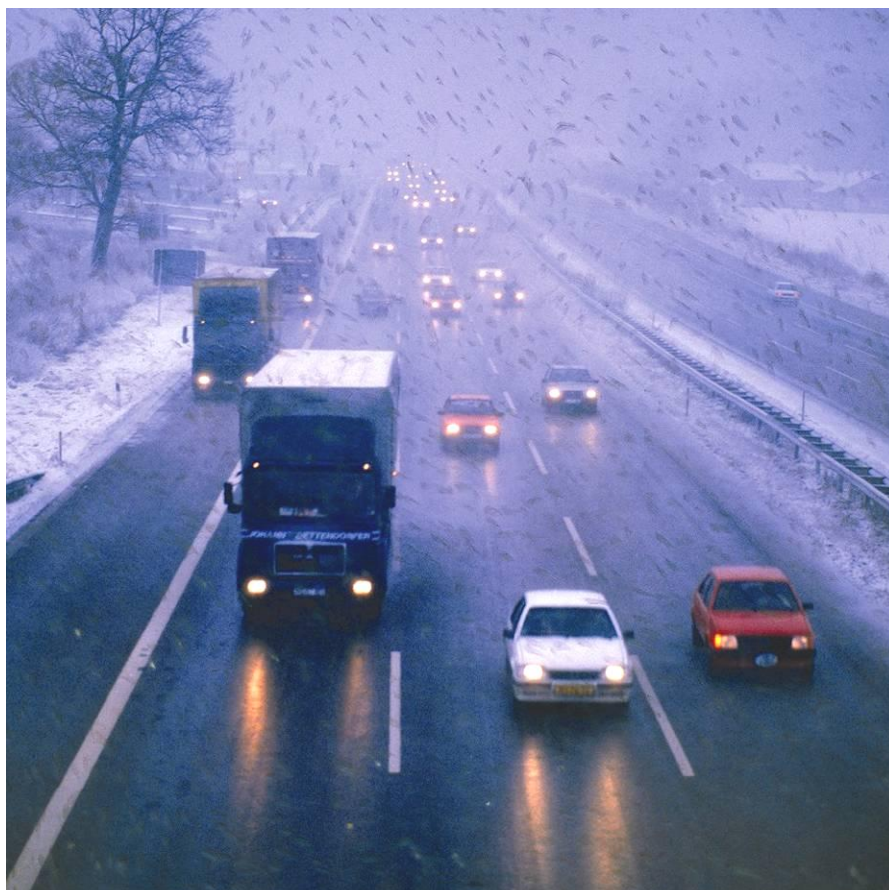


ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2004

Mai 2008

Projektverfasser:

Projekt-Nr.: 3944

Auftraggeber: ASTRA

Bächtold & Moor AG

Gutenbergstr. 14

CH – 3011 Bern

Tel. 031 387 80 80

Fax 031 387 80 90

info@baechtoldmoor.ch

Amt für Strassen

Worblentalstr. 68

Ittigen

CH – 3003 Bern

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	76
6.3	Messdiagramme.....	78
6.4	Entwicklung des Schwerverkehrs.....	86
6.5	Auswertung der Messdaten.....	88
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	Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs.....	108
8.4	Messdiagramme.....	109
8.5	Entwicklung des Schwerverkehrs.....	117
8.6	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 2004.....	135
A4	Achsäquivalenzfaktoren.....	137

1 EINLEITUNG

1.1 ZIELE DES MANDATES

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

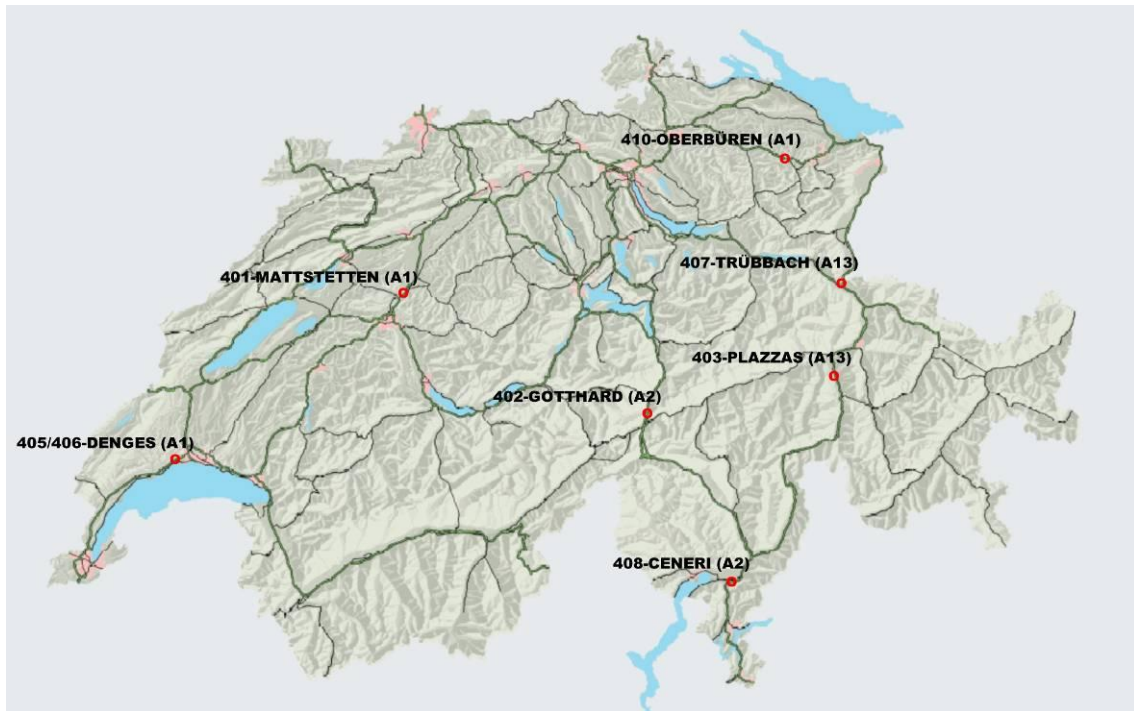


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2004 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 auf Fahrbahnübergängen
- 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 (siehe Bericht VSS 594 [1]).

1.2 INHALT DES BERICHTES

Dieser Bericht beinhaltet die Auswertung der Messdaten der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2004 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 2004 (Schwerverkehr beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang, Abschnitt A1 aufgeführt.

WIM - Anlage	Fahr- streifen	Mess- tage	Messunter- brüche	Bemerkungen
401 - Mattstetten (A1)	2x2	322	18.11-31.12	- Daten bis 17.11.2004. Anschl. Sensorik aus Sicherheitsgründen demontiert. Der Einbau von neuen Sensoren ist für Frühling 2005 vorgesehen
402 - Gotthard (A2)	2	366	keine	--
403 - Plazzas (A13)	2	344	02.02 16.-29.02 01.-07.03	- Die Tagesdaten vom 02.02.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 16. bis 29.02.2004 können wegen Gerätestörungen nicht verarbeitet werden - Die Tagesdaten vom 01. bis 07.03.2004 fehlen wegen Gerätestörungen
405/406 - Denges (A1)	2	366	keine	- Gerätestörungen vom 28.01. bis 02.02.2004
407 - Trübbach (A13)	2x2	353	28-29.01 11.03 15.03 01.05 10.05 11.05 21.05 25.05 04.06 07.06 08.06 09.06 17.06 15.09 21.09 01.10 20.10	- Die Tagesdaten vom 28. und 29.01.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 11. und 15.03.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 01. und 10.05.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 11.05.2004 sind nicht vollständig (-> WIM-Kontrollmessung) - Die Tagesdaten vom 21.05.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 25.05.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 04.06.2004 sind nicht vollständig, Daten bis 13:23 Uhr - Die Tagesdaten vom 07.06.2004 sind nicht vollständig, Daten bis 09:46 Uhr - Die Tagesdaten vom 08.06.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 09.06.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 11:41 Uhr - Die Tagesdaten vom 17.06.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 20:18 Uhr - Die Tagesdaten vom 15.09.2004 sind nicht vollständig: Daten ab 18:34 Uhr - Die Tagesdaten vom 21.09.2004 sind nicht vollständig: Daten bis 09:48 Uhr - Die Tagesdaten vom 01.10.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 20.10.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 19:34 Uhr - Gerätestörungen am 26.10.2004 - Gerätestörungen vom 19. bis 20.11.2004 - Gerätestörungen vom 17. bis 21.12.2004 - Gerätestörungen am 26.12.2004
408 - Ceneri (A2)	2x2	364.5	24.03 25.10	- Die Tagesdaten vom 24.03.2004 sind nicht vollständig, Daten an 18:18 Uhr - Die Tagesdaten vom 25.10.2004 sind nicht vollständig: Daten ab 16:00 Uhr - Gerätestörungen vom 06. bis 14.12.2004
410 - Oberbüren (A1)	2x2	361.5	26.01 17-18.02 28.03 08.04 16.04 10.08 10.09 05.11	- Die Tagesdaten vom 26.01.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 08:30 Uhr - Die Tagesdaten vom 17. und 18.02.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 28.03.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 08. und 16.04.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 10.08.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 18:27 Uhr - Die Tagesdaten vom 10.09.2004 sind nicht vollständig, Daten bis 16:18 Uhr - Die Tagesdaten vom 05.11.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 13:37 Uhr - Gerätestörungen am 20.12.2004

Tabelle 1: WIM - Anlagen Messdaten 2004

1.4 REFERENZDOKUMENTE UND NORMEN

1.4.1 Referenzdokumente

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

Durchschnittliche tägliche 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 (siehe Anhang, Abschnitt 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 2004 ist im Anhang, Abschnitt 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. Reiseautos, Busse (CB)
2. Motorräder (MR)
3. Personenwagen (PW)
4. Personenwagen mit Anhänger (PW+)
5. Lieferwagen (LI)
6. Lieferwagen mit Anhänger (LI+)
7. Lieferwagen mit Auflieger (LA)
8. Lastwagen (LW)
9. Lastwagen mit Anhänger (Lastenzüge) (LZ)
10. Lastwagen mit Auflieger (Sattelzüge) (SZ)

