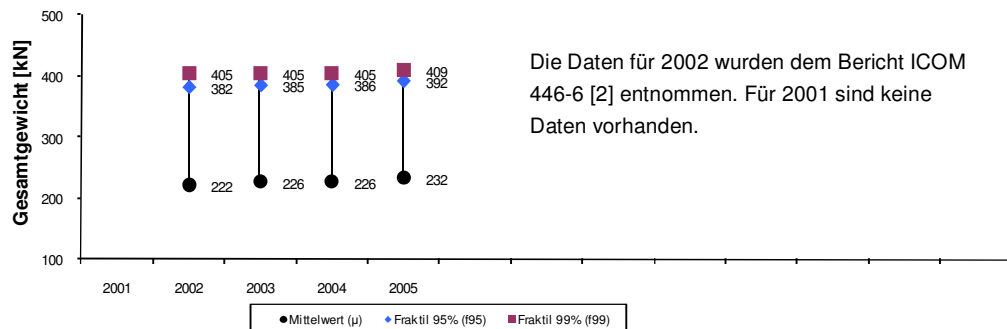


3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

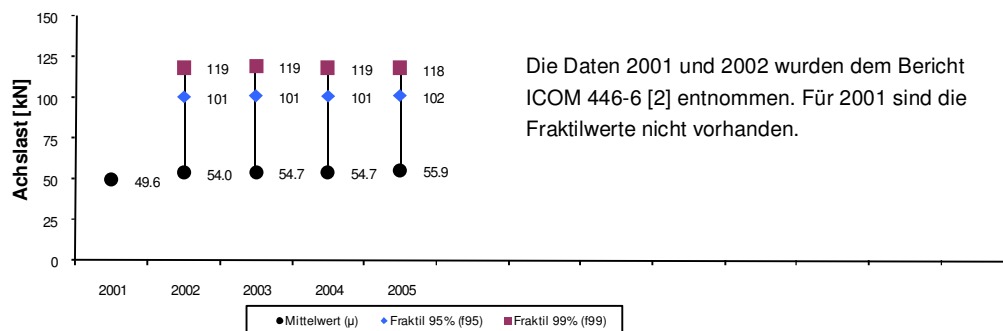
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (siehe Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktil 95% [kN]	Fraktil 99% [kN]
Einzelachse	65.2	65.2	109.7	123.3
Tandemachse	103.2	51.6	85.4	97.5
Tridemachse	145.8	48.6	76.0	81.4
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 65.2 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 51.6 kN, respektive 48.6 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilwerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (siehe 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	Fraktil 95 %	Fraktil 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.8 kN/m	27.0 kN/m	30.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.80 kN/m ²	7.71 kN/m ²	8.69 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.

3.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen 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	6'050	3	0.000	1'078	0	0.000	5	0
2	0.006	116'018	696	0.001	4'236	3	0.000	55	0
3	0.020	83'435	1'669	0.003	2'823	8	0.001	216	0
4	0.070	96'820	6'777	0.008	4'541	36	0.002	764	2
5	0.150	137'876	20'681	0.020	11'942	239	0.005	6'853	34
6	0.290	407'572	118'196	0.030	22'733	682	0.010	21'827	218
7	0.530	569'979	302'089	0.060	26'525	1'592	0.020	16'242	325
8	1.000	218'353	218'353	0.100	29'293	2'929	0.030	18'435	553
9	1.520	116'770	177'490	0.140	29'694	4'157	0.040	32'458	1'298
10	2.400	123'002	295'205	0.200	32'495	6'499	0.060	26'426	1'586
11	3.660	112'147	410'458	0.280	33'894	9'490	0.080	27'571	2'206
12	5.400	64'090	346'086	0.400	34'302	13'721	0.110	34'911	3'840
13	7.760	20'555	159'507	0.540	31'689	17'112	0.140	25'254	3'536
14	10.870	5'311	57'731	0.730	23'147	16'897	0.190	23'878	4'537
15	14.910	1'334	19'890	0.960	15'731	15'102	0.240	28'210	6'770
16	20.060	343	6'881	1.260	11'047	13'919	0.300	19'052	5'716
17	26.540	72	1'911	1.630	8'876	14'468	0.380	18'847	7'162
18	34.590	22	761	2.080	7'091	14'749	0.480	26'971	12'946
19	-	-	-	2.640	4'902	12'941	0.590	22'908	13'516
20	-	-	-	3.300	2'592	8'554	0.720	26'890	19'361
21	-	-	-	4.090	1'177	4'814	0.880	39'295	34'580
22	-	-	-	5.030	755	3'798	1.060	27'742	29'407
23	-	-	-	-	-	-	1.270	21'552	27'371
24	-	-	-	-	-	-	1.520	14'660	22'283
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'989	7'220
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'514	3'240
27	-	-	-	-	-	-	2.510	590	1'481
28	-	-	-	-	-	-	2.940	133	391
29	-	-	-	-	-	-	3.430	67	230
30	-	-	-	-	-	-	3.980	59	235
Summe		2'079'749	2'144'383		340'563	161'711		487'374	210'042

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'144'383 + 161'711 + 210'042 = 2'516'136 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 2'516'136 = 1'258'068 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'258'068 / 365 = 3'447 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 im Gotthardtunnel (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 3.4.1a). Im Juli ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 3'351 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 52.4%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (siehe Abs. 3.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 3.4.1b und 3.4.1c) variieren, abgesehen von einem deutlichen Rückgang im August, nur geringfügig.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die starken Verkehrsschwankungen zwischen 2001 und 2003 im Gotthardtunnel (s. Diagramm 3.4.2a) 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 2005 passierten pro Tag durchschnittlich 2'944 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'078 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 3.4.2a). Dies entspricht einer Abnahme von 4.4 %. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 3.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 226 kN auf 232 kN zu (+2.7%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 1.8%, respektive 1.0%.

Ein ähnlicher Anstieg ist auch bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 3.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 54.7 kN auf 55.9 kN (+2.2%). Der Fraktilwert f95 steigt um 1.0%, währenddem der Fraktilwert f99 um 0.8% abnimmt.

Die Reduktion des durchschnittlichen Tagesverkehrs einerseits und die Zunahme der mittleren Achslast andererseits, führen dazu, dass die Belastung des Strassenbelags (s. Abs. 3.5.2) gegenüber dem Vorjahr konstant bleibt. Die tägliche äquivalente Verkehrslast beträgt 3'447 ESAL (+0.0%)

4 Plazzastunnel (A13)

4.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Plazzastunnel (A13) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
403 - Plazzas (A13)	2	332	03.03. 07.03. 20.03. 11.-30.04. 01.-13.05.	Datenlücke 08.00 - 23.59 Uhr Datenlücke 12.00 - 23.59 Uhr Datenlücke 09.00 - 23.59 Uhr Daten fehlen wegen Gerätestörung Daten fehlen wegen Gerätestörung

4.2 Übersicht Messresultate

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

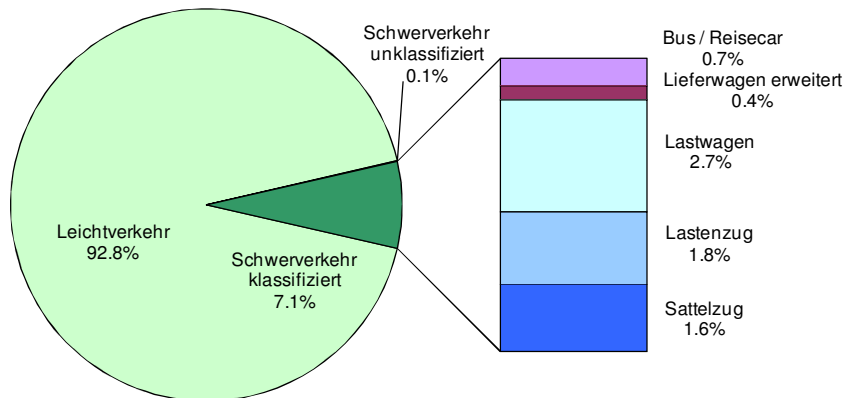
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Plazzas (A13) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Plazzas (A13) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 332)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	4'902'976	14'768	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'549'281	13'703	92.8	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	353'695	1'065	7.2	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	3'554	11	0.1	1.0
01 Bus / Reisecar	32'851	99	0.7	9.3
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	0	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	133	0	0.0	0.0
05 Lieferwagen	3'251	10	0.1	0.9
06 Lieferwagen mit Anhänger	13'953	42	0.3	3.9
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	133'748	403	2.7	37.8
09 Lastenzug	86'464	260	1.8	24.4
10 Sattelzug	79'741	240	1.6	22.5
Total	353'695	1'065	7.2	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	88'139	265	1.8	24.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	115'323	347	2.4	32.6
Fahrzeuge 18 - 28t	73'211	221	1.5	20.7
Fahrzeuge 28 - 40t	63'536	191	1.3	18.0
Fahrzeuge > 40t	13'486	41	0.3	3.8
Total	353'695	1'065	7.2	100.0

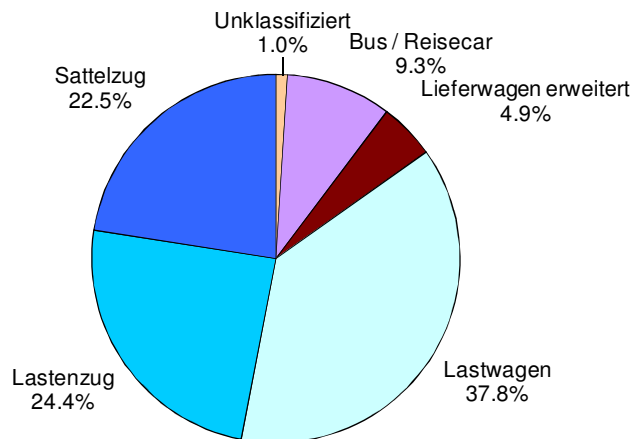
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Plazzas

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

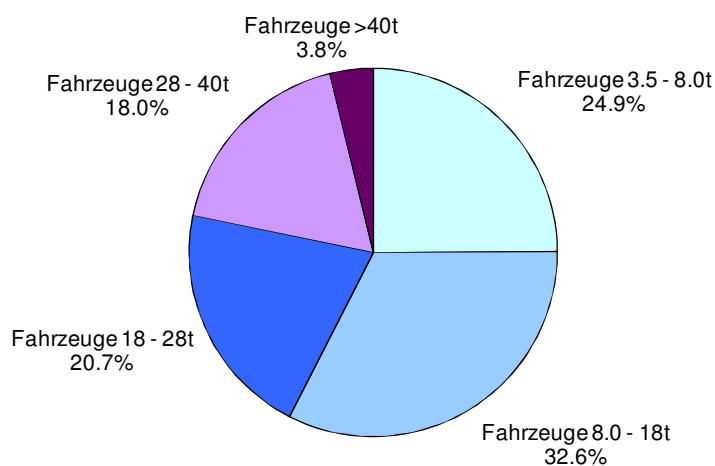
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 Messdiagramme

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Plazzas (A13) 2005 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 4.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.5).

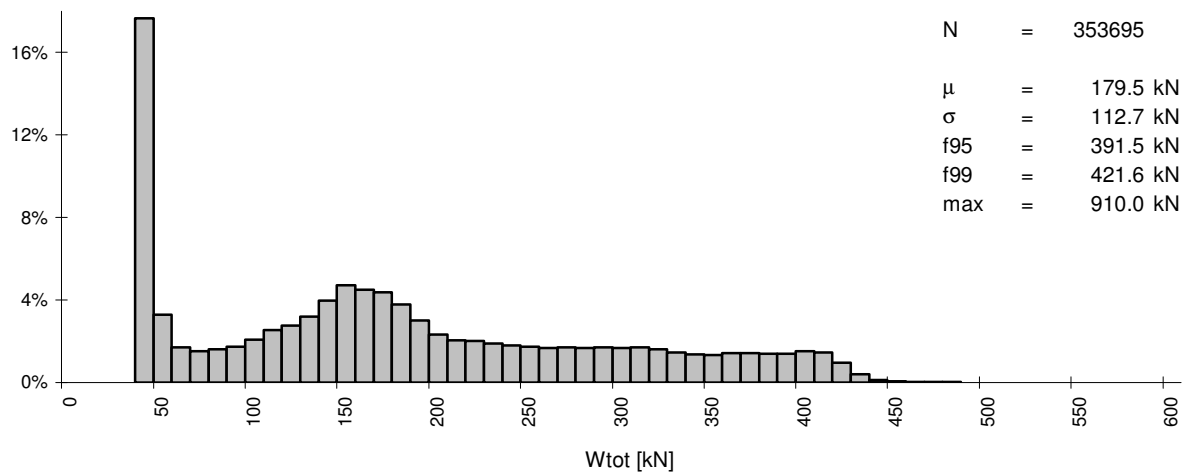
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

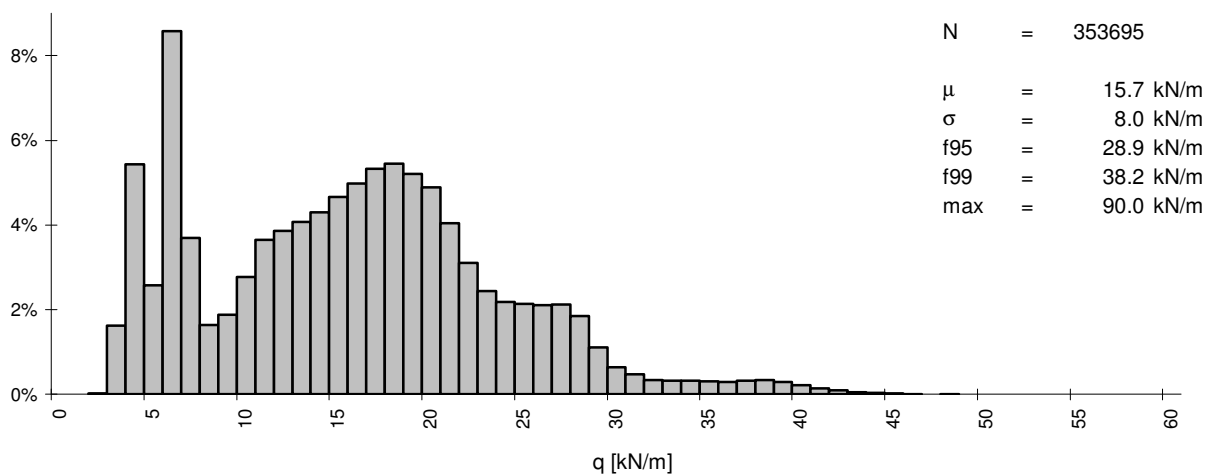
Plazzas 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



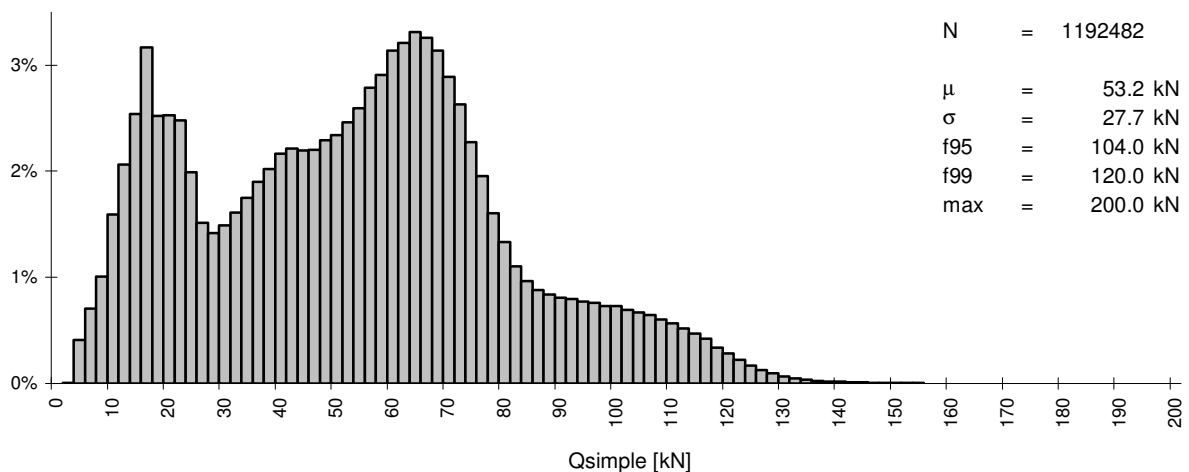
Plazzas 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



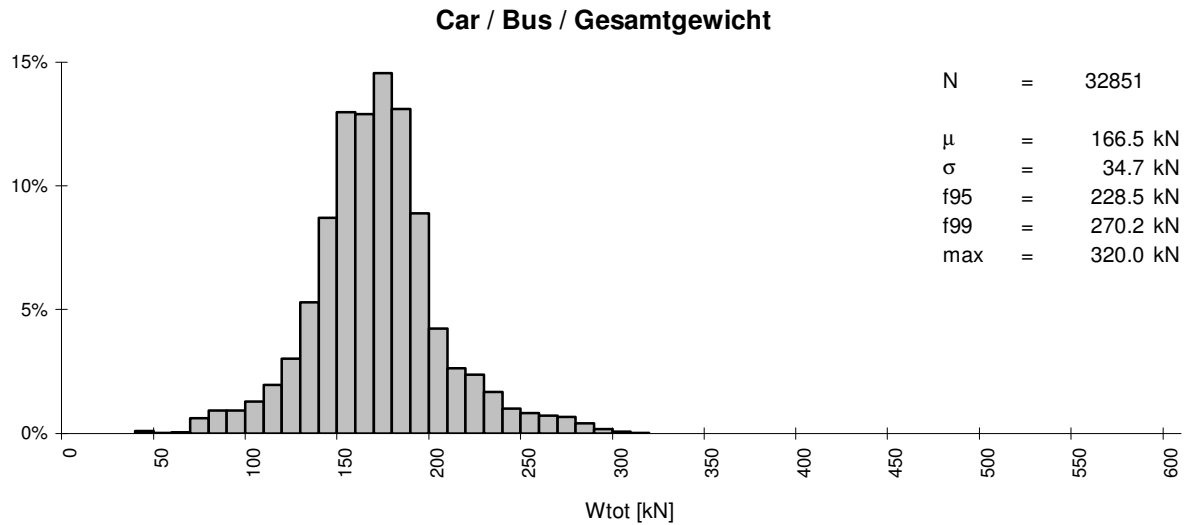
Plazzas 2005

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

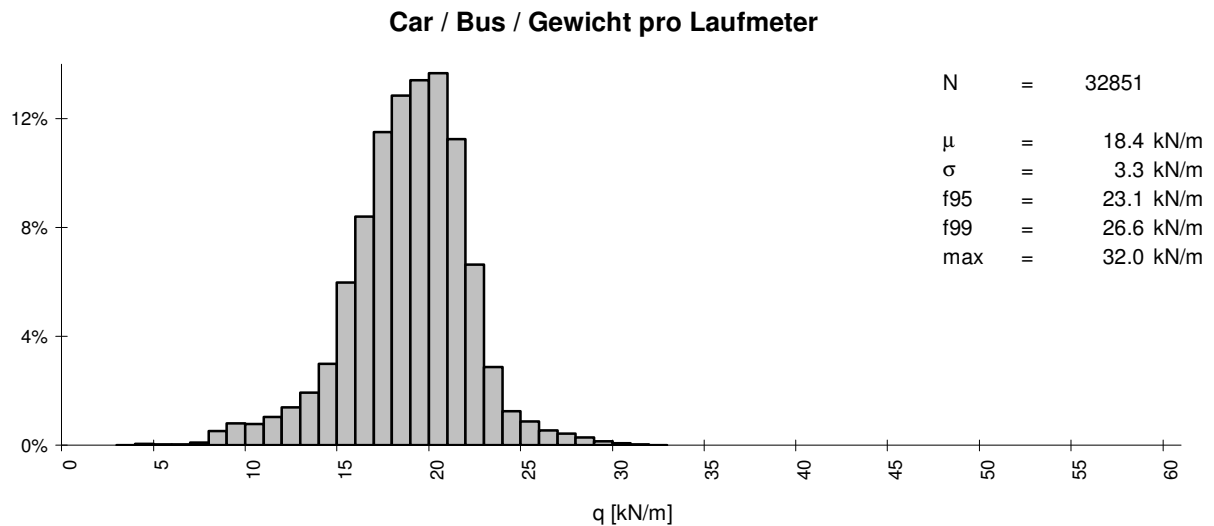


4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

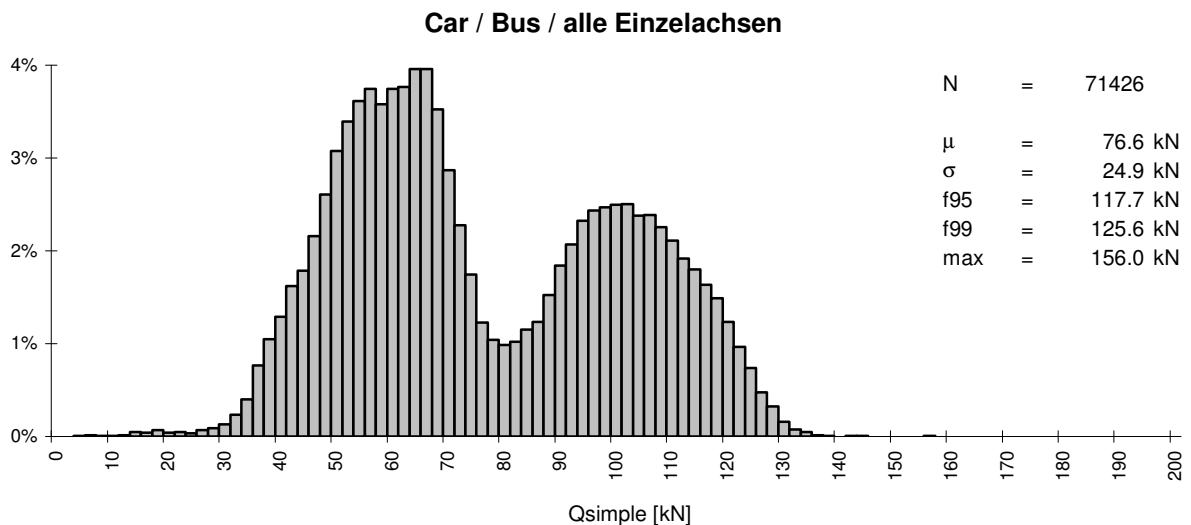
Plazzas 2005



Plazzas 2005



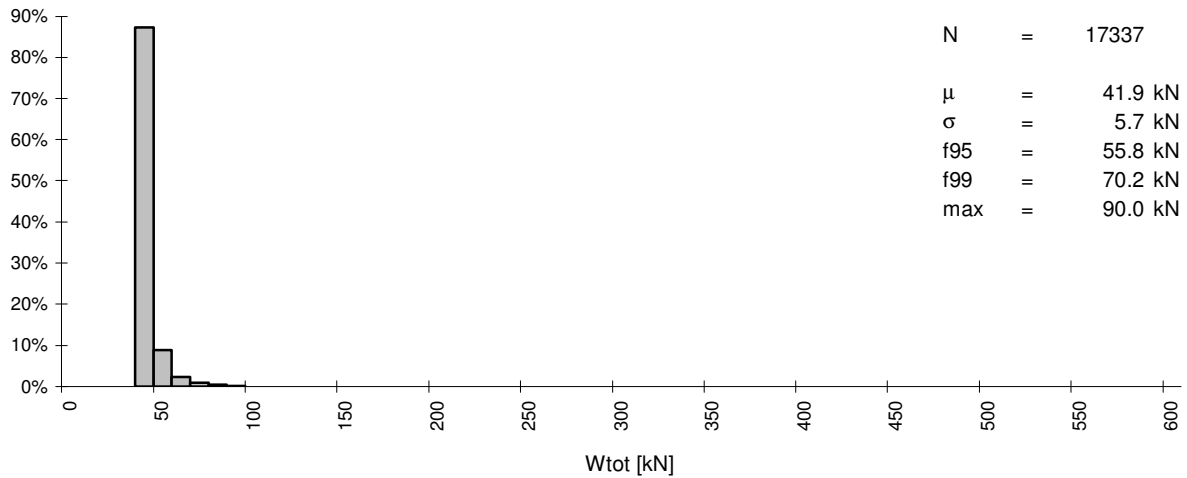
Plazzas 2005



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

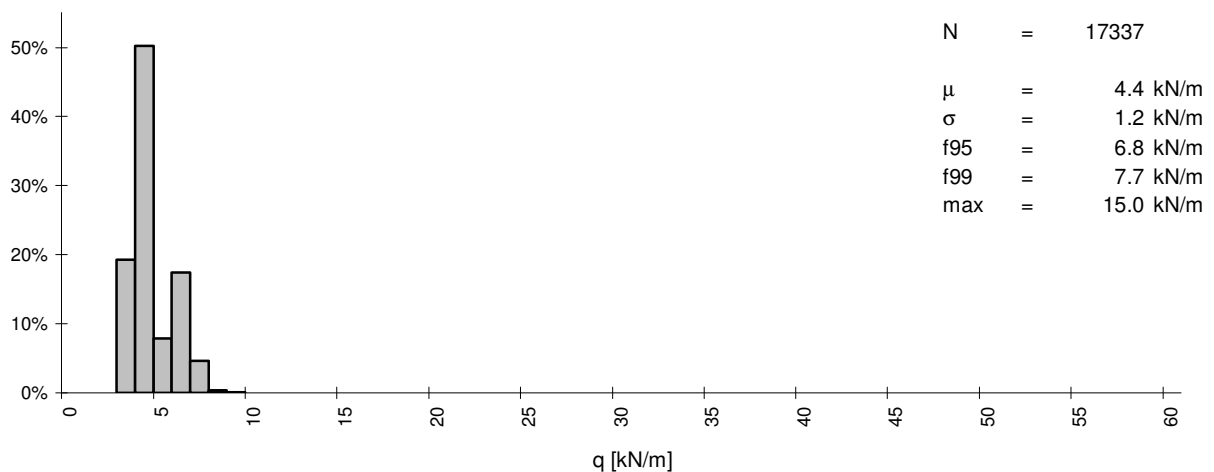
Plazzas 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



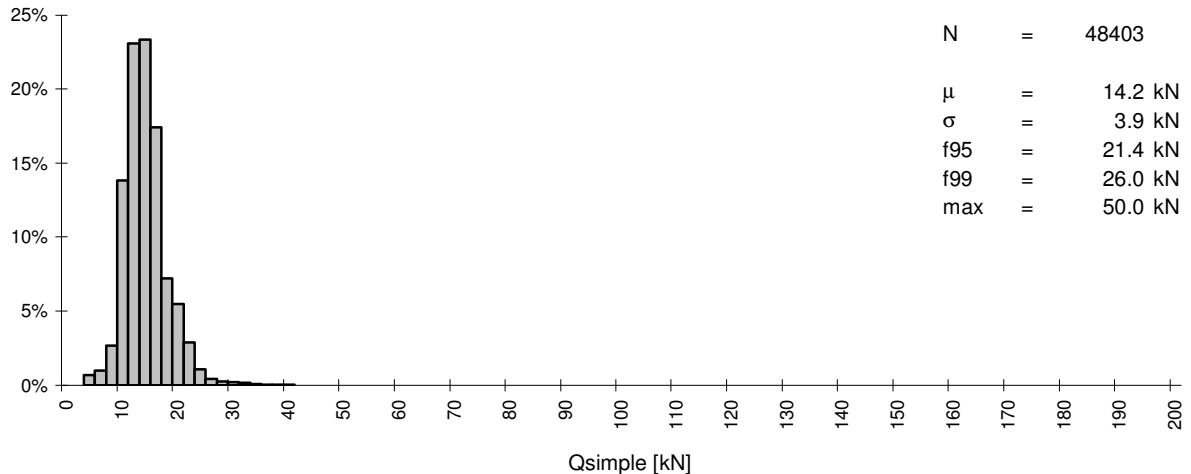
Plazzas 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2005

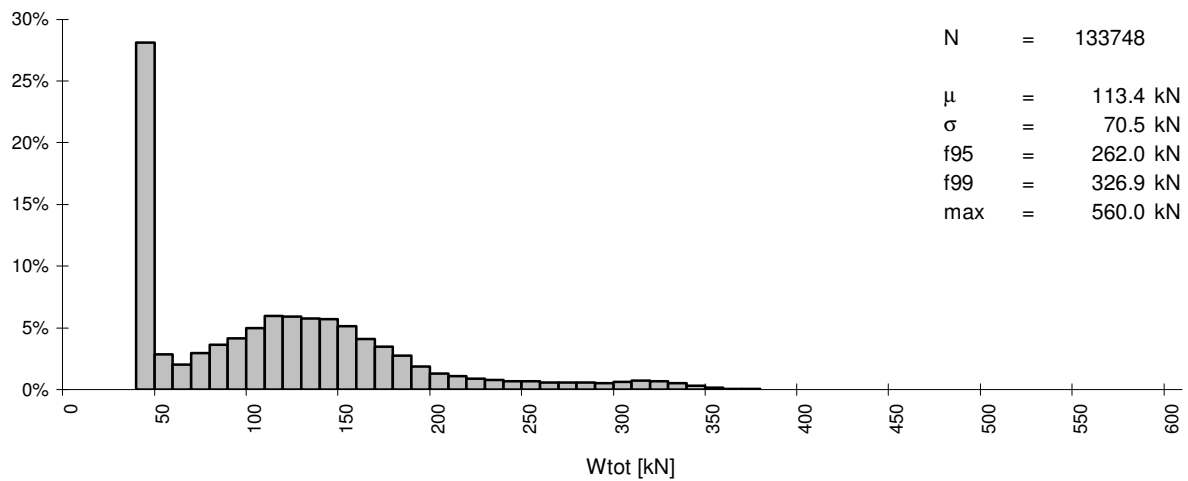
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

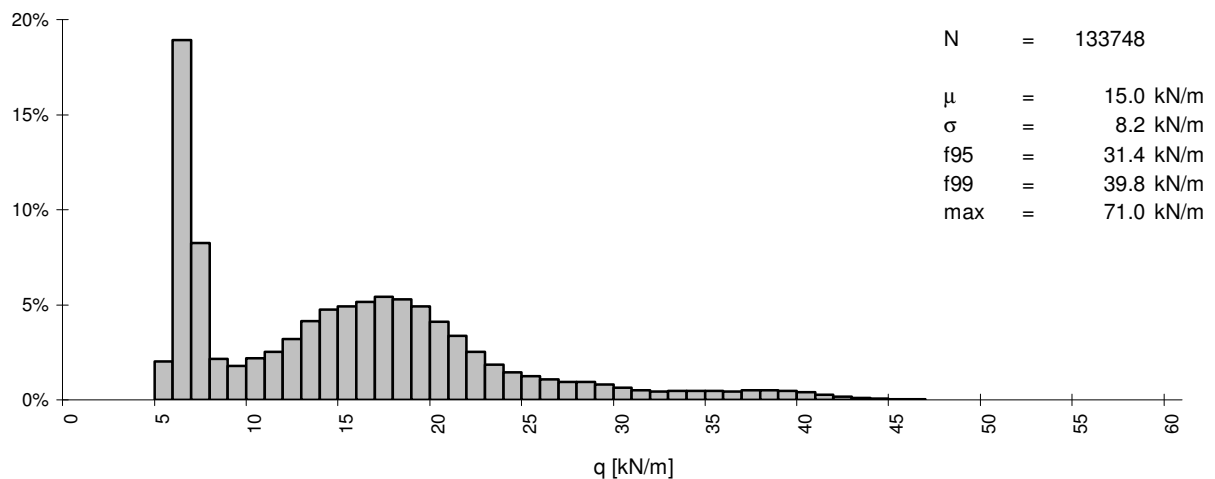
Plazzas 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



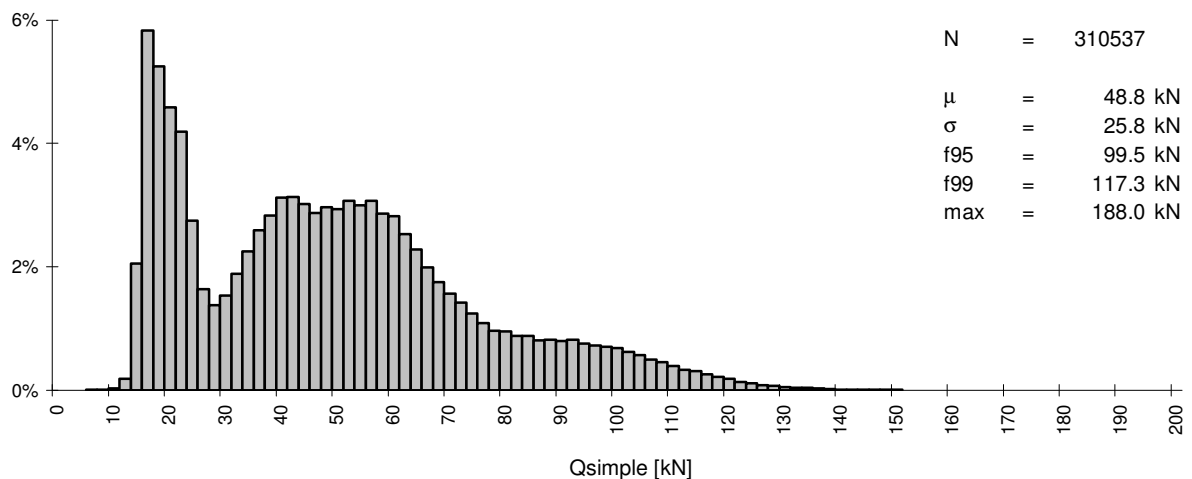
Plazzas 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2005

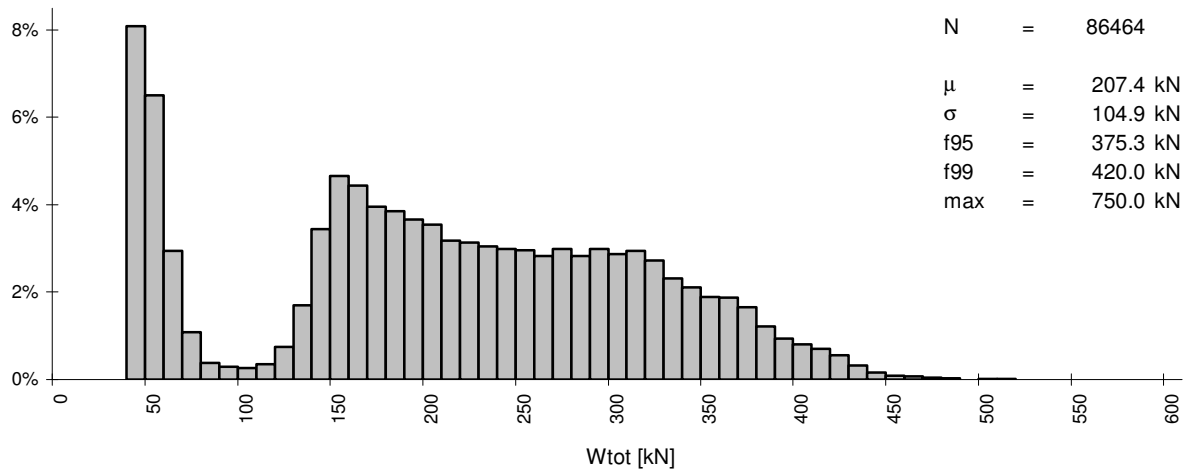
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (LZ)