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 besteht aus drei Klassen von Fahrzeugen:

1. Leichtverkehr
2. Schwerverkehr klassifiziert
3. Schwerverkehr unklassifiziert

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

Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

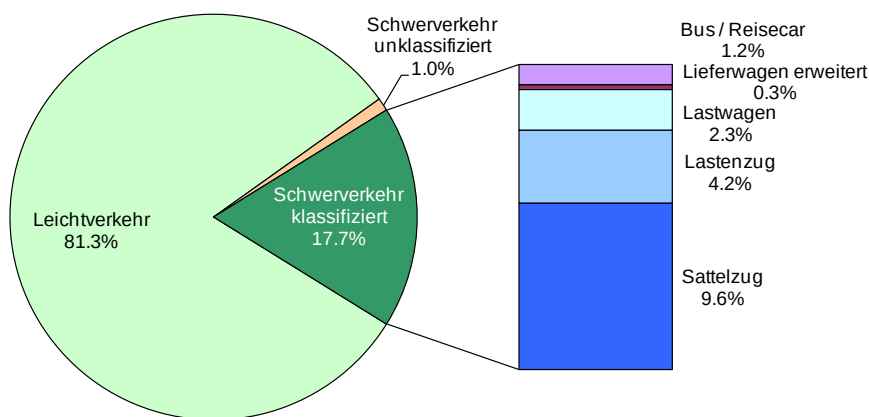


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

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 „ResultViewer 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

Bis anhin wurde das Gewicht pro Laufmeter (q) anhand des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der gemessenen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$). Da die Länge der Fahrzeuge jedoch nicht von allen Geräten gleichermassen erfasst wird, war ein direkter Vergleich der verschiedenen Standorte bisher nicht möglich (siehe Auswertung der WIM-Messdaten 2003 [6], Abschnitt 1.7).

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) + 2.55m ermittelt:

$$q = \frac{\text{GW-TOT}}{\sum W_i + 2.55\text{m}}$$

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.

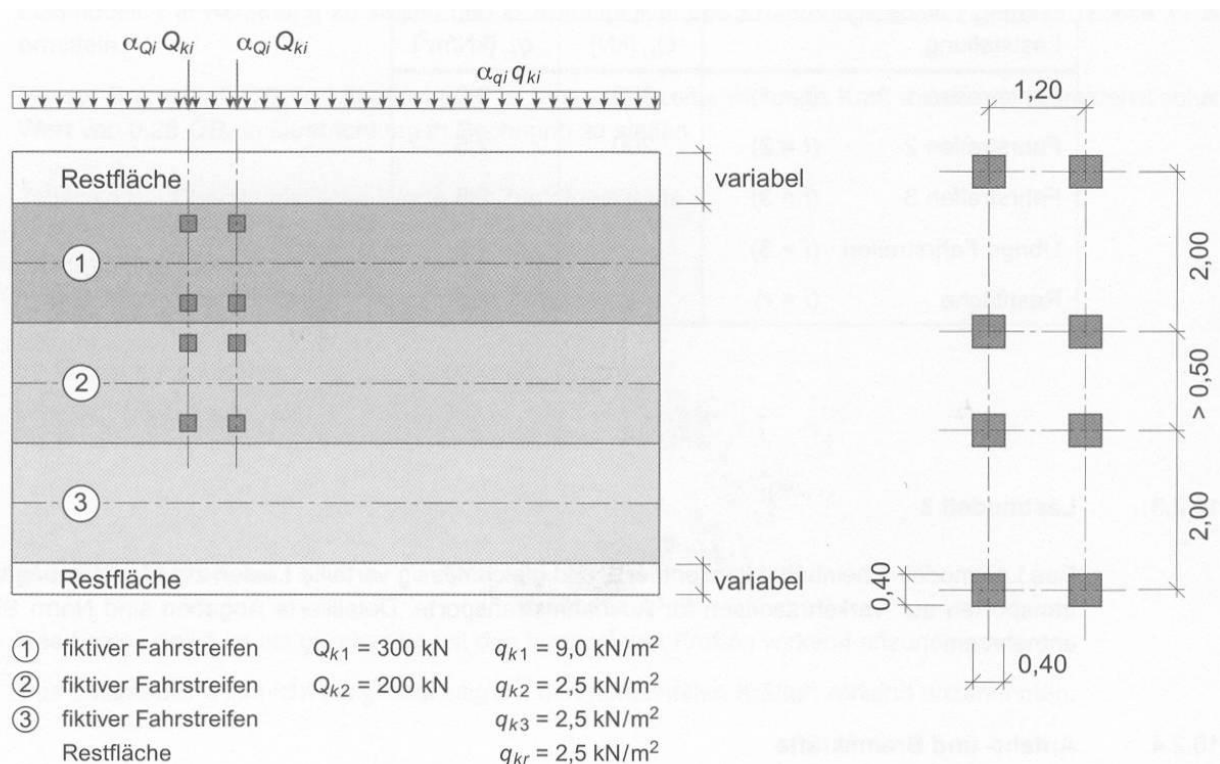


Abbildung 3: Lastmodell 1 der Norm SIA 261

Für den Vergleich der gemessenen Lasten mit den Verkehrsmodellen der Norm SIA 261 [3] werden die Fraktilwerte (f_{95} / f_{99} , Definition siehe Abschnitt 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 (siehe Abschnitte 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) (siehe 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:

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

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 dem Vorjahr verglichen. Vergleichswerte aus früheren Messdaten liegen momentan nur für die Zählstellen Mattstetten und Gotthard vor (siehe Bericht ICOM 446-6 [2]).

2 MATTSTETTEN (A1)

2.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Mattstetten (A1) sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunter-brüche	Bemerkungen
401 - Mattstetten (A1)	2x2	322	18.11-31.12	- Daten bis 17.11.20 04, anschl. Sensorik aus Sicherheitsgründen demontiert. Der Einbau von neuen Sensoren ist für Frühling 2005 vorgesehen

2.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

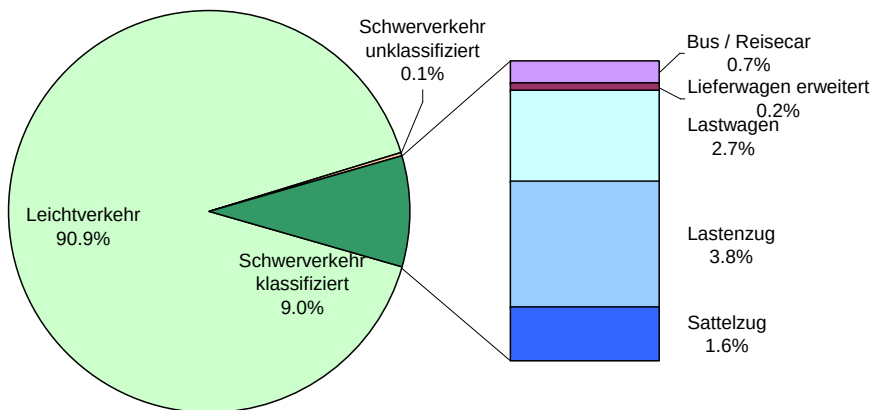
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 dargestellt.

Mattstetten (A1) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 322)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	23'796'122	73'901	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	21'628'137	67'168	90.9	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'167'985	6'733	9.1	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	27'198	84	0.1	1.3
01 Bus / Reisekar	164'133	510	0.7	7.6
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	0	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	26'890	84	0.1	1.2
05 Lieferwagen	0	0	0.0	0.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	28'544	89	0.1	1.3
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	651'146	2'022	2.7	30.0
09 Lastenzug	897'825	2'788	3.8	41.4
10 Sattelzug	372'249	1'156	1.6	17.2
Total	2'167'985	6'733	9.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	537'690	1'670	2.3	24.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	725'606	2'253	3.0	33.5
Fahrzeuge 18 - 28t	563'760	1'751	2.4	26.0
Fahrzeuge 28 - 40t	291'908	907	1.2	13.5
Fahrzeuge >40t	49'021	152	0.2	2.3
Total	2'167'985	6'733	9.1	100.0

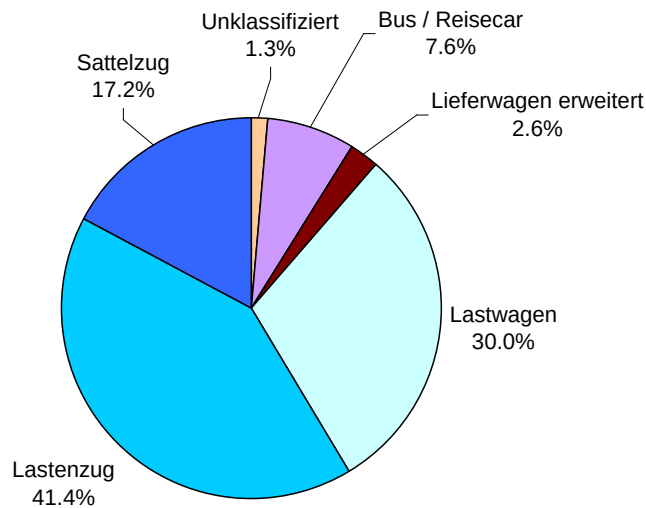
Tabelle 2: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

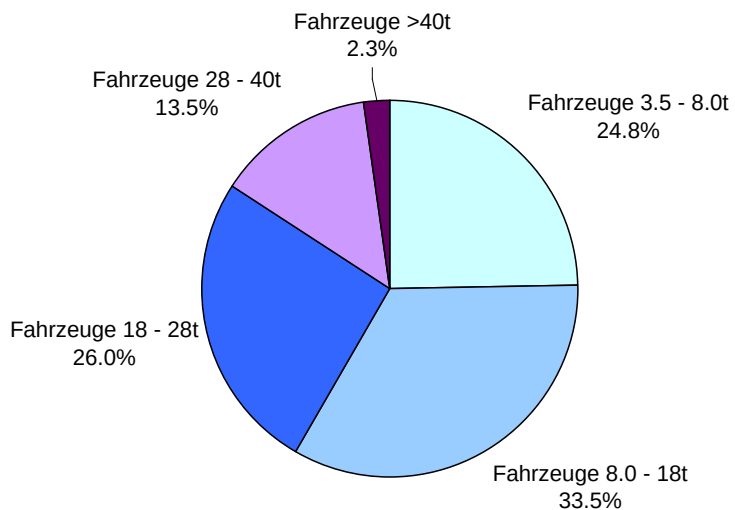
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerververkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerververkehr nach Gewichtsklassen



2.3 MESSDIAGRAMME

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Mattstetten (A1) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 2.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 2.3.3 Reiseautos und Busse (CB)
- 2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 2.3.5 Lastwagen (LW)
- 2.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 2.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 2.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge $\geq 3.5t$).