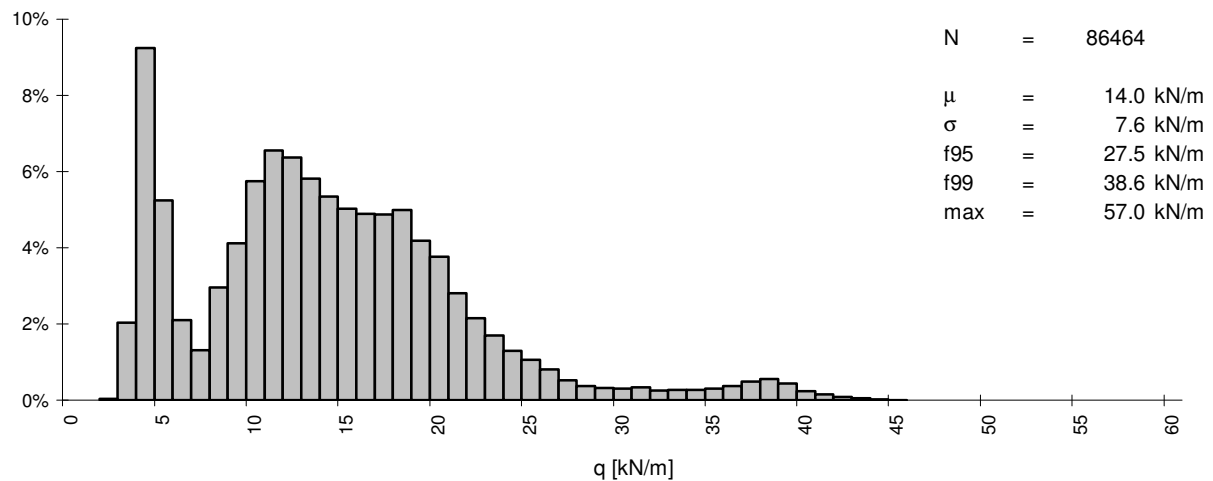
Plazzas 2005

Lastenzug / Gesamtgewicht



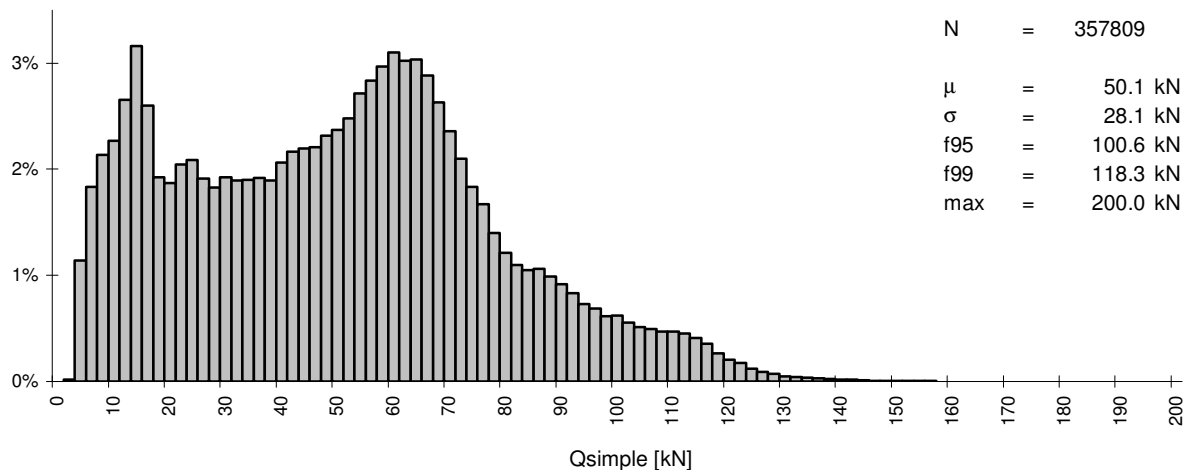
Plazzas 2005

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



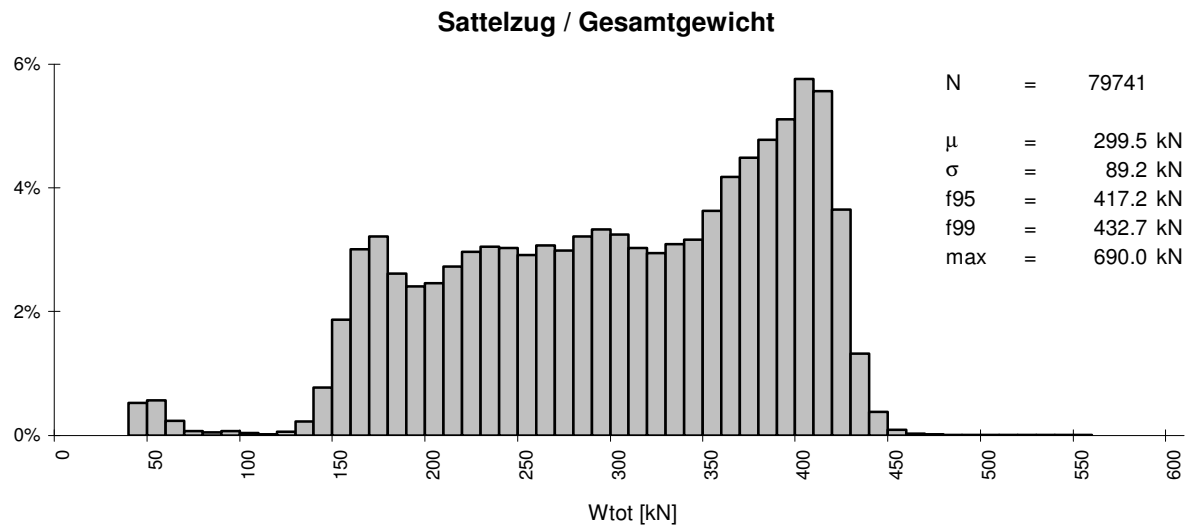
Plazzas 2005

Lastenzug / alle Einzelachsen

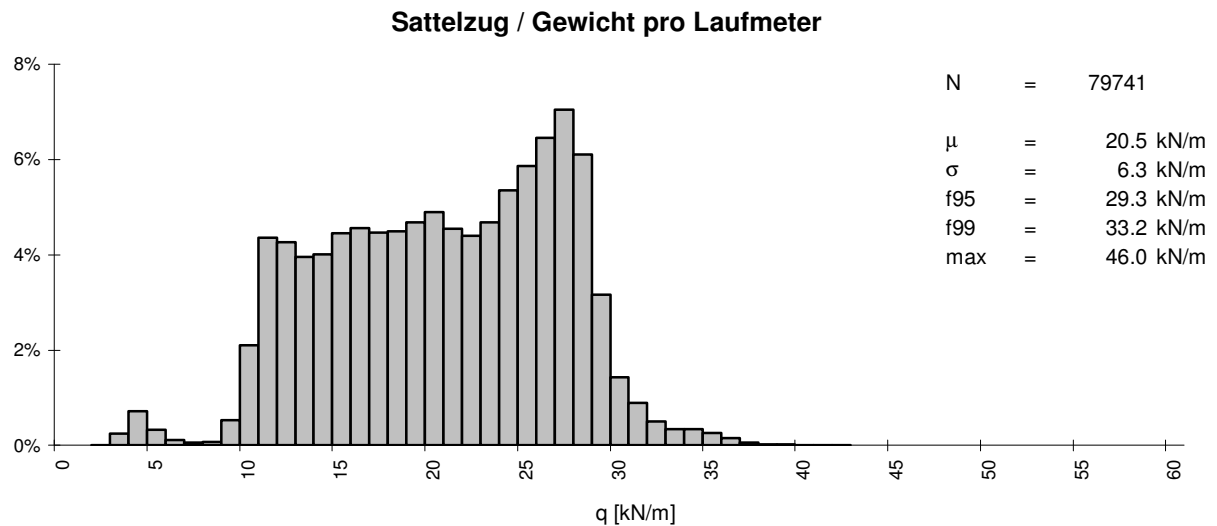


4.3.7 Sattelzüge (SZ)

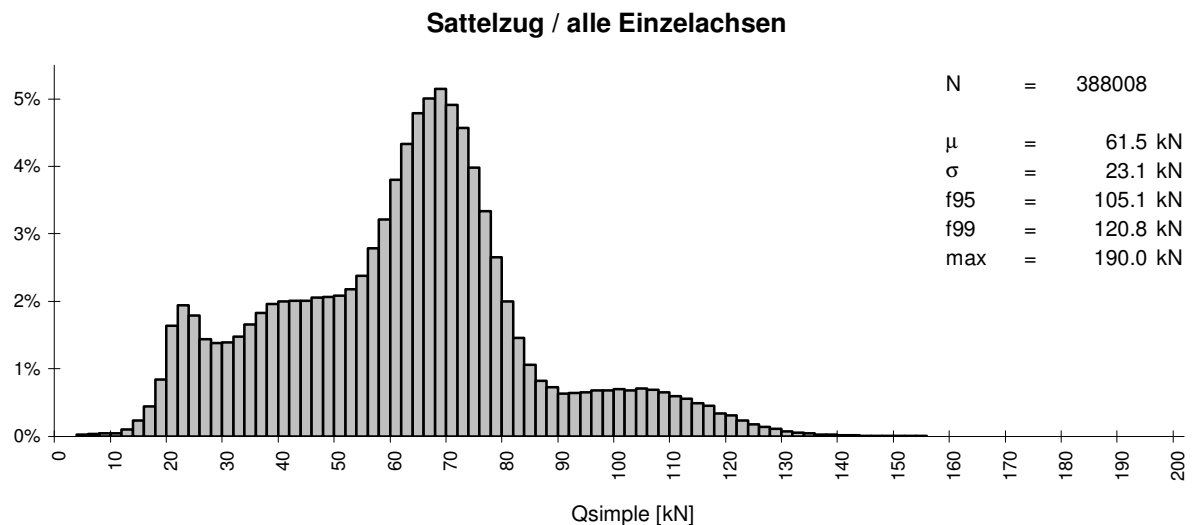
Plazzas 2005



Plazzas 2005



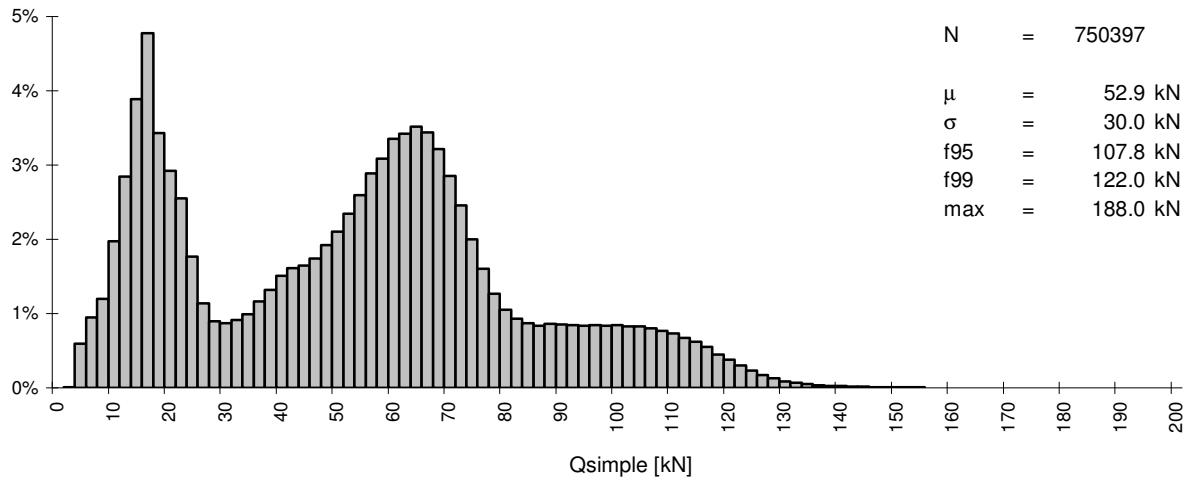
Plazzas 2005



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

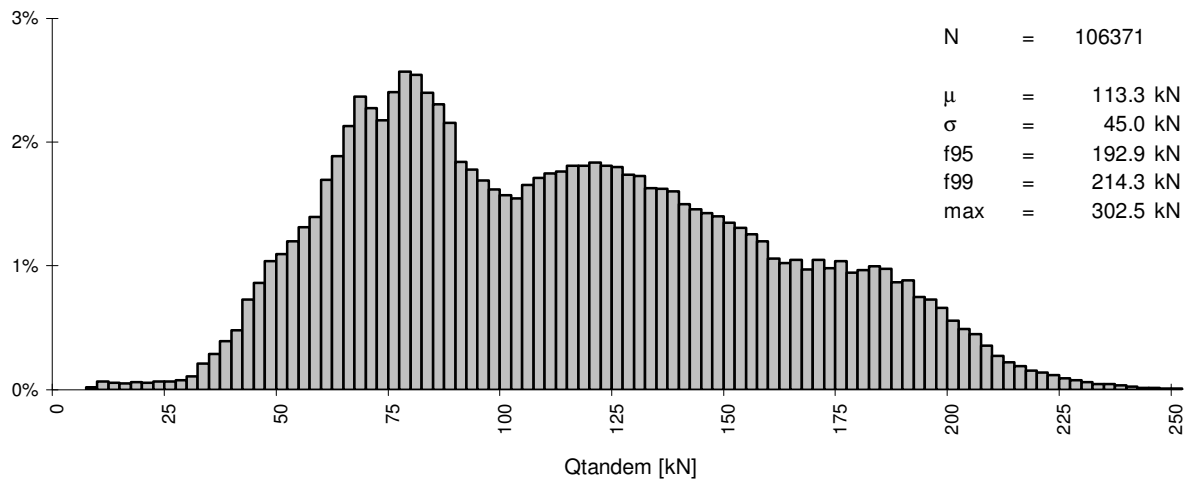
Plazzas 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



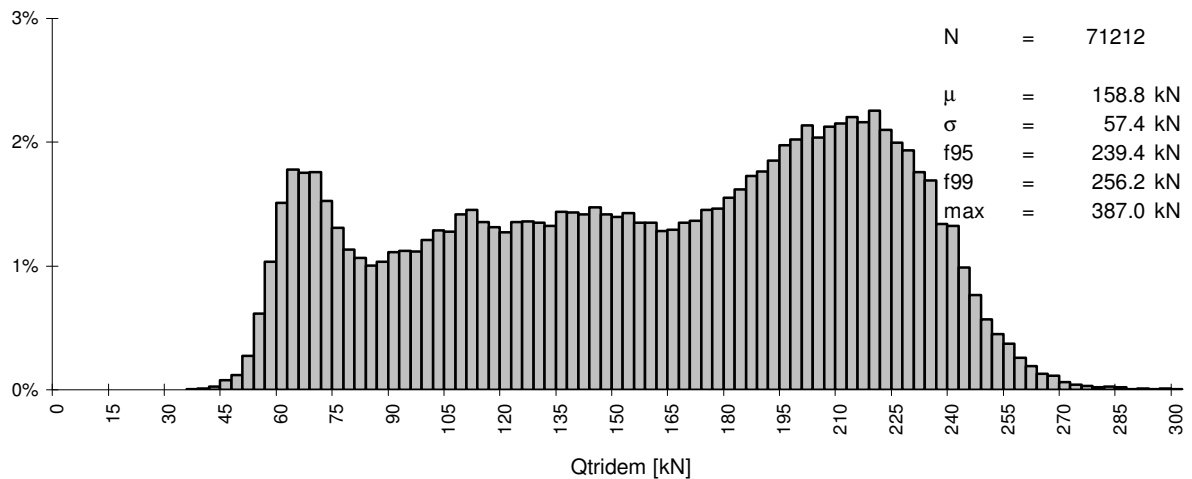
Plazzas 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Plazzas 2005

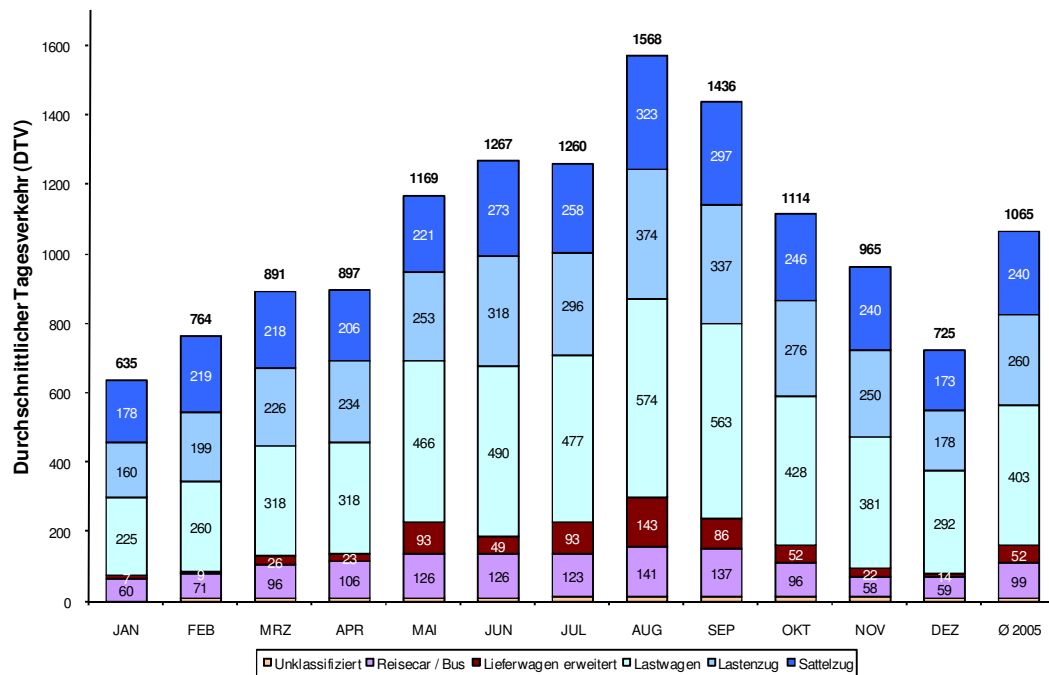
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



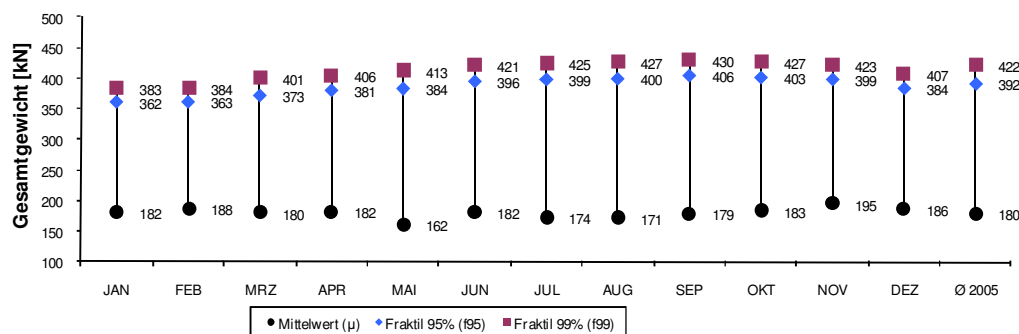
4.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

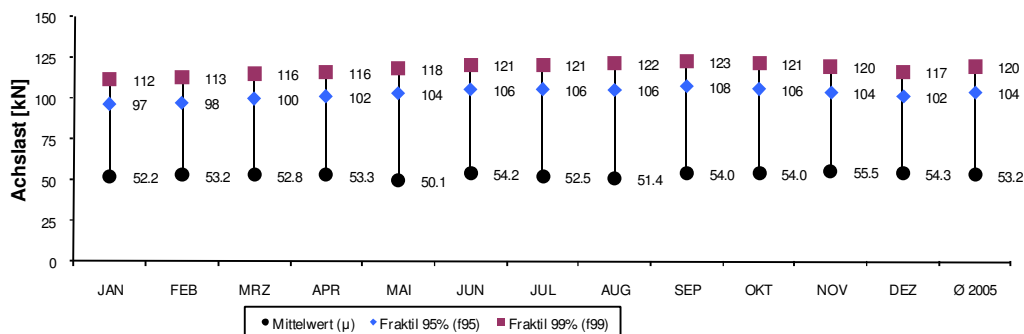
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

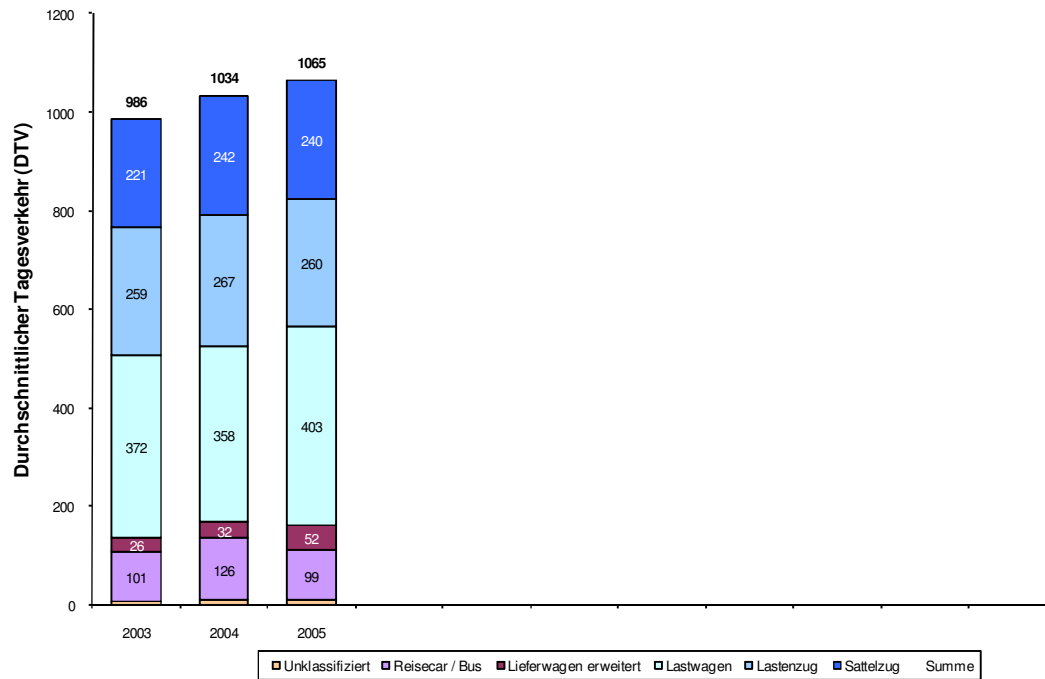


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

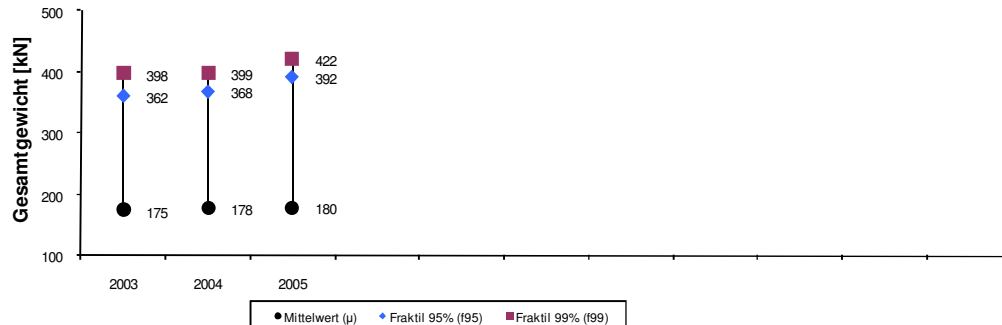


4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

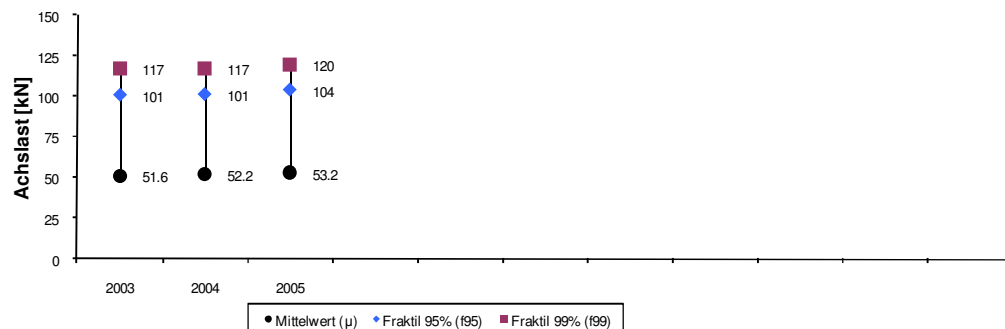
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	52.9	52.9	107.8	122.0
Tandemachse	113.3	56.7	96.5	107.2
Tridemachse	158.8	52.9	79.8	85.4
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Tandemachsen, mit einer mittleren Achslast von 56.7 kN. Die Einzel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 52.9 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (Abschnitt 4.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ($b = 3.5$ m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	15.7 kN/m	28.9 kN/m	36.2 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.49 kN/m ²	8.26 kN/m ²	10.9 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.10 \text{ kN/m}^2$		

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.

4.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen 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	35'354	18	0.000	87	0	0.000	12	0
2	0.006	133'994	804	0.001	237	0	0.000	123	0
3	0.020	54'094	1'082	0.003	339	1	0.001	177	0
4	0.070	44'116	3'088	0.008	1'448	12	0.002	281	1
5	0.150	67'653	10'148	0.020	3'956	79	0.005	820	4
6	0.290	107'016	31'035	0.030	5'959	179	0.010	2'648	26
7	0.530	123'414	65'409	0.060	9'218	553	0.020	2'781	56
8	1.000	62'780	62'780	0.100	10'316	1'032	0.030	4'071	122
9	1.520	32'490	49'385	0.140	9'256	1'296	0.040	6'571	263
10	2.400	31'433	75'439	0.200	7'078	1'416	0.060	5'353	321
11	3.660	29'462	107'831	0.280	7'071	1'980	0.080	4'487	359
12	5.400	19'967	107'822	0.400	7'675	3'070	0.110	4'738	521
13	7.760	6'746	52'349	0.540	7'512	4'056	0.140	3'492	489
14	10.870	1'427	15'511	0.730	6'755	4'931	0.190	3'784	719
15	14.910	350	5'219	0.960	5'992	5'752	0.240	5'162	1'239
16	20.060	80	1'605	1.260	5'128	6'461	0.300	3'621	1'086
17	26.540	15	398	1.630	4'350	7'091	0.380	3'364	1'278
18	34.590	6	208	2.080	4'179	8'692	0.480	4'011	1'925
19	-	-	-	2.640	3'957	10'446	0.590	2'679	1'581
20	-	-	-	3.300	2'866	9'458	0.720	2'227	1'603
21	-	-	-	4.090	1'659	6'785	0.880	2'877	2'532
22	-	-	-	5.030	1'305	6'564	1.060	2'068	2'192
23	-	-	-	-	-	-	1.270	1'941	2'466
24	-	-	-	-	-	-	1.520	1'919	2'916
25	-	-	-	-	-	-	1.810	917	1'659
26	-	-	-	-	-	-	2.140	485	1'039
27	-	-	-	-	-	-	2.510	355	891
28	-	-	-	-	-	-	2.940	128	376
29	-	-	-	-	-	-	3.430	72	248
30	-	-	-	-	-	-	3.980	27	109
Summe		750'397	590'130		106'343	79'854		71'193	26'021

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 590'130 + 79'854 + 26'021 = 696'005 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \times W = 0.5 \times 696'005 = 348'003 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 348'003 / 332 = 1'048 \text{ ESAL}$$

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

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 im Plazzastunnel (A13) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 4.4.1a). Im August ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 1'568 Fahrzeugen pro Tag. 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 37.8%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.8% 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) bleiben relativ konstant. In den Monaten November und Dezember ist die Belastung bezüglich Gesamtgewicht und Achslast am höchsten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten pro Tag durchschnittlich 1'065 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 1'034 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 4.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 3.0%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 4.4.2b) erhöht sich im Vergleich zum Vorjahr von 178 kN auf 180 kN (+1.1%). Bei den Fraktilwerten f95 und f99 ist der Anstieg mit +6.5%, respektive 10.5%, noch deutlicher.

Das Gleiche gilt für die gemessenen Achslasten (s. Diagramm 4.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 52.2 kN auf 53.2 kN (+1.9%), die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 2.9%, respektive um 2.6%.

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 4.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 941 auf 1'048 ESAL (+11.4%). Die Verkehrslastklasse steigt von T4 (schwer) auf T5 (sehr schwer).

5 Denges (A1)

5.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Denges (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
405/406 - Denges (A1) 405 - Ri. Lausanne	2	356	14.01. 18.03. 23.03. 24.03.	Datenlücke 00.00 - 07.26 Uhr 16. - 22.03 : Anlage schwingt Daten fehlen Daten fehlen
406 - Ri. Morges			05.-20.05.	Datenlücke 00.00 - 20.00 Uhr 19. - 22.05: Anlage schwingt zeitweise Daten fehlen wegen defektem Ladegerät

5.2 Übersicht Messresultate

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

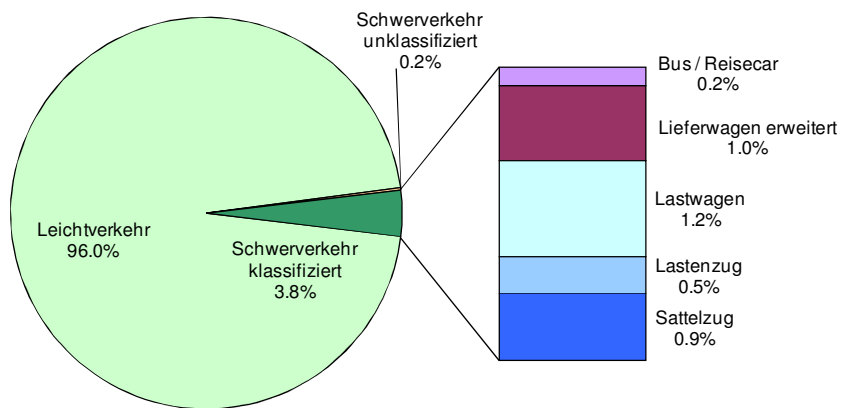
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in der Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 356)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	28'690'396	80'591	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	27'547'568	77'381	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'142'828	3'210	4.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	51'832	146	0.2	4.5
01 Bus / Reisecar	68'273	192	0.2	6.0
02 Motorrad	164	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	55'124	155	0.2	4.8
04 Personenwagen mit Anh.	42'450	119	0.1	3.7
05 Lieferwagen	122'785	345	0.4	10.7
06 Lieferwagen mit Anh.	39'768	112	0.1	3.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	19'480	55	0.1	1.7
08 Lastwagen	355'761	999	1.2	31.1
09 Lastenzug	139'293	391	0.5	12.2
10 Sattelzug	247'898	696	0.9	21.7
Total	1'142'828	3'210	4.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	331'526	931	1.2	29.0
Fahrzeuge 8.0 - 18t	434'986	1'222	1.5	38.1
Fahrzeuge 18 - 28t	221'458	622	0.8	19.4
Fahrzeuge 28 - 40t	116'303	327	0.4	10.2
Fahrzeuge > 40t	38'555	108	0.1	3.4
Total	1'142'828	3'210	4.0	100.0

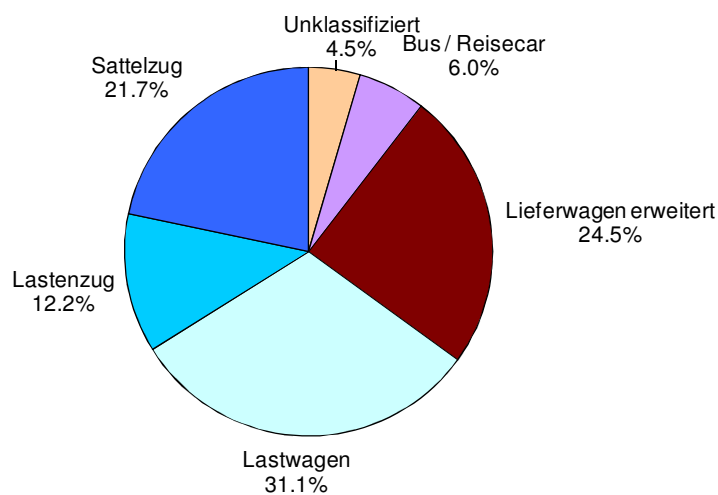
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

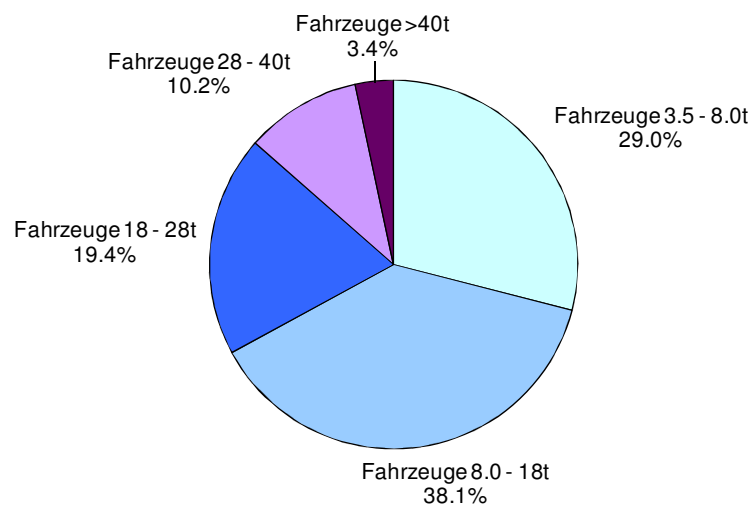
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 Messdiagramme

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Denges (A1) 2005 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 5.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.5).

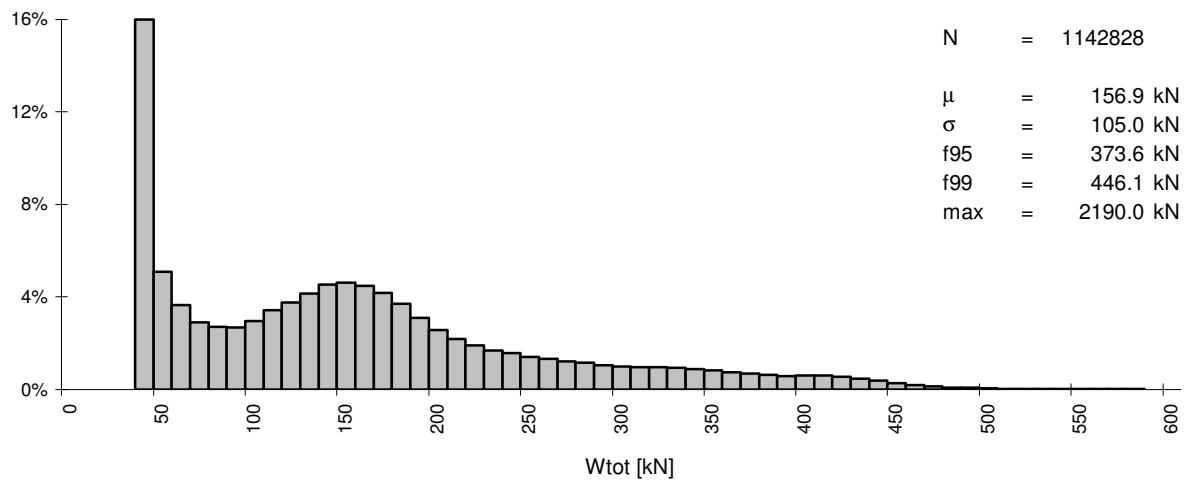
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

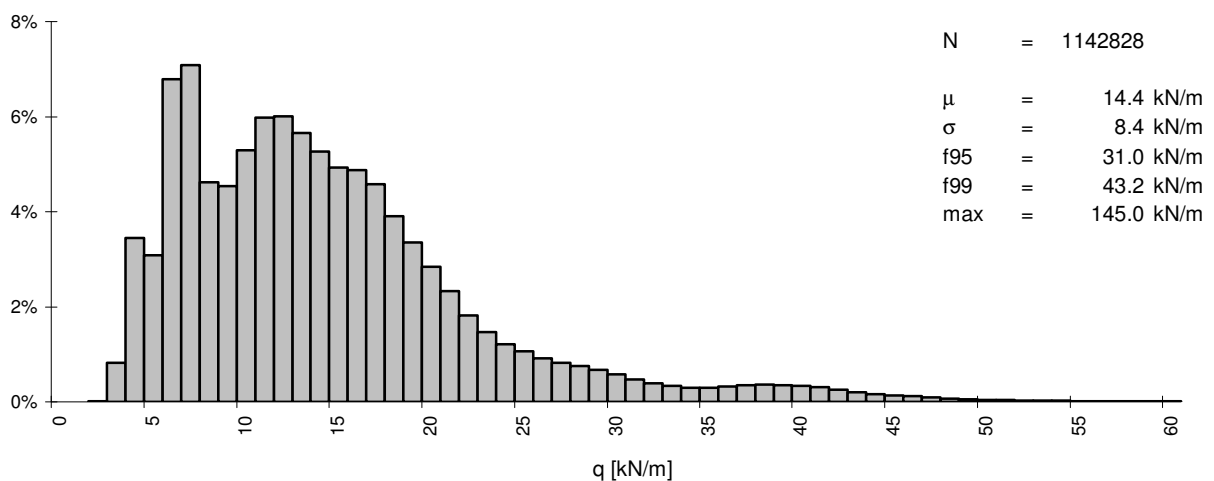
Denges 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



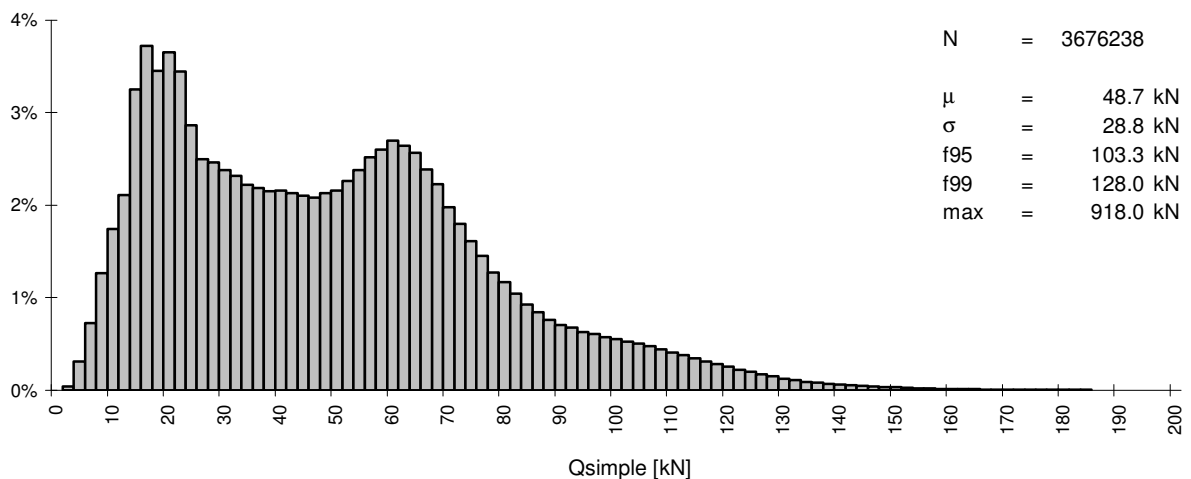
Denges 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2005

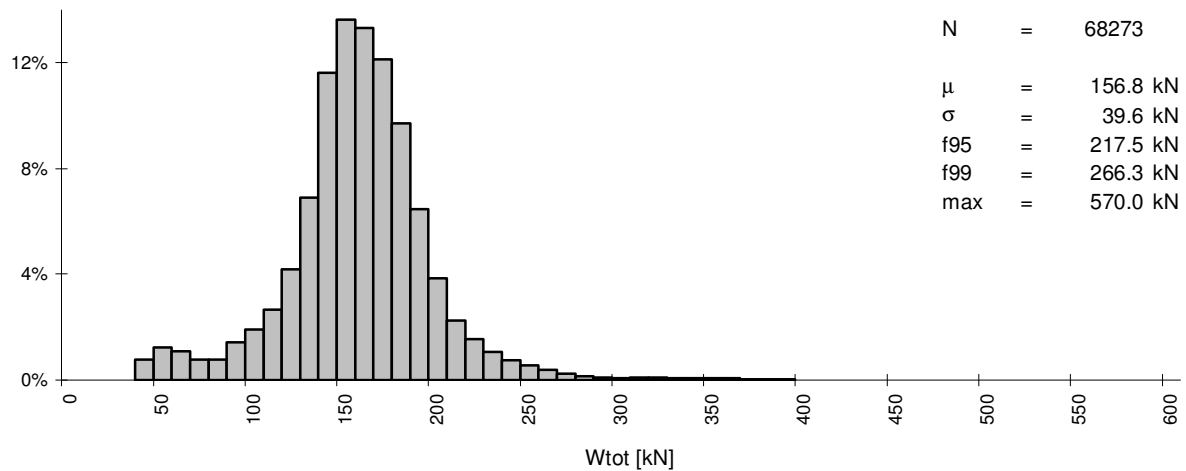
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

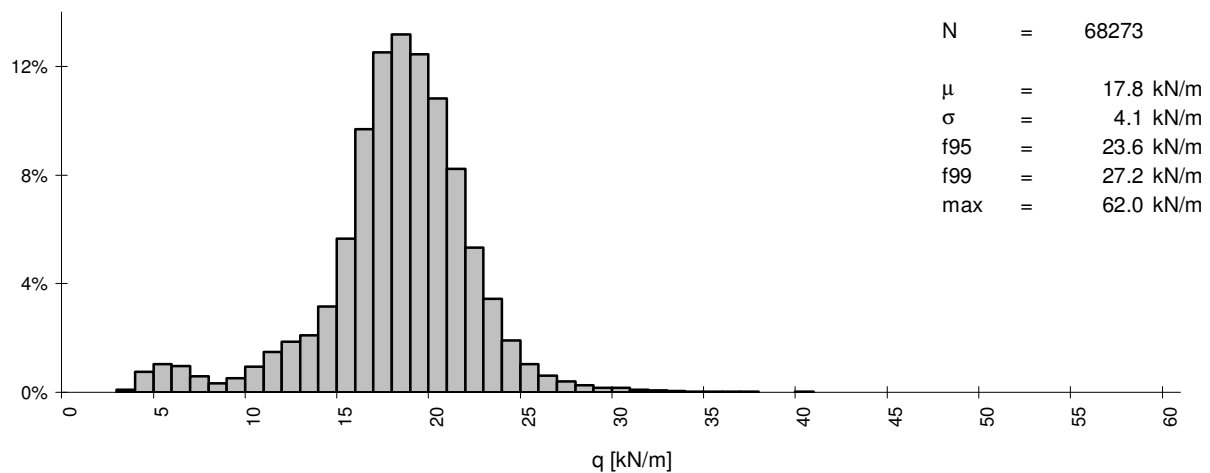
Denges 2005

Car / Bus / Gesamtgewicht



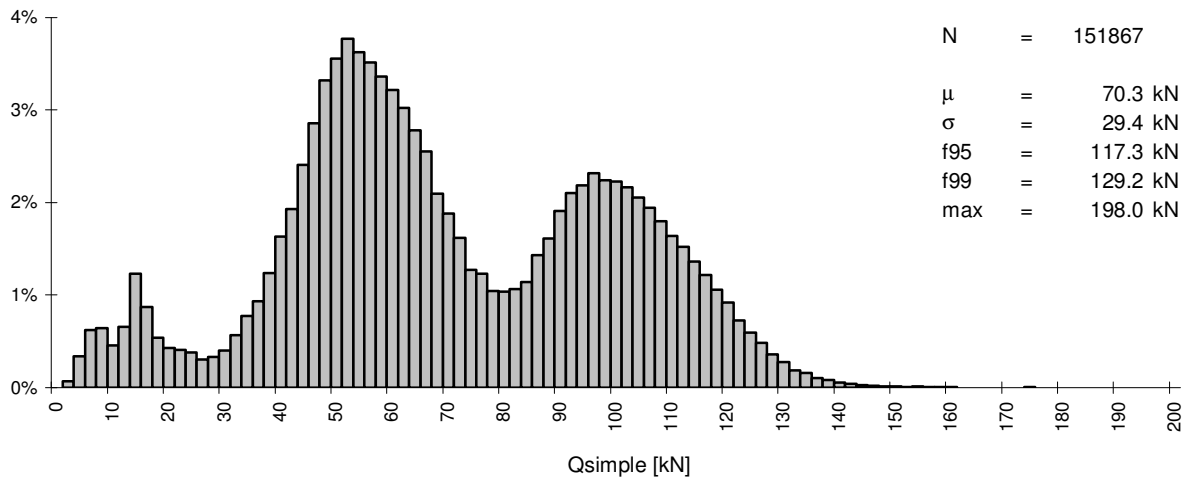
Denges 2005

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2005

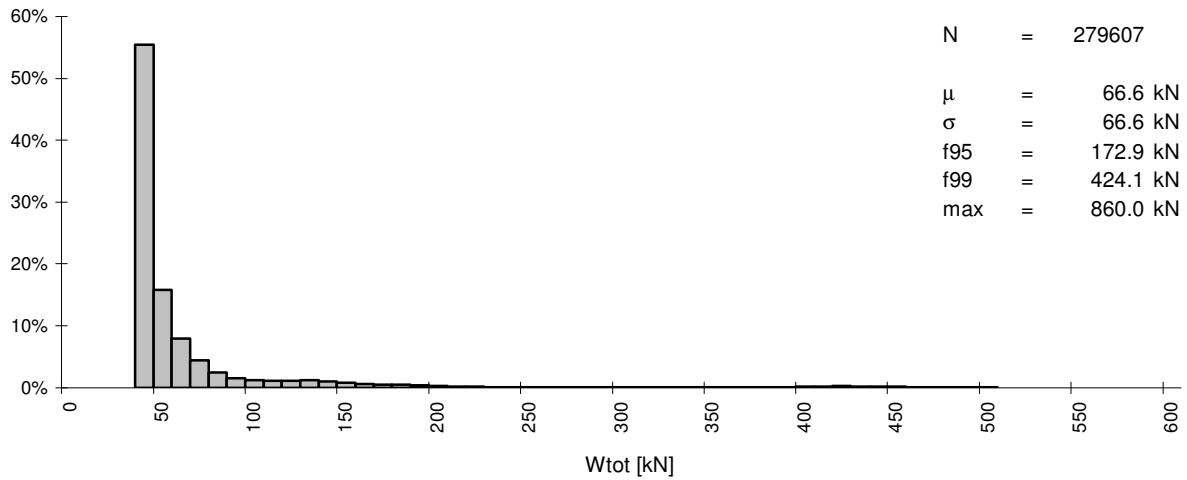
Car / Bus / alle Einzelachsen



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

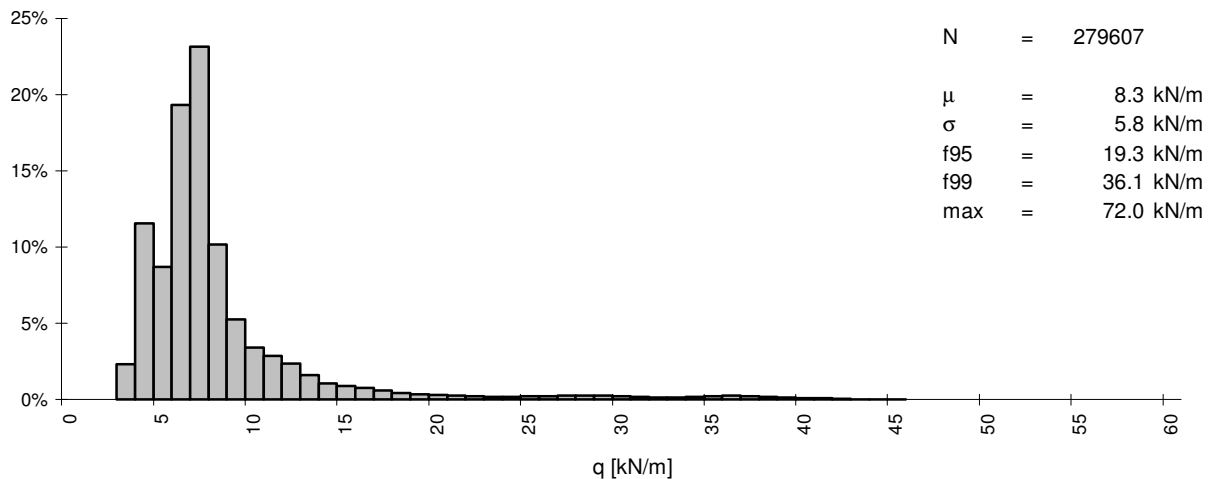
Denges 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



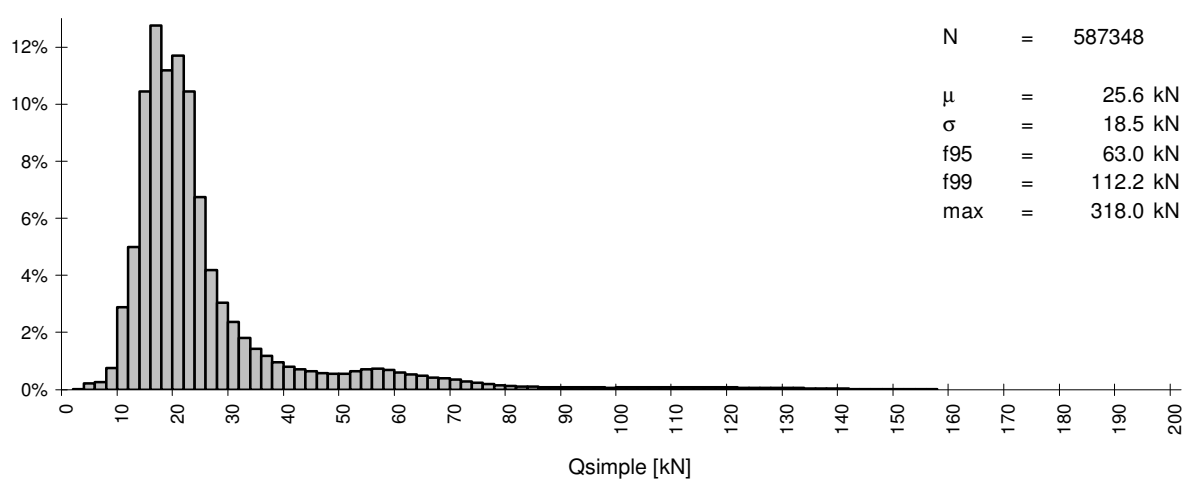
Denges 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2005

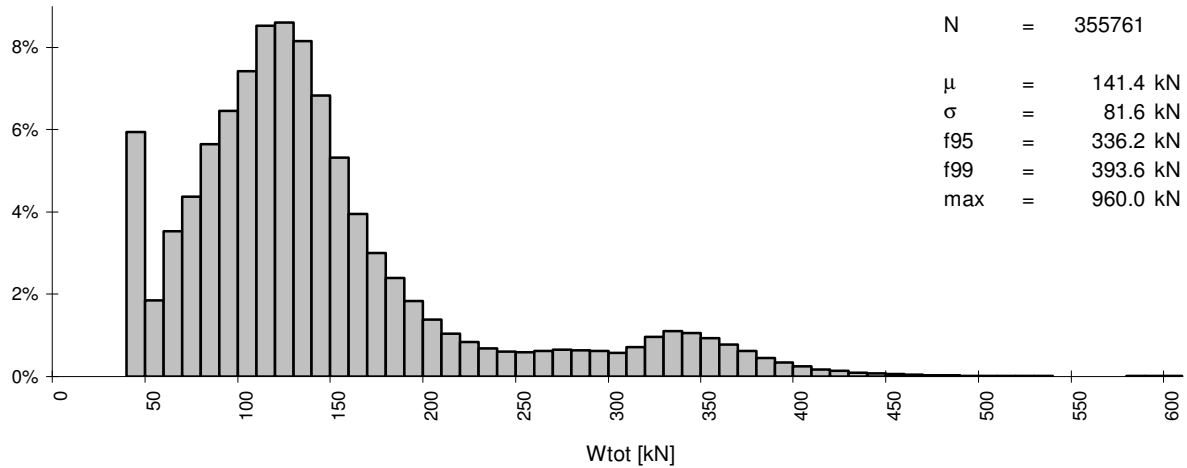
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

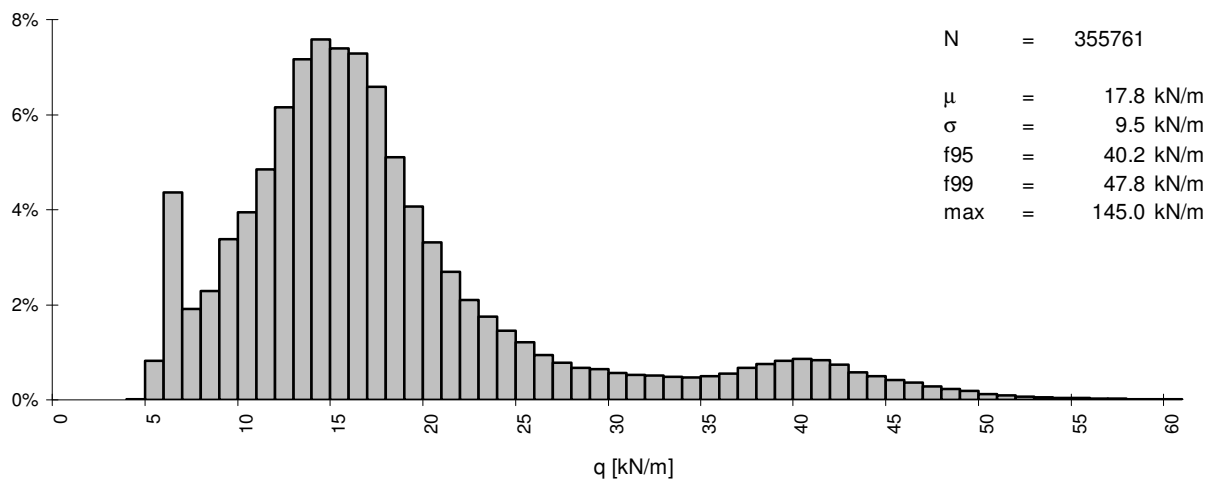
Denges 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



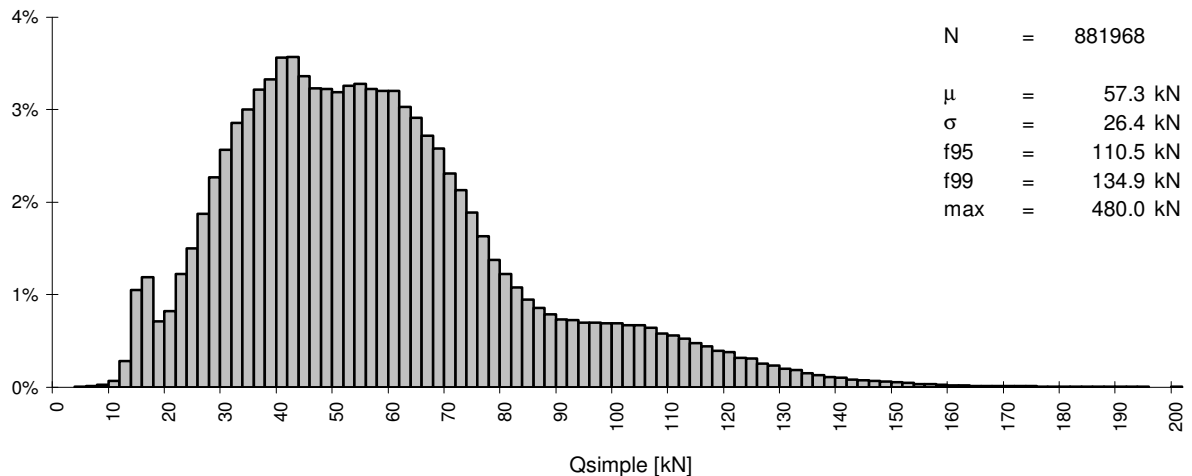
Denges 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2005

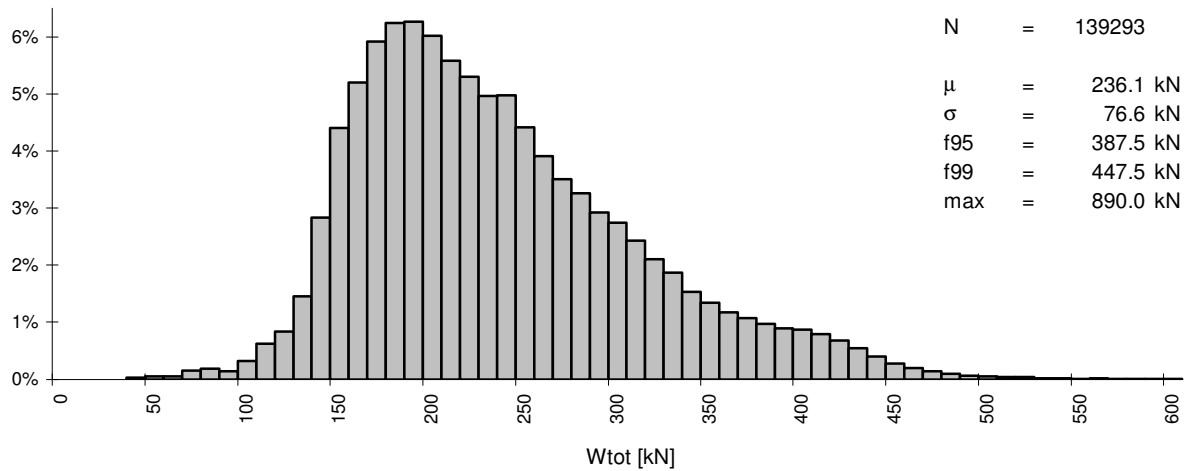
Lastwagen / alle Einzelachsen



5.3.6 Lastenzüge (LZ)

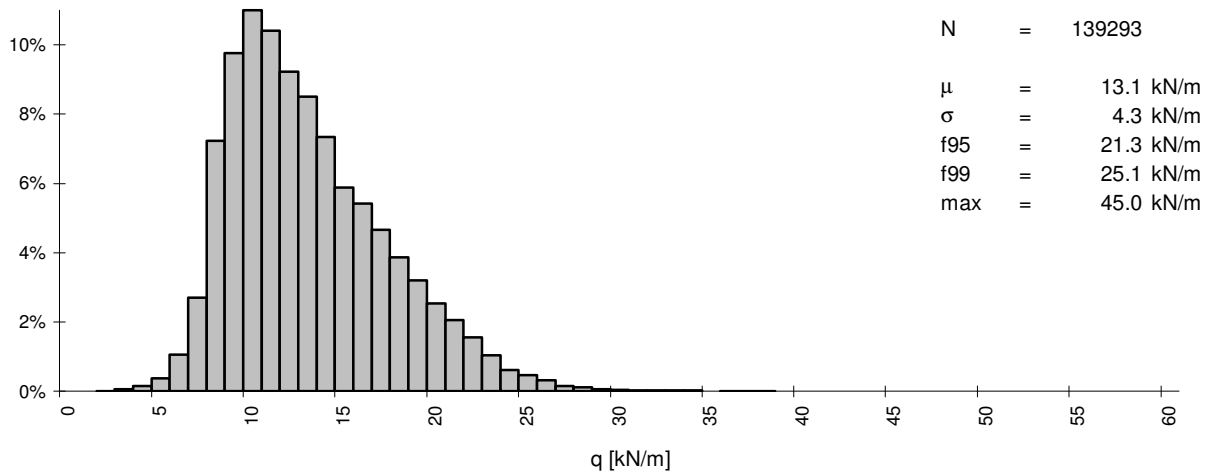
Denges 2005

Lastenzug / Gesamtgewicht



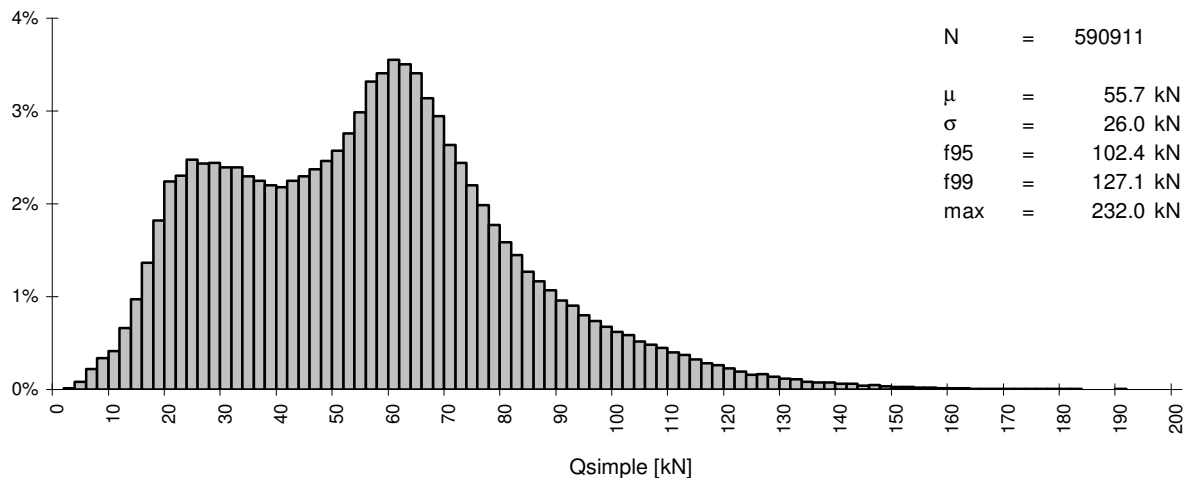
Denges 2005

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



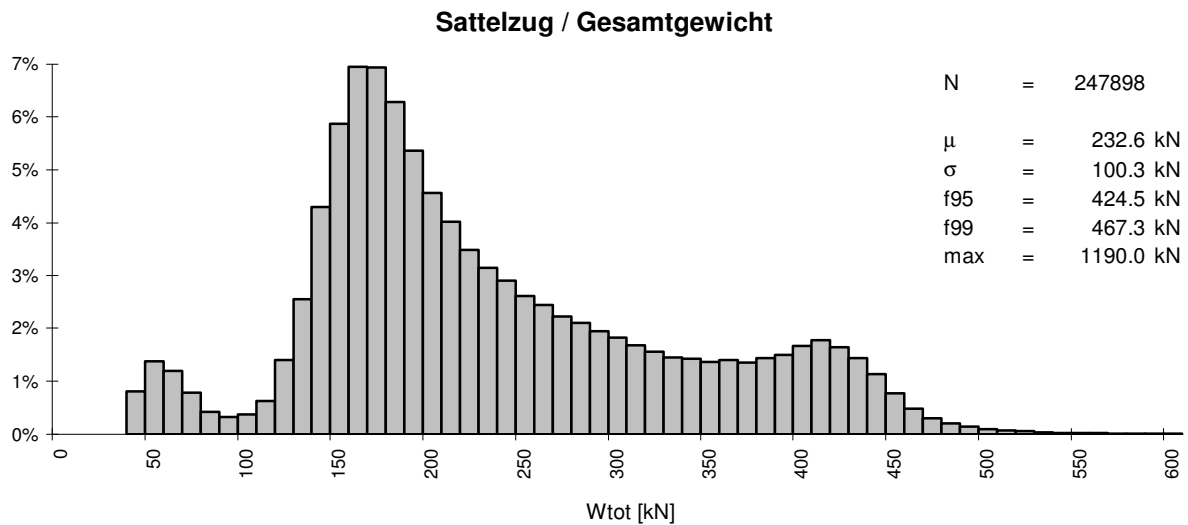
Denges 2005

Lastenzug / alle Einzelachsen

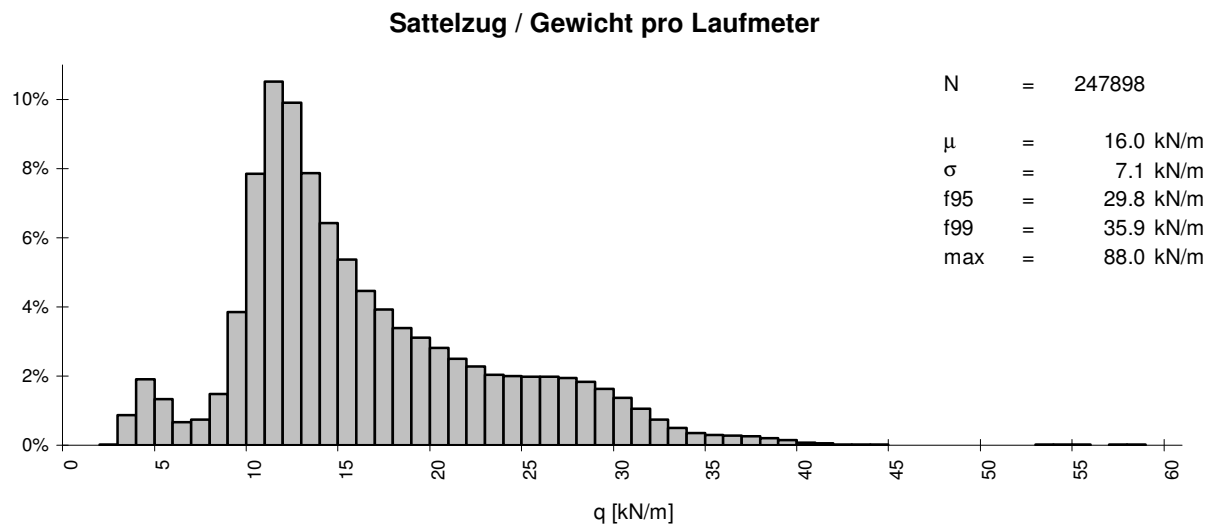


5.3.7 Sattelzüge (SZ)

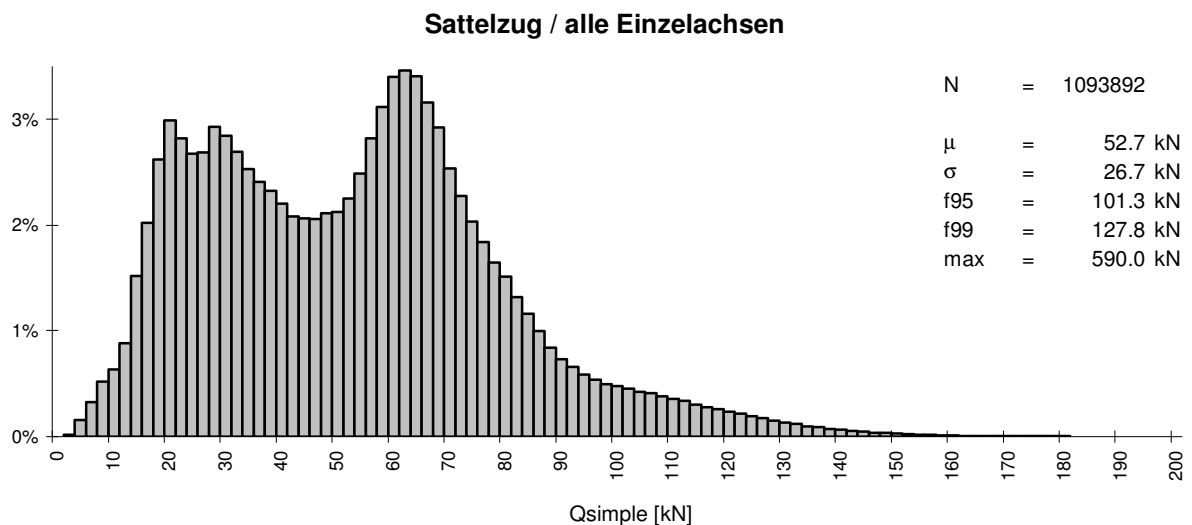
Denges 2005



Denges 2005



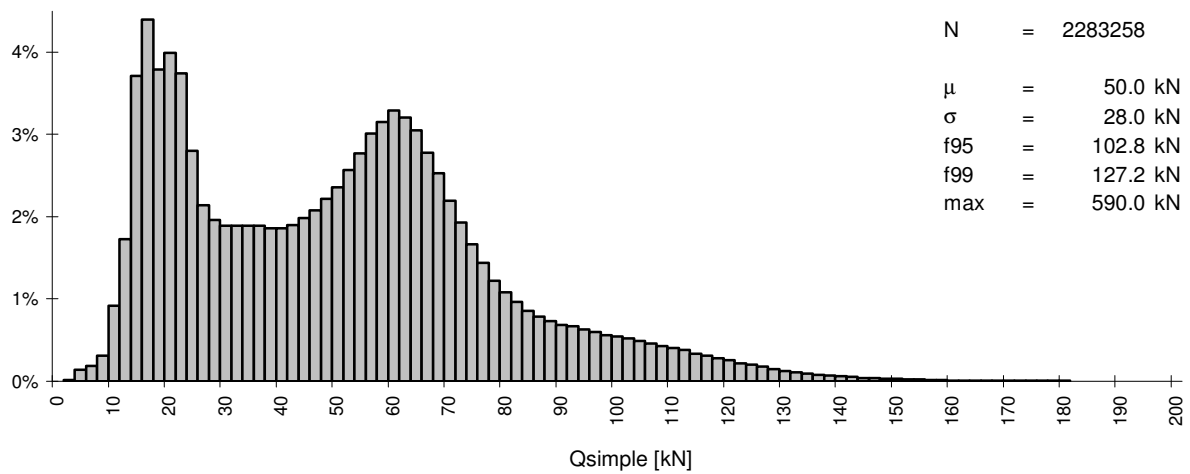
Denges 2005



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

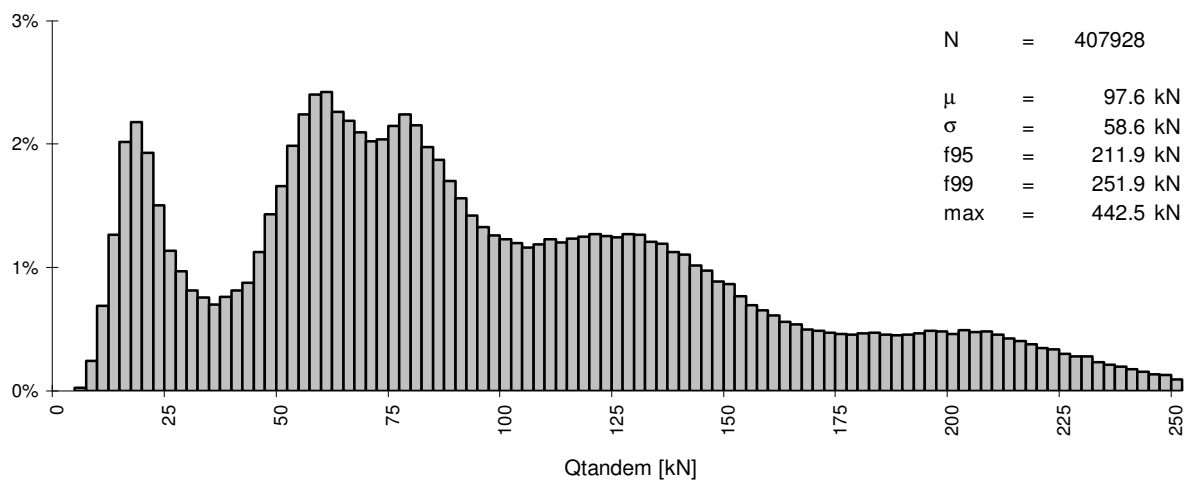
Denges 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



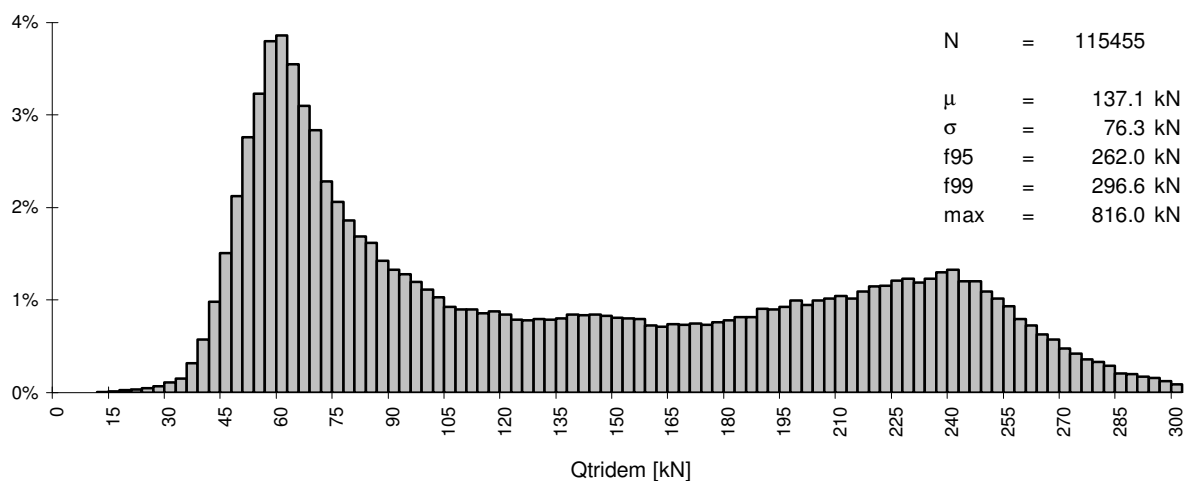
Denges 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Denges 2005

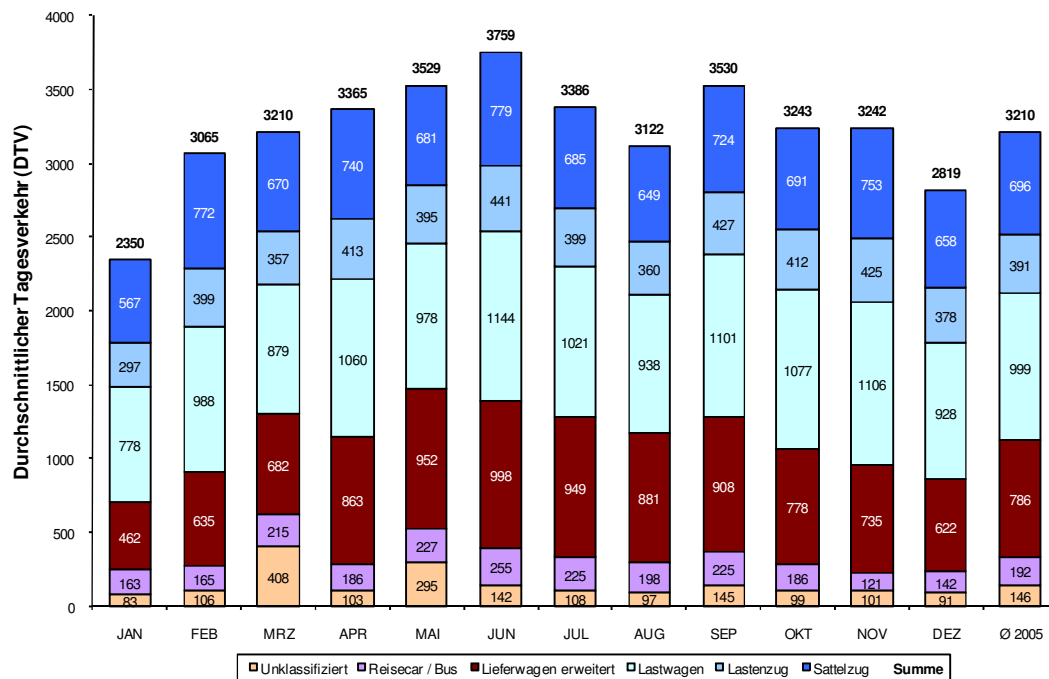
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



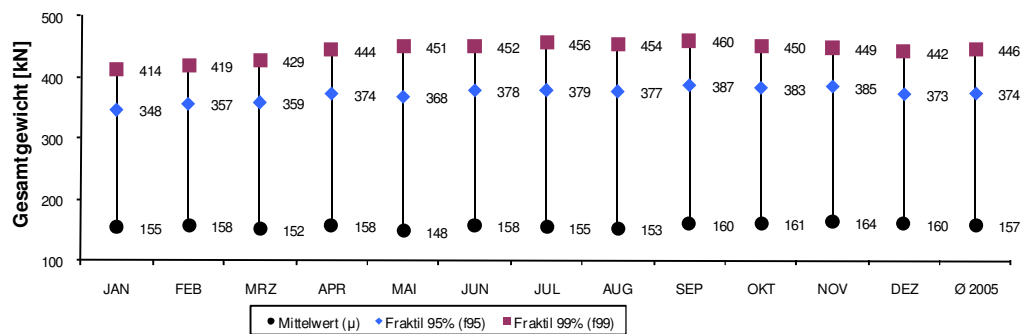
5.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

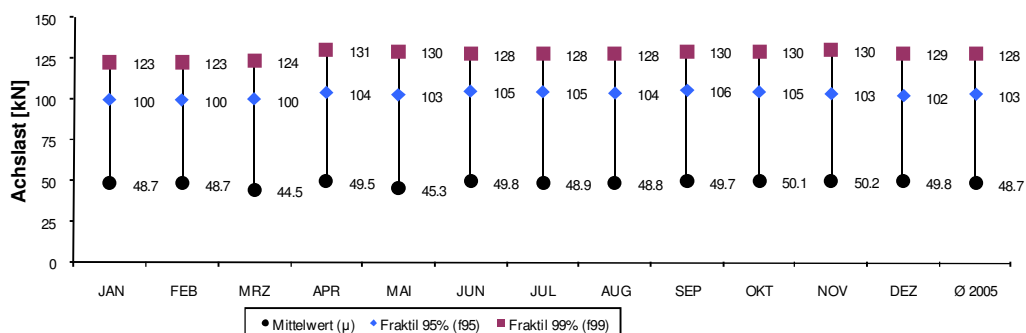
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

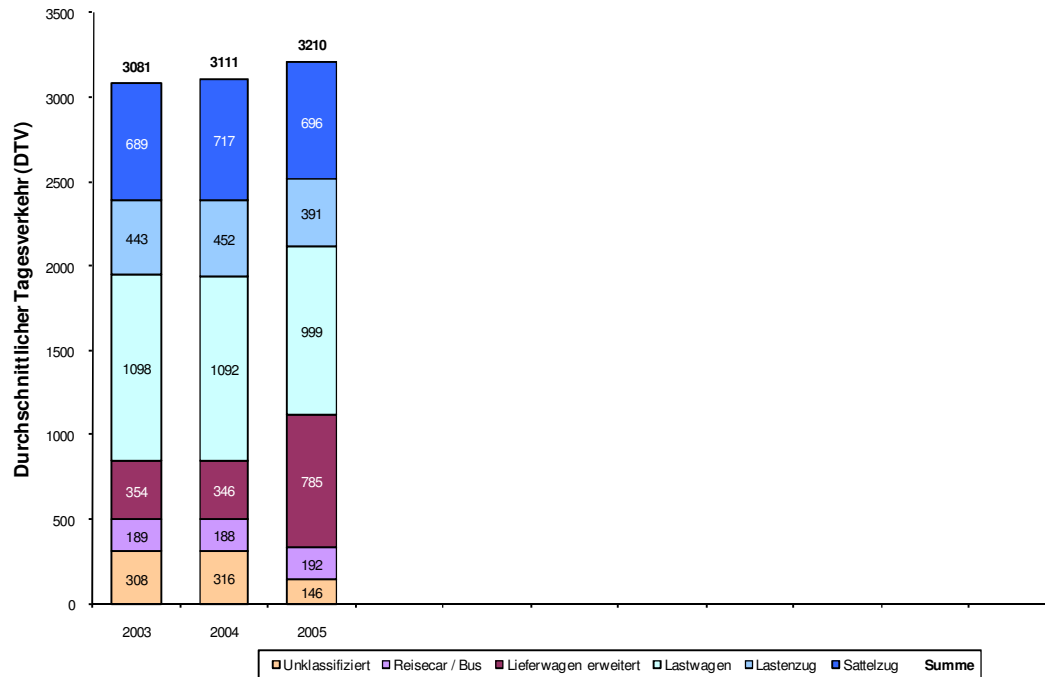


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

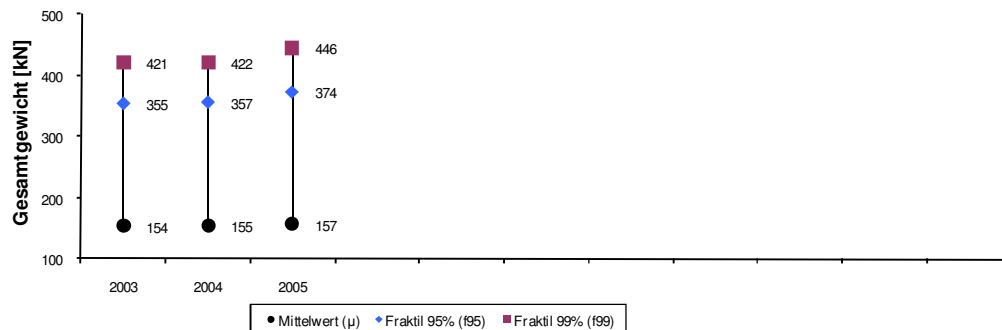


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

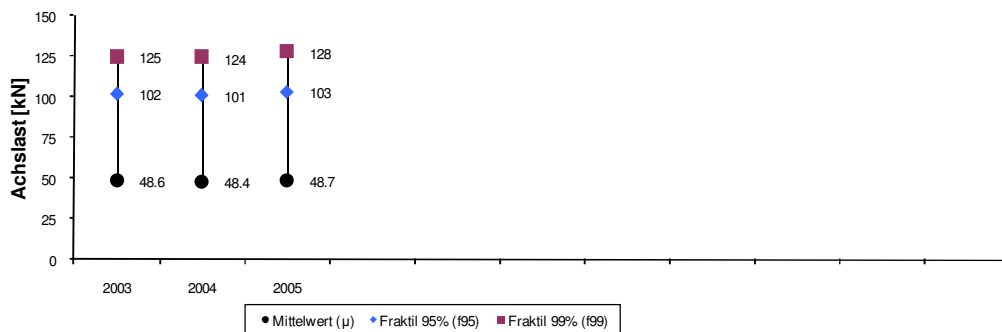
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	50.0	50.5	102.8	127.2
Tandemachse	97.6	48.8	106.0	126.0
Tridemachse	137.1	45.7	87.3	98.9
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 50.5 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.8 kN, respektive 45.7 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (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	14.4 kN/m	31.0 kN/m	43.2 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.11 kN/m ²	8.86 kN/m ²	12.3 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

5.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 5.3.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	35'728	18	0.000	3'914	0	0.000	1	0
2	0.006	402'072	2'412	0.001	30'146	21	0.000	54	0
3	0.020	286'194	5'724	0.003	18'023	54	0.001	299	0
4	0.070	214'232	14'996	0.008	12'359	99	0.002	1'201	2
5	0.150	240'366	36'055	0.020	20'781	416	0.005	5'324	27
6	0.290	337'814	97'966	0.030	36'919	1'108	0.010	15'749	157
7	0.530	313'922	166'379	0.060	34'941	2'096	0.020	10'952	219
8	1.000	167'699	167'699	0.100	34'997	3'500	0.030	7'156	215
9	1.520	91'975	139'802	0.140	28'994	4'059	0.040	6'991	280
10	2.400	68'404	164'170	0.200	21'347	4'269	0.060	4'140	248
11	3.660	52'296	191'403	0.280	19'472	5'452	0.080	3'296	264
12	5.400	35'736	192'974	0.400	20'217	8'087	0.110	4'008	441
13	7.760	20'041	155'518	0.540	20'552	11'098	0.140	2'727	382
14	10.870	9'406	102'243	0.730	18'895	13'793	0.190	2'813	534
15	14.910	4'308	64'232	0.960	15'282	14'671	0.240	3'827	918
16	20.060	1'786	35'827	1.260	11'115	14'005	0.300	2'684	805
17	26.540	704	18'684	1.630	8'542	13'923	0.380	2'524	959
18	34.590	508	17'572	2.080	7'577	15'760	0.480	3'494	1'677
19	-	-	-	2.640	7'475	19'734	0.590	2'936	1'732
20	-	-	-	3.300	7'769	25'638	0.720	3'259	2'346
21	-	-	-	4.090	7'799	31'898	0.880	4'621	4'066
22	-	-	-	5.030	16'646	83'729	1.060	3'753	3'978
23	-	-	-	-	-	-	1.270	4'158	5'281
24	-	-	-	-	-	-	1.520	5'829	8'860
25	-	-	-	-	-	-	1.810	4'040	7'312
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'170	6'784
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'771	6'955
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'280	3'763
29	-	-	-	-	-	-	3.430	811	2'782
30	-	-	-	-	-	-	3.980	636	2'531
Summe		2'283'191	1'573'675		403'762	273'411		114'504	63'521

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'573'675 + 273'411 + 63'521 = 1'910'607 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 1'910'607 = 955'304 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 955'304 / 356 = 2'683 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer ausgeprägten saisonalen Schwankung (s. Diagramm 5.4.2a). Im September ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit 3'759 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 31.1%. Auffallend ist der ebenfalls hohe Anteil (24.5%) der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 3.4% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 5.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c) bleiben relativ konstant. In den Monaten Oktober und November ist die Belastung bezüglich Gesamtgewicht und Achslast am höchsten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten pro Tag durchschnittlich 3'210 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'111 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 5.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 3.2%. Bei der mittleren Zusammensetzung des Schwerverkehrs fällt der markante Anstieg (+228%) der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen erweitert“ auf. Gleichzeitig nimmt der Anteil der unklassifizierten Fahrzeuge ab (-43.8%), was auf eine Verbesserung der Messqualität schliessen lässt.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 5.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 155 kN auf 157 kN zu (+1.3%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 4.8%, respektive 5.7%.

Ein etwas geringerer Anstieg ist bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 5.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 48.4 kN auf 48.7 kN (+0.6%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 1.8%, respektive um 3.2%.

Die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs und der mittleren Achslast wirkt sich deutlich auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 5.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast steigt von 2'335 auf 2'683 ESAL (+14.9%).

6 Trübbach (A13)

6.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Trübbach (A13) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
407 - Trübbach (A13)	2x2	358	15.01. 24.-25.01. 26.01. 10.03. 04.05. 09.09. 27.10.	Datenlücke 00.00 - 21.36 Uhr Daten fehlen Datenlücke 00.00 - 15.06 Uhr Datenlücke 07.54 - 23.59 Uhr Datenlücke 00.00 - 23.06 Uhr Datenlücke 00.00 - 23.24 Uhr 26.09. : Störungen Datenlücke 00.00 - 23.00 Uhr

6.2 Übersicht Messresultate

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

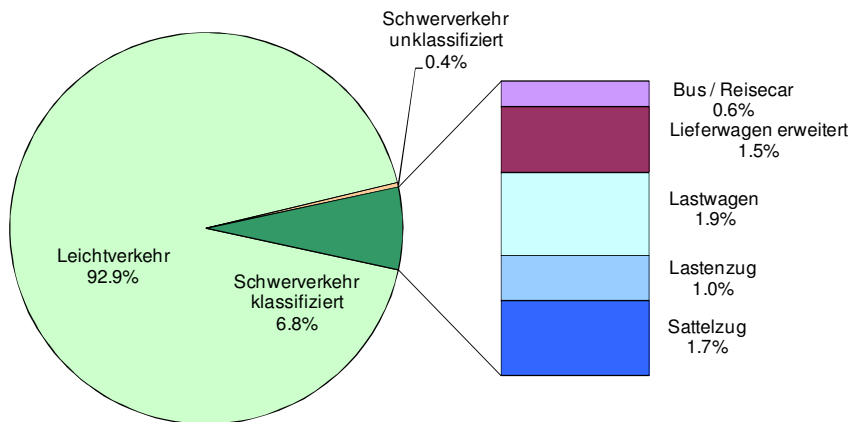
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Trübbach (A13) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Trübbach (A13) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 358)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	11'092'630	30'985	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'301'368	28'775	92.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	791'262	2'210	7.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	40'296	113	0.4	5.1
01 Bus / Reisecar	64'091	179	0.6	8.1
02 Motorrad	250	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	25'286	71	0.2	3.2
04 Personenwagen mit Anh.	15'190	42	0.1	1.9
05 Lieferwagen	78'611	220	0.7	9.9
06 Lieferwagen mit Anhänger	30'432	85	0.3	3.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	18'476	52	0.2	2.3
08 Lastwagen	213'265	596	1.9	27.0
09 Lastenzug	114'879	321	1.0	14.5
10 Sattelzug	190'486	532	1.7	24.1
Total	791'262	2'210	7.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	225'098	629	2.0	28.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	295'006	824	2.7	37.3
Fahrzeuge 18 - 28t	154'926	433	1.4	19.6
Fahrzeuge 28 - 40t	104'396	292	0.9	13.2
Fahrzeuge >40t	11'836	33	0.1	1.5
Total	791'262	2'210	7.1	100.0

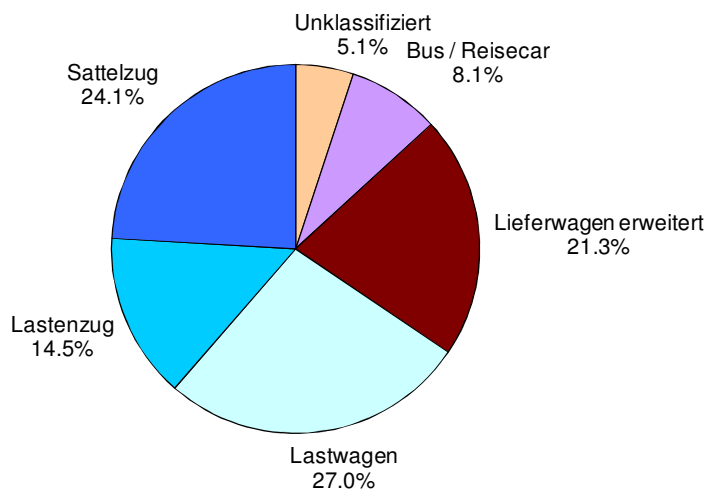
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Trübbach

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

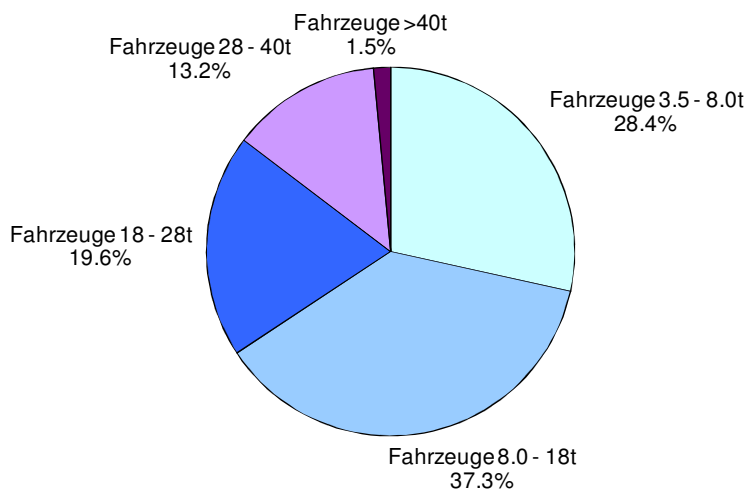
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



6.3 Messdiagramme

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Trübbach (A13) 2005 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 6.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.5).