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 2.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

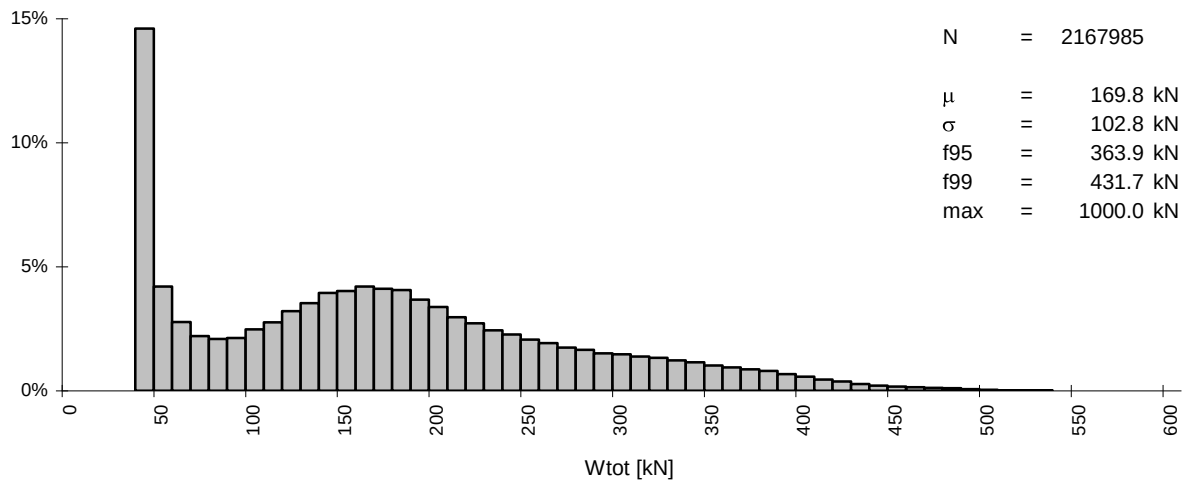
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

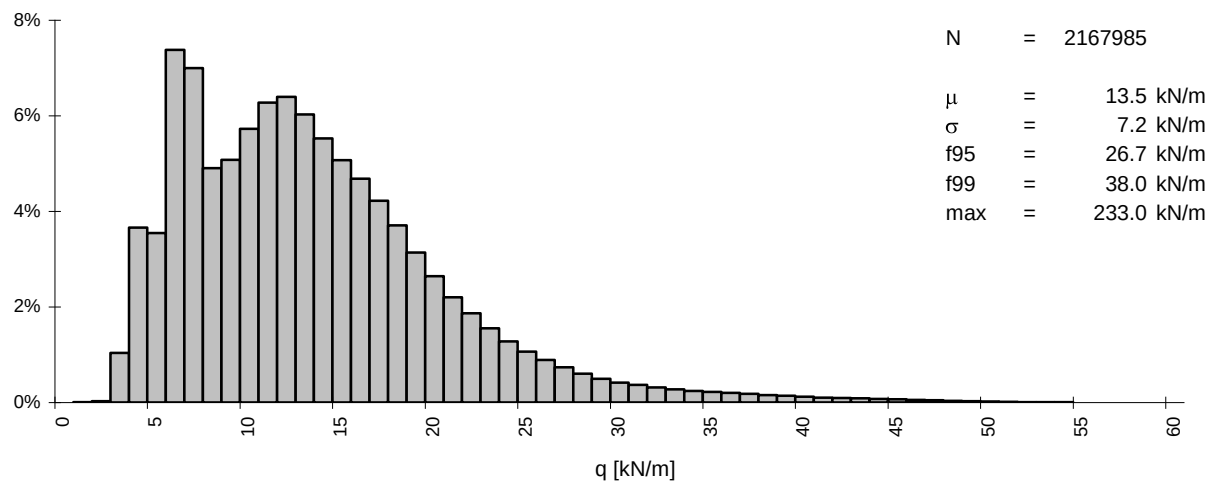
Mattstetten 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



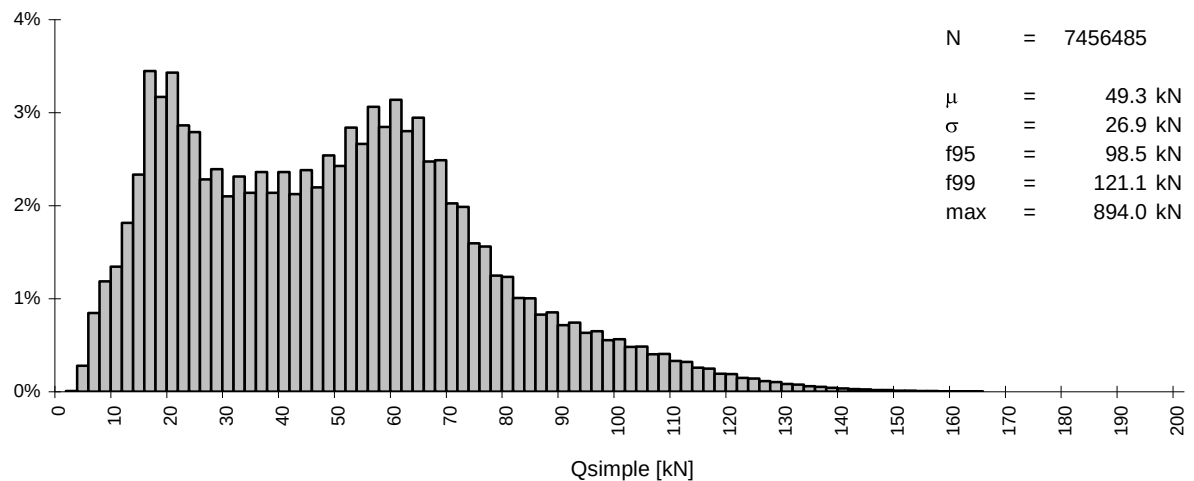
Mattstetten 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

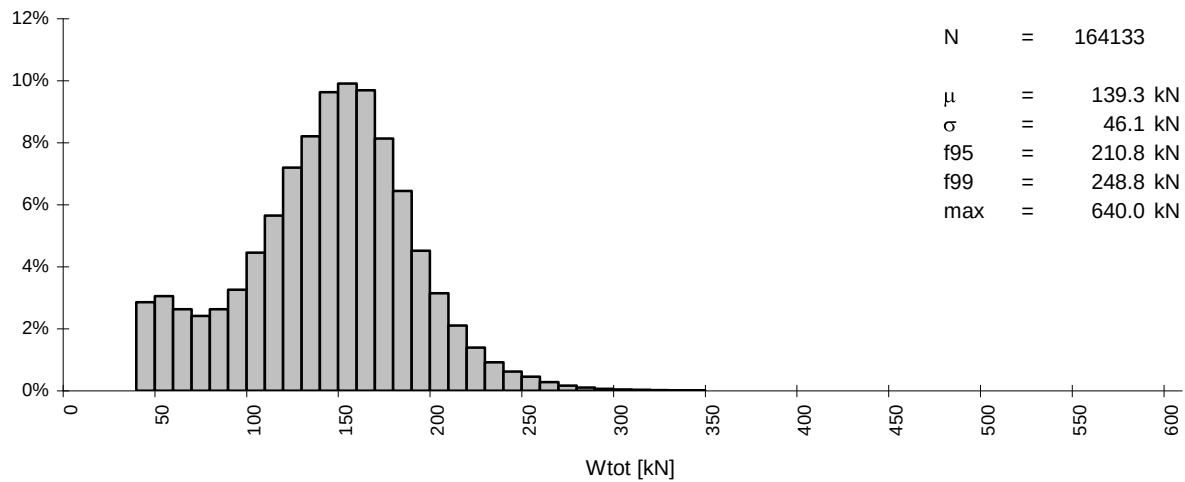
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