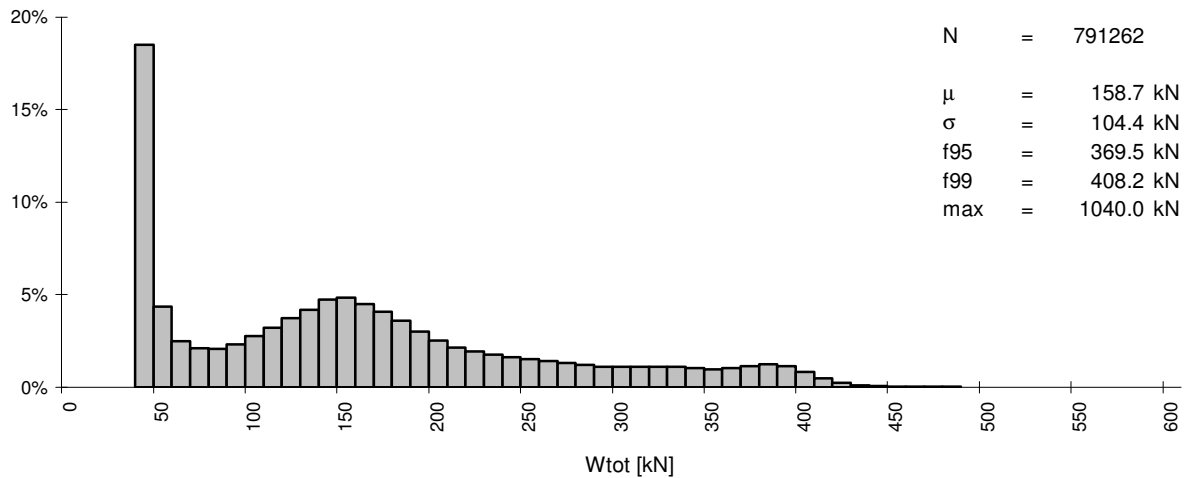
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

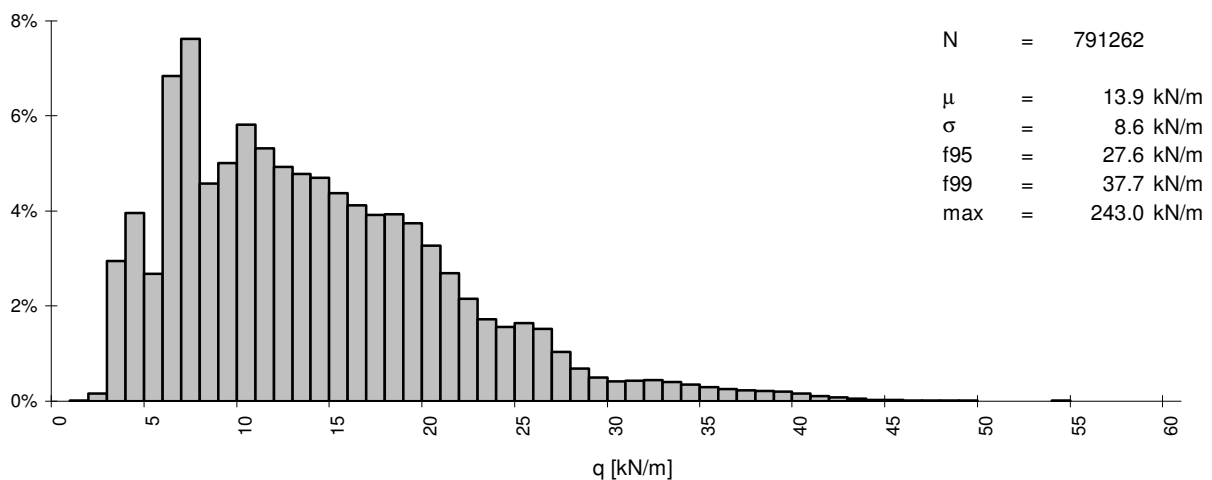
Trübbach 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



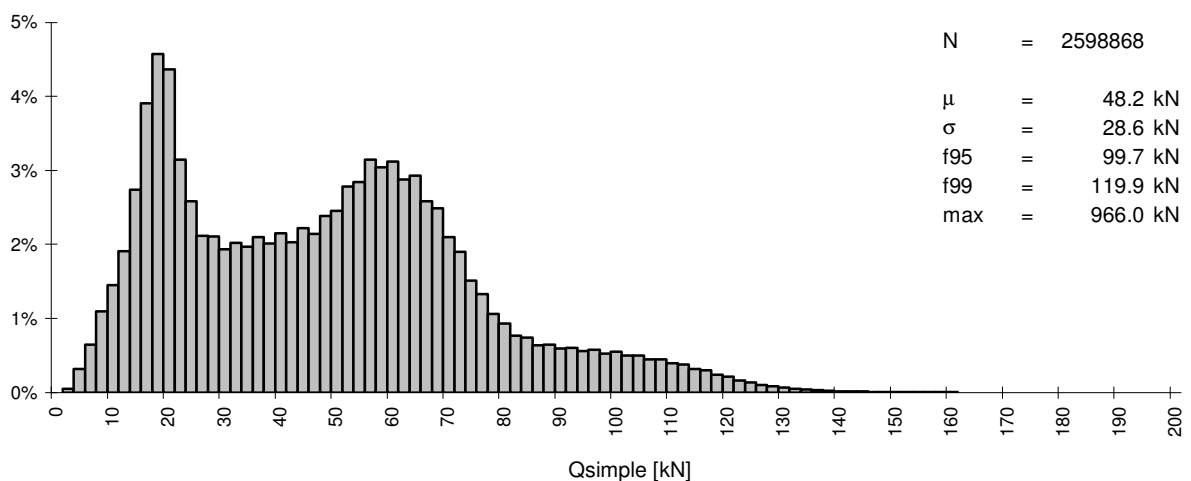
Trübbach 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

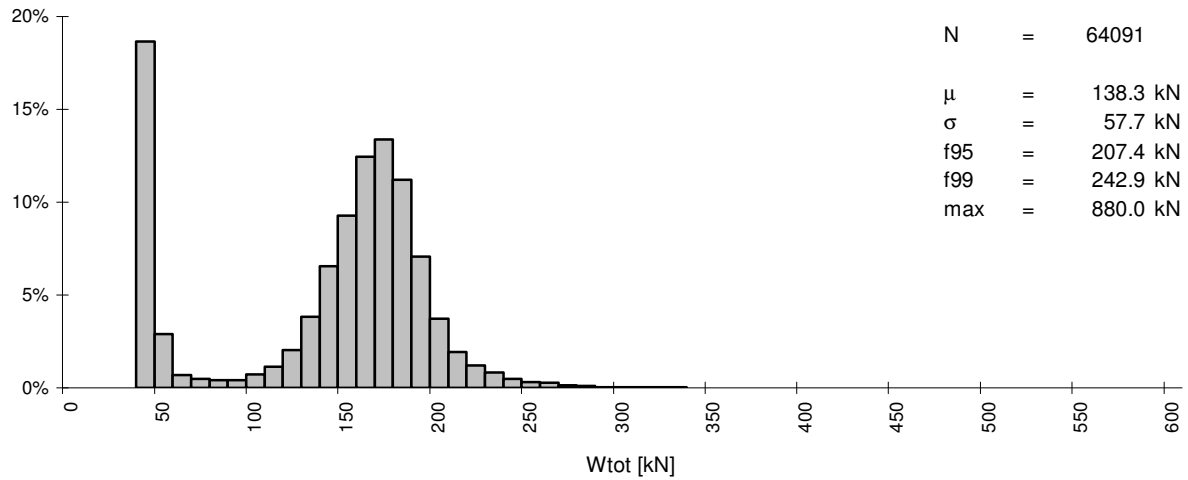
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

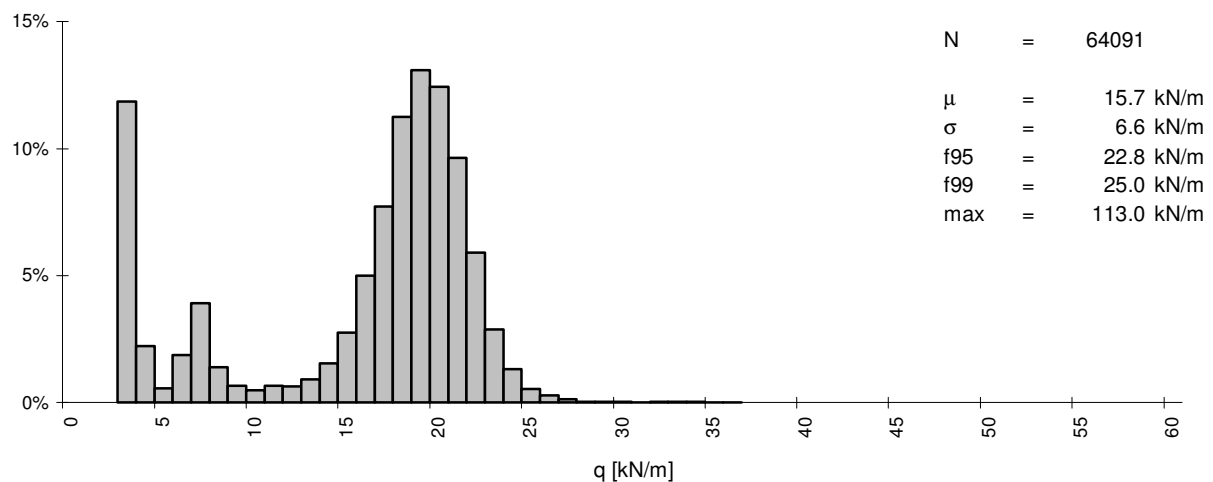
Trübbach 2005

Car / Bus / Gesamtgewicht



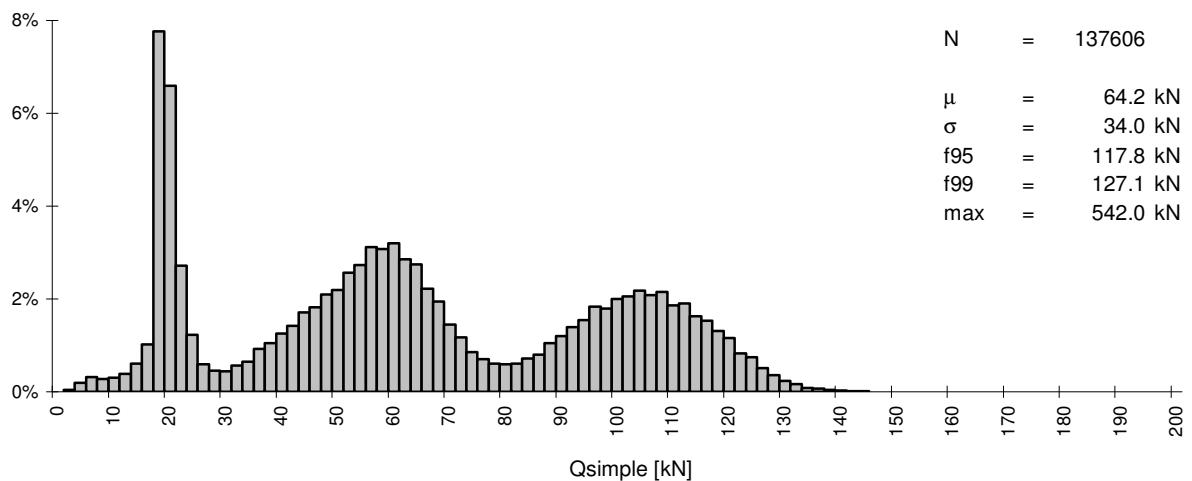
Trübbach 2005

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

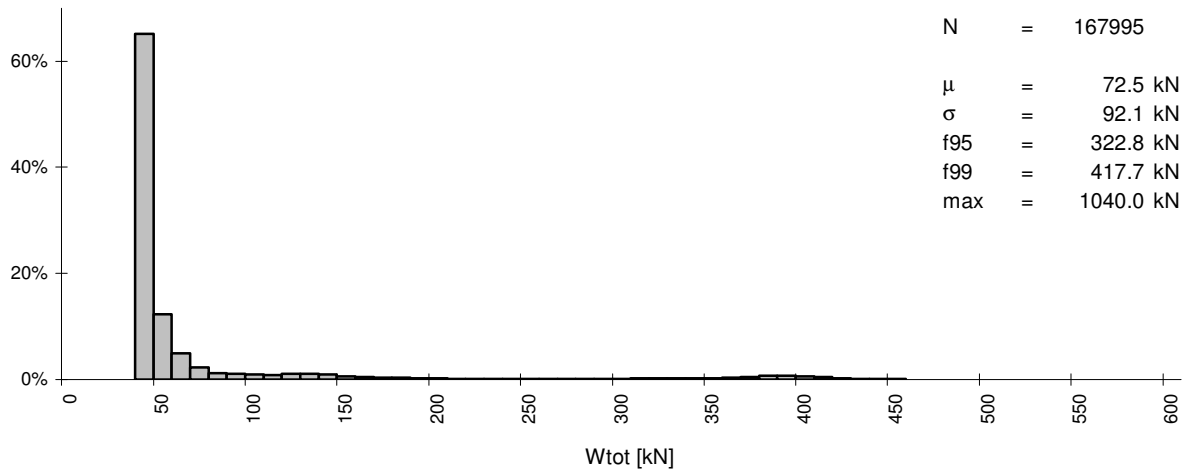
Car / Bus / alle Einzelachsen



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

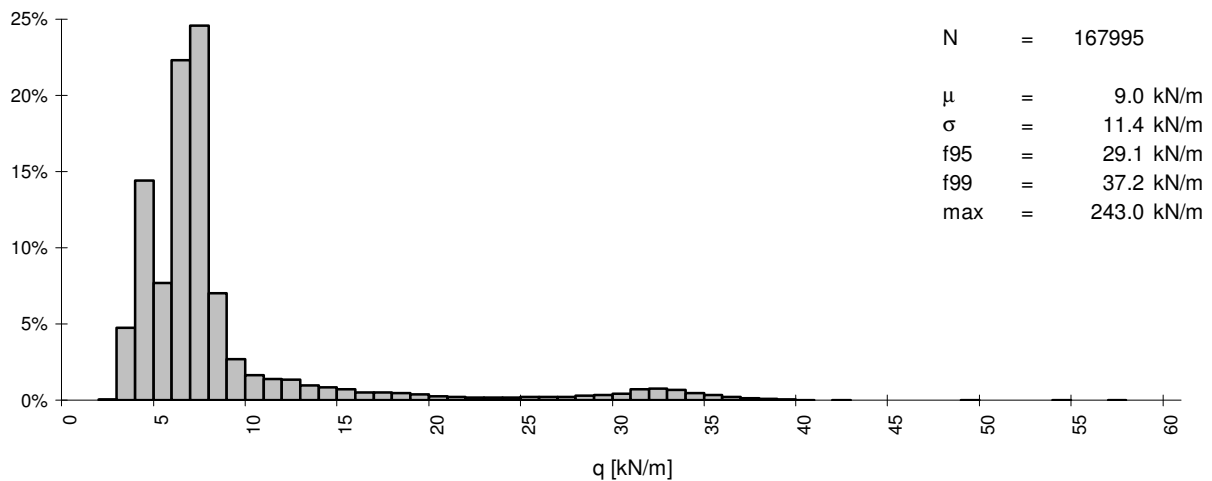
Trübbach 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



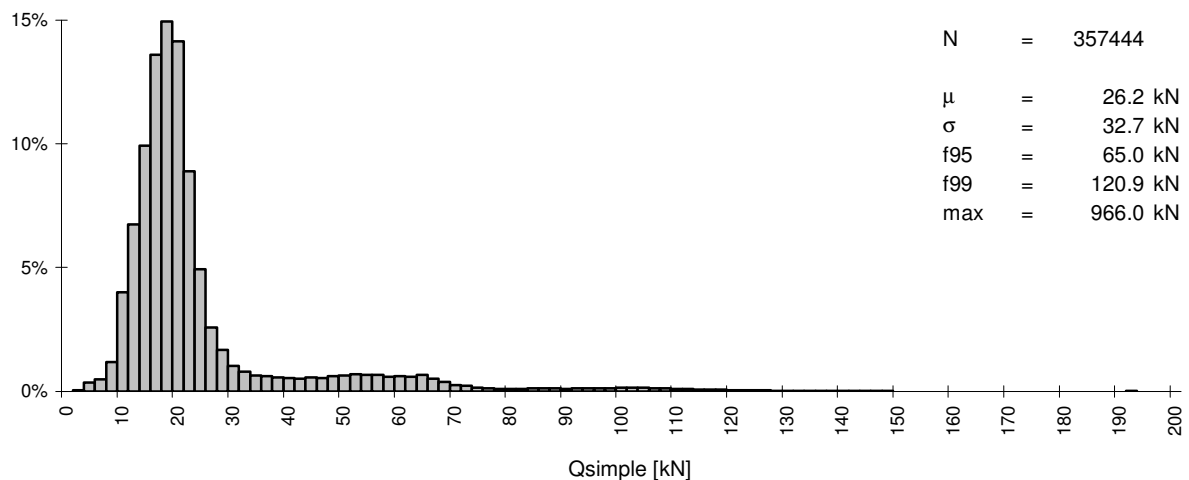
Trübbach 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

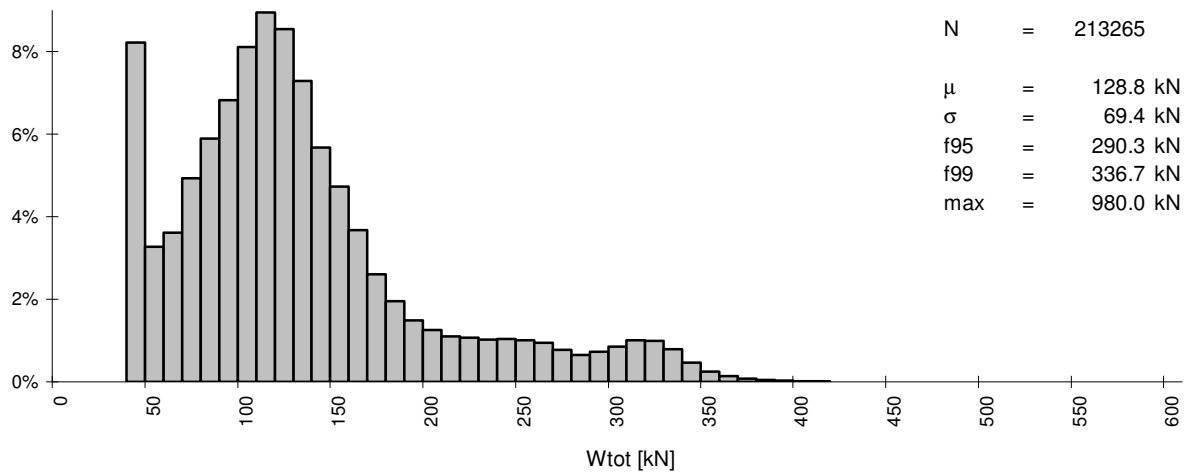
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

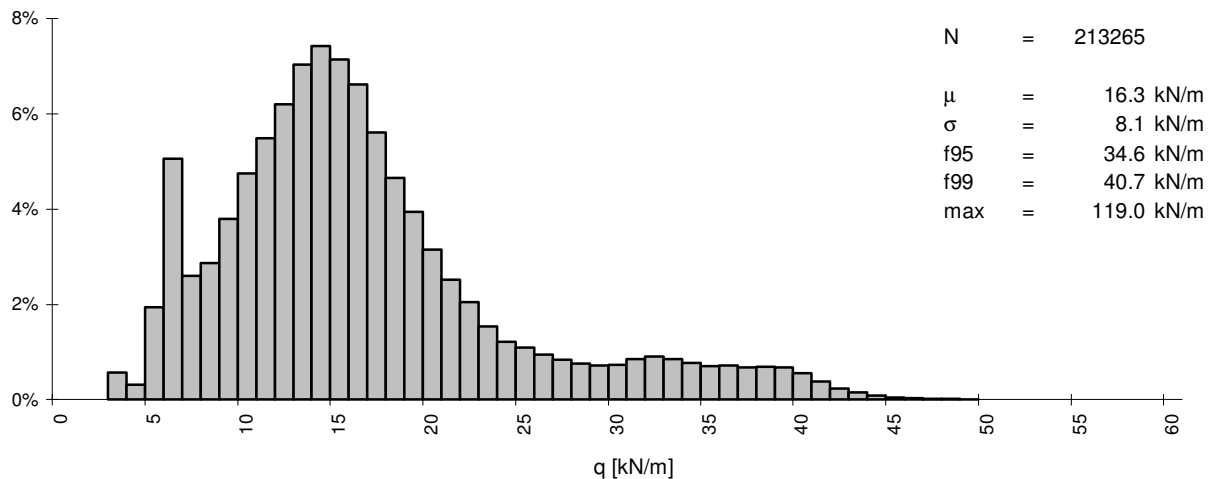
Trübbach 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



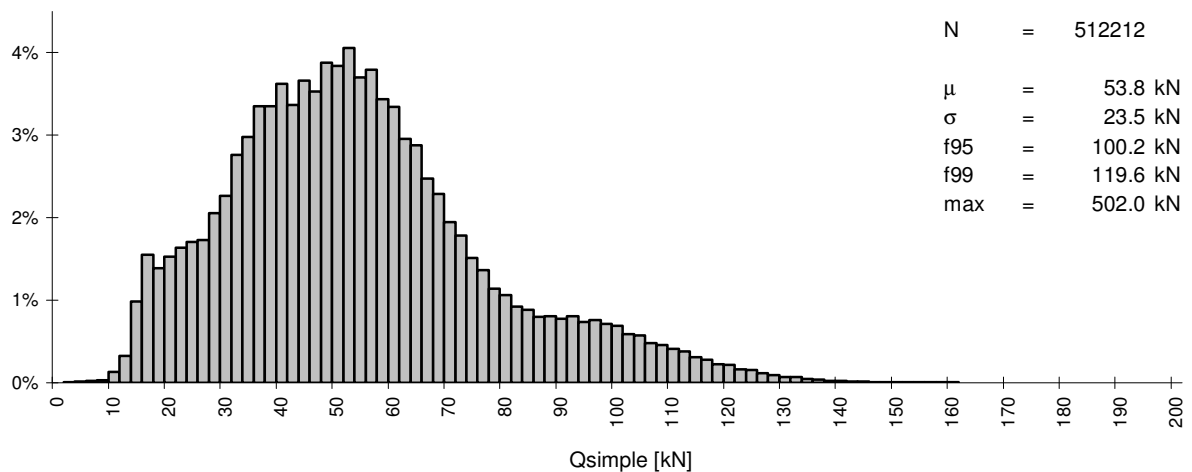
Trübbach 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

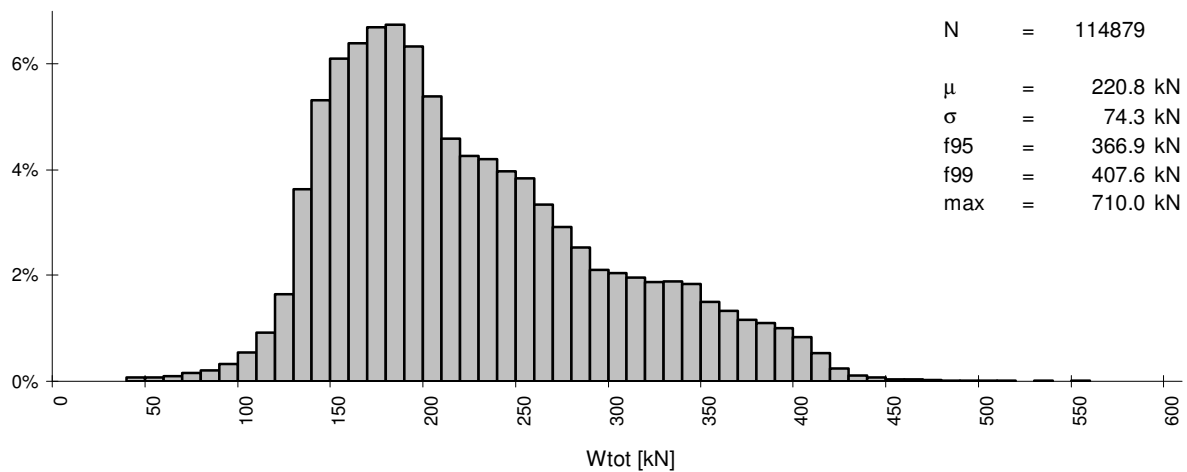
Lastwagen / alle Einzelachsen



6.3.6 Lastenzüge (LZ)

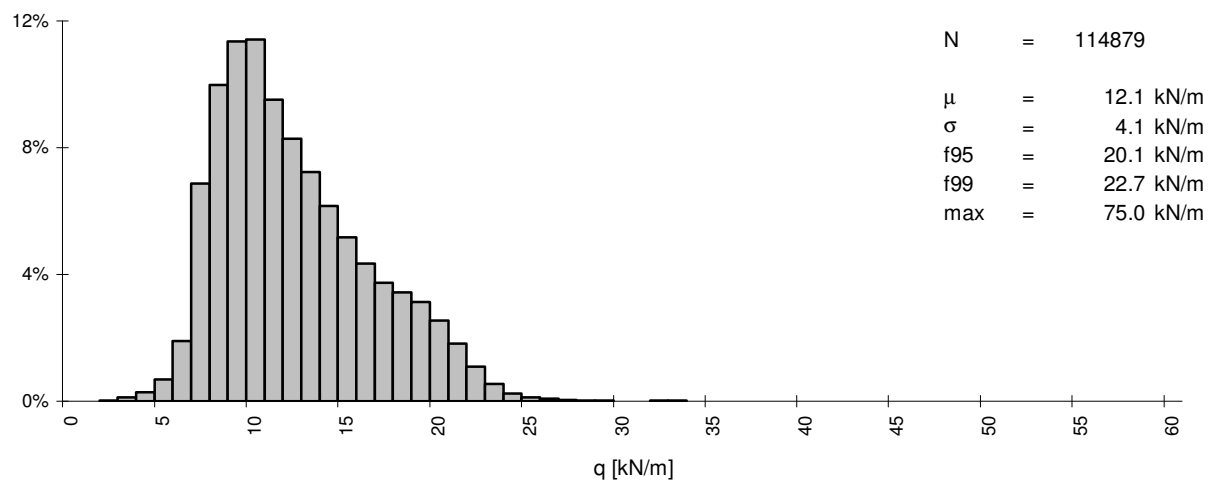
Trübbach 2005

Lastenzug / Gesamtgewicht



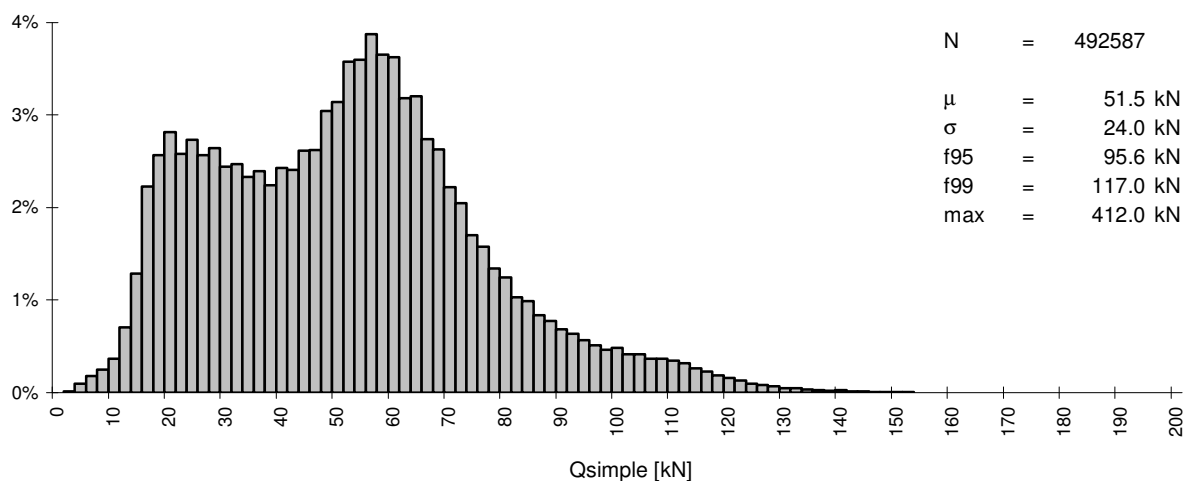
Trübbach 2005

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

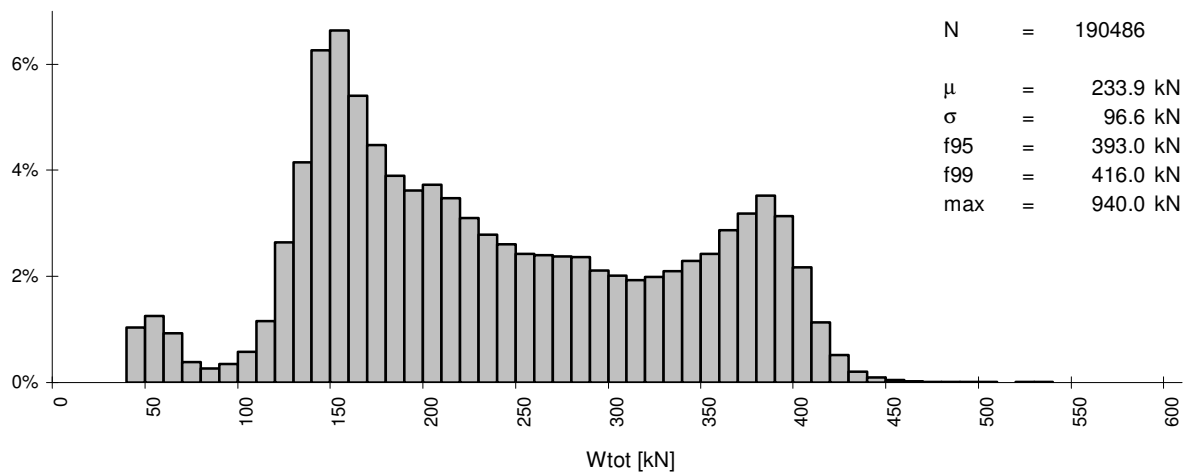
Lastenzug / alle Einzelachsen



6.3.7 Sattelzüge (SZ)

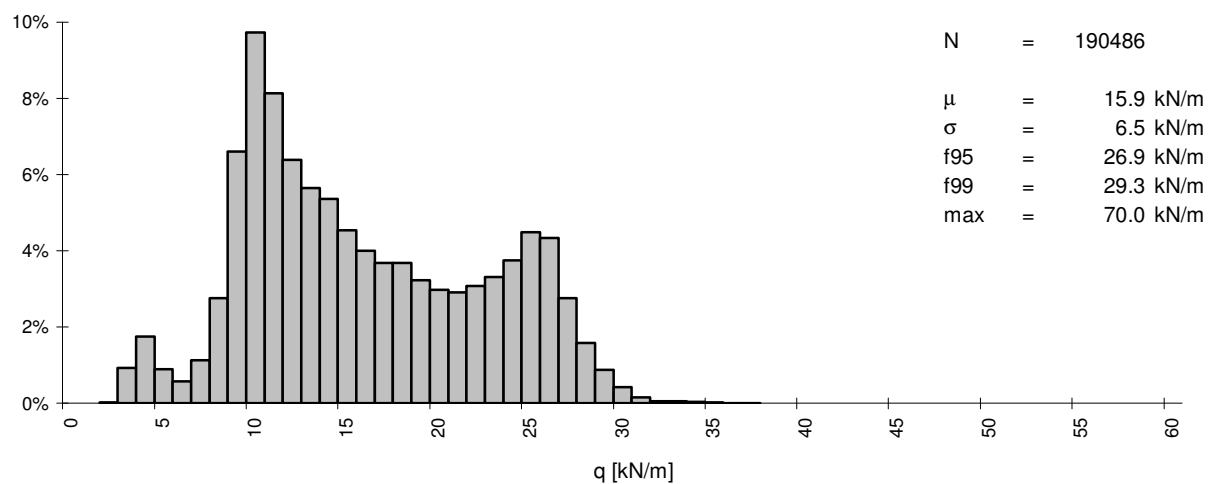
Trübbach 2005

Sattelzug / Gesamtgewicht



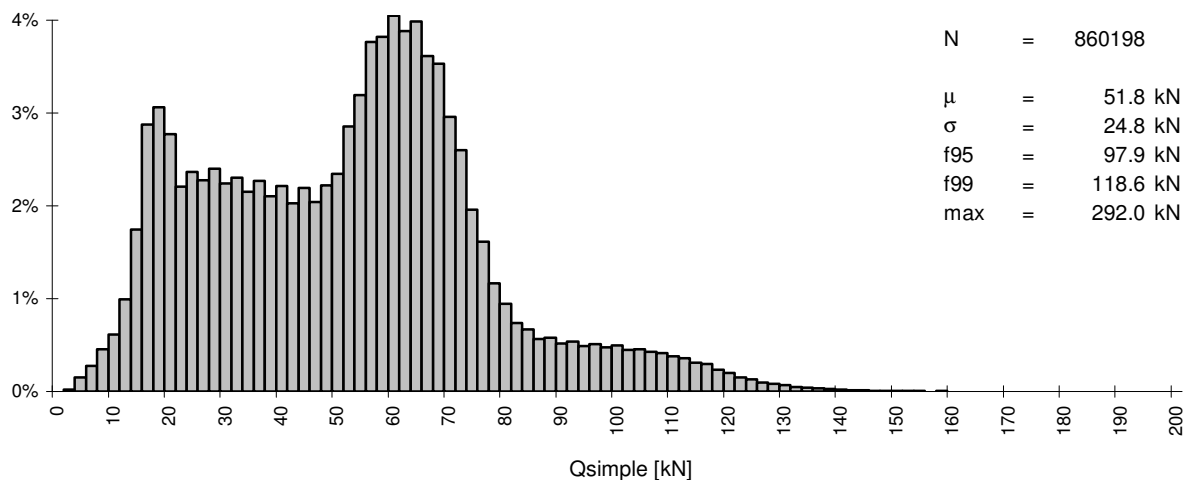
Trübbach 2005

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2005

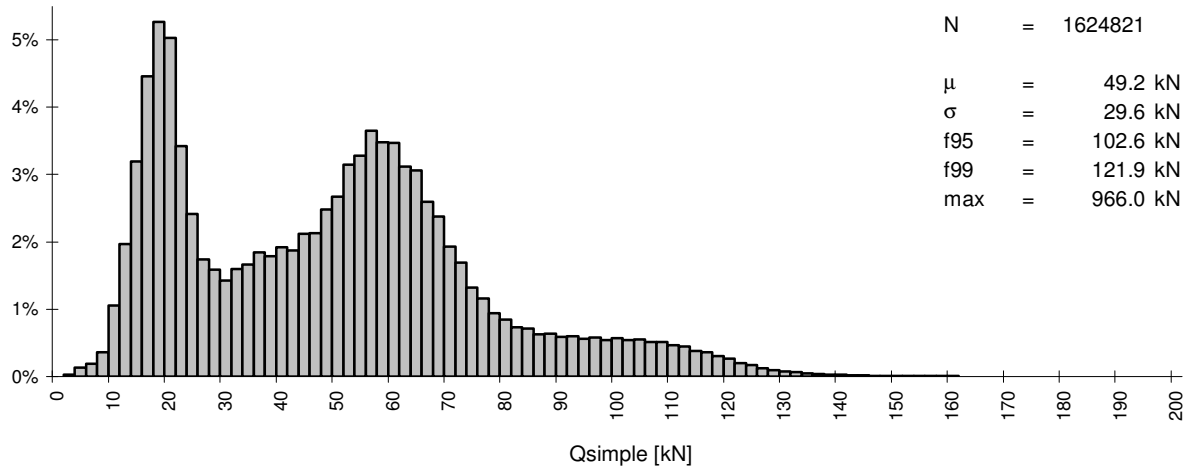
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

Trübbach 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



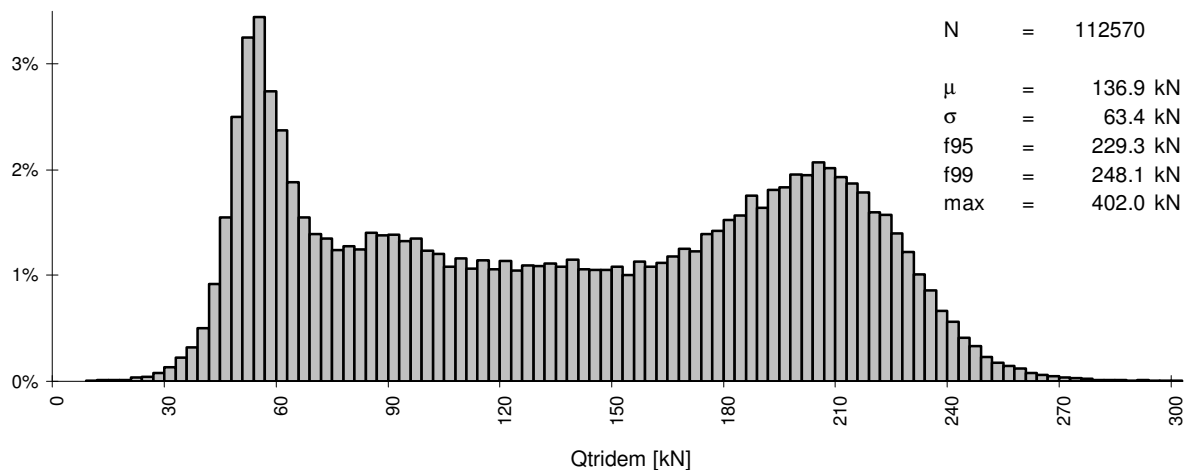
Trübbach 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Trübbach 2005

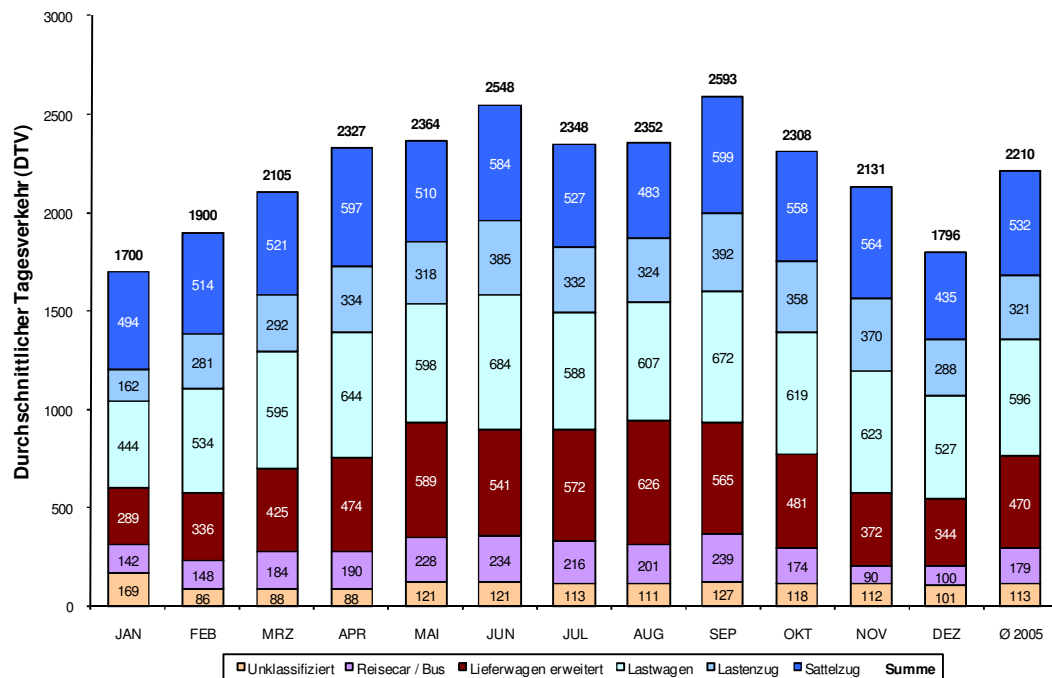
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



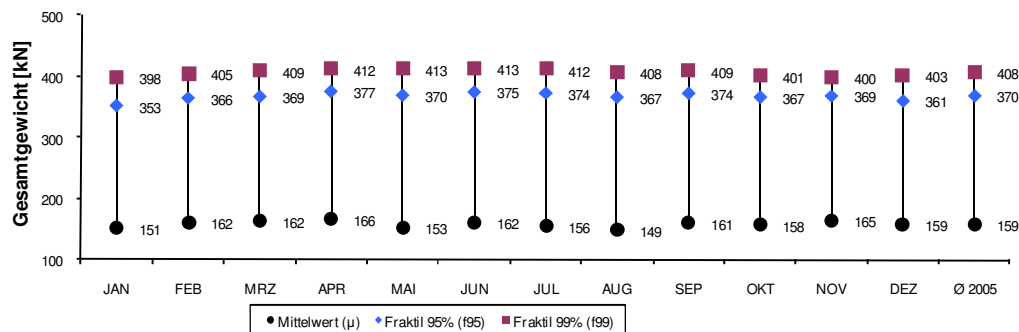
6.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

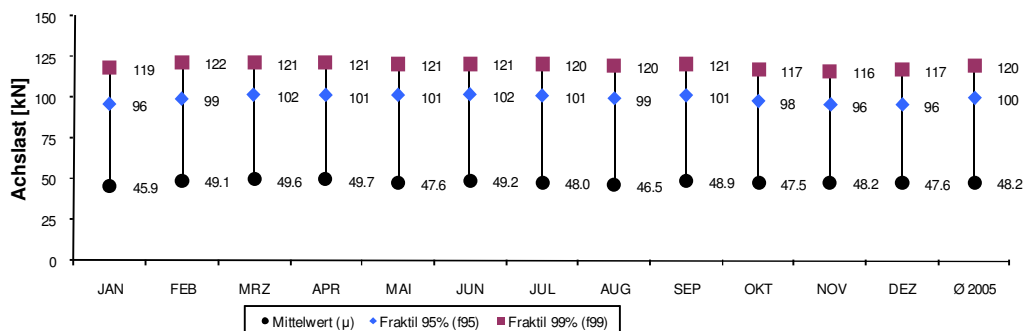
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

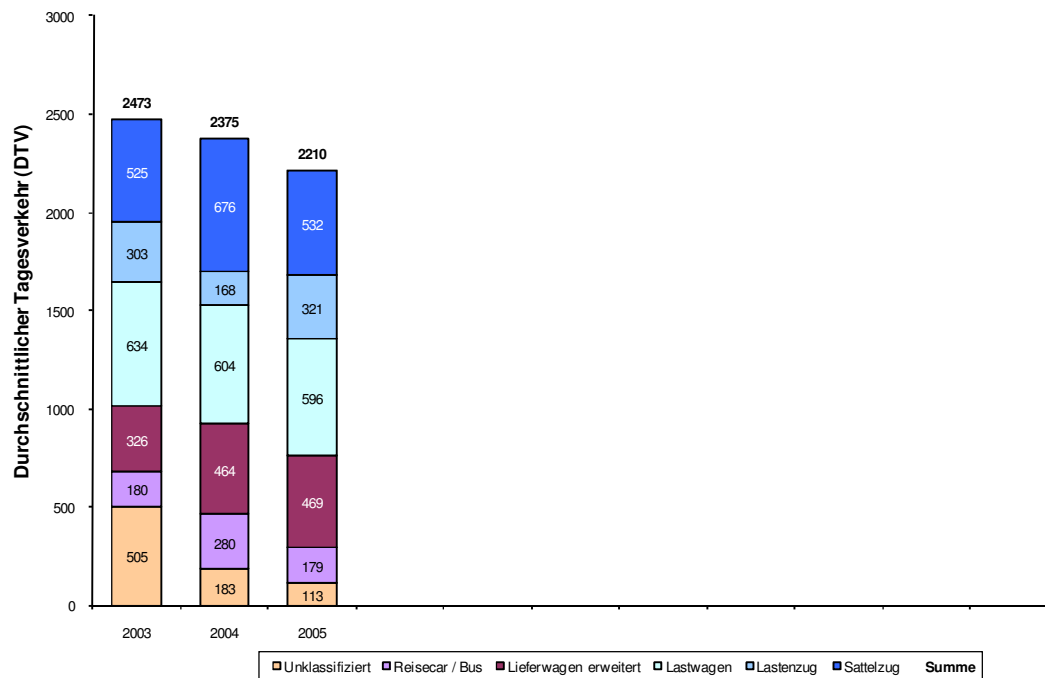


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

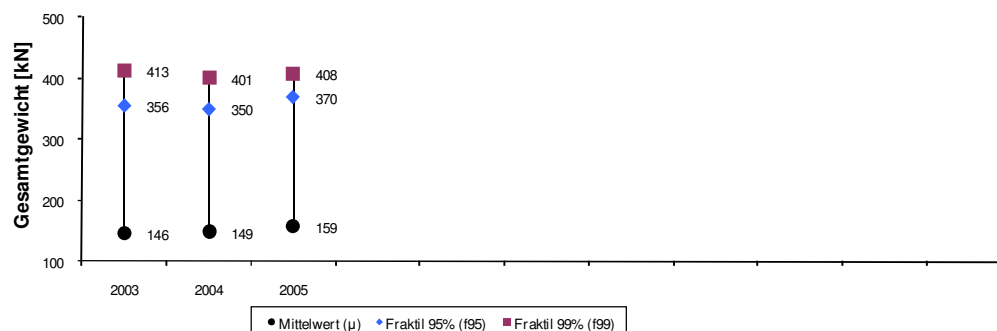


6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

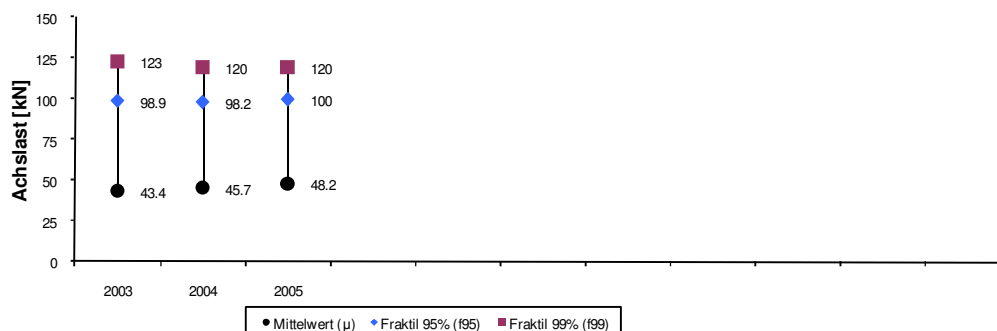
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktil 95% [kN]	Fraktil 99% [kN]
Einzelachse	49.2	49.2	102.6	121.9
Tandemachse	94.1	47.1	95.1	107.6
Tridemachse	136.9	45.6	76.4	82.7
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 49.2 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 47.1 kN, respektive 45.6 kN, auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilwerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (Abschnitt 6.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ($b = 3.5$ m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktil 95 %	Fraktil 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.9 kN/m	27.6 kN/m	37.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.97 kN/m ²	7.89 kN/m ²	10.8 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

6.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 6.3.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	26'080	13	0.000	2'383	0	0.000	0	0
2	0.006	341'832	2'051	0.001	16'510	12	0.000	35	0
3	0.020	188'690	3'774	0.003	8'492	25	0.001	271	0
4	0.070	141'510	9'906	0.008	9'260	74	0.002	1'012	2
5	0.150	180'951	27'143	0.020	15'398	308	0.005	5'503	28
6	0.290	269'414	78'130	0.030	20'733	622	0.010	14'196	142
7	0.530	198'616	105'266	0.060	19'540	1'172	0.020	6'398	128
8	1.000	94'621	94'621	0.100	18'968	1'897	0.030	4'709	141
9	1.520	53'344	81'083	0.140	15'815	2'214	0.040	6'471	259
10	2.400	45'356	108'854	0.200	13'790	2'758	0.060	4'900	294
11	3.660	39'991	146'367	0.280	14'256	3'992	0.080	4'360	349
12	5.400	26'556	143'402	0.400	14'409	5'764	0.110	5'335	587
13	7.760	11'197	86'892	0.540	13'240	7'150	0.140	4'071	570
14	10.870	3'564	38'738	0.730	11'367	8'298	0.190	4'141	787
15	14.910	1'210	18'035	0.960	9'136	8'770	0.240	5'329	1'279
16	20.060	485	9'725	1.260	7'277	9'170	0.300	4'080	1'224
17	26.540	241	6'395	1.630	6'270	10'220	0.380	4'536	1'724
18	34.590	185	6'385	2.080	6'072	12'629	0.480	6'834	3'280
19	-	-	-	2.640	6'000	15'840	0.590	5'304	3'129
20	-	-	-	3.300	5'412	17'859	0.720	5'496	3'957
21	-	-	-	4.090	3'923	16'046	0.880	7'232	6'364
22	-	-	-	5.030	3'988	20'058	1.060	4'486	4'755
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'396	4'313
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'573	3'910
25	-	-	-	-	-	-	1.810	883	1'598
26	-	-	-	-	-	-	2.140	420	899
27	-	-	-	-	-	-	2.510	251	630
28	-	-	-	-	-	-	2.940	116	341
29	-	-	-	-	-	-	3.430	60	206
30	-	-	-	-	-	-	3.980	75	298
Summe		1'623'843	966'781		242'241	144'878		112'474	41'195

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 966'781 + 144'878 + 41'195 = 1'152'854 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'152'854 = 518'784 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 518'784 / 358 = 1'449 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 der Zählstelle Trübbach (A13) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 6.4.1a). Im September ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 2'593 Fahrzeugen pro Tag. In dem Monaten Dezember bis Februar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.0%. Auffallend ist der relativ hohe Anteil (21.3%) der Kategorie „Lieferwagen erweitert“. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 1.5% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 6.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (s. Diagramme 6.4.1b und 6.4.1c) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten pro Tag durchschnittlich 2'210 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 2'375 Fahrzeuge registriert wurden (s. Diagramm 6.4.2a). Dies entspricht einer Abnahme von 6.9%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 6.4.2b) erhöht sich im Vergleich zum Vorjahr von 149 auf 159 kN (+6.7%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen um 5.7%, respektive 1.7%.

Ein ähnlicher Anstieg ist auch bezüglich Achslast feststellbar (s. Diagramm 6.4.2c). Hier erhöht sich der Mittelwert von 45.7 kN auf 48.2 kN (+5.5%). Der Fraktilwert f95 steigt um 1.8%, währenddem der Fraktilwert f99 unverändert bleibt.

Die Reduktion des durchschnittlichen Tagesverkehrs wirkt sich stärker als die Zunahme der mittleren Achslast auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 6.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 1'480 auf 1'449 ESAL (-2.1%).

7 Monte Ceneri (A2)

7.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Monte Ceneri (A2) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
408 - Ceneri (A2)	2x2	363	22.02. 10.09. 04.10. 09.11. 07.12.	Datenlücke 00.00 - 18.06 Uhr 13. - 28.06.: Störungen 09. - 31.08. : Störungen Datenlücke 00.00 - 15.32 Uhr 01. - 12.09. : Störungen auf Fahrstreifen 3 Datenlücke 00.00 - 18.09 Uhr Datenlücke 08.45 - 14.45 Uhr auf Fahrstreifen 1/2 Datenlücke 00.00 - 10.35 Uhr

7.2 Übersicht Messresultate

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

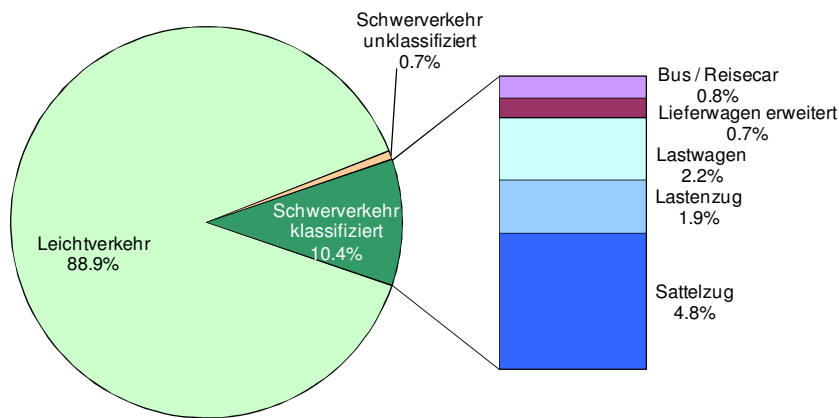
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 363)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	13'495'977	37'179	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	11'992'877	33'038	88.9	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'503'100	4'141	11.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	98'179	270	0.7	6.5
01 Bus / Reiserar	105'264	290	0.8	7.0
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	89	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	195	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	92'808	256	0.7	6.2
06 Lieferwagen mit Anhänger	3'937	11	0.0	0.3
07 Lieferwagen mit Auflieger	6	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	293'336	808	2.2	19.5
09 Lastenzug	257'207	709	1.9	17.1
10 Sattelzug	652'079	1'796	4.8	43.4
Total	1'503'100	4'141	11.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	234'003	645	1.7	15.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	400'935	1'105	3.0	26.7
Fahrzeuge 18 - 28t	434'281	1'196	3.2	28.9
Fahrzeuge 28 - 40t	390'366	1'075	2.9	26.0
Fahrzeuge >40t	43'515	120	0.3	2.9
Total	1'503'100	4'141	11.1	100.0

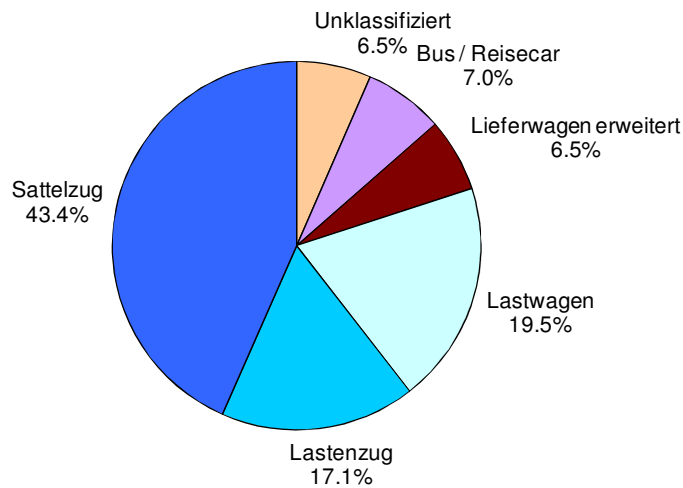
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

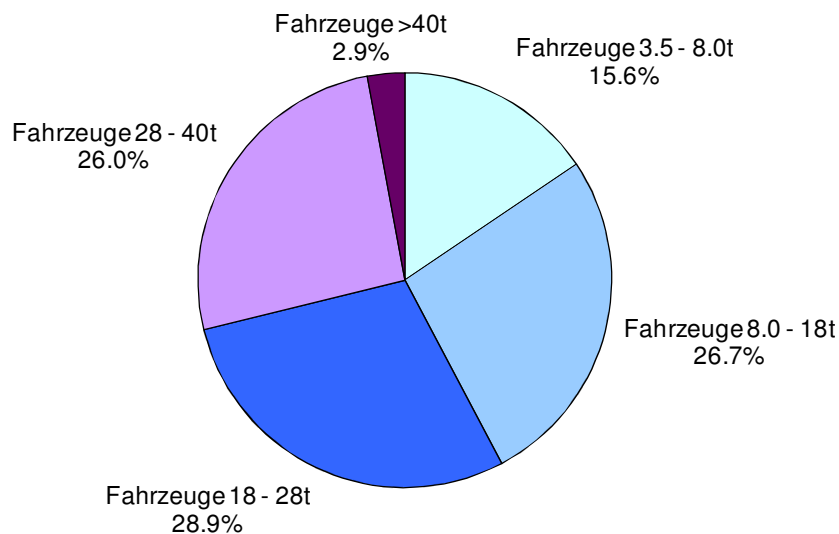
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 Messdiagramme

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Ceneri (A2) 2005 sind folgendermassen strukturiert:

- 0 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- 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. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 7.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.5).

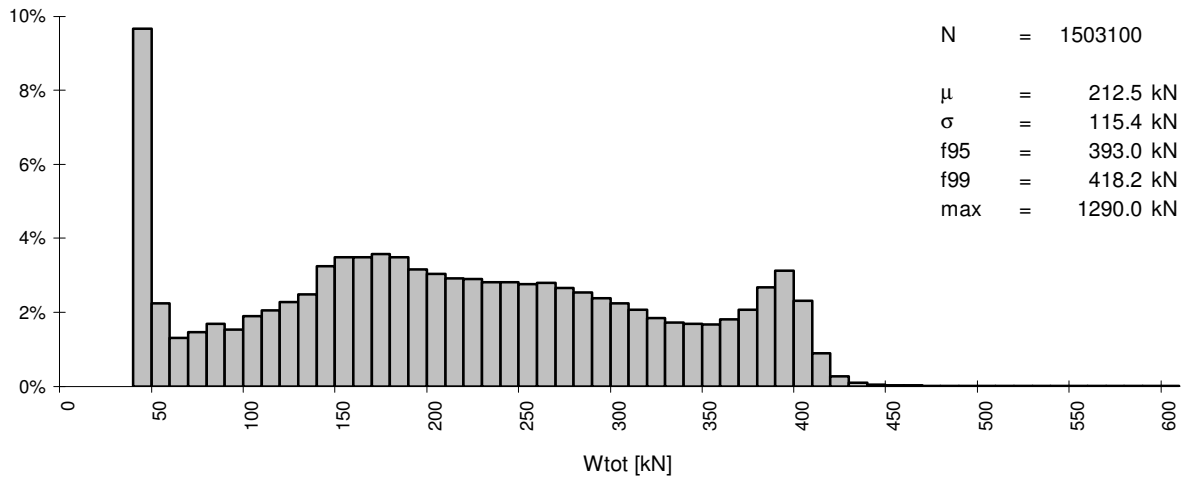
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

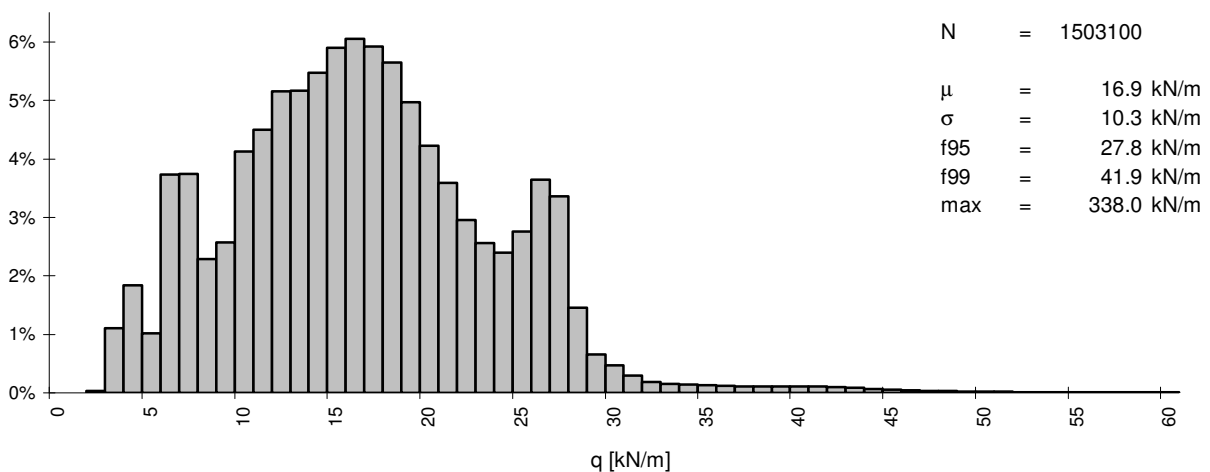
Ceneri 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



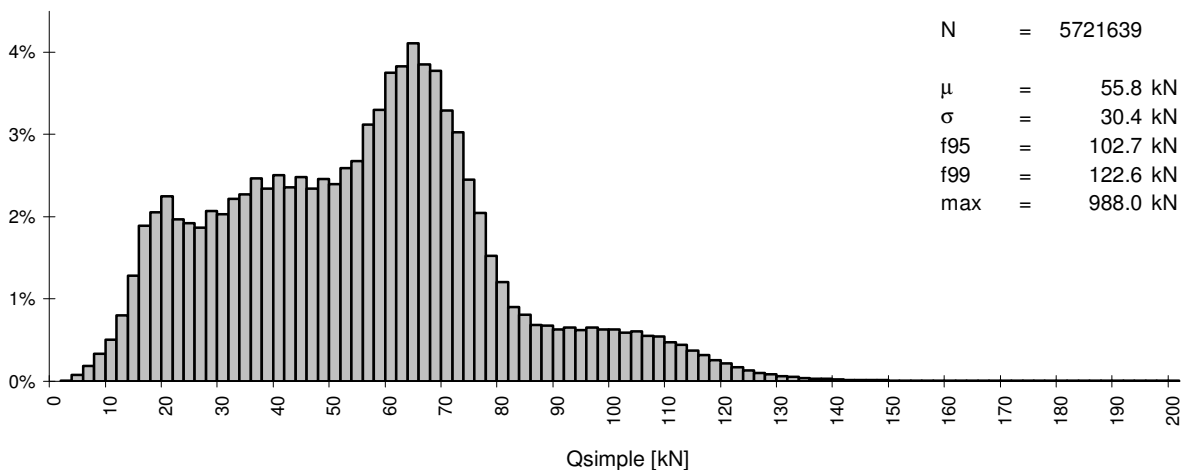
Ceneri 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



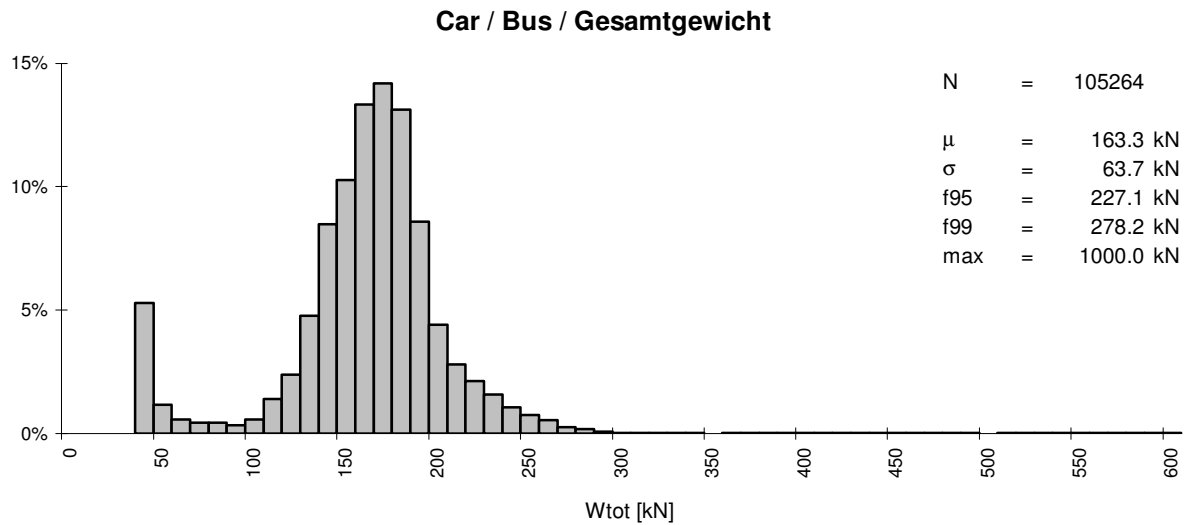
Ceneri 2005

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)

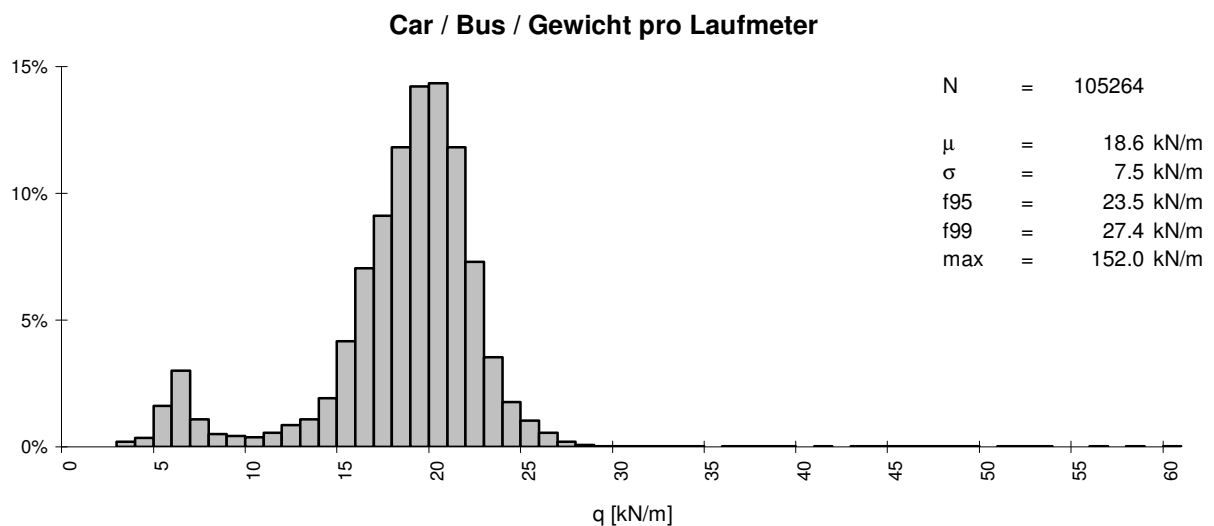


7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

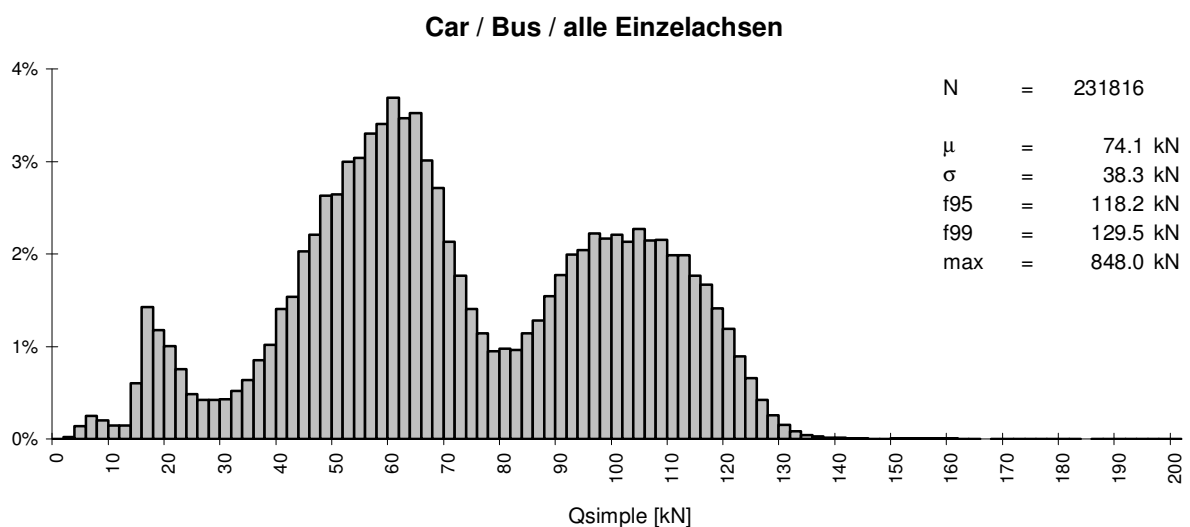
Ceneri 2005



Ceneri 2005



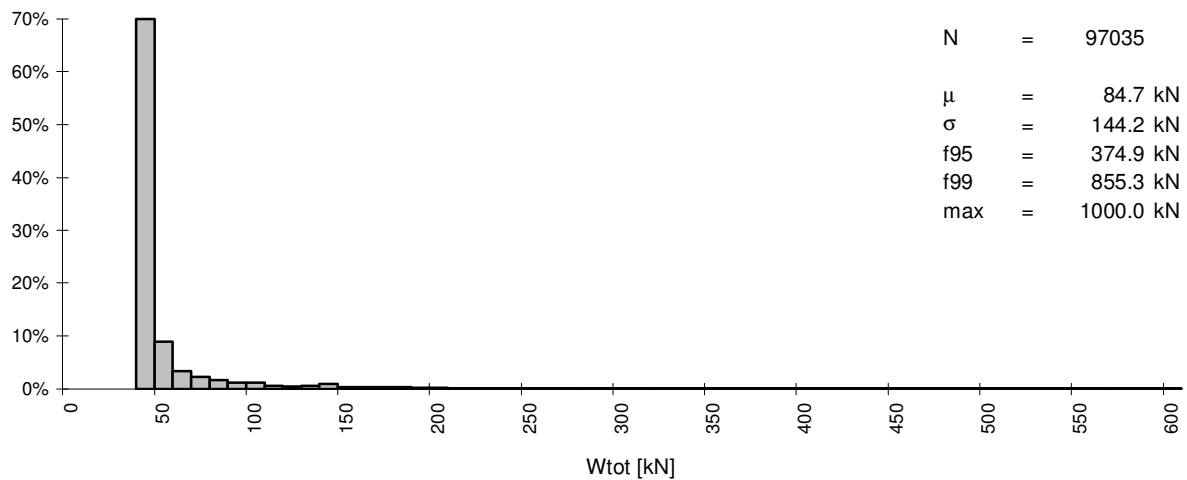
Ceneri 2005



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

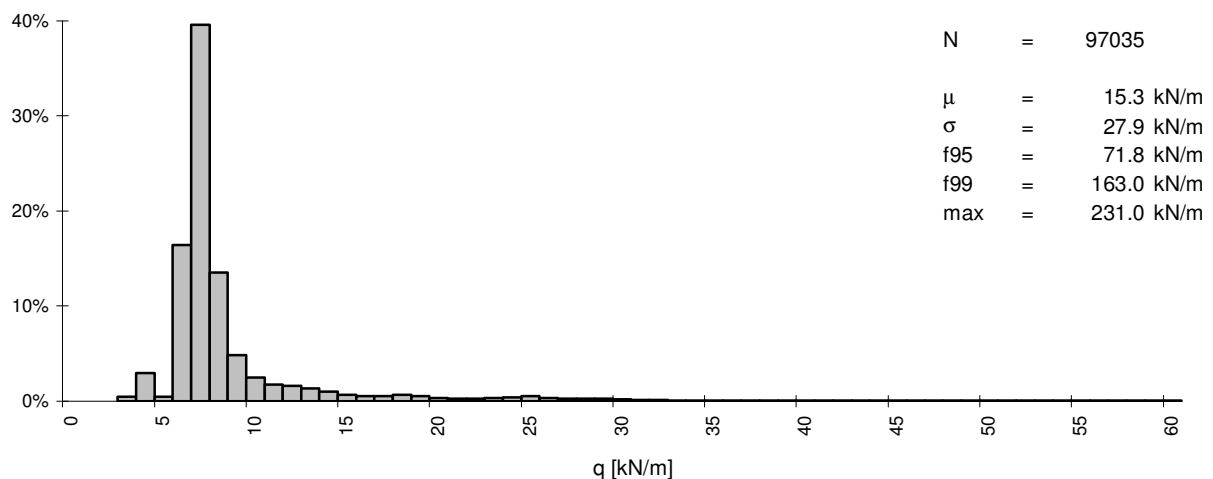
Ceneri 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



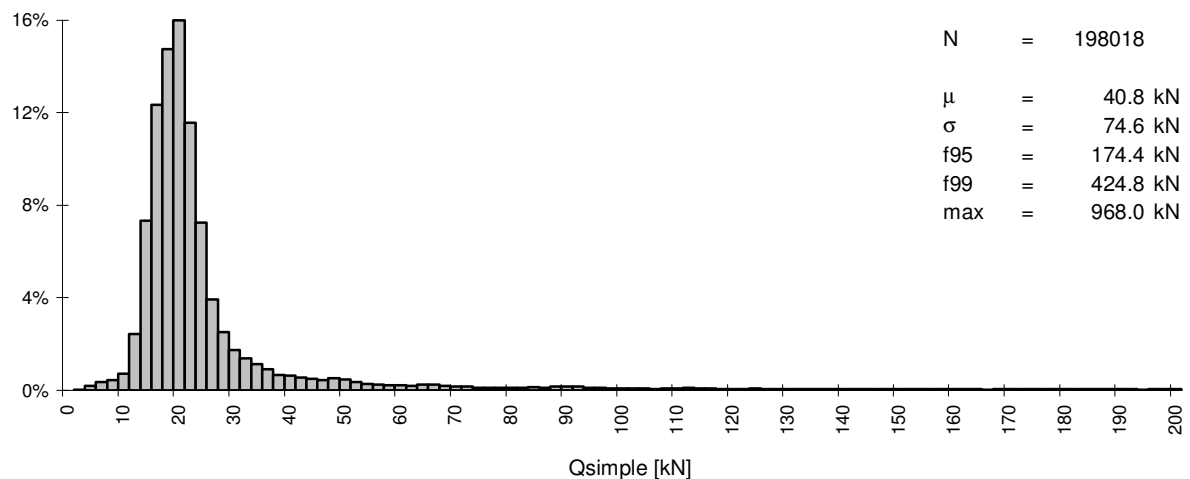
Ceneri 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Ceneri 2005

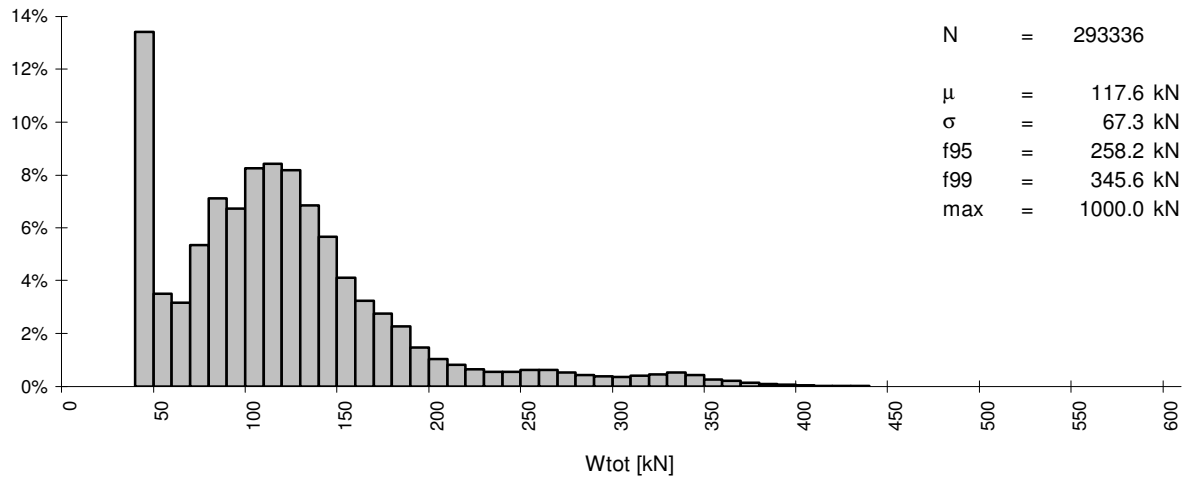
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

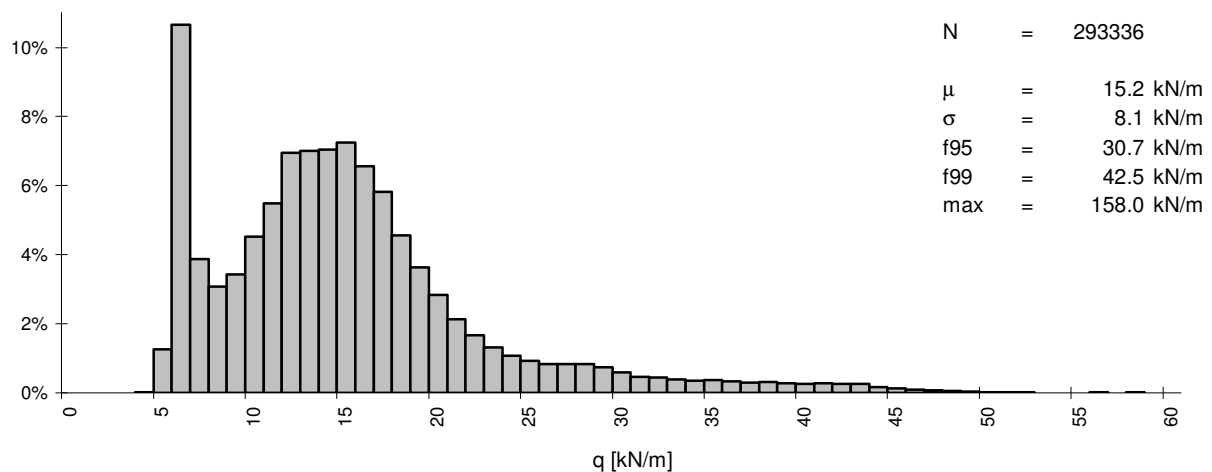
Ceneri 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



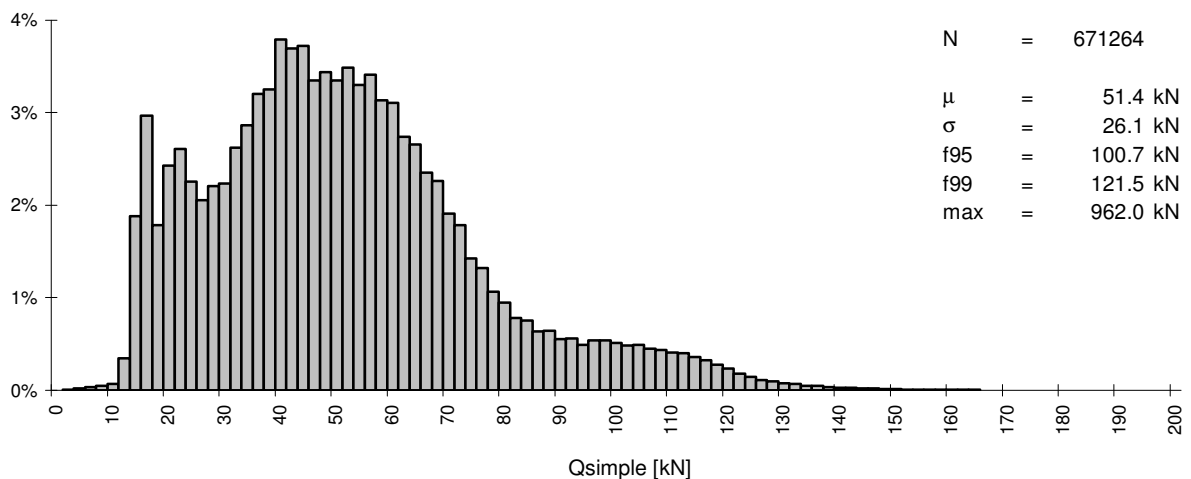
Ceneri 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