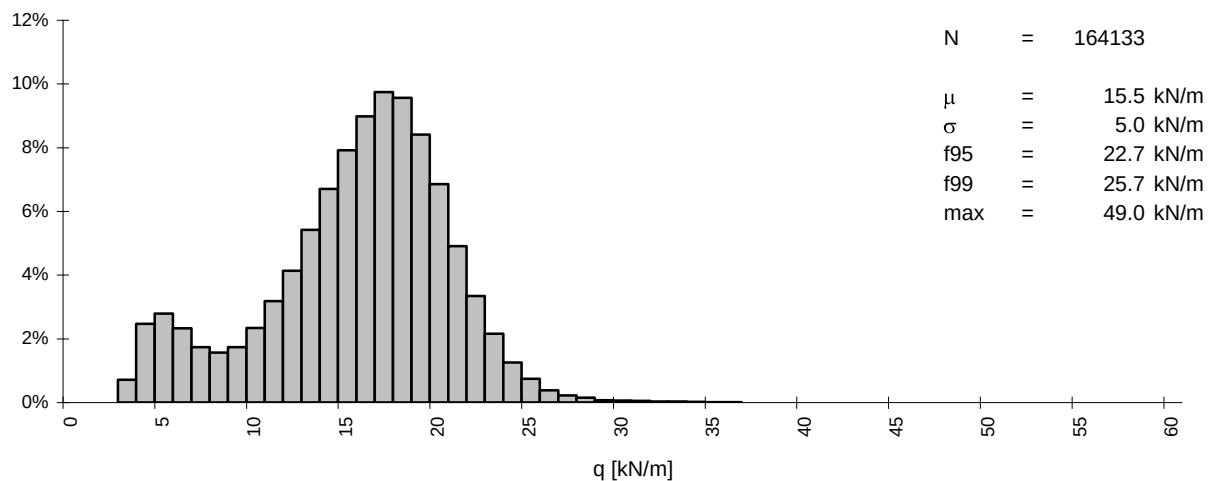
Mattstetten 2004

Car / Bus / Gesamtgewicht



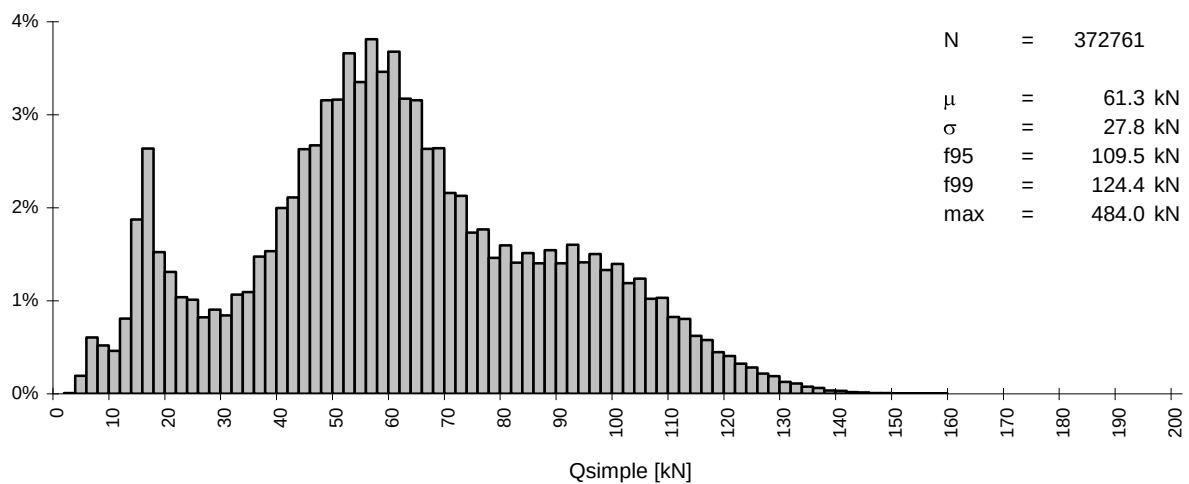
Mattstetten 2004

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

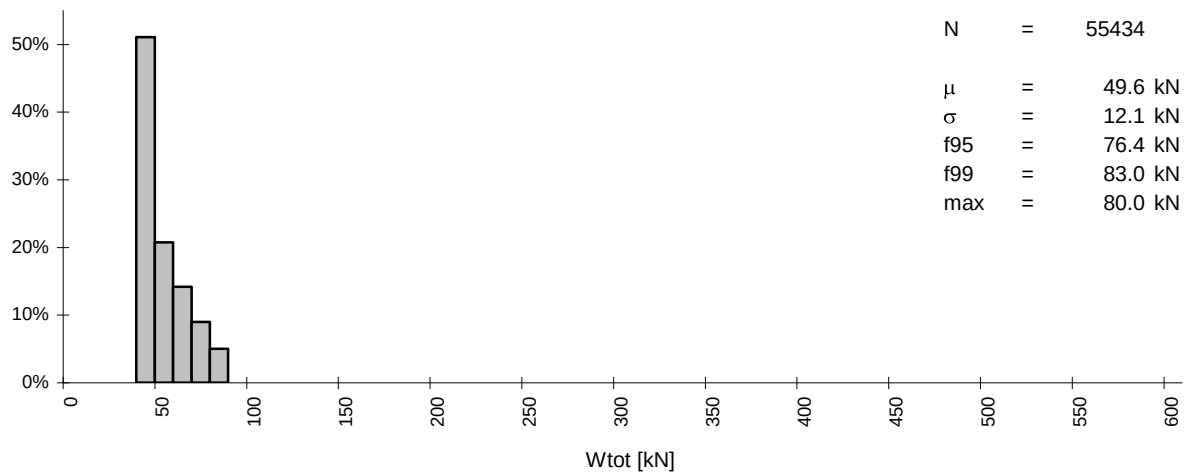
Car / Bus / alle Einzelachsen



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

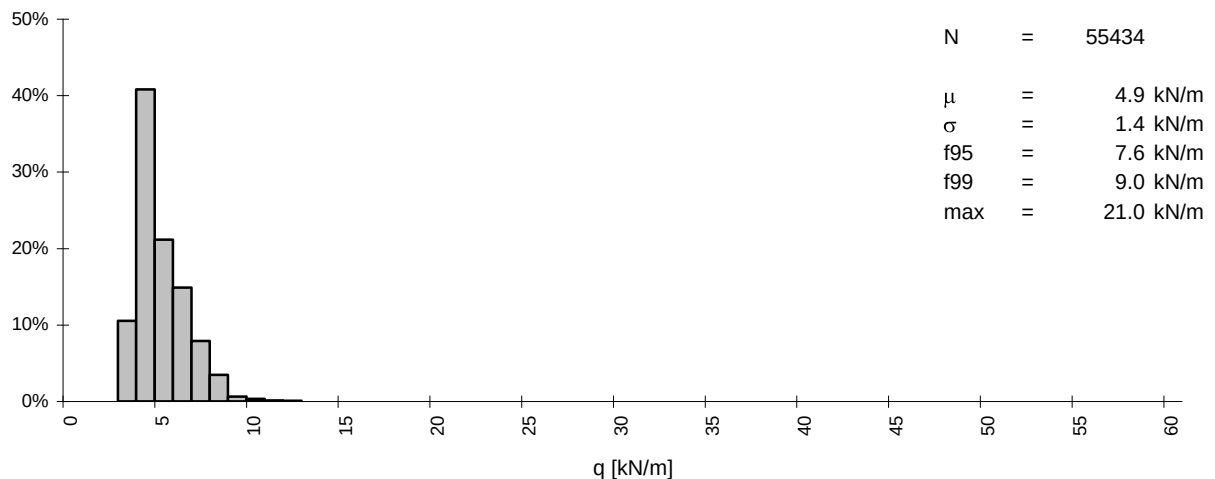
Mattstetten 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



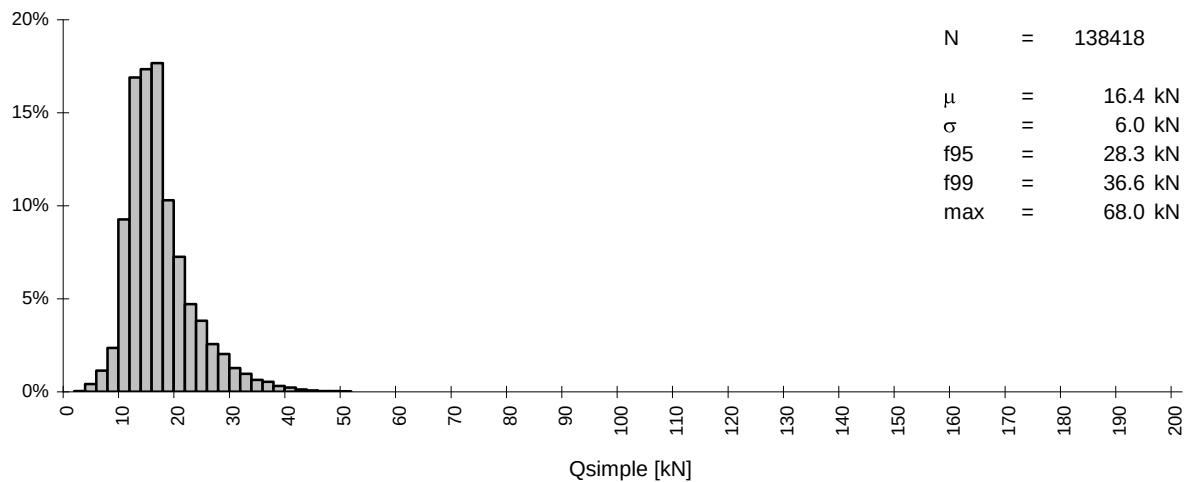
Mattstetten 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

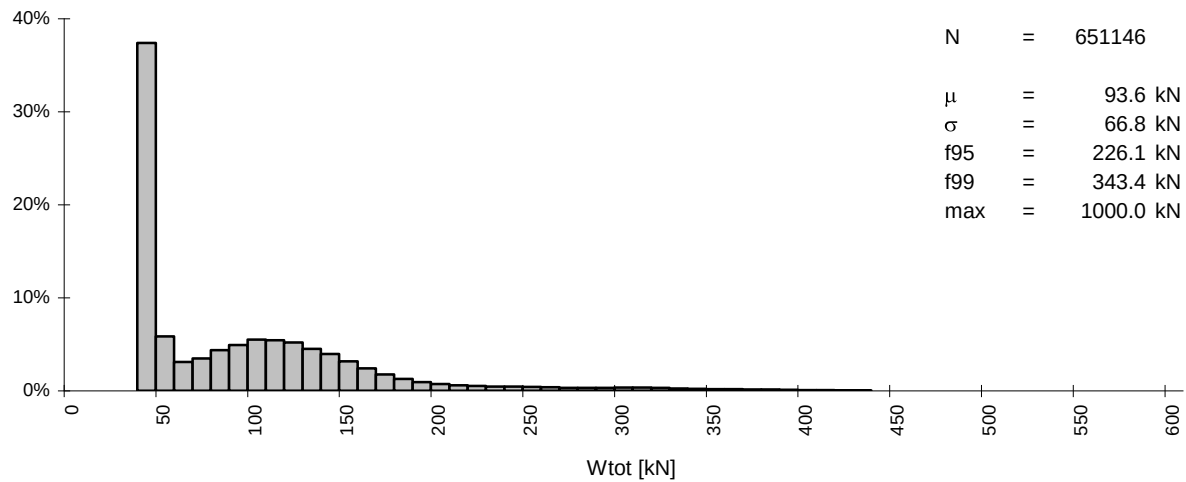
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