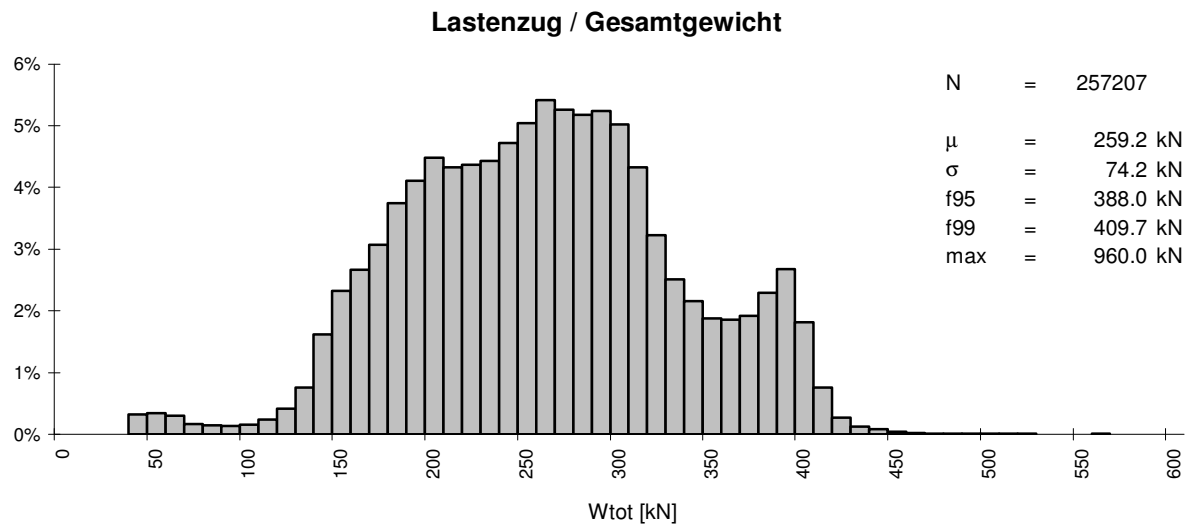
Ceneri 2005

Lastwagen / alle Einzelachsen

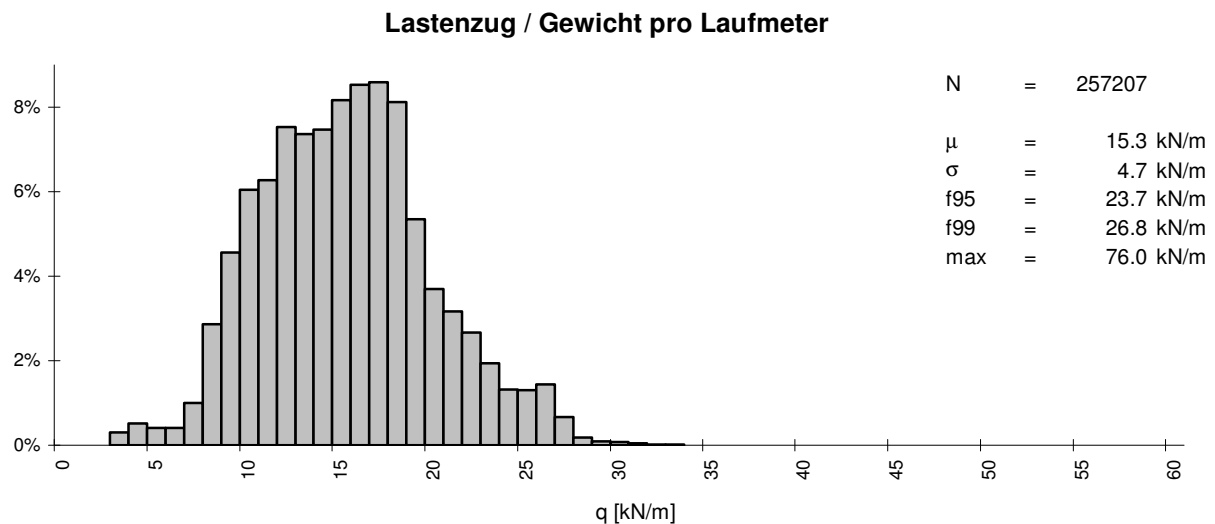


7.3.6 Lastenzüge (LZ)

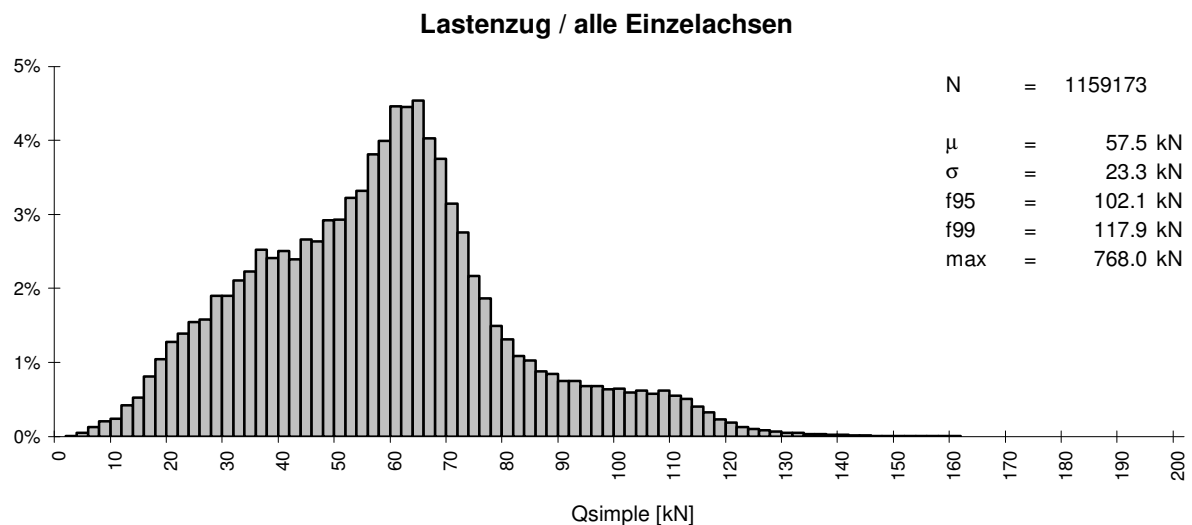
Ceneri 2005



Ceneri 2005

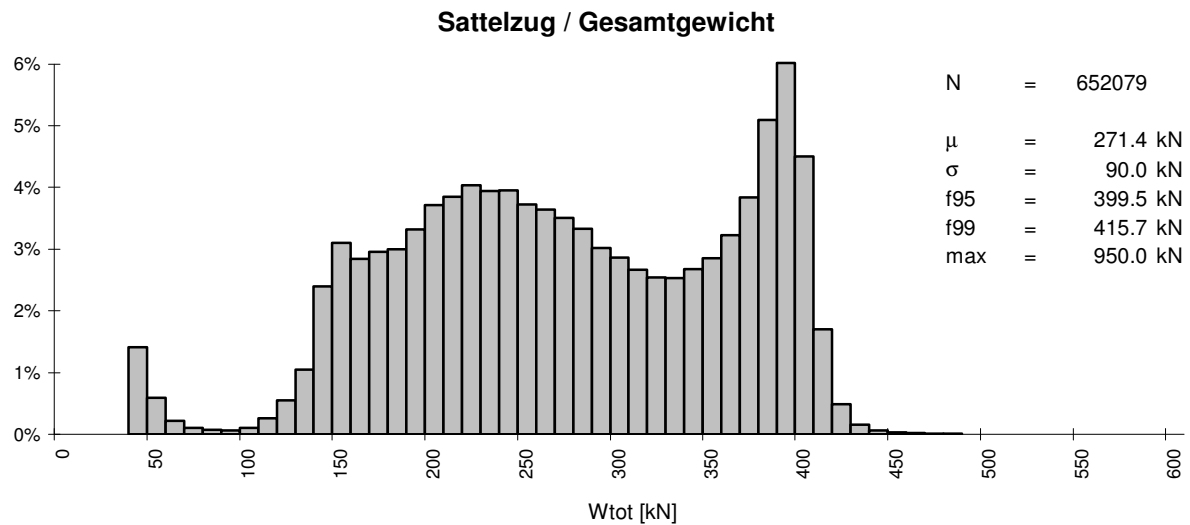


Ceneri 2005

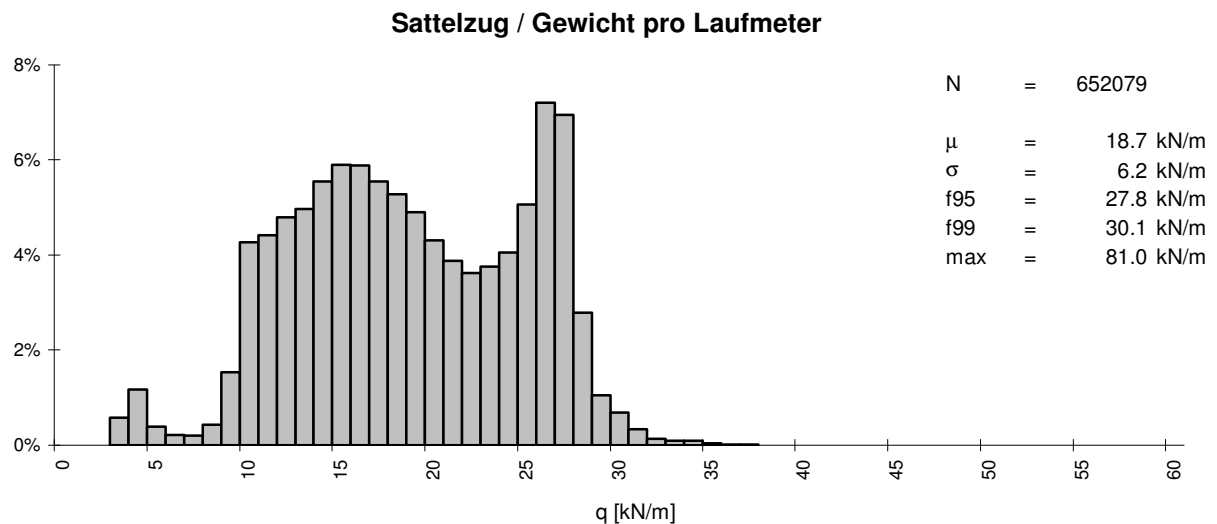


7.3.7 Sattelzüge (SZ)

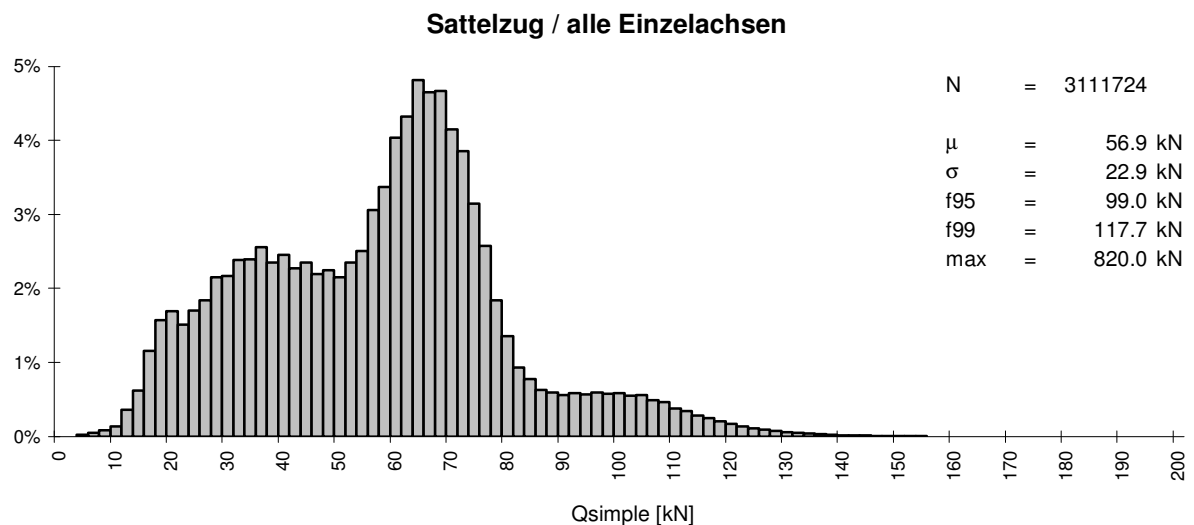
Ceneri 2005



Ceneri 2005



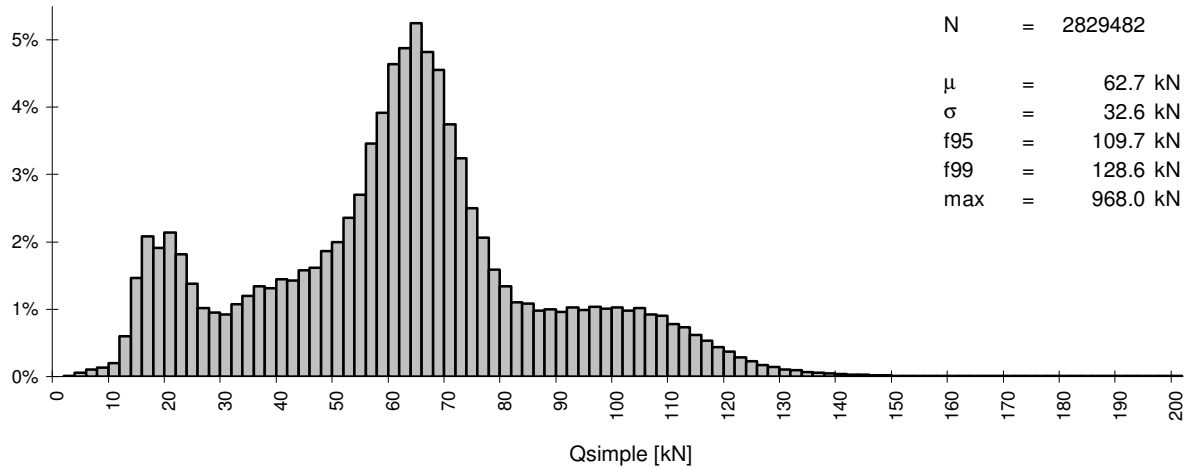
Ceneri 2005



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

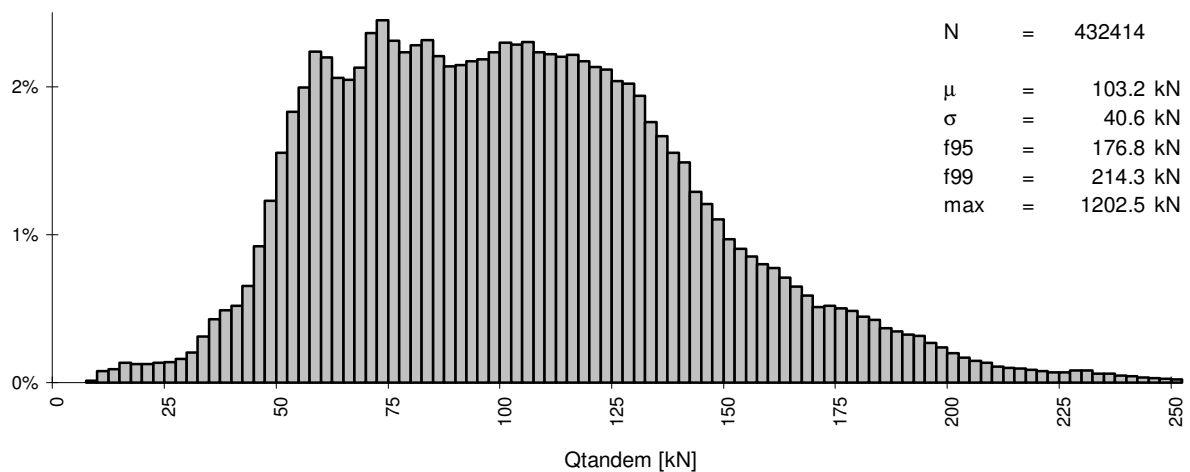
Ceneri 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



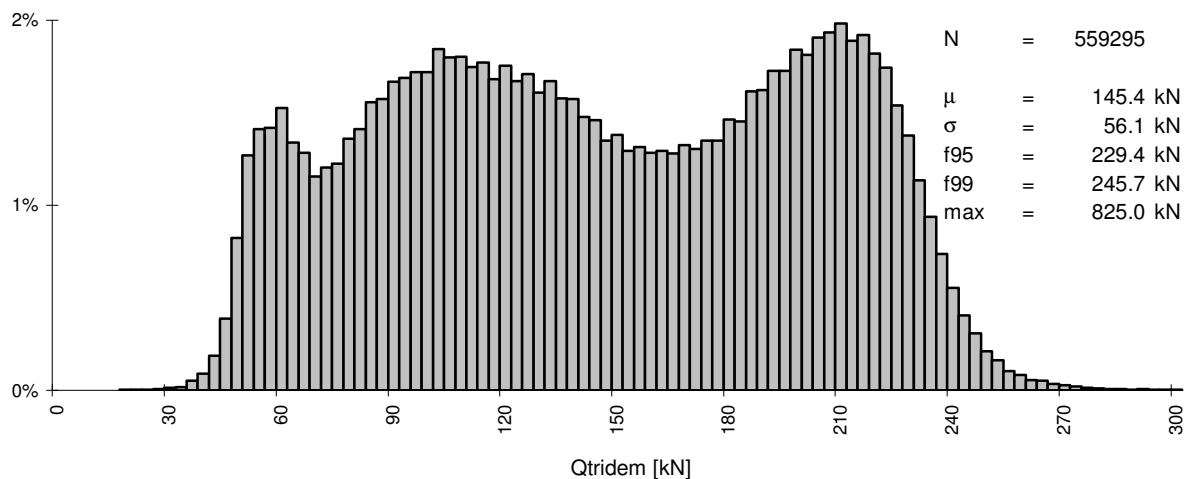
Ceneri 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Ceneri 2005

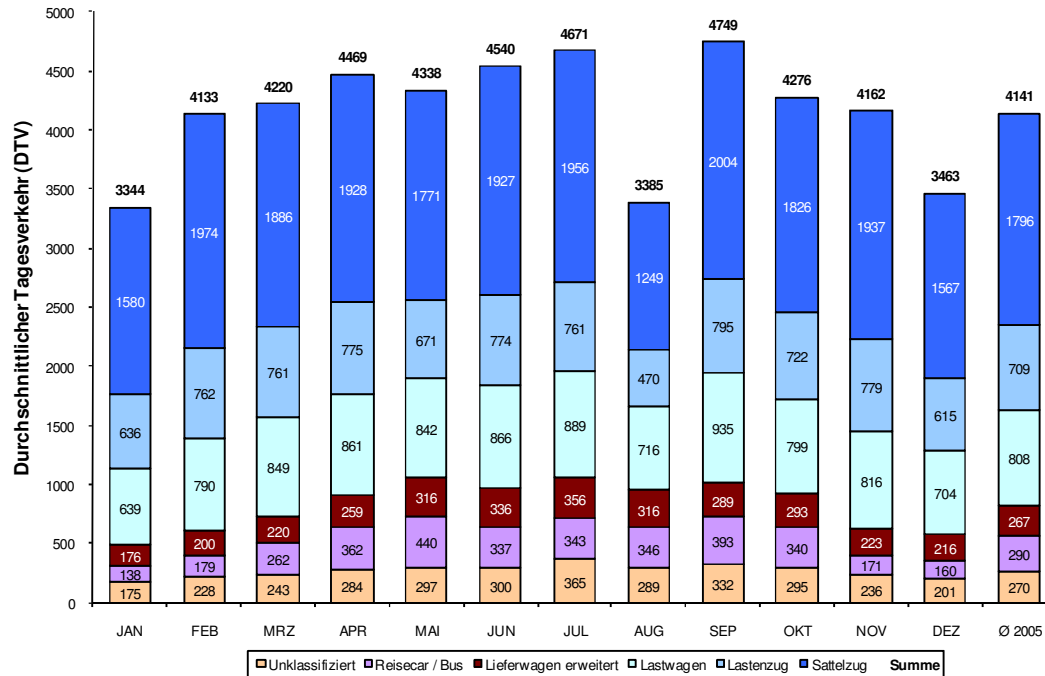
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



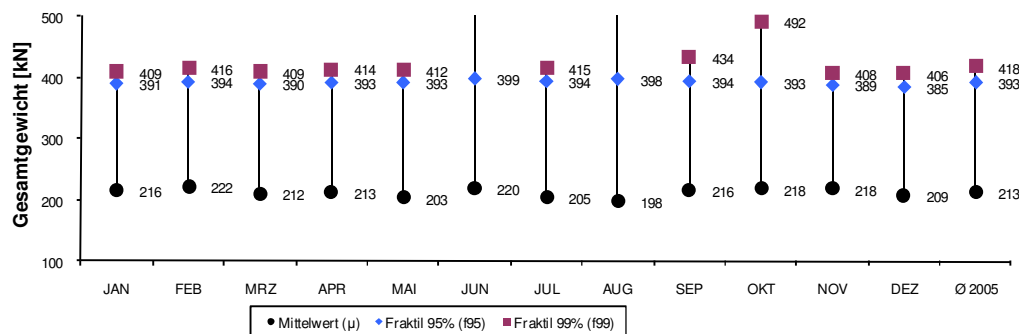
7.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

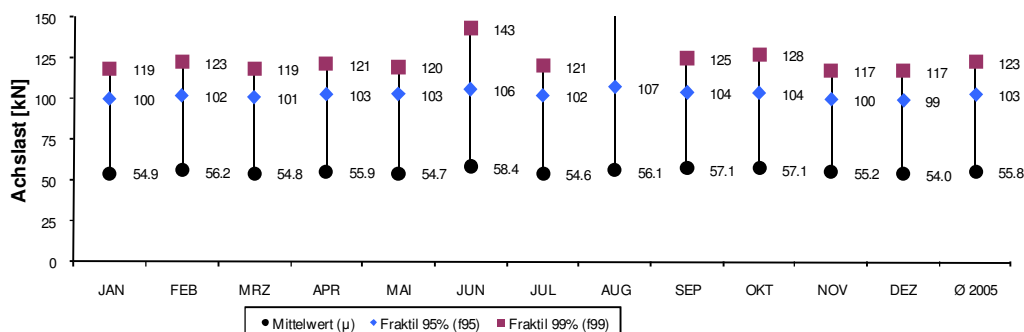
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

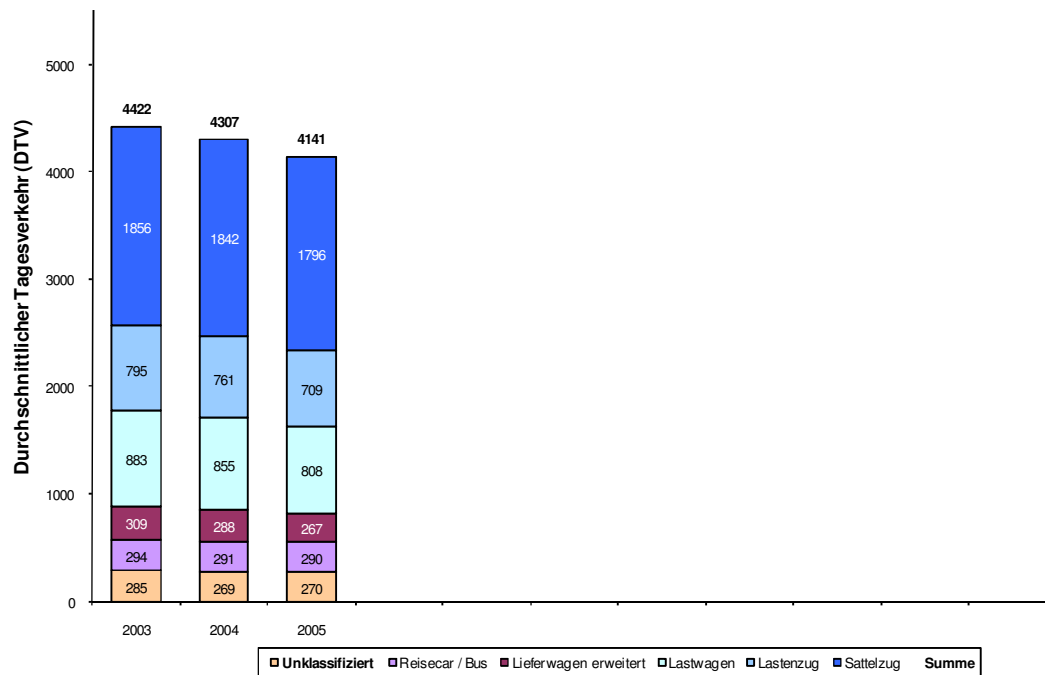


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

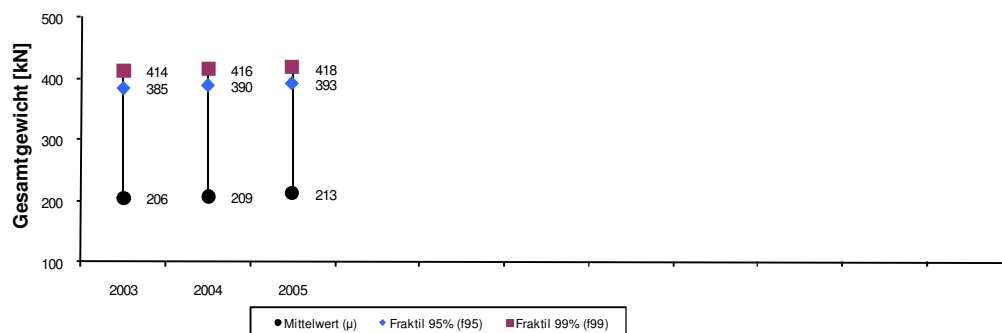


7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

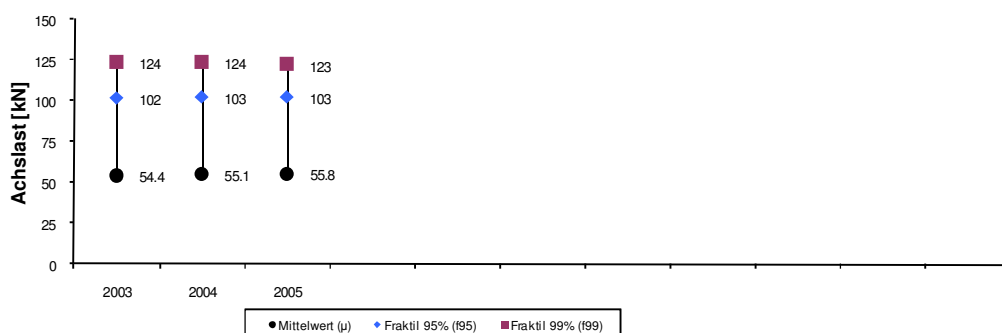
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	62.7	62.7	107.9	128.6
Tandemachse	103.2	51.6	88.4	107.2
Tridemachse	145.4	48.5	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}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 62.7 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 51.6 kN, respektive 48.5 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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 (Abschnitt 0) wird auf die durchschnittliche Breite ($b = 3.5$ m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.9 kN/m	27.8 kN/m	41.9 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.83 kN/m ²	7.94 kN/m ²	12.0 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 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen 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	14'264	7	0.000	402	0	0.000	0	0
2	0.006	231'608	1'390	0.001	2'060	1	0.000	11	0
3	0.020	172'026	3'441	0.003	2'768	8	0.001	137	0
4	0.070	180'326	12'623	0.008	7'546	60	0.002	908	2
5	0.150	240'220	36'033	0.020	18'850	377	0.005	7'821	39
6	0.290	483'337	140'168	0.030	35'729	1'072	0.010	31'445	314
7	0.530	657'721	348'592	0.060	37'198	2'232	0.020	21'128	423
8	1.000	303'714	303'714	0.100	40'131	4'013	0.030	21'194	636
9	1.520	145'153	220'633	0.140	38'077	5'331	0.040	34'735	1'389
10	2.400	144'036	345'686	0.200	38'462	7'692	0.060	28'685	1'721
11	3.660	130'282	476'832	0.280	39'106	10'950	0.080	30'439	2'435
12	5.400	75'852	409'601	0.400	37'730	15'092	0.110	38'869	4'276
13	7.760	26'550	206'028	0.540	35'103	18'956	0.140	27'886	3'904
14	10.870	7'923	86'123	0.730	27'976	20'422	0.190	26'974	5'125
15	14.910	2'608	38'885	0.960	19'776	18'985	0.240	31'662	7'599
16	20.060	1'129	22'648	1.260	14'407	18'153	0.300	21'739	6'522
17	26.540	599	15'897	1.630	10'630	17'327	0.380	21'793	8'281
18	34.590	1'479	51'159	2.080	8'430	17'534	0.480	30'552	14'665
19	-	-	-	2.640	6'331	16'714	0.590	26'228	15'475
20	-	-	-	3.300	4'423	14'596	0.720	29'580	21'298
21	-	-	-	4.090	2'427	9'926	0.880	42'683	37'561
22	-	-	-	5.030	4'307	21'664	1.060	31'448	33'335
23	-	-	-	-	-	-	1.270	26'049	33'082
24	-	-	-	-	-	-	1.520	18'807	28'587
25	-	-	-	-	-	-	1.810	5'154	9'329
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'949	4'171
27	-	-	-	-	-	-	2.510	921	2'312
28	-	-	-	-	-	-	2.940	236	694
29	-	-	-	-	-	-	3.430	98	336
30	-	-	-	-	-	-	3.980	71	283
Summe		2'818'827	2'719'459		431'869	221'106		559'202	243'792

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'719'459 + 221'106 + 243'792 = 3'184'357 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'184'357 = 1'432'961 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'432'961 / 363 = 3'948 \text{ ESAL}$$

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

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 der Zählstelle Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (s. Diagramm 7.4.1a). Im September ist das Scherverkehrsaufkommen am grössten mit 4'749 Fahrzeugen pro Tag. In den Wintermonaten (Dezember und Januar) sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 43.4%. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.9% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 7.2.2)

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 7.4.1b und 7.4.1c) bleiben relativ konstant. Die Fraktilwerte f95 und f99 sind in den Monaten Juni und August überdurchschnittlich hoch. Diese Unregelmässigkeiten sind auf die im Abschnitt 7.1 erwähnten Gerätestörungen am Zählerstandort zurückzuführen.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten durchschnittlich pro Tag 4'141 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 4'307 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 3.9%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (Diagramm 7.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht und die Achslasten aller Fahrzeuge (Diagramm 7.4.2b und 7.4.2c) erhöhen sich im Vergleich zum Vorjahr um 1.9%, respektive 1.3%. Die Erhöhung der entsprechenden Fraktilwerte f95 und f99 ist jedoch gering.

Die Reduktion des durchschnittlichen Tagesverkehrs wirkt sich stärker als die Zunahme der mittleren Achslast auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 7.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 3'965 auf 3'948 ESAL (-0.4%).

8 Oberbüren (A1)

8.1 Vorhandene Messdaten

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2005 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Oberbüren (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
410 - Oberbüren (A1)	2x2	362	07.01. 11.01. 02.03. 13.04. 28.07. 22.12.	Datenlücke 11.17 - 16.21 Uhr Datenlücke 19.54 - 23.59 Uhr Datenlücke 00.00 - 22.29 Uhr Datenlücke 00.00 - 18.11 Uhr 11. - 12.05. : Störungen 06/13/25.07. : Störungen Datenlücke 13.55 - 20.27 Uhr 11.08. : Störungen 15.09. : Störungen 01. - 22.12. : Anlage schwingt Datenlücke 00.00 - 18.02 Uhr

8.2 Übersicht Messresultate

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

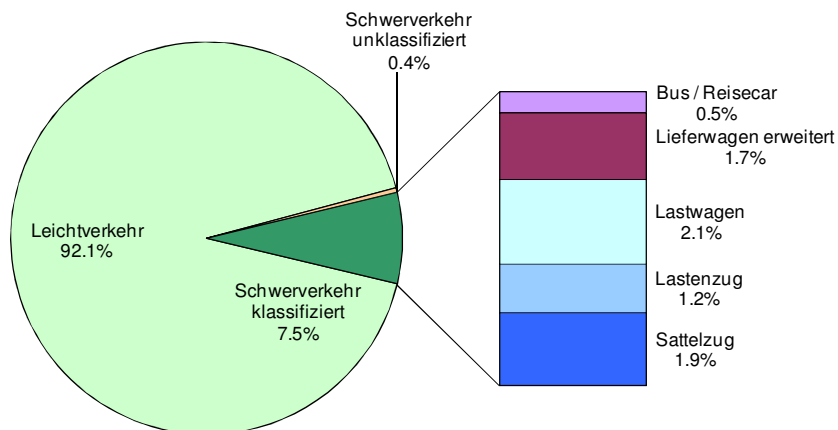
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2005 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2005	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 362)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	17'553'018	48'489	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	16'166'145	44'658	92.1	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'386'873	3'831	7.9	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	71'201	197	0.4	5.1
01 Bus / Reisecar	95'716	264	0.5	6.9
02 Motorrad	712	2	0.0	0.1
03 Personenwagen	45'417	125	0.3	3.3
04 Personenwagen mit Anh.	39'472	109	0.2	2.8
05 Lieferwagen	137'424	380	0.8	9.9
06 Lieferwagen mit Anhänger	51'401	142	0.3	3.7
07 Lieferwagen mit Auflieger	23'213	64	0.1	1.7
08 Lastwagen	377'211	1'042	2.1	27.2
09 Lastenzug	217'374	600	1.2	15.7
10 Sattelzug	327'732	905	1.9	23.6
Total	1'386'873	3'831	7.9	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	424'632	1'173	2.4	30.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	514'970	1'423	2.9	37.1
Fahrzeuge 18 - 28t	296'383	819	1.7	21.4
Fahrzeuge 28 - 40t	122'381	338	0.7	8.8
Fahrzeuge >40t	28'507	79	0.2	2.1
Total	1'386'873	3'831	7.9	100.0

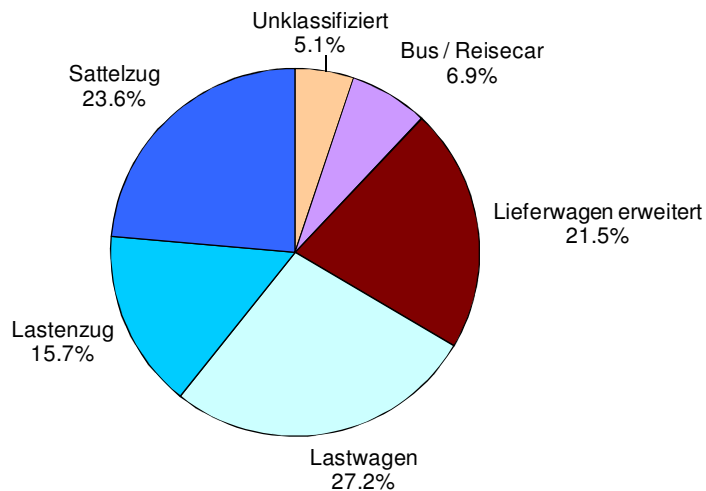
Tabelle 8: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

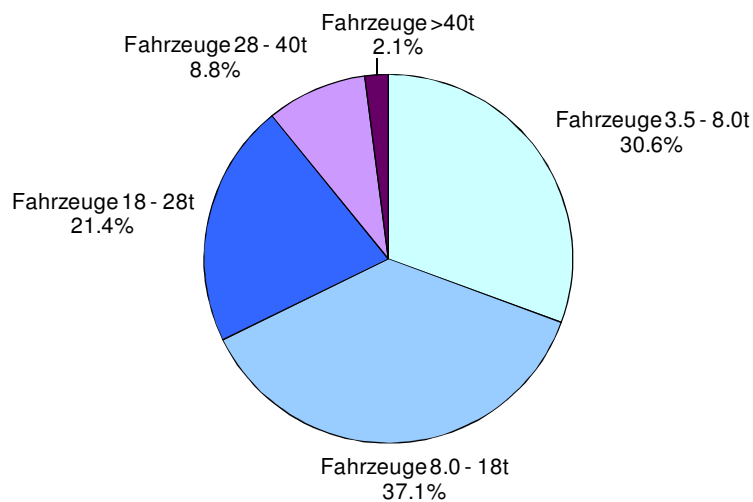
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



8.3 Messdiagramme

8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Oberbüren (A1) 2005 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 Kategorie „Lieferwagen erweitert (LIE)“ sind folgende Fahrzeugtypen zusammengefasst: Personenwagen (PW), Personenwagen mit Anhänger (PW+), Lieferwagen (LI), Lieferwagen mit Anhänger (LI+) und Lieferwagen mit Auflieger (LA).
- Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GWTOT) und der Summe aller Achsabstände (W_i) + 2.55m der Fahrzeuge ermittelt (s. Abs. 1.7.4).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 8.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition s. Abs. 1.5).

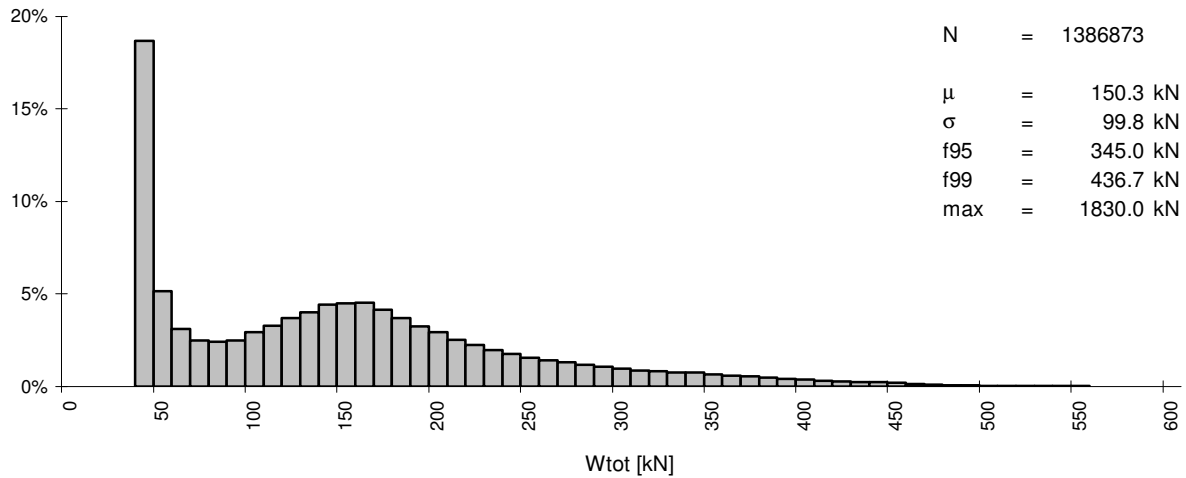
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

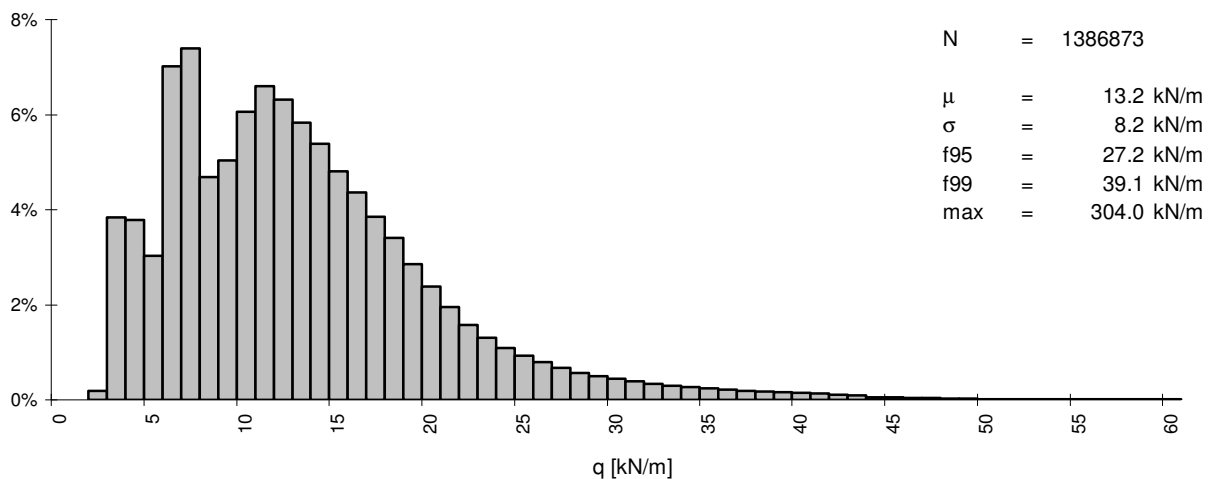
Oberbüren 2005

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



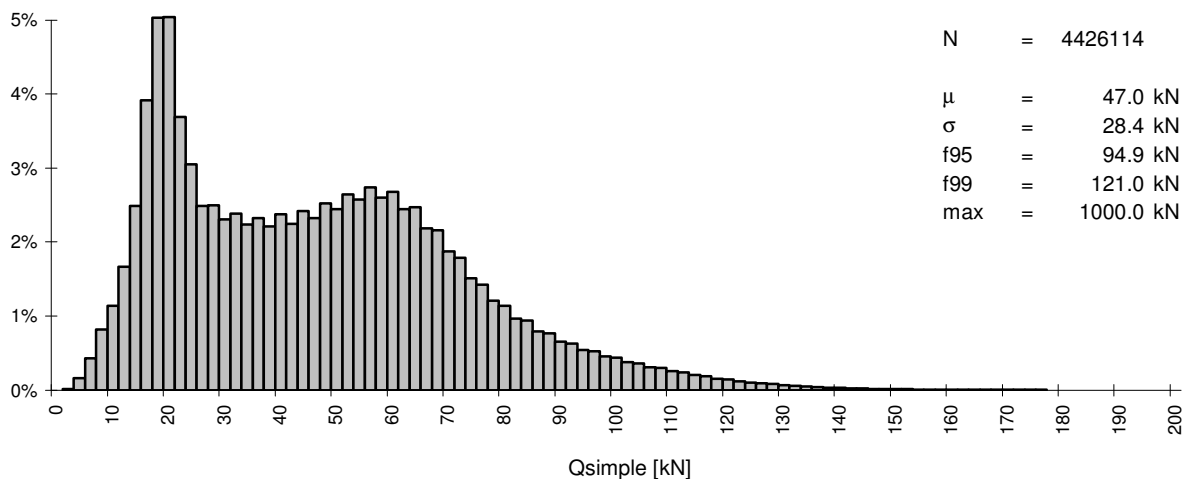
Oberbüren 2005

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

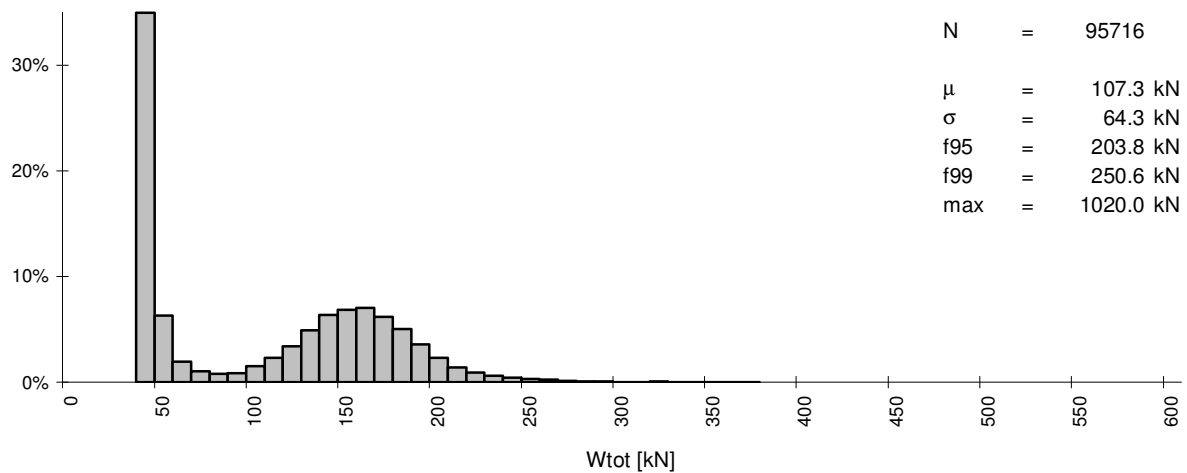
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 10 Achsen)