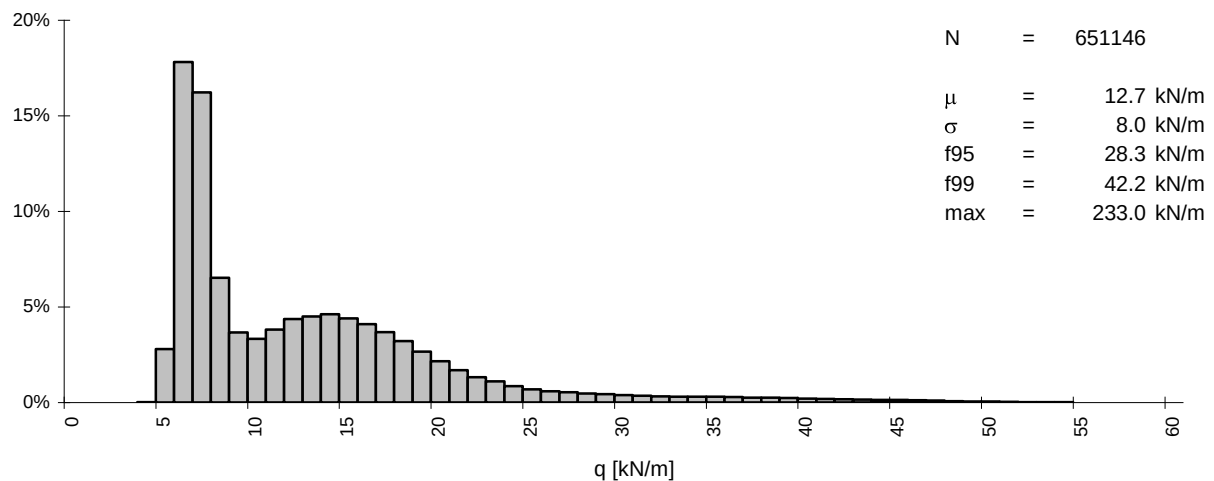
Mattstetten 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



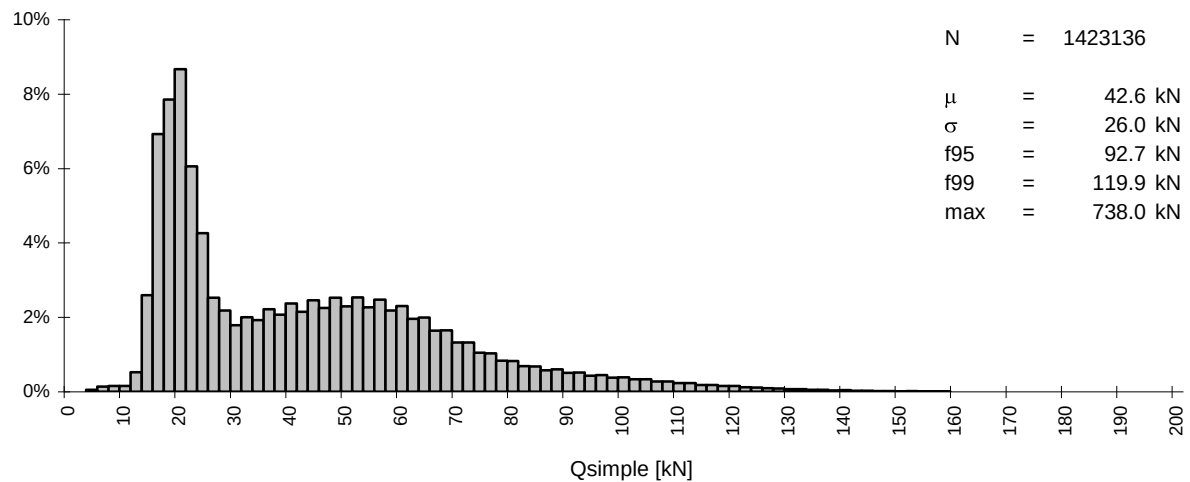
Mattstetten 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

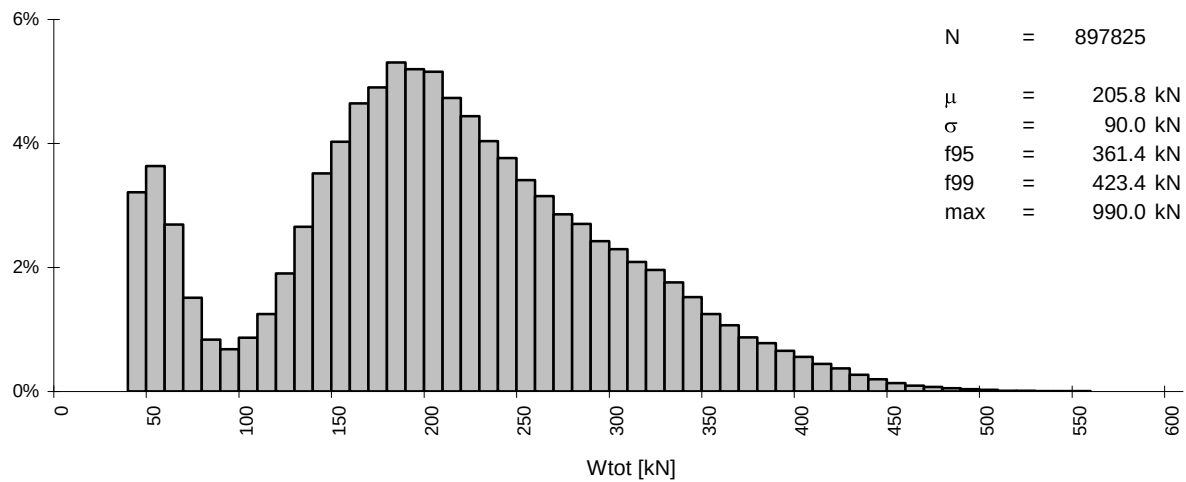
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