8.3.3 Reisecars und Busse (CB)

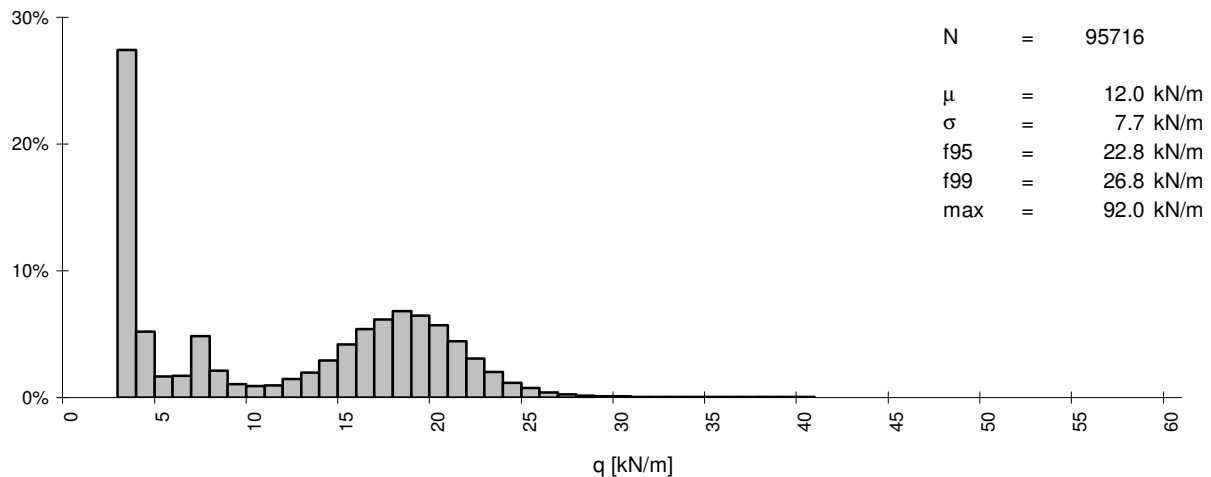
Oberbüren 2005

Car / Bus / Gesamtgewicht



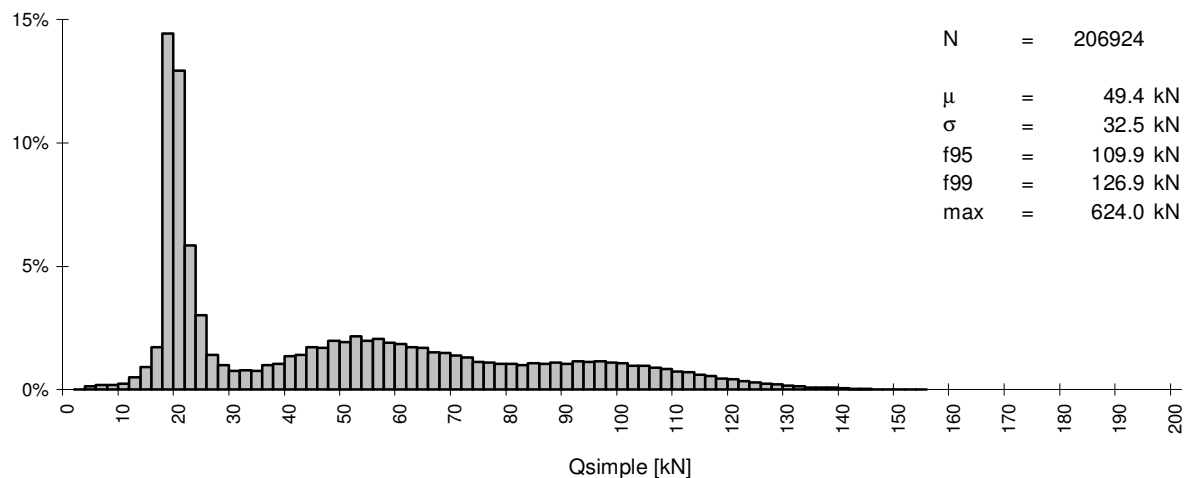
Oberbüren 2005

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

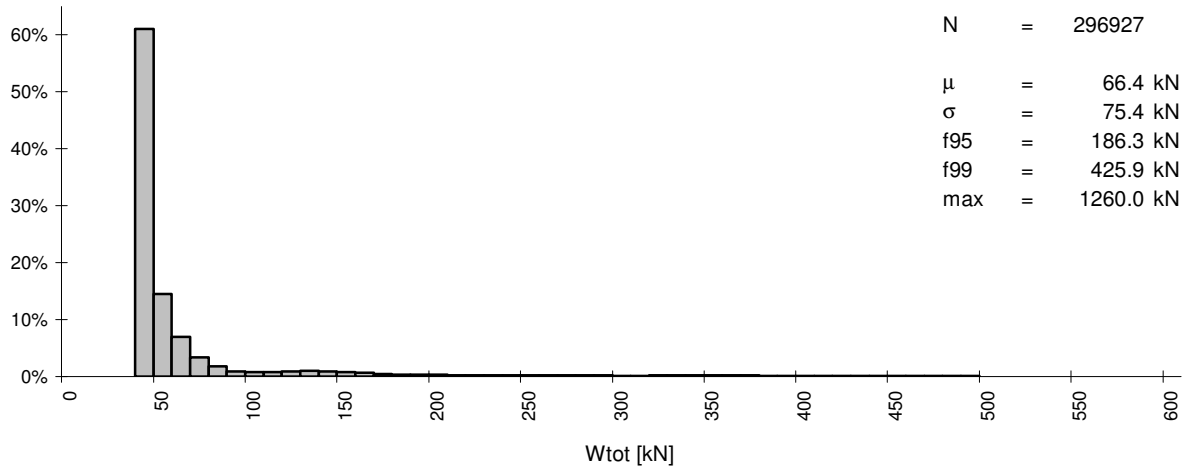
Car / Bus / alle Einzelachsen



8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

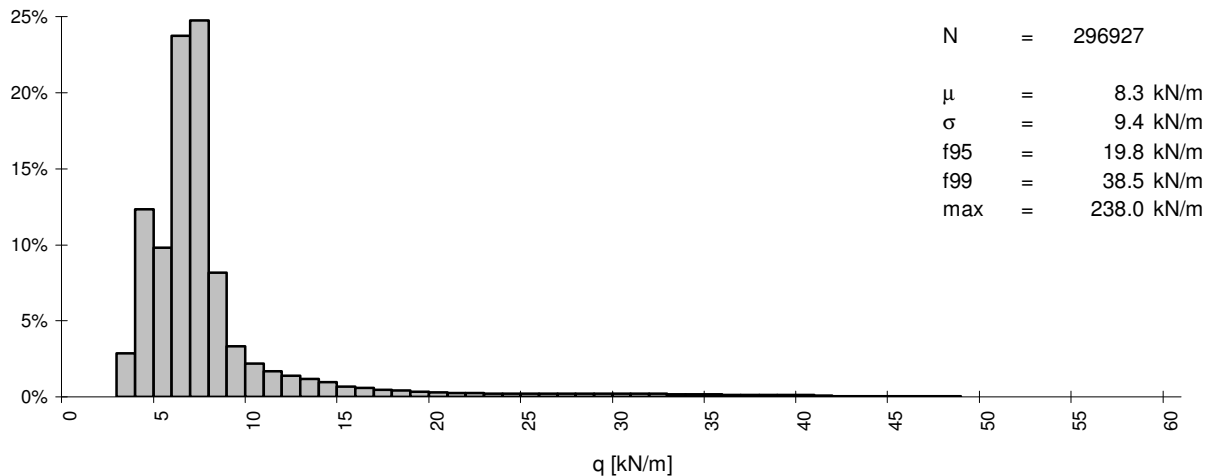
Oberbüren 2005

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



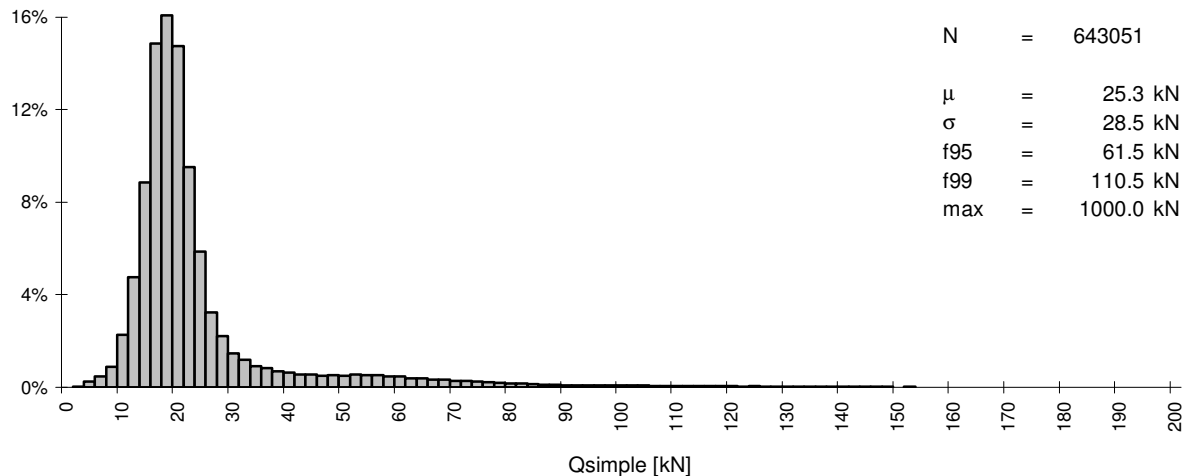
Oberbüren 2005

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

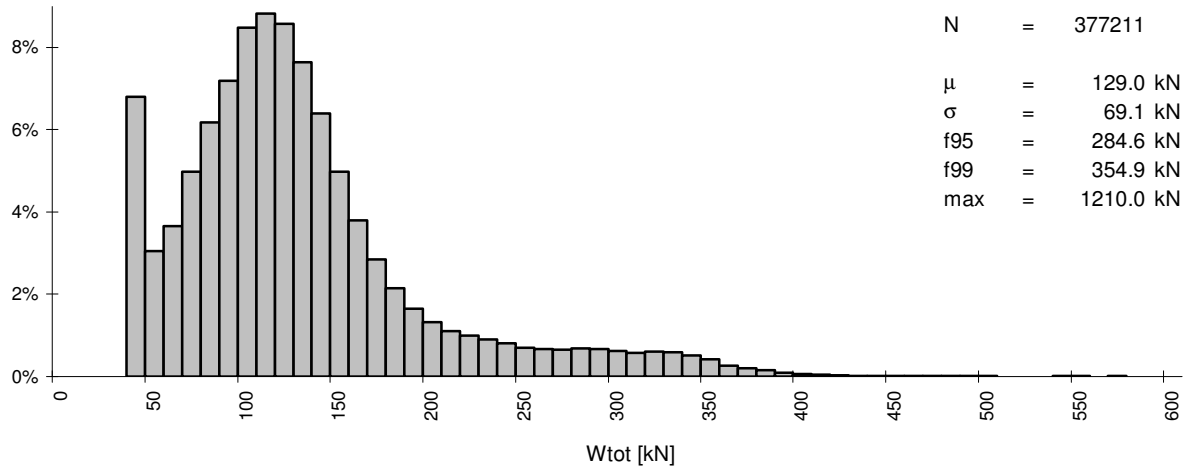
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.3.5 Lastwagen (LW)

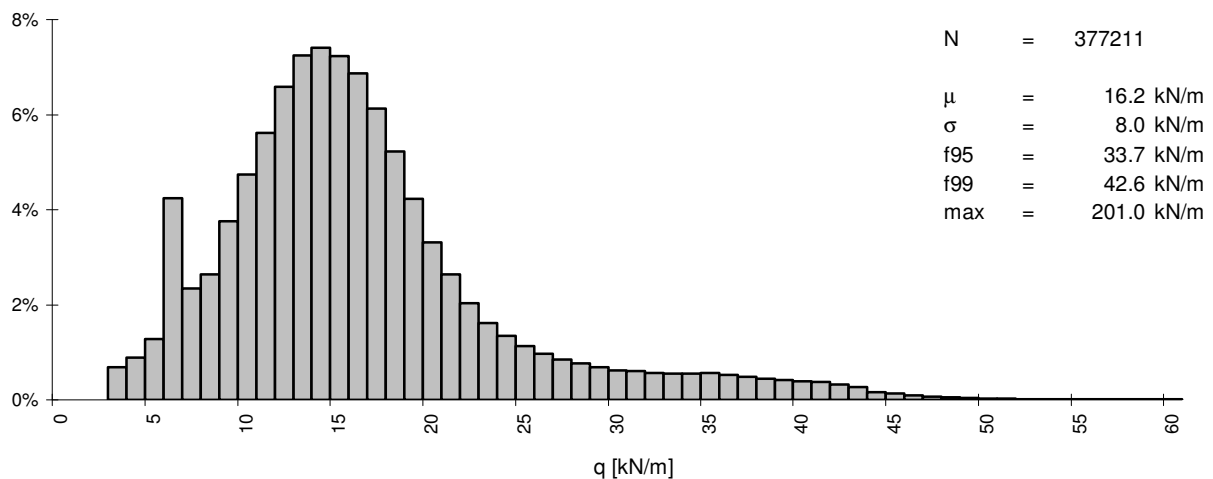
Oberbüren 2005

Lastwagen / Gesamtgewicht



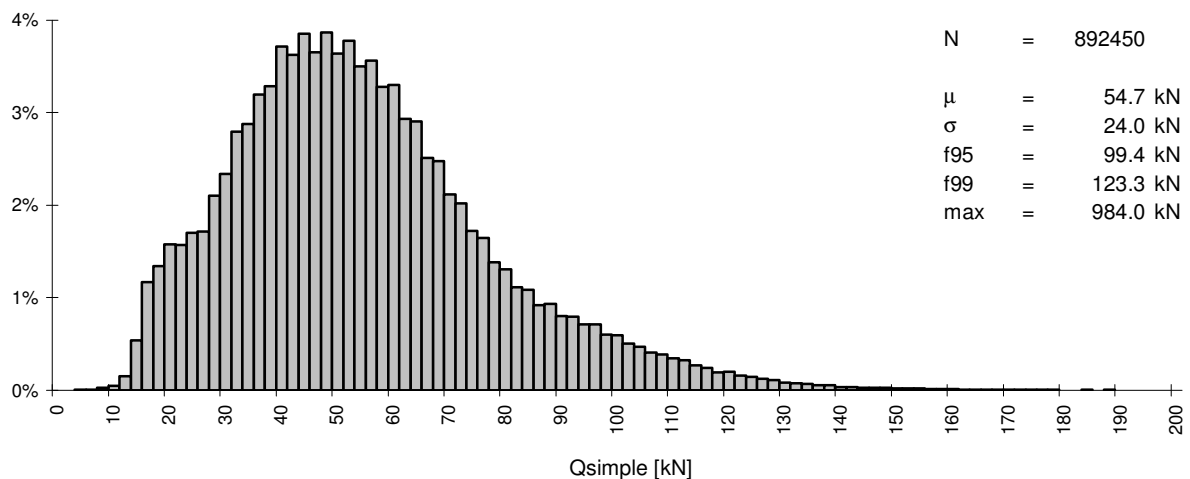
Oberbüren 2005

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

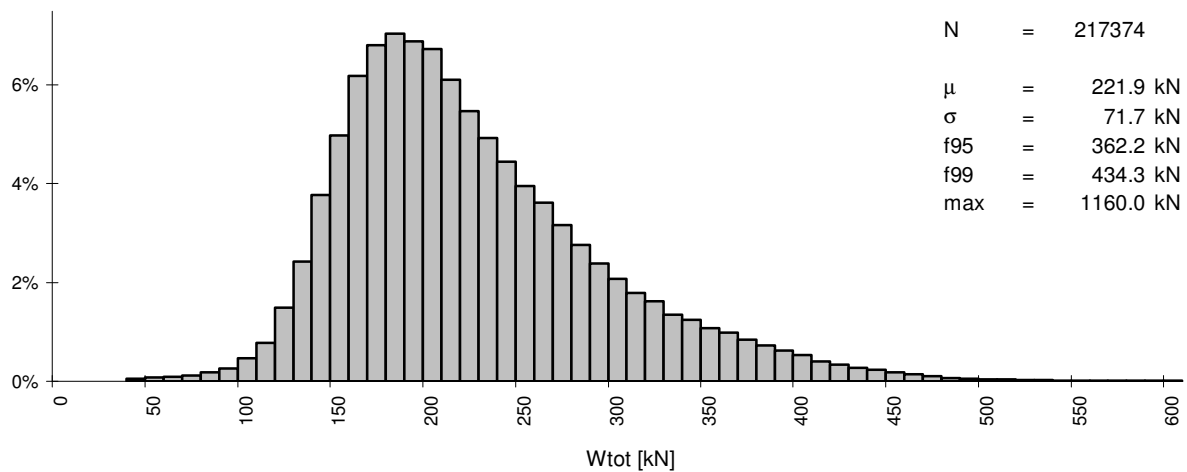
Lastwagen / alle Einzelachsen



8.3.6 Lastenzüge (LZ)

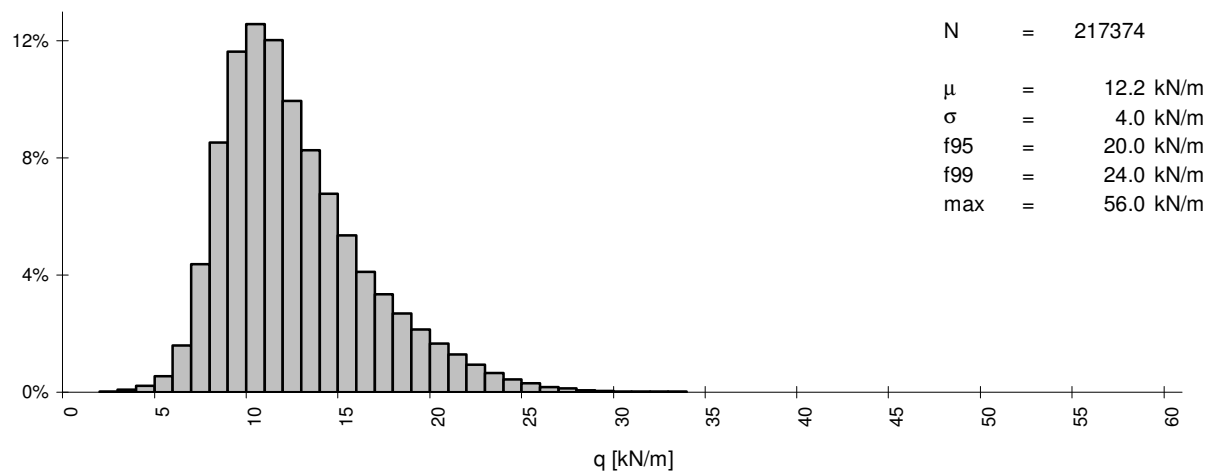
Oberbüren 2005

Lastenzug / Gesamtgewicht



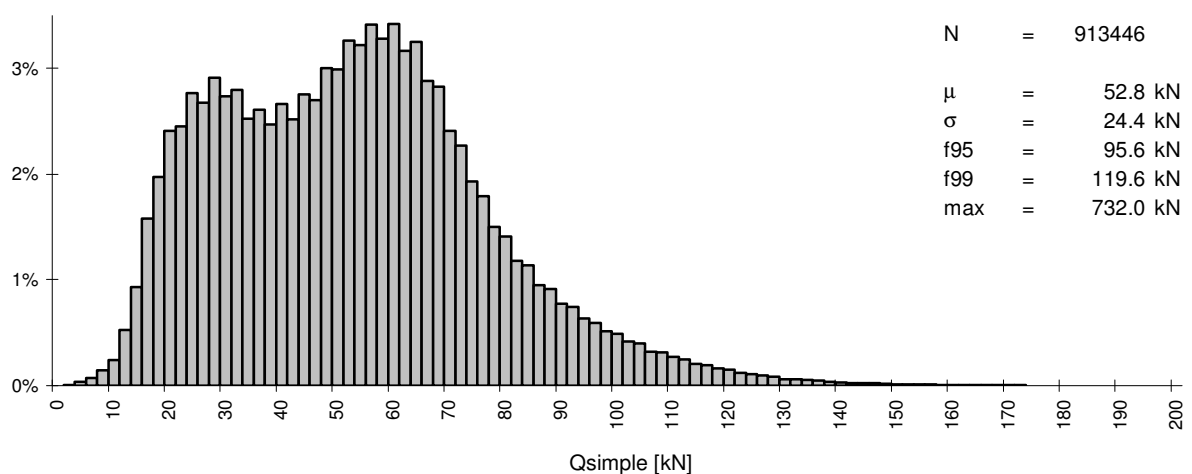
Oberbüren 2005

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

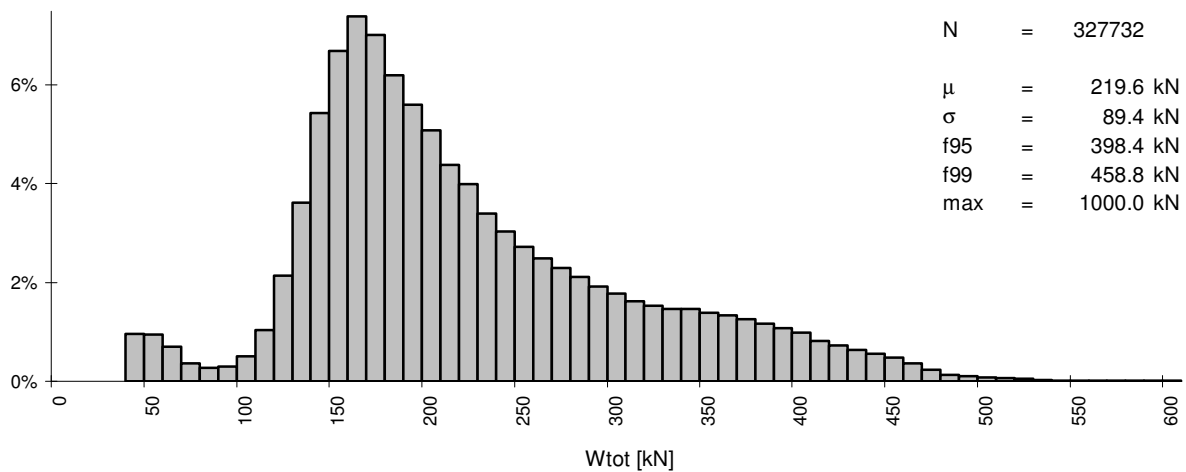
Lastenzug / alle Einzelachsen



8.3.7 Sattelzüge (SZ)

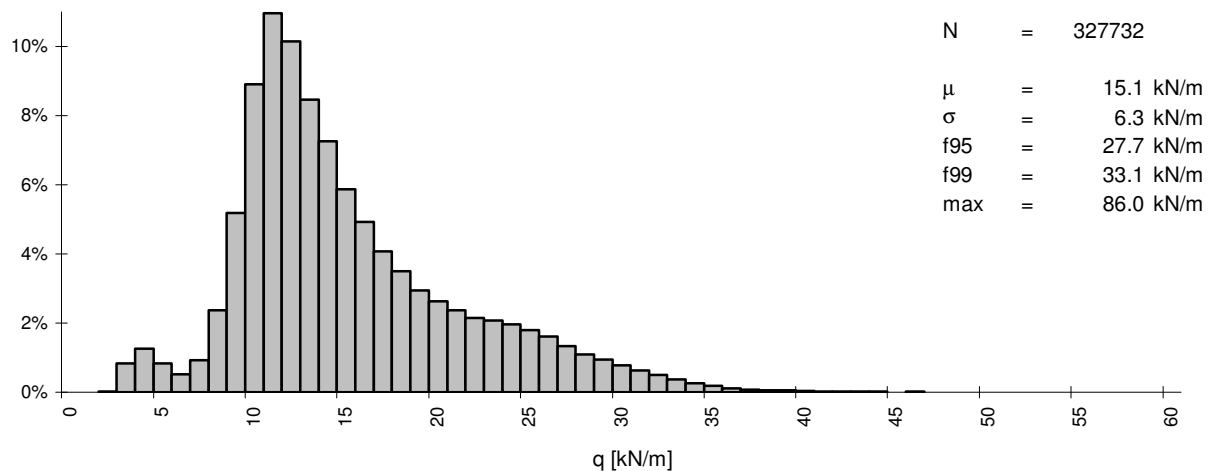
Oberbüren 2005

Sattelzug / Gesamtgewicht



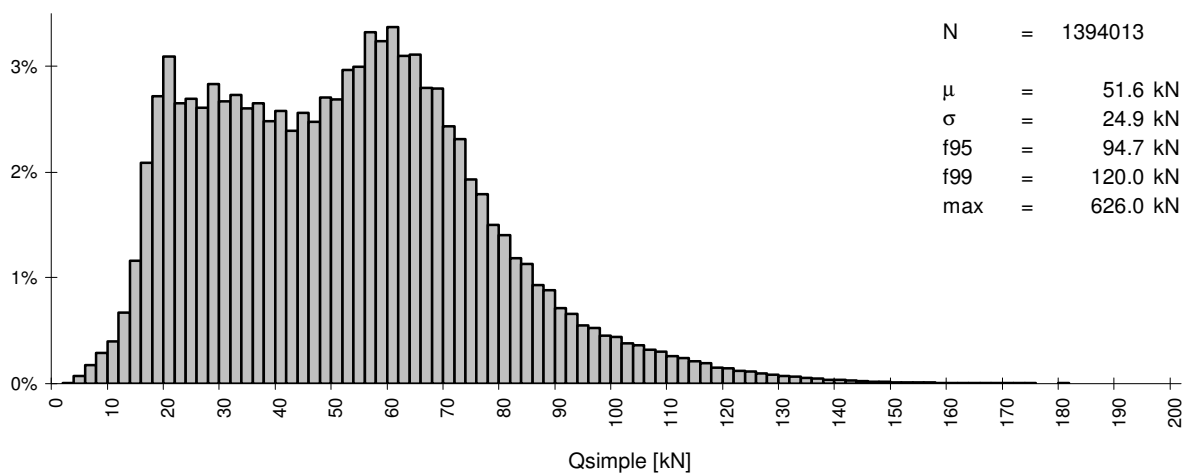
Oberbüren 2005

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2005

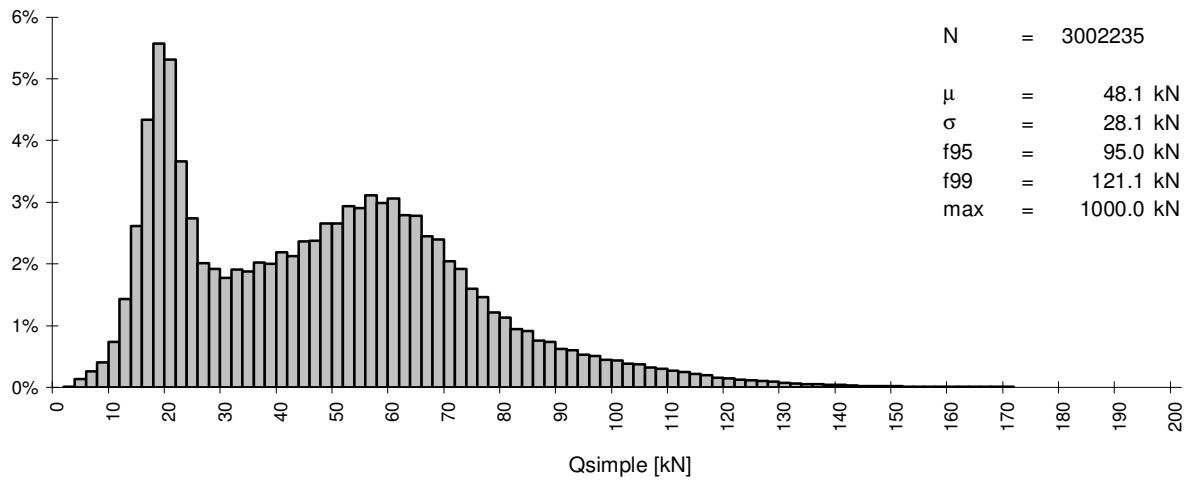
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

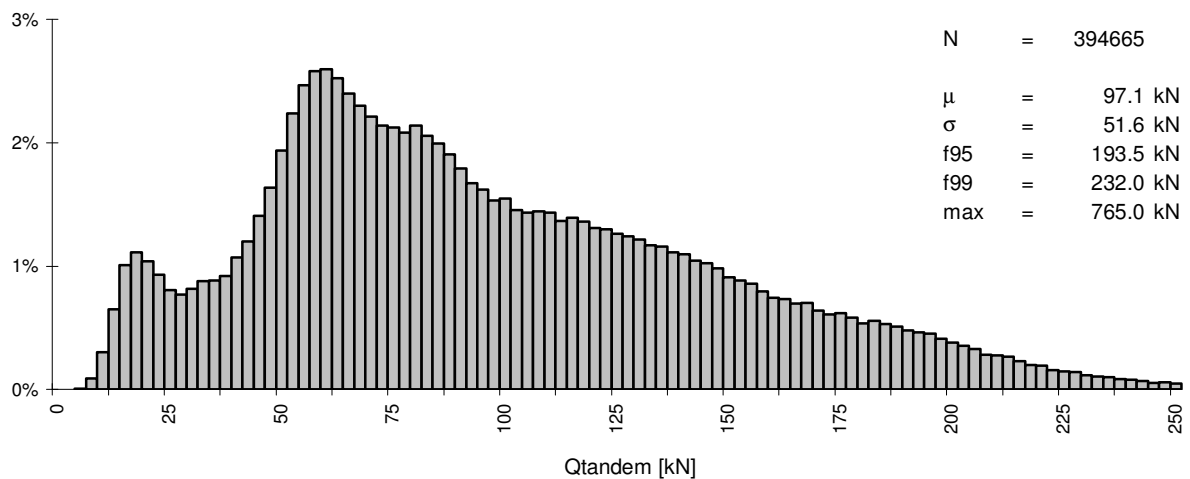
Oberbüren 2005

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



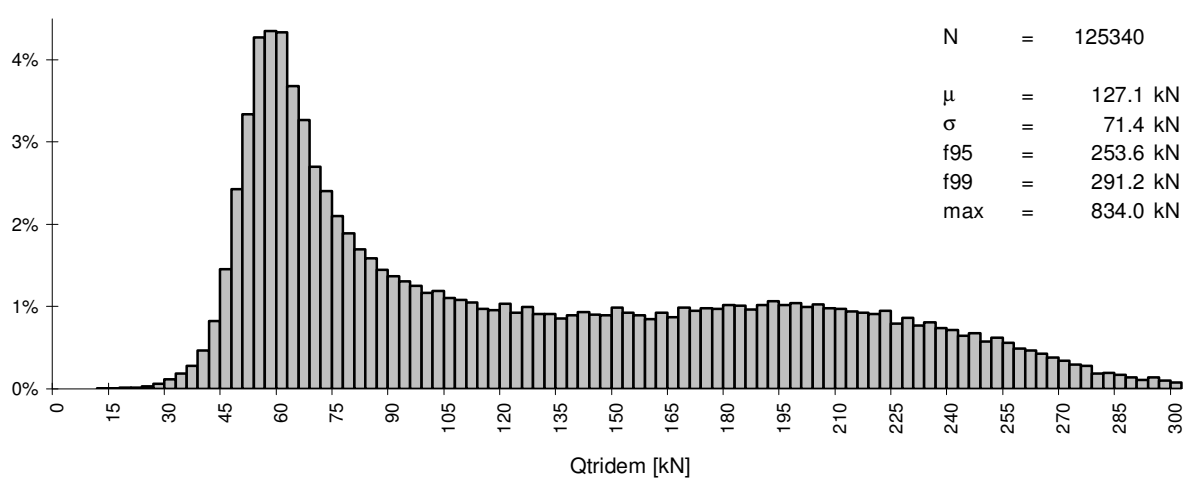
Oberbüren 2005

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Oberbüren 2005

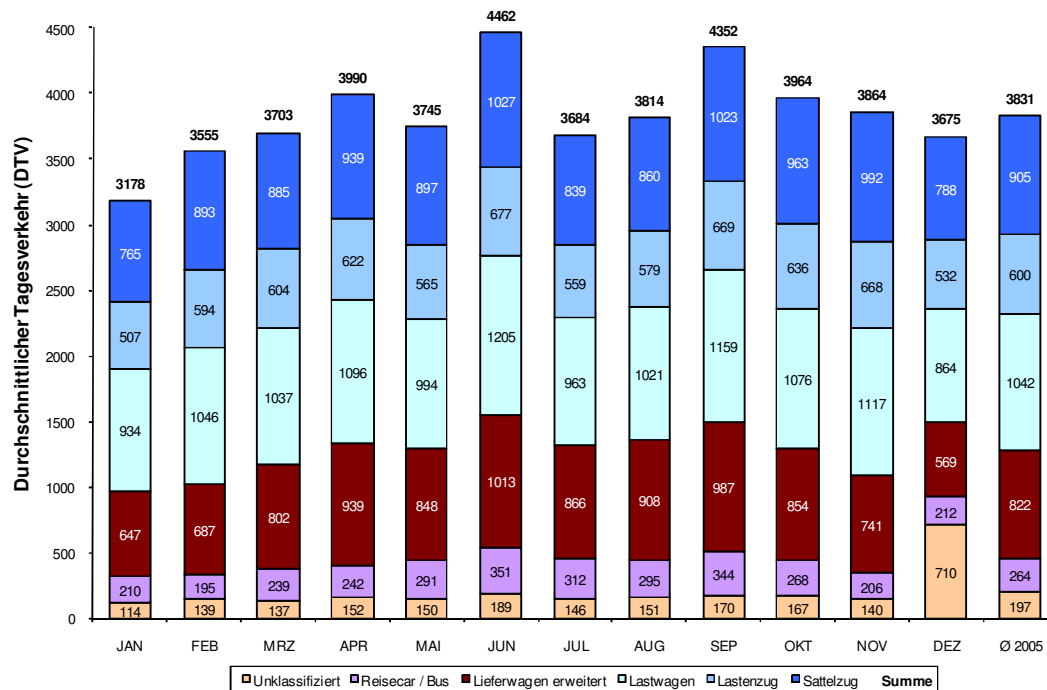
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



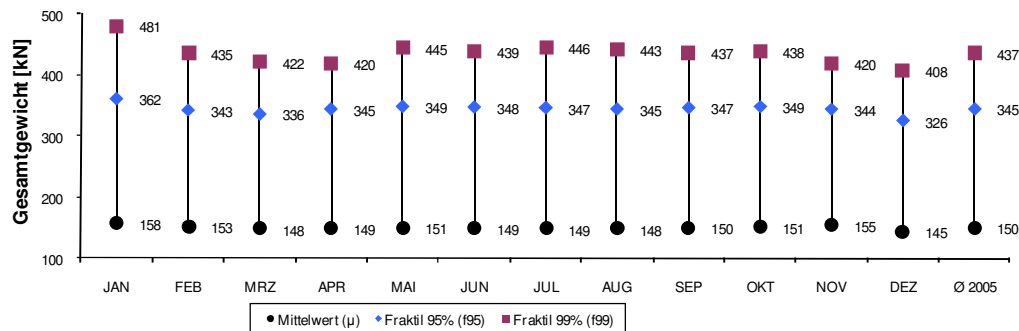
8.4 Entwicklung des Schwerververkehrs

8.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

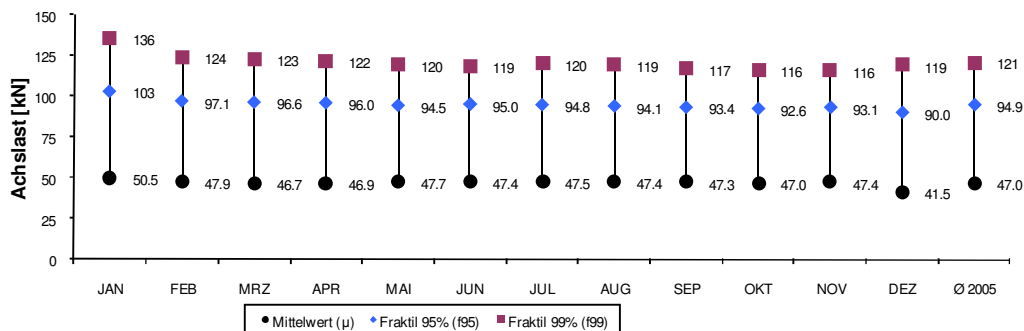
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

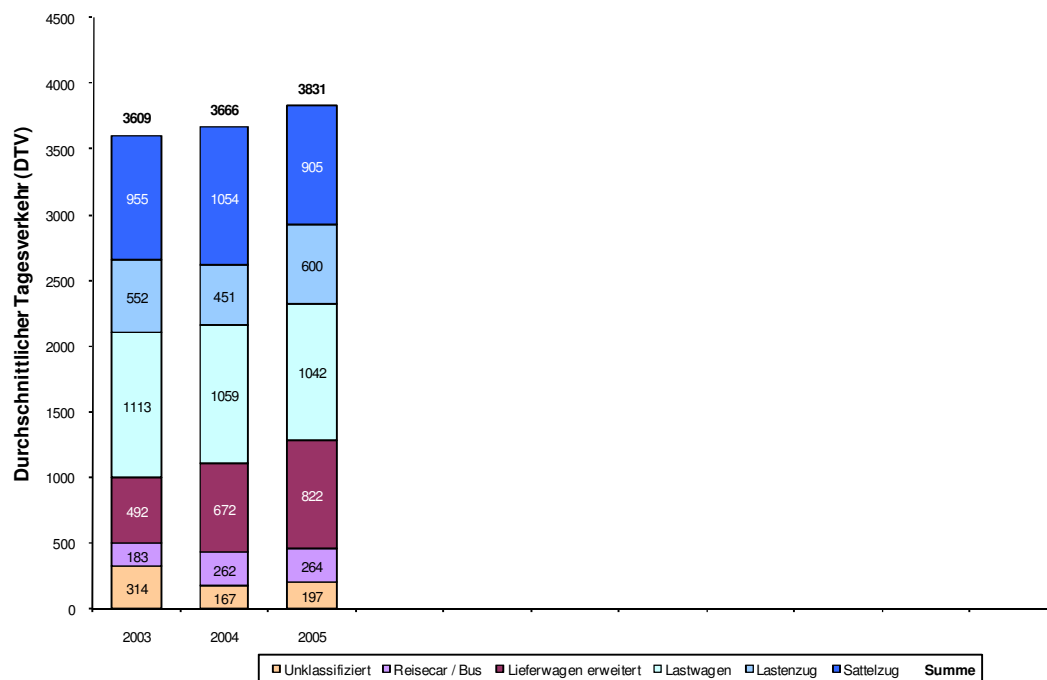


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

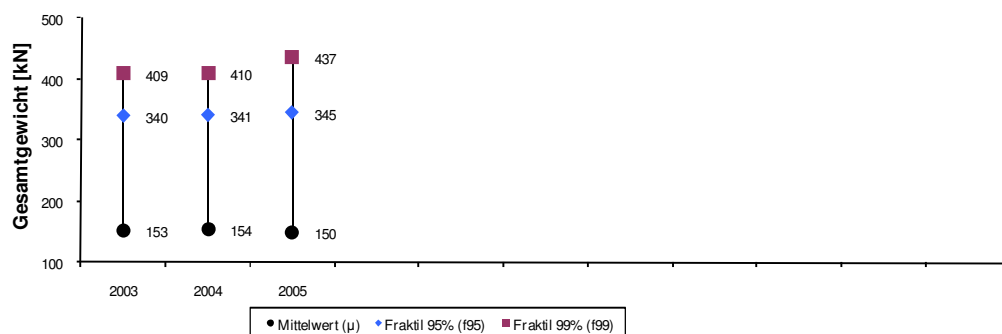


8.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

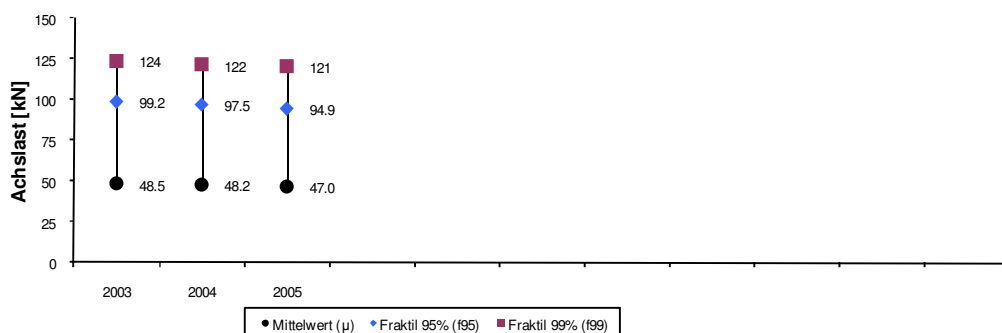
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (s. Abs. 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.1	48.1	95.0	121.1
Tandemachse	97.1	48.6	96.8	116.0
Tridemachse	127.1	42.4	81.2	97.1
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 48.1 kN, respektive 48.6 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 42.4 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 $Q_{k2} = 111$ 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. 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	13.2 kN/m	27.2 kN/m	39.1 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.77 kN/m ²	7.77 kN/m ²	11.2 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

8.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen 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	46'196	23	0.000	1'573	0	0.000	0	0
2	0.006	578'361	3'470	0.001	15'048	11	0.000	28	0
3	0.020	364'032	7'281	0.003	13'124	39	0.001	265	0
4	0.070	300'152	21'011	0.008	14'824	119	0.002	1'164	2
5	0.150	365'761	54'864	0.020	24'398	488	0.005	5'892	29
6	0.290	450'503	130'646	0.030	39'016	1'170	0.010	20'416	204
7	0.530	374'142	198'295	0.060	37'250	2'235	0.020	12'085	242
8	1.000	219'983	219'983	0.100	33'502	3'350	0.030	8'004	240
9	1.520	119'175	181'146	0.140	30'601	4'284	0.040	7'635	305
10	2.400	75'309	180'742	0.200	25'136	5'027	0.060	4'670	280
11	3.660	49'292	180'409	0.280	22'763	6'374	0.080	4'220	338
12	5.400	29'260	158'004	0.400	21'444	8'578	0.110	5'035	554
13	7.760	14'908	115'686	0.540	19'797	10'690	0.140	3'546	496
14	10.870	6'997	76'057	0.730	17'897	13'065	0.190	3'339	634
15	14.910	2'859	42'628	0.960	15'650	15'024	0.240	4'665	1'120
16	20.060	1'323	26'539	1.260	12'942	16'307	0.300	3'347	1'004
17	26.540	566	15'022	1.630	10'950	17'849	0.380	3'482	1'323
18	34.590	605	20'927	2.080	9'229	19'196	0.480	4'917	2'360
19	-	-	-	2.640	8'172	21'574	0.590	3'751	2'213
20	-	-	-	3.300	6'728	22'202	0.720	3'911	2'816
21	-	-	-	4.090	4'901	20'045	0.880	4'987	4'389
22	-	-	-	5.030	8'020	40'341	1.060	3'486	3'695
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'264	4'145
24	-	-	-	-	-	-	1.520	3'813	5'796
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'373	4'295
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'094	4'481
27	-	-	-	-	-	-	2.510	2'025	5'083
28	-	-	-	-	-	-	2.940	960	2'822
29	-	-	-	-	-	-	3.430	631	2'164
30	-	-	-	-	-	-	3.980	541	2'153
Summe		2'999'424	1'632'732		392'965	227'968		124'546	53'186

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'632'732 + 227'968 + 53'186 = 1'913'886 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'913'886 = 861'249 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 861'249 / 362 = 2'379 \text{ ESAL}$$

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

8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2005 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (s. Diagramm 8.4.1a). Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4'462 Fahrzeugen.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorien „Lastwagen“ und „Sattelzug“ kommen am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 27.2%, respektive 23.6%. Die festgestellten Gerätestörungen im Dezember machen sich mit einem erhöhten Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen bemerkbar. Das zulässige Gesamtgewicht von 40t wird von 2.1% der schweren Lastfahrzeuge überschritten (s. Abs. 8.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (s. Diagramme 8.4.1b und 8.4.1c) nehmen im Verlauf des Jahres stetig ab. In den Monaten Januar und Februar ist die Belastung bezüglich Gesamtgewicht und Achslast am höchsten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2005 passierten durchschnittlich pro Tag 3'831 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'666 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 4.5%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (s. Diagramm 8.4.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (s. Diagramm 8.4.2b) nimmt im Vergleich zum Vorjahr von 154 kN auf 150 kN ab (-2.6%). Die Fraktilwerte f95 und f99 steigen jedoch um 1.2%, respektive 6.6%.

Bezüglich Achslast aller Fahrzeuge (s. Diagramm 8.4.2c) ist, sowohl für den Mittelwert als auch für die Fraktilwerte, ein Rückgang feststellbar. Der Mittelwert nimmt von 48.2. kN auf 47.0 kN (-2.5%) ab, die Fraktilwerte f95 und f99 nehmen um 2.7%, respektive 0.8% ab.

Die Reduktion der mittleren Achslast wirkt sich stärker als die Zunahme des durchschnittlichen Tagesverkehrs auf die Belastung des Strassenbelags aus (s. Abs. 8.5.2). Die tägliche äquivalente Verkehrslast sinkt von 2'390 auf 2'379 ESAL (-0.5%).

9 Vergleich aller Zählerstandorte

9.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2005 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV, am Zählerstandort.