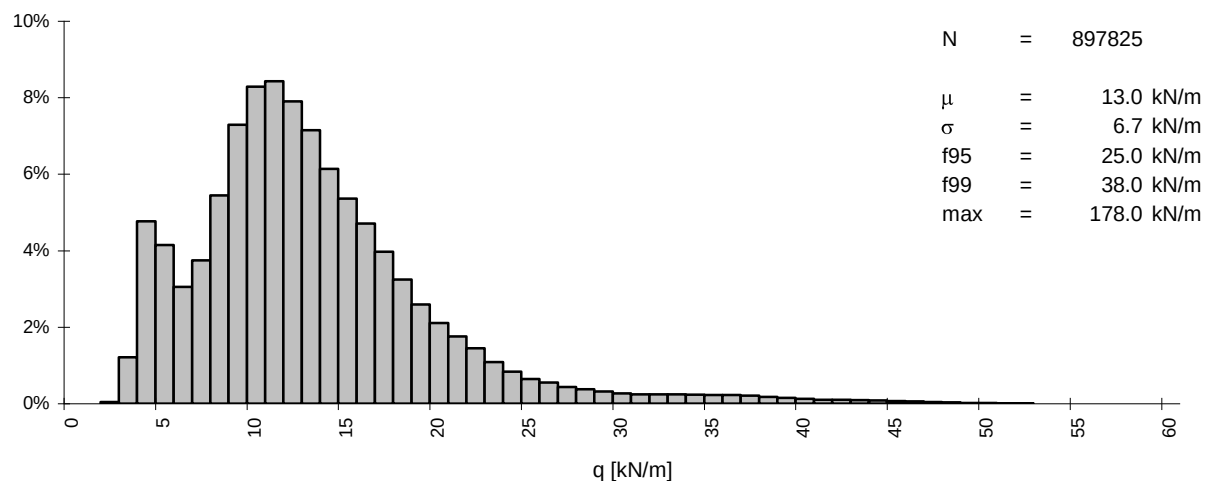
Mattstetten 2004

Lastenzug / Gesamtgewicht



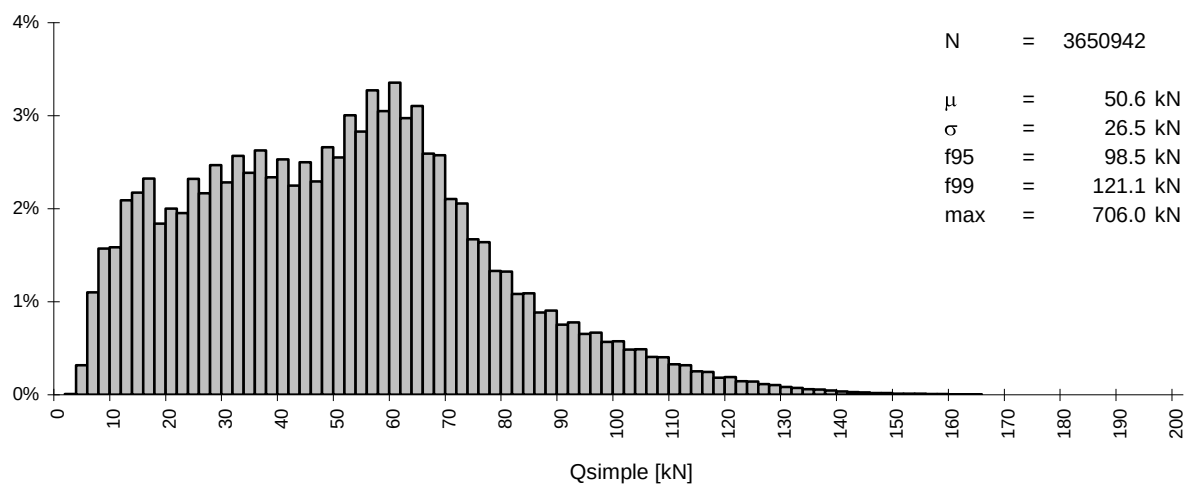
Mattstetten 2004

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

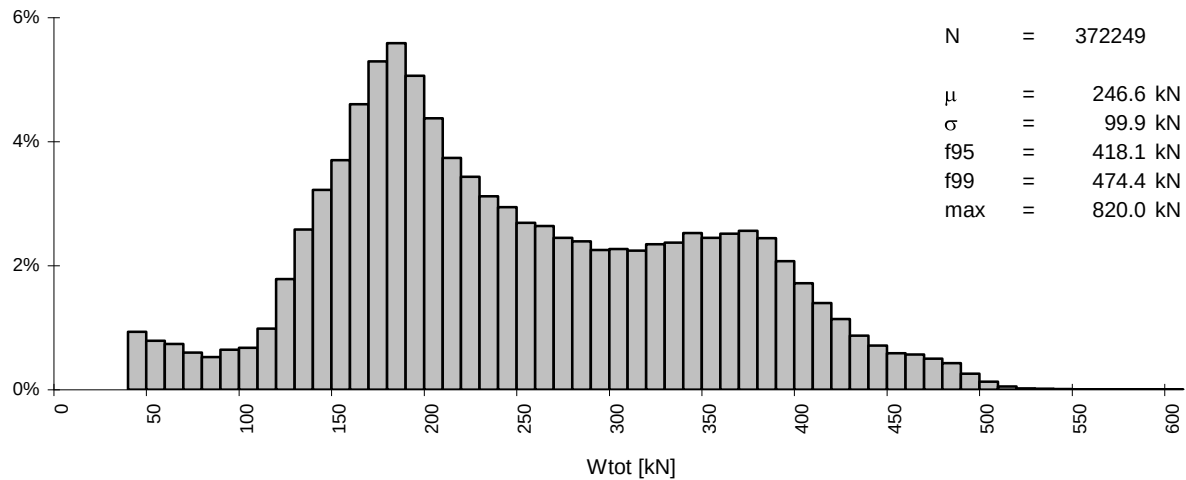
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

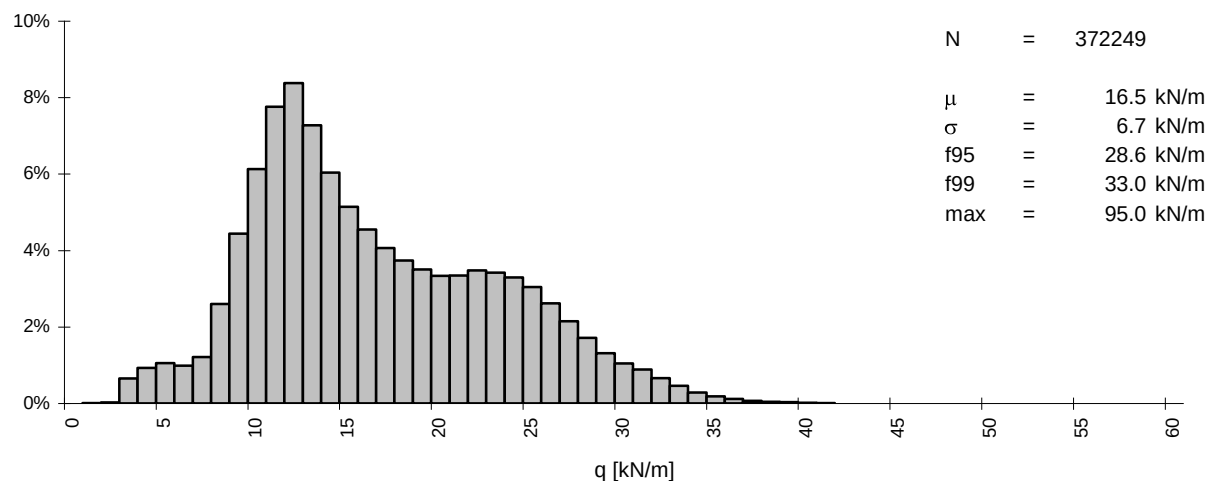
Mattstetten 2004

Sattelzug / Gesamtgewicht



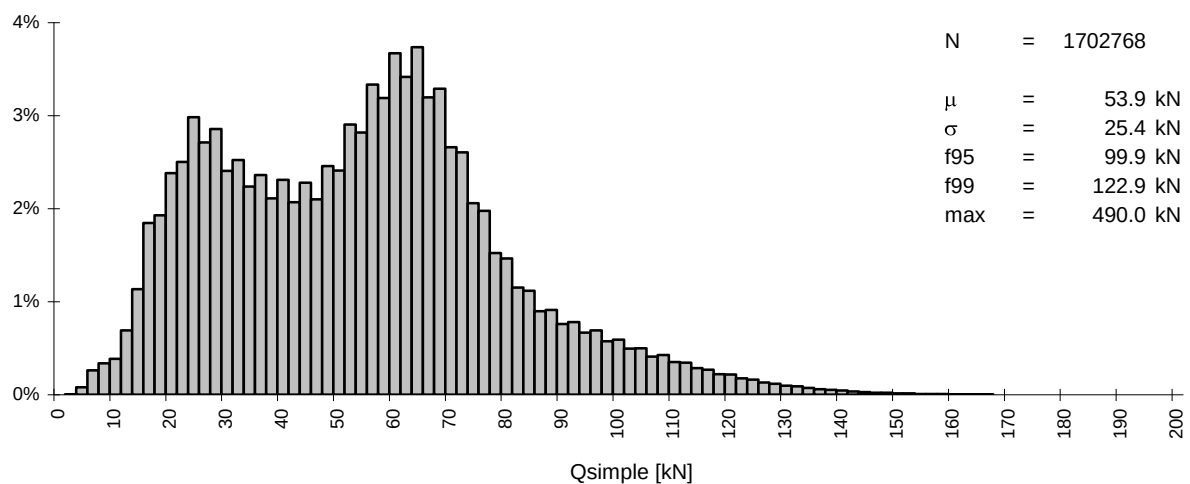
Mattstetten 2004

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2004

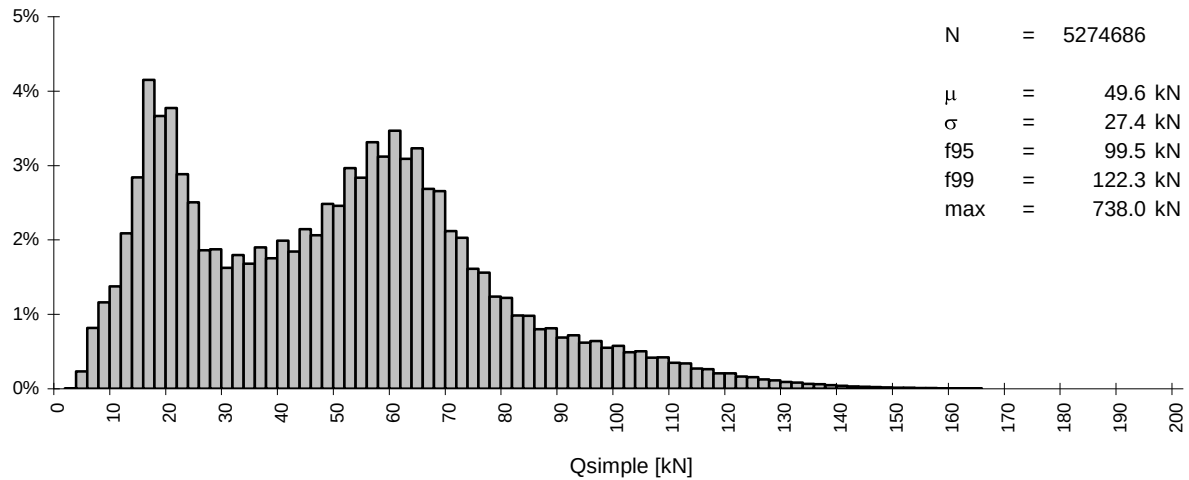
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

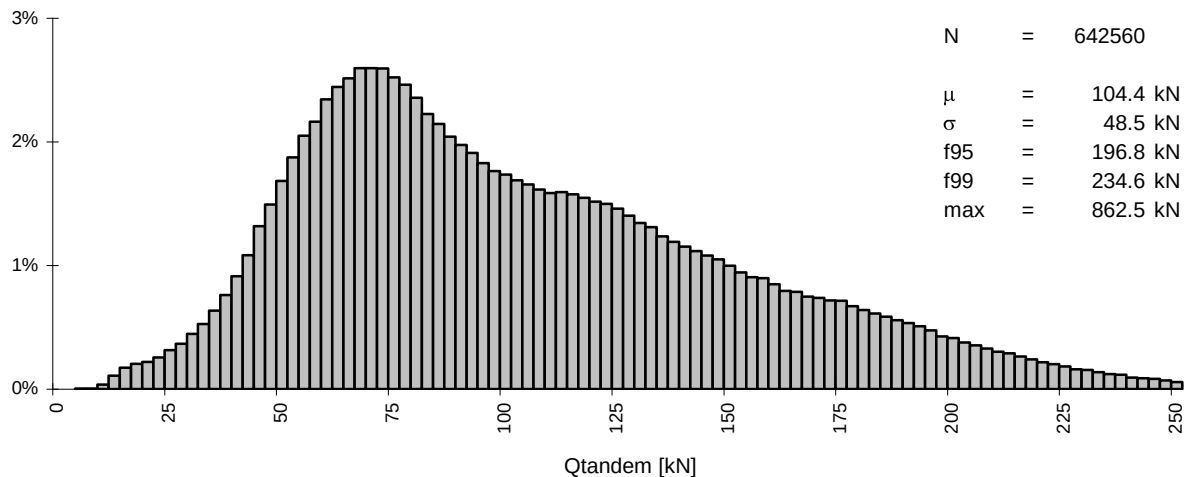
Mattstetten 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



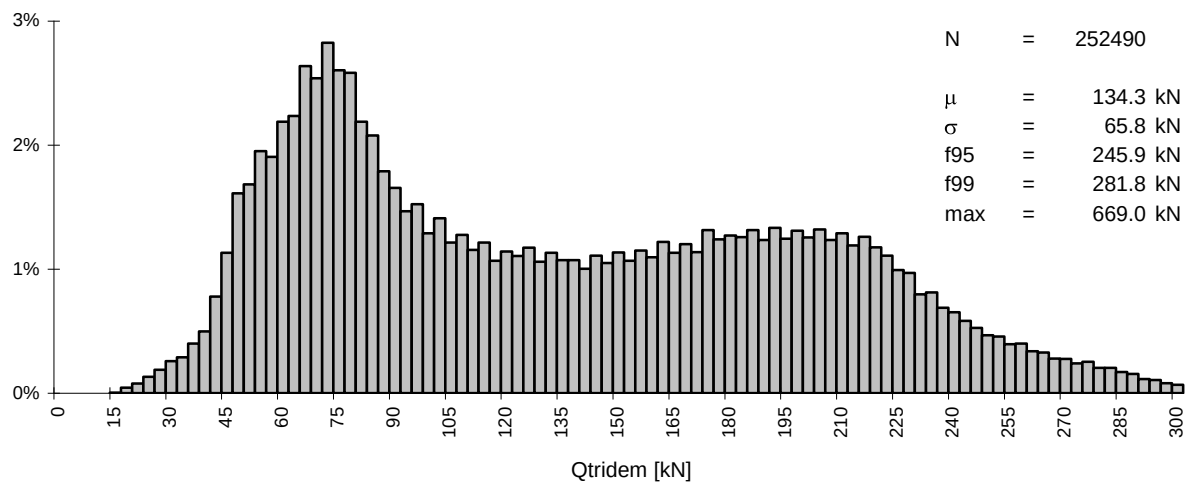
Mattstetten 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Mattstetten 2004

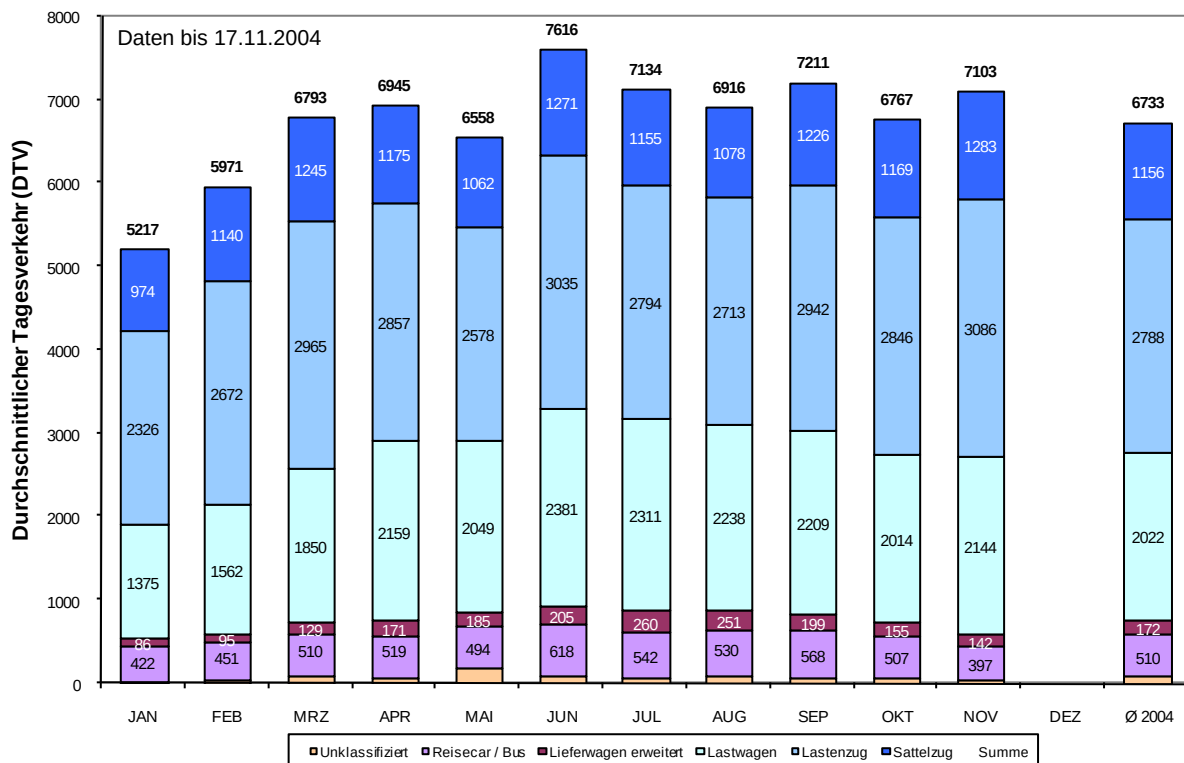
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



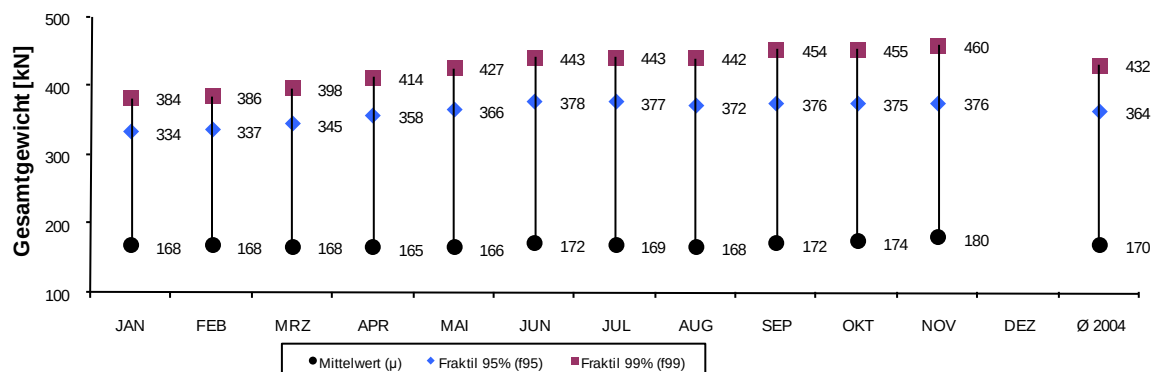
2.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

2.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

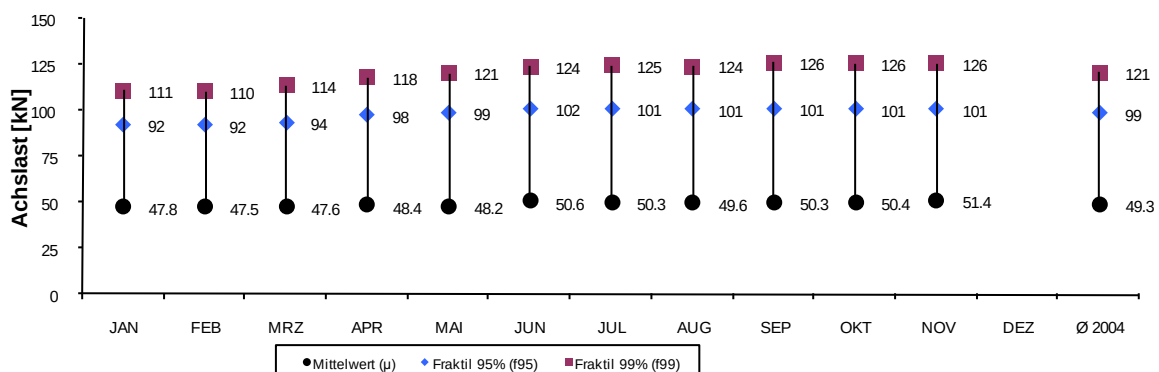
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