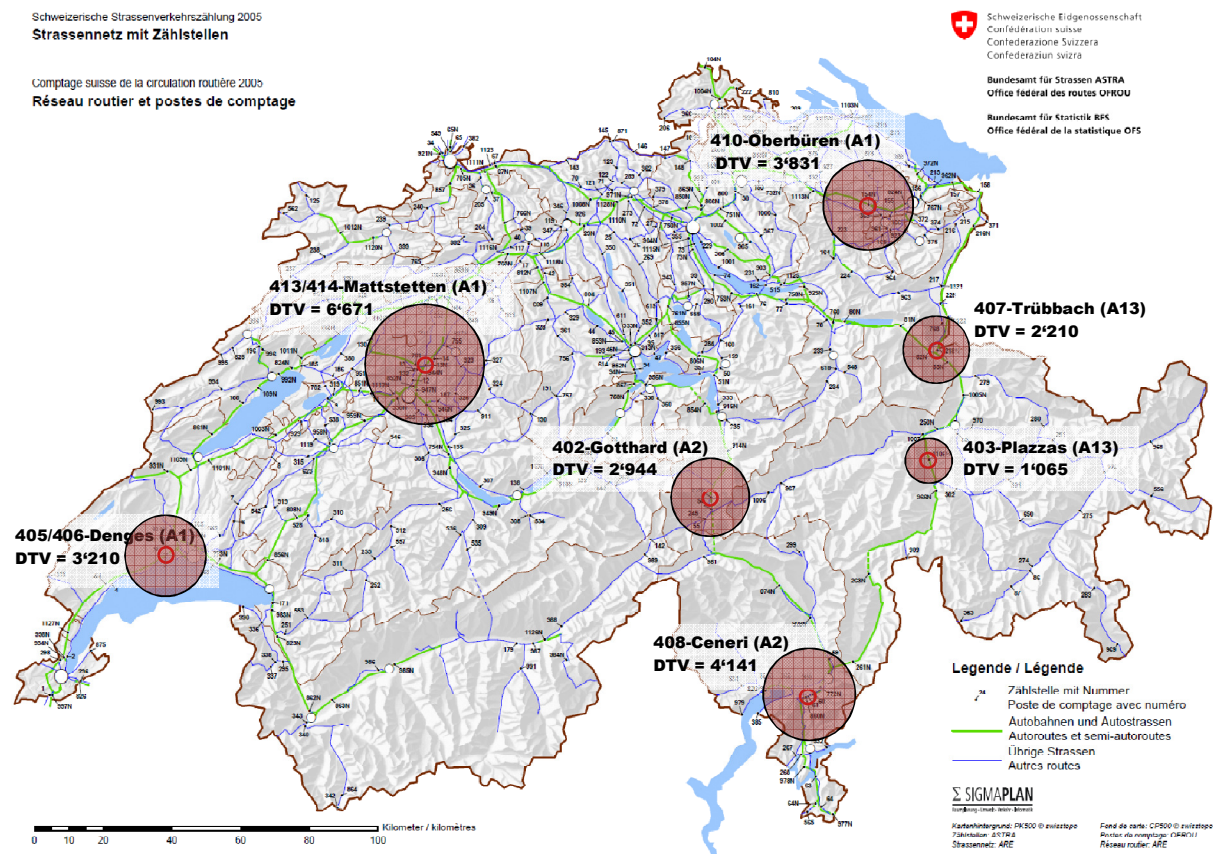


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr)

Tagesverkehr DTV	Mattstetten	Gotthard	Plazzas	Denges	Trübbach	Ceneri	Oberbüren
Gesamtverkehr	73'901	16'464	14'747	76'867	30'830	36'860	48'349
Schwerverkehr	6'671	2'944	1'065	3'210	2'210	4'141	3'831
% Schwerverkehr	9.1	18.3	7.2	4.0	7.1	11.1	7.9

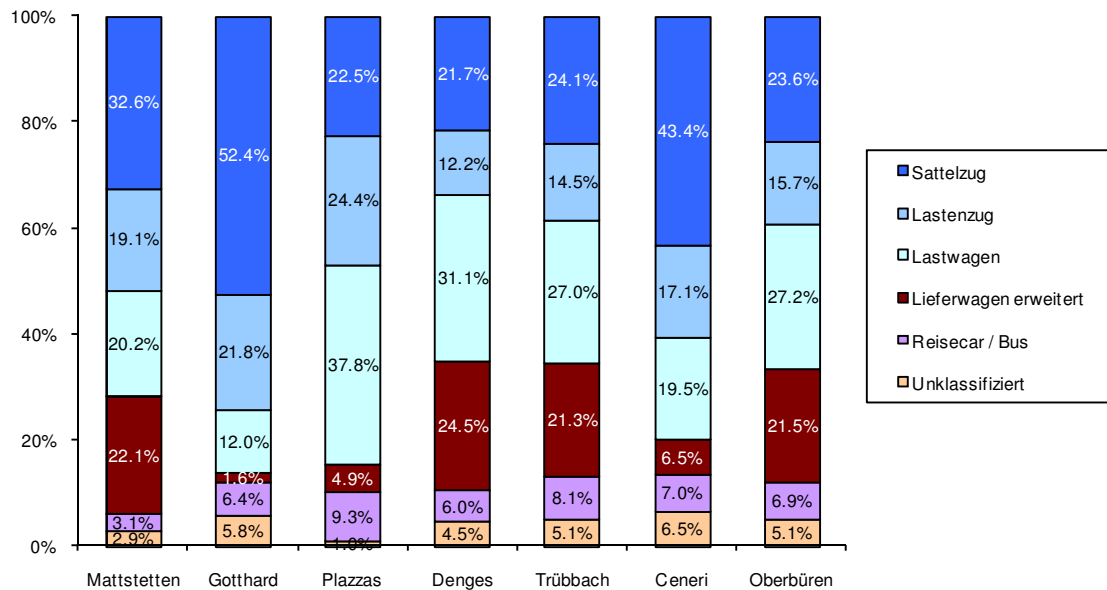
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 6'671 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen im Plazzastunnel (A13) mit 1'065 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (18.3%) und Ceneri (11.1%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges (4.0%), ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten.

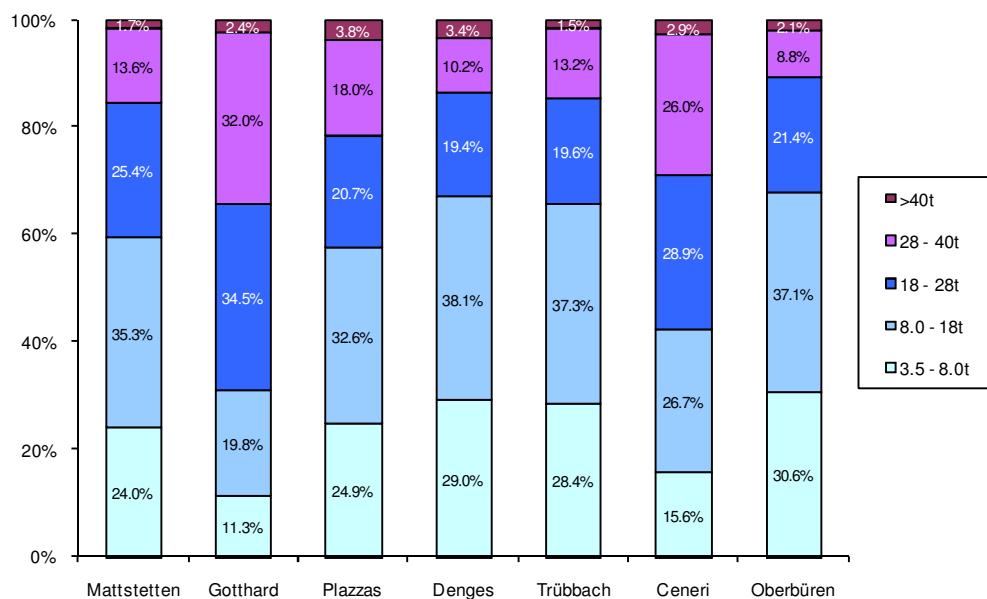
Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs aufgeteilt nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklassen sowie die gemessenen Achslasten der sieben Zählerstandorte sind in den Diagrammen des Abschnitts 9.2 dargestellt.

9.2 Zusammensetzung des Schwerververkehrs und mittlere Achslasten

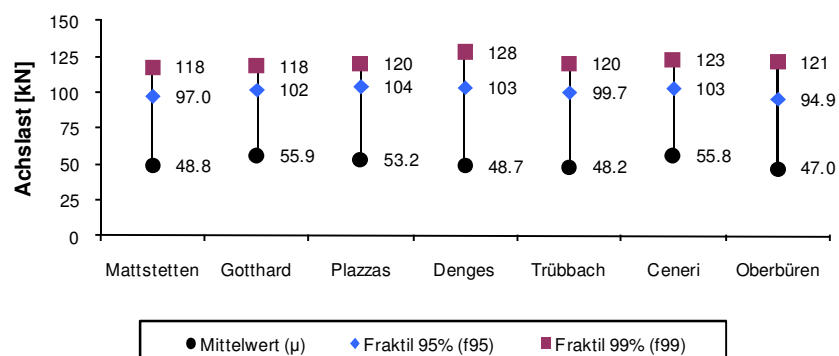
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen

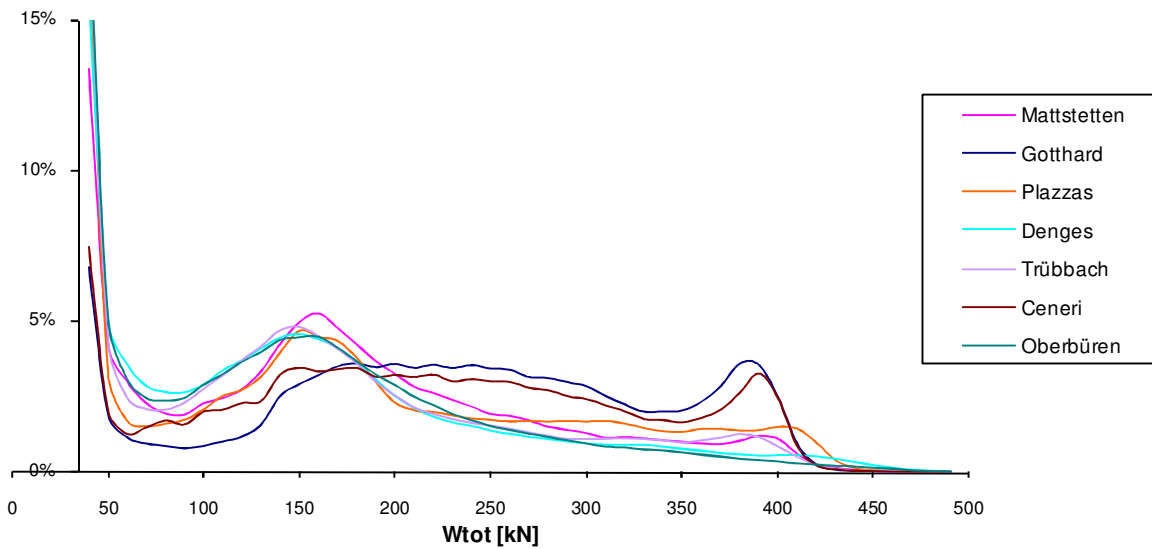


Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



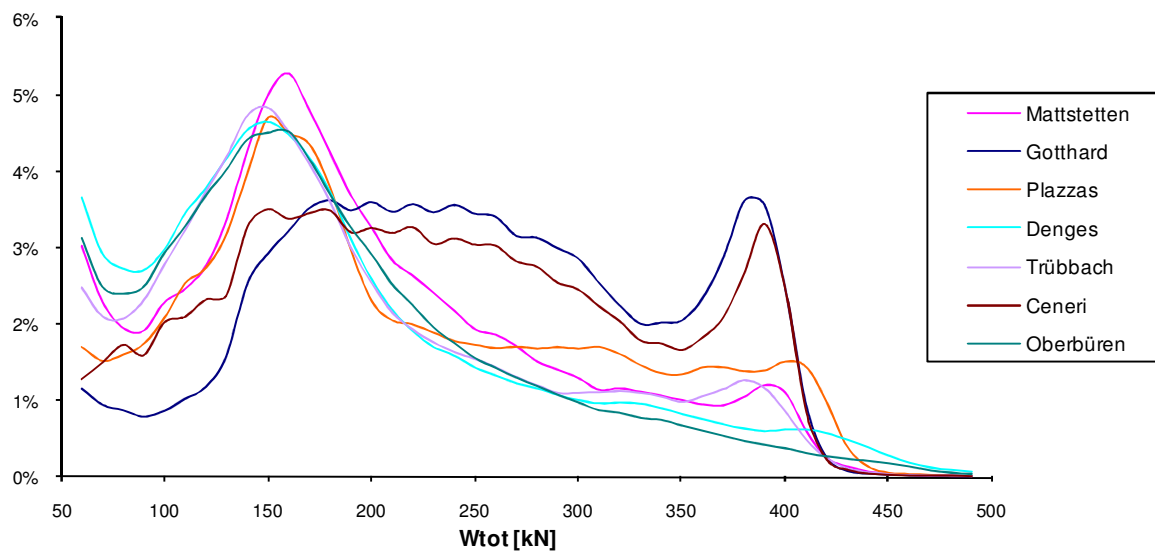
9.3 Verteilung des Gesamtgewichtes

Verteilung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Das obenstehende Diagramm zeigt die Verteilung des Gesamtgewichts aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$. Im untenstehenden Diagramm werden die Werte unter 60kN (6.0t) ausgeblendet um die unterschiedliche Verteilung im hohen Lastbereich besser sichtbar zu machen.

Verteilung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 6.0t$



10 Schlussfolgerungen

- Die WIM-Messungen des Jahres 2005 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten der Vorjahre. Der Einbau einer neuen Messanlage am Standort Mattstetten äussert sich vor allem durch eine Veränderung in der Aufteilung des Schwerverkehrs nach Fahrzeugkategorie. Bezüglich Gesamtgewicht und Achslast sind die Abweichungen gering.
- Das gemessene Schwerverkehrsaufkommen im Jahr 2005 variiert zwischen 1'065 (Plazzas, A13) und 6'671 (Mattstetten, A1) Fahrzeugen pro Tag. Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthard (18.3%) und Ceneri (11.1%), gemessen.
- Durch die Aufteilung nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklasse kann der Schwerverkehr gut charakterisiert werden. Auf der A1 (Mattstetten, Denges, Oberbüren) und auf der A13 (Trübbach, Plazzas) ist die Zusammensetzung des Schwerverkehrs relativ ausgeglichen, währendem auf der A2 (Gotthard, Ceneri) der Anteil der Fahrzeugkategorien Lasten- und Sattelzug deutlich überwiegt. Entsprechend hoch ist der Anteil an Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht über 28to sowie die mittlere Achslast aller Fahrzeuge.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge werden anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt. Die Belastung bei den Zählerstandorten Plazzas, Denges, Trübbach und Oberbüren entspricht der Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer) zugeordnet, diejenige der Standorte Mattstetten, Gotthard und Ceneri der Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).
- 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.
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Erhebungen des Schwerverkehrs über mehrere Jahre ausgewertet werden. Im Vergleich zum Vorjahr ist insgesamt ein Rückgang des Schwerverkehrs von -0.8% festzustellen. Die grösste Zunahme wurde an den Standorten Oberbüren (+4.5%) und Denges (+3.2%), die grösste Abnahme an den Standorten Trübbach (-6.9%) und Gotthard (-4.9%) registriert.

Bächtold & Moor AG

Bern, 07. Dezember 2009

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.

A2 Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen

		PAT	SW7	S10	PAT	GR-SWISS7 (SW7) / GR-SPECIAL10 (S10)	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	NEU	PAT	SW7	S10	NEU
FZT	AX	FZK	FZK	FZK	FZC	ACHSABSTAEINDE IN CM / GEWICHTE IN KG / BEMERKUNGEN / LEGENDE	ACHSKONFIGURATION	FZC	FZK	FZK	FZK	EUK
Motorrad (MR)												
MR	2	06	-	02	010	PAT u. S10, ohne SW7	0-----0	010	06	-	42	-
SP	2	06	-	02	772	Spezialzug aus Motorrad	1 2	902	16	-	52	-
SP	3	06	-	02	773	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3	903	16	-	52	-
SP	4	06	-	02	774	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4	904	16	-	52	-
SP	5	06	-	02	775	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4 5	905	16	-	52	-
SP	6	06	-	02	776	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4 5 6	906	16	-	52	-
SP	7	06	-	02	777	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4 5 6 7	907	16	-	52	-
SP	8	06	-	02	778	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4 5 6 7 8	908	16	-	52	-
SP	9	06	-	02	779	Spezialzug aus Motorrad	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	16	-	52	-
SP	>9	06	-	02	780	Spezialzug aus Motorrad	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	16	-	52	-
Personenwagen (PW)												
PW	2	02	01	03	100	PAT u. S10, sowie SW7 KI 01 u. Gew-AX1 od. Gew-AX2 < 1000 kg	0-----0	100	02	21	43	-
SP	2	-	01	03	782	Spezialzug aus Personenwagen	1 2	902	-	31	53	-
SP	3	-	01	03	783	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3	903	-	31	53	-
SP	4	-	01	03	784	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4	904	-	31	53	-
SP	5	-	01	03	785	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4 5	905	-	31	53	-
SP	6	-	01	03	786	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4 5 6	906	-	31	53	-
SP	7	-	01	03	787	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4 5 6 7	907	-	31	53	-
SP	8	-	01	03	788	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	31	53	-
SP	9	-	01	03	789	Spezialzug aus Personenwagen	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	31	53	-
SP	>9	-	01	03	790	Spezialzug aus Personenwagen	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	31	53	-
Personenwagen mit Anhänger (PW+)												
PW	3	02	02	04	101	PAT u. S10, sowie SW7 KI 02 u. Gew-AX1 od. Gew-AX2 < 1000 kg	0-----0 + ---0---	101	02	22	44	-
PW	3	-	04	08	101	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ---0---	101	-	34	58	-
PW	4	02	02	04	102	PAT u. S10, sowie SW7 KI 02 u. Gew-AX1 od. Gew-AX2 < 1000 kg	0-----0 + ---00---	102	02	22	44	-
PW	4	-	04	08	102	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ---00---	102	-	34	58	-
SP	2	-	02	04	792	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2	902	-	32	54	-
SP	3	-	02	04	793	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3	903	-	32	54	-
SP	4	-	02	04	794	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4	904	-	32	54	-
SP	5	-	02	04	795	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4 5	905	-	32	54	-
SP	6	-	02	04	796	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4 5 6	906	-	32	54	-
SP	7	-	02	04	797	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4 5 6 7	907	-	32	54	-
SP	8	-	02	04	798	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	32	54	-
SP	9	-	02	04	799	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	32	54	-
SP	>9	-	02	04	800	Spezialzug aus Personenwagen mit Anhänger	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	32	54	-
Car / Bus (CB)												
CB	2	05	03	01	520	Ax1-2>199	0-----0	520	05	23	41	-
CB	3	05	03	01	521	Ax1-2>199; Ax2-3>199	0-----0 + ---0---	521	05	23	41	-
CB	4	05	03	01	522	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200	0-----0 + ---00---	522	05	23	41	-
CB	3	05	03	01	530	Ax1-2>199; Ax2-3<200	0----00	530	05	23	41	-
CB	4	05	03	01	531	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0----00 + ---0---	531	05	23	41	-
CB	5	05	03	01	532	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0----00 + ---00---	532	05	23	41	-
CB	4	05	03	01	540	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400	0---000	540	05	23	41	-
CB	3	05	03	01	570	Gelenkbus	0-----0-----0	570	05	23	41	-
SP	2	-	03	01	802	Spezialzug aus Car / Bus	1 2	902	-	33	51	-
SP	3	-	03	01	803	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3	903	-	33	51	-
SP	4	-	03	01	804	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4	904	-	33	51	-
SP	5	-	03	01	805	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4 5	905	-	33	51	-
SP	6	-	03	01	806	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4 5 6	906	-	33	51	-
SP	7	-	03	01	807	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4 5 6 7	907	-	33	51	-
SP	8	-	03	01	808	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	33	51	-
SP	9	-	03	01	809	Spezialzug aus Car / Bus	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	33	51	-
SP	>9	-	03	01	810	Spezialzug aus Car / Bus	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	33	51	-
Lieferwagen (LI)												
LI	2	03	01	05	210	PAT u. S10, sowie SW7 KI 01 u. Gew-AX1 u. Gew-AX2 > 999 kg	0-----0	210	03	21	45	120
SP	2	-	-	05	752	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2	902	-	31	55	-
SP	3	-	-	05	753	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3	903	-	31	55	-
SP	4	-	-	05	754	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4	904	-	31	55	-
SP	5	-	-	05	755	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4 5	905	-	31	55	-
SP	6	-	-	05	756	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4 5 6	906	-	31	55	-
SP	7	-	-	05	757	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4 5 6 7	907	-	31	55	-
SP	8	-	-	05	758	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	31	55	-
SP	9	-	-	05	759	Spezialzug aus Lieferwagen	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	31	55	-

		PAT	SW7	S10	PAT	GR-SWISS7 (SW7) / GR-SPECIAL10 (S10)	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	NEU	PAT	SW7	S10	NEU
FZT	AX	FZK	FZK	FZK	FZC	ACHSABSTAEINDE IN CM / GEWICHTE IN KG / BEMERKUNGEN / LEGENDE	ACHSKONFIGURATION	FZC	FZK	FZK	FZK	EUK
						Lieferwagen mit Auflieger (LA)						
LA	3	-	-	07	119	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Gew>7500	0-----0 + ---0---	119	-	-	47	321
LA	2	-	-	07	120	Zugfahrzeug allein	0-----0	120	-	-	47	499
LA	3	-	-	07	121	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Gew>7499	0-----0 + ---0---	121	-	-	47	321
LA	4	-	-	07	122	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4>199	0-----0 + ---0-0	122	-	-	47	322
LA	4	-	04	08	122	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ---0-0	122	-	-	57	322
LA	4	-	-	07	126	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200	0-----0 + ---0-00	126	-	-	47	322
LA	4	-	04	08	126	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ---0-00	126	-	-	57	322
LA	5	-	-	07	129	Ax1-2>199; Ax2-3>199; (Ax3-4+Ax4-5)<400	0-----0 + ---0-000	129	-	-	47	323
LA	4	-	-	07	131	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0-----00 + ---0---	131	-	-	47	399
LA	4	-	04	08	131	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----00 + ---0---	131	-	-	57	399
LA	5	-	-	07	132	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5>199	0-----00 + ---0-0	132	-	-	47/57	332
LA	5	-	-	07	136	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----00 + ---0-00	136	-	-	47/57	332
LA	6	-	-	07	139	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; (Ax4-5+Ax5-6)<400	0-----00 + ---0-000	139	-	-	47/57	333
SP	2	-	-	07	722	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2	902	-	-	57	-
SP	3	-	-	07	723	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3	903	-	-	57	-
SP	4	-	-	07	724	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4	904	-	-	57	-
SP	5	-	-	07	725	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4 5	905	-	-	57	-
SP	6	-	-	07	726	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4 5 6	906	-	-	57	-
SP	7	-	-	07	727	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4 5 6 7	907	-	-	57	-
SP	8	-	-	07	728	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	-	57	-
SP	9	-	-	07	729	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	-	57	-
SP	>9	-	-	07	730	Spezialzug aus Lieferwagen mit Auflieger	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	-	57	-
						Lastwagen (LW)						
LW	2	03	04	08	219	Ax1-2>199; Gew<5500	0-----0	219	03	24	48	120
LW	2	-	-	07	-	zusätzlich aus SWISS7 Klasse 07	0-----0	219	-	37	-	120
LW	2	03	04	08	220	Ax1-2>199; Gew>5499	0-----0	220	03	24	48	120
LW	2	-	-	07	-	zusätzlich aus SWISS7 Klasse 07	0-----0	220	-	37	-	120
LW	3	03	04	08	230	Ax1-2>199; Ax2-3<200	0-----00	230	03	24	48	130
LW	3	-	-	07	-	zusätzlich aus SWISS7 Klasse 07	0-----00	230	-	37	-	130
LW	4	03	04	08	240	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400	0-----000	240	03	24	48	140
LW	3	03	04	08	250	Ax1-2<200; Ax2-3>199	00-----0	250	03	24	48	199
LW	4	03	04	08	260	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200	00-----00	260	03	24	48	199
SP	2	-	-	04	702	Spezialzug aus Lastwagen	1 2	902	-	34	58	-
SP	3	-	-	04	703	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3	903	-	34	58	-
SP	4	-	-	04	704	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4	904	-	34	58	-
SP	5	-	-	04	705	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5	905	-	34	58	-
SP	6	-	-	04	706	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6	906	-	34	58	-
SP	7	-	-	04	707	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7	907	-	34	58	-
SP	8	-	-	04	708	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	34	58	-
SP	9	-	-	04	709	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	34	58	-
SP	>9	-	-	04	710	Spezialzug aus Lastwagen	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	34	58	-
						Lastenzug (LZ)						
LZ	3	04	05	09	421	Ax1-2>199; Ax2-3>199	0-----0 + ---0---	421	04	25	49	221
LZ	4	04	05	09	422	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4>199	0-----0 + 0-----0	422	04	25	49	222
LZ	5	04	05	09	423	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----0 + 0-----00	423	04	25	49	223
LZ	6	04	05	09	424	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4>199; (Ax4-5+Ax5-6)<400	0-----0 + 0-----000	424	04	25	49	299
LZ	4	04	05	09	419	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Gew<7500	0-----0 + ---00---	419	04	25	49	222
LZ	4	04	05	09	426	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Gew>7499	0-----0 + ---00---	426	04	25	49	222
LZ	5	-	-	07	-	Ax1-2=200-660; (Ax3-4+Ax4-5)<300; nur aus SWISS7 Klasse 07	0-----0 + ---000---	427	-	37	-	223
LZ	6	04	05	09	428	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6<200	0-----0 + 00-----00	428	04	25	49	299
LZ	4	04	05	09	431	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0-----00 + ---0---	431	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	432	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5>199	0-----00 + 0-----0	432	04	25	49	232
LZ	6	04	05	09	433	Ax1-2>199; Ax2-3>200; Ax3-4>199; Ax4-5>199; Ax5-6<200	0-----00 + 0-----00	433	04	25	49	233
LZ	7	04	05	09	434	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5>199; (Ax5-6+Ax6-7)<400	0-----00 + 0-----000	434	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	436	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----00 + ---00---	436	04	25	49	232
LZ	7	04	05	09	438	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200; Ax5-6>199; Ax6-7<200	0-----00 + 00-----00	438	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	441	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199	0-----000 + ---0---	441	04	25	49	299
LZ	6	04	05	09	442	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199; Ax5-6>199	0-----000 + 0-----0	442	04	25	49	299
LZ	7	04	05	09	443	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199; Ax5-6>199; Ax6-7<200	0-----000 + 0-----00	443	04	25	49	299
LZ	8	04	05	09	444	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199; Ax5-6>199; (Ax6-7+Ax7-8)<400	0-----000 + 0-----000	444	04	25	49	299
LZ	6	04	05	09	446	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199; Ax5-6<200	0-----000 + ---00---	446	04	25	49	299
LZ	7	04	05	09	448	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199; Ax5-6<200; Ax6-7>199; Ax7-8<200	0-----000 + 00-----00	448	04	25	49	299
LZ	4	04	05	09	451	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199	00-----0 + ---0---	451	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	452	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5>199	00-----0 + 0-----0	452	04	25	49	232
LZ	6	04	05	09	453	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5>199; Ax5-6<200	00-----0 + 0-----00	453	04	25	49	233

		PAT	SW7	S10	PAT	GR-SWISS7 (SW7) / GR-SPECIAL10 (S10)	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	NEU	PAT	SW7	S10	NEU
FZT	AX	FZK	FZK	FZK	FZK	ACHSABSTÄNDE IN CM / GEWICHTE IN KG / BEMERKUNGEN / LEGENDE	ACHSKONFIGURATION	FZC	FZK	FZK	FZK	EUK
LZ	7	04	05	09	454	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5>199; (Ax5-6+Ax6-7)<400	00----0 + 0---000	454	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	456	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5<200	00----0 + ---00--	456	04	25	49	232
LZ	7	04	05	09	458	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4>199; Ax4-5<200; Ax5-6>199; Ax6-7<200	00----0 + 00---00	458	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	481	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199	00---00 + ---0---	481	04	25	49	299
LZ	6	04	05	09	482	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6>199	00---00 + 0-----0	482	04	25	49	299
LZ	7	04	05	09	483	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6>199; Ax6-7<200	00---00 + 0-----0	483	04	25	49	299
LZ	8	04	05	09	484	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6>199; (Ax6-7+Ax7-8)<400	00---00 + 0-----000	484	04	25	49	299
LZ	6	04	05	09	486	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6<200	00---00 + ---00--	486	04	25	49	299
LZ	8	04	05	09	488	Ax1-2<200; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Ax4-5>199; Ax5-6<200; Ax6-7>199; Ax7-8<200	00---00 + 00---00	488	04	25	49	299
SP	2	-	05	09	712	Spezialzug aus Lastenzug	1 2	902	-	35	59	-
SP	3	-	05	09	713	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3	903	-	35	59	-
SP	4	-	05	09	714	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4	904	-	35	59	-
SP	5	-	05	09	715	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4 5	905	-	35	59	-
SP	6	-	05	09	716	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4 5 6	906	-	35	59	-
SP	7	-	05	09	717	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4 5 6 7	907	-	35	59	-
SP	8	-	05	09	718	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	35	59	-
SP	9	-	05	09	719	Spezialzug aus Lastenzug	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	35	59	-
SP	>9	-	05	09	720	Spezialzug aus Lastenzug	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	35	59	-
						Sattelzug (SZ)						
SZ	3	04	06	10	319	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Gew<7500	0-----0 + ---0---	319	04	26	50	321
SZ	2	04	06	10	320	Zugfahrzeug allein	0-----0	320	04	26	50	499
SZ	3	04	06	10	321	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Gew>7499	0-----0 + ---0---	321	04	26	50	321
SZ	4	04	06	10	322	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4>199	0-----0 + ----0-0	322	04	26	50	322
SZ	4	04	06	10	326	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200	0-----0 + ----000	326	04	26	50	322
SZ	5	04	06	10	329	Ax1-2>199; Ax2-3>199; (Ax3-4+Ax4-5)<400	0-----0 + ----000	329	04	26	50	323
SZ	5	-	04	08	329	zusätzlich SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ----000	329	-	34	58	323
SZ	4	04	06	10	331	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0-----00 + ---0---	331	04	26	50	399
SZ	5	04	06	10	332	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5>199	0-----00 + ----0-0	332	04	26	50	332
SZ	5	04	06	10	336	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----00 + ----000	336	04	26	50	332
SZ	6	04	06	10	339	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; (Ax4-5+Ax5-6)<400	0-----00 + ----000	339	04	26	50	333
SP	2	-	06	10	732	Spezialzug aus Sattelzug	1 2	902	-	36	60	-
SP	3	-	06	10	733	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3	903	-	36	60	-
SP	4	-	06	10	734	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4	904	-	36	60	-
SP	5	-	06	10	735	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4 5	905	-	36	60	-
SP	6	-	06	10	736	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4 5 6	906	-	36	60	-
SP	7	-	06	10	737	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4 5 6 7	907	-	36	60	-
SP	8	-	06	10	738	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	36	60	-
SP	9	-	06	10	739	Spezialzug aus Sattelzug	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	36	60	-
SP	>9	-	06	10	740	Spezialzug aus Sattelzug	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	36	60	-
						Spezialzug (SP)						
SP	2	-	07	-	219	Lastwagen aus Spezialzug; Ax1-2=600-660; Gew<5500	0-----0	219	-	27	-	120
SP	2	-	07	-	220	Lastwagen aus Spezialzug; Ax1-2=600-660; Gew>5499	0-----0	220	-	27	-	120
SP	3	-	07	-	230	Lastwagen aus Spezialzug; Ax1-2=600-660	0-----00	230	-	27	-	130
SP	5	-	07	-	427	Lastenzug aus Spezialzug; Ax1-2=600-660; (Ax3-4+Ax4-5)<300	0-----0 + --000--	427	-	27	-	223
SP	2	-	07	-	742	Spezialzug	1 2	902	-	37	-	-
SP	3	-	07	-	743	Spezialzug	1 2 3	903	-	37	-	-
SP	4	-	07	-	744	Spezialzug	1 2 3 4	904	-	37	-	-
SP	5	-	07	-	745	Spezialzug	1 2 3 4 5	905	-	37	-	-
SP	6	-	07	-	746	Spezialzug	1 2 3 4 5 6	906	-	37	-	-
SP	7	-	07	-	747	Spezialzug	1 2 3 4 5 6 7	907	-	37	-	-
SP	8	-	07	-	748	Spezialzug	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	37	-	-
SP	9	-	07	-	749	Spezialzug	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	37	-	-
SP	>9	-	07	-	750	Spezialzug	> 1 2 3 4 5 6 7 8 9	910	-	37	-	-
						Fahrzeugcode innerhalb Programm E39552J2 (Steuerung)						
						Fahrzeugklasse neu (FZK)						
						PAT = 01 - 09 (Ursprung) und 11 - 19 (Zuteilung)						
						SWISS7 = 21 - 29 (Ursprung) und 31 - 39 (Zuteilung)						
						SPECIAL10 = 41 - 50 (Ursprung) und 51 - 60 (Zuteilung)						
						Einheiten						
						Gewicht = kg (Gesamt- und Achsgewichte)						
						Länge = cm (Fahrzeug- und Achsabstände)						

A3 Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen 2005

S10	NEU	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	MATTSTETTEN	GOTTHARD	PLAZZAS	DENGES	TRÜBBACH	CENERI	OBERBÜREN							
FZK	FZC	ACHSKONFIGURATION	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Motorrad (MR)																
02	010	o-----o	178	0.045	0	0.000	0	0.000	164	0.014	250	0.032	0	0.000	712	0.051
Personenwagen (PW)																
03	100	o-----o	21102	5.299	14	0.001	0	0.000	55124	4.823	25286	3.196	89	0.006	45417	3.275
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																
04	101	o-----o + ---o----	3926	0.986	190	0.018	122	0.034	17987	1.574	5454	0.689	195	0.013	24930	1.798
04	102	o-----o + ---oo----	8126	2.040	1	0.000	11	0.003	24463	2.141	9736	1.230	0	0.000	14542	1.049
Car / Bus (CB)																
01	520	o-----o	8983	2.256	55101	5.127	27133	7.671	55510	4.857	55444	7.007	85305	5.675	81553	5.880
01	521	o-----o + ---o----	352	0.088	280	0.026	21	0.006	1684	0.147	818	0.103	676	0.045	3113	0.224
01	522	o-----o + ---oo----	360	0.090	0	0.000	0	0.000	1647	0.144	463	0.059	0	0.000	850	0.061
01	530	o-----oo	2488	0.625	12685	1.180	5691	1.609	8521	0.746	7052	0.891	17954	1.194	9721	0.701
01	531	o-----oo + ---o----	23	0.006	202	0.019	0	0.000	215	0.019	106	0.013	1326	0.088	341	0.025
01	532	o-----oo + ---oo----	47	0.012	13	0.001	0	0.000	688	0.060	198	0.025	3	0.000	89	0.006
01	540	o-----ooo	2	0.001	0	0.000	6	0.002	8	0.001	10	0.001	0	0.000	49	0.004
01	570	o-----o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
Lieferwagen (LI)																
05	210	o-----o	30253	7.596	14389	1.339	3251	0.919	122785	10.744	78611	9.935	92808	6.174	137424	9.909
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																
06	211	o-----o + ---o----	9040	2.270	2562	0.238	13729	3.882	23232	2.033	15306	1.934	3936	0.262	38105	2.748
06	212	o-----o + ---oo----	7249	1.820	3	0.000	224	0.063	16536	1.447	15126	1.912	1	0.000	13296	0.959
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																
07	119	o-----o + ---o----	783	0.197	0	0.000	0	0.000	1207	0.106	5115	0.646	0	0.000	3370	0.243
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
07	121	o-----o + ---o----	709	0.178	0	0.000	0	0.000	1588	0.139	1377	0.174	0	0.000	2645	0.191
07	122	o-----o + ---oo----	971	0.244	0	0.000	0	0.000	1338	0.117	387	0.049	6	0.000	2893	0.209
07	126	o-----o + ---ooo	3232	0.812	0	0.000	0	0.000	7826	0.685	3799	0.480	0	0.000	7129	0.514
07	129	o-----o + ---ooo	1734	0.435	0	0.000	0	0.000	6033	0.528	5842	0.738	0	0.000	3938	0.284
07	131	o-----oo + ---o----	243	0.061	0	0.000	0	0.000	487	0.043	324	0.041	0	0.000	945	0.068
07	132	o-----oo + ---oo----	45	0.011	0	0.000	0	0.000	52	0.005	7	0.001	0	0.000	80	0.006
07	136	o-----oo + ---ooo	378	0.095	0	0.000	0	0.000	754	0.066	1599	0.202	0	0.000	2181	0.157
07	139	o-----oo + ---ooo	36	0.009	0	0.000	0	0.000	195	0.017	26	0.003	0	0.000	32	0.002
Lastwagen (LW)																
08	219	o-----o	4823	1.211	33452	3.113	41859	11.835	27671	2.421	22945	2.900	49059	3.264	38333	2.764
08	220	o-----o	55246	13.872	72523	6.748	62695	17.726	221584	19.389	129903	16.417	183340	12.197	244856	17.655
08	230	o-----oo	8503	2.135	17179	1.599	15118	4.274	37574	3.288	33187	4.194	35921	2.390	45813	3.303
08	240	o-----ooo	493	0.124	167	0.016	405	0.115	1768	0.155	581	0.073	516	0.034	925	0.067
08	250	oo-----o	1165	0.293	208	0.019	229	0.065	4992	0.437	1965	0.248	1361	0.091	4203	0.303
08	260	oo-----oo	10399	2.611	5574	0.519	13442	3.800	62172	5.440	24684	3.120	23139	1.539	43081	3.106
Lastenzug (LZ)																
09	419	o-----o + ---oo----	117	0.029	6164	0.574	155	0.044	233	0.020	242	0.031	2681	0.178	351	0.025
09	421	o-----o + ---o----	382	0.096	0	0.000	5107	1.444	690	0.060	1151	0.145	0	0.000	1643	0.118
09	422	o-----o + o-----o	52594	13.206	47530	4.423	33743	9.540	82165	7.190	65337	8.257	54211	3.607	153484	11.067
09	423	o-----o + o-----oo	1283	0.322	6437	0.599	2777	0.785	2793	0.244	4923	0.622	8360	0.556	6529	0.471
09	424	o-----o + o-----ooo	4	0.001	0	0.000	30	0.008	98	0.009	25	0.003	0	0.000	35	0.003
09	426	o-----o + ---oo----	8730	2.192	67501	6.281	31203	8.822	26655	2.332	16507	2.086	71930	4.785	19662	1.418
-	427	o-----o + ---ooo----	0	0.000	31670	2.947	0	0.000	0	0.000	0	0.000	36592	2.434	0	0.000
09	428	o-----o + oo-----o	109	0.027	0	0.000	179	0.051	181	0.016	163	0.021	0	0.000	394	0.028
09	431	o-----oo + ---o----	76	0.019	0	0.000	163	0.046	275	0.024	347	0.044	0	0.000	795	0.057
09	432	o-----oo + o-----o	10073	2.529	25865	2.407	9685	2.738	18160	1.589	18126	2.291	28316	1.884	27167	1.959
09	433	o-----oo + o-----oo	106	0.027	732	0.068	198	0.056	963	0.084	591	0.075	1960	0.130	871	0.063
09	434	o-----oo + o-----ooo	13	0.003	0	0.000	8	0.002	166	0.015	9	0.001	0	0.000	11	0.001
09	436	o-----oo + ---oo----	1647	0.414	48648	4.527	2863	0.809	4796	0.420	5942	0.751	53157	3.536	4122	0.297
09	438	o-----oo + oo-----o	196	0.049	0	0.000	160	0.045	92	0.008	52	0.007	0	0.000	236	0.017
09	441	o-----ooo + ---o----	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000
09	442	o-----ooo + o-----o	12	0.003	0	0.000	9	0.003	42	0.004	53	0.007	0	0.000	79	0.006
09	443	o-----ooo + o-----oo	2	0.001	0	0.000	0	0.000	4	0.000	4	0.001	0	0.000	6	0.000

S10	NEU	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	MATTSTETTEN		GOTTHARD		PLAZZAS		DENGES		TRÜBBACH		CENERI		OBERBÜREN	
FZK	FZC	ACHSKONFIGURATION	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
		Sattelzug (SZ)														
10	319	O-----o + ---o---	712	0.179	8670	0.807	1098	0.310	2083	0.182	1720	0.217	15026	1.000	5282	0.381
10	320	O-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
10	321	O-----o + ---o---	7776	1.953	4583	0.426	1572	0.444	12009	1.051	11883	1.502	5627	0.374	41447	2.989
10	322	O-----o + ----o-o	11571	2.905	2346	0.218	417	0.118	19499	1.706	12265	1.550	2990	0.199	28632	2.065
10	326	O-----o + ----oo	57162	14.353	89147	8.295	5269	1.490	99911	8.742	52912	6.687	104727	6.967	122692	8.847
10	329	O-----o + ----ooo	48093	12.076	455015	42.340	70383	19.899	104563	9.149	105591	13.345	521474	34.693	119159	8.592
10	331	O-----oo + ---o---	119	0.030	451	0.042	38	0.011	425	0.037	274	0.035	361	0.024	952	0.069
10	332	O-----oo + ----o-o	2198	0.552	66	0.006	43	0.012	3879	0.339	2987	0.377	77	0.005	4820	0.348
10	336	O-----oo + ----ooo	1355	0.340	2087	0.194	554	0.157	3108	0.272	2429	0.307	1084	0.072	3661	0.264
10	339	O-----oo + ----ooo	717	0.180	572	0.053	367	0.104	2421	0.212	425	0.054	713	0.047	1087	0.078
		Schwerverkehr klassifiziert	386515	97.05	1012027	94.17	350141	99.00	1090996	95.46	750966	94.91	1404921	93.47	1315672	94.87
		Schwerverkehr unklassifiziert	11742	2.95	62641	5.83	3554	1.00	51832	4.54	40296	5.09	98179	6.53	71201	5.13
		Schwerverkehr Total	398257	100.00	1074668	100.00	353695	100.00	1142828	100.00	791262	100.00	1503100	100.00	1386873	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2005														
		% Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr														

A4 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.