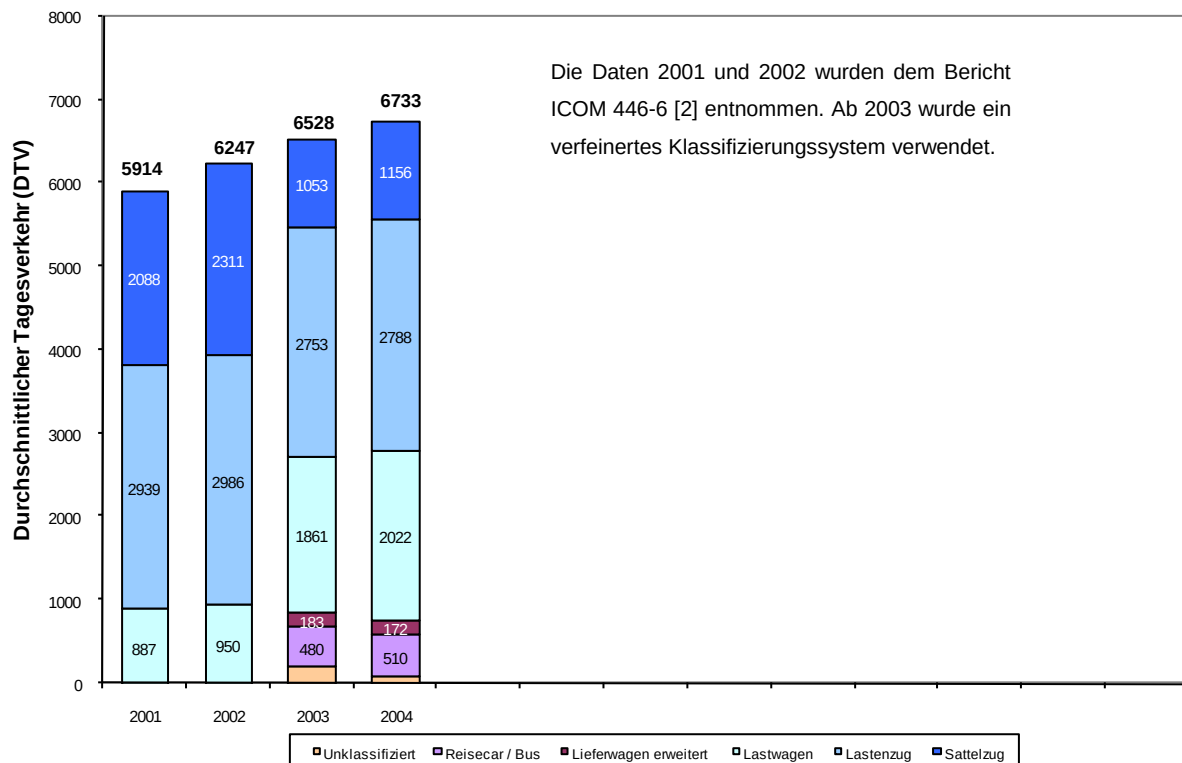


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

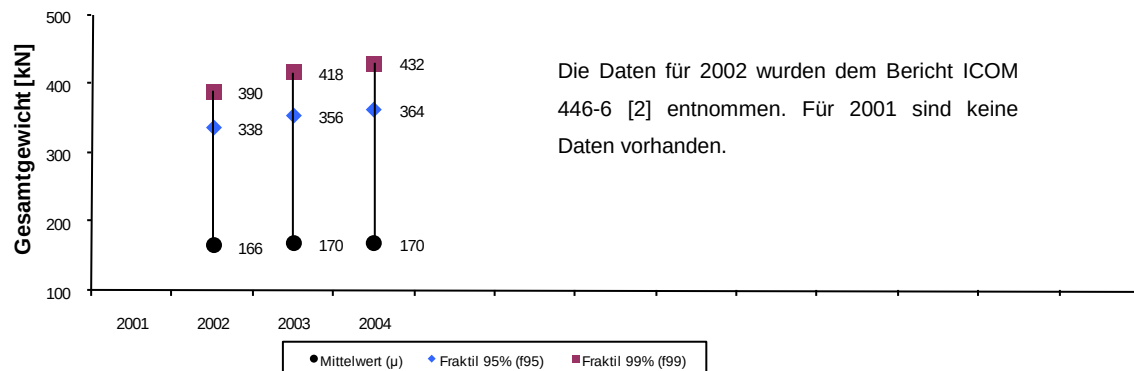


2.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

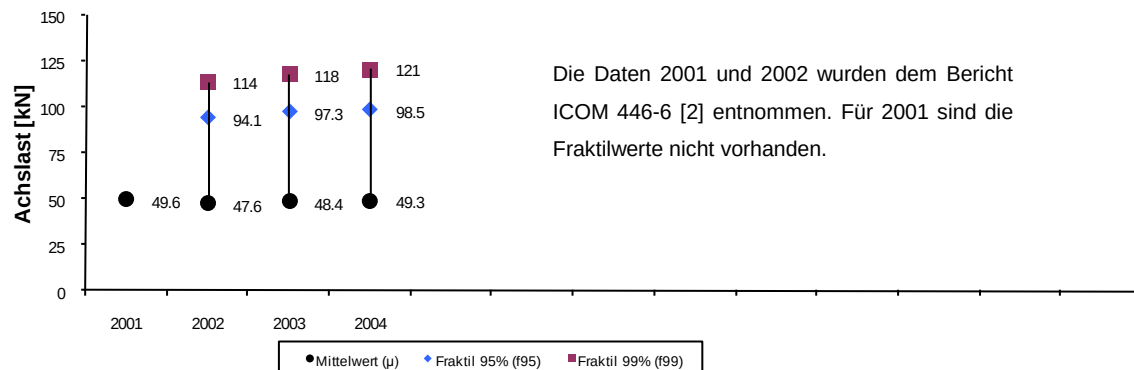
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.6	49.6	99.5	122.3
Tandemachse	104.4	52.2	98.4	117.3
Tridemachse	134.4	44.8	82.0	93.9
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 Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 49.6 kN, respektive 52.2 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.8 kN auf.

Die Fraktilewerte 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	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.5 kN/m	25.9 kN/m	45.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.88 kN/m ²	7.40 kN/m ²	13.1 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

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	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	189'227	95	0.000	258	0	0.000	2	0
2	0.006	870'958	5'226	0.001	4'532	3	0.000	118	0
3	0.020	566'477	11'330	0.003	8'862	27	0.001	1'649	1
4	0.070	480'872	33'661	0.008	18'182	145	0.002	2'993	6
5	0.150	579'784	86'968	0.020	35'833	717	0.005	8'890	44
6	0.290	828'254	240'194	0.030	54'143	1'624	0.010	19'509	195
7	0.530	726'774	385'190	0.060	65'195	3'912	0.020	18'707	374
8	1.000	403'686	403'686	0.100	63'801	6'380	0.030	20'221	607
9	1.520	224'801	341'697	0.140	53'872	7'542	0.040	19'463	779
10	2.400	163'334	392'002	0.200	46'487	9'297	0.060	10'801	648
11	3.660	114'880	420'459	0.280	42'051	11'774	0.080	9'844	788
12	5.400	67'850	366'389	0.400	40'029	16'012	0.110	11'550	1'271
13	7.760	33'758	261'961	0.540	36'634	19'782	0.140	8'429	1'180
14	10.870	15'312	166'440	0.730	31'405	22'926	0.190	8'271	1'571
15	14.910	5'638	84'067	0.960	27'265	26'174	0.240	10'842	2'602
16	20.060	2'097	42'068	1.260	23'064	29'061	0.300	8'362	2'509
17	26.540	640	16'987	1.630	19'687	32'090	0.380	8'966	3'407
18	34.590	211	7'299	2.080	17'615	36'639	0.480	12'528	6'013
19	-	-	-	2.640	14'691	38'784	0.590	9'603	5'666
20	-	-	-	3.300	11'705	38'627	0.720	9'814	7'066
21	-	-	-	4.090	8'725	35'685	0.880	12'863	11'319
22	-	-	-	5.030	6'471	32'549	1.060	9'158	9'707
23	-	-	-	-	-	-	1.270	7'752	9'845
24	-	-	-	-	-	-	1.520	7'446	11'318
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'974	7'193
26	-	-	-	-	-	-	2.140	3'153	6'747
27	-	-	-	-	-	-	2.510	3'072	7'711
28	-	-	-	-	-	-	2.940	1'755	5'160
29	-	-	-	-	-	-	3.430	1'333	4'572
30	-	-	-	-	-	-	3.980	927	3'689
Summe		5'274'553	3'265'719		630'507	369'751		251'995	111'989

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'265'719 + 369'751 + 111'989 = 3'747'459 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'747'459 = 1'686'356 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'686'356 / 322 = 5'237 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 in Mattstetten (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (Diagramm 2.4.1a). Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt über das ganze Jahr über ziemlich konstant. Die Fahrzeugkategorie „Lastenzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 41.4%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (Diagramme 2.4.1b und 2.4.1c) nehmen im Verlaufe des Jahres stetig zu.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2004 passierten durchschnittlich pro Tag 6'733 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 6'528 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 3.1%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (Diagramm 2.4.2a).

Währendem das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (Diagramm 2.4.2b) im Vergleich zum Vorjahr konstant bleibt, erhöht sich die mittlere Achslast (Diagramm 2.4.2c) von 48.4 kN (2003) auf 49.3 kN (2004). Dies entspricht einer Zunahme von 1.9%.

Aus statischer Sicht ist jedoch die Entwicklung der Fraktilwerte massgebend. Im Vergleich zum Vorjahr erhöht sich der Fraktilwert f95 um 2.2% (Gesamtgewicht) respektive 1.2% (Achslast) und der Fraktilwert f99 um 3.3% (Gesamtgewicht) respektive 2.5% (Achslast).

3 GOTTHARDTUNNEL (A2)

3.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (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	366	keine	--

3.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

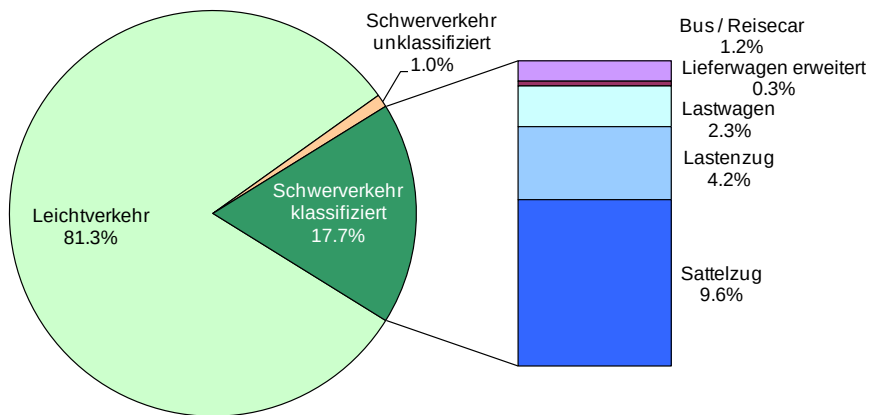
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 dargestellt.

Gotthard (A2) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	6'025'824	16'464	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'899'430	13'386	81.3	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'126'394	3'078	18.7	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	62'032	169	1.0	5.5
01 Bus / Reiseкар	70'298	192	1.2	6.2
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	5	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	162	0	0.0	0.0
05 Lieferwagen	16'180	44	0.3	1.4
06 Lieferwagen mit Anh.	2'658	7	0.0	0.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	139'504	381	2.3	12.4
09 Lastenzug	256'067	700	4.2	22.7
10 Sattelzug	579'488	1'583	9.6	51.4
Total	1'126'394	3'078	18.7	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	123'073	336	2.0	10.9
Fahrzeuge 8.0 - 18t	237'224	648	3.9	21.1
Fahrzeuge 18 - 28t	416'226	1'137	6.9	37.0
Fahrzeuge 28 - 40t	334'834	915	5.6	29.7
Fahrzeuge > 40t	15'037	41	0.2	1.3
Total	1'126'394	3'078	18.7	100.0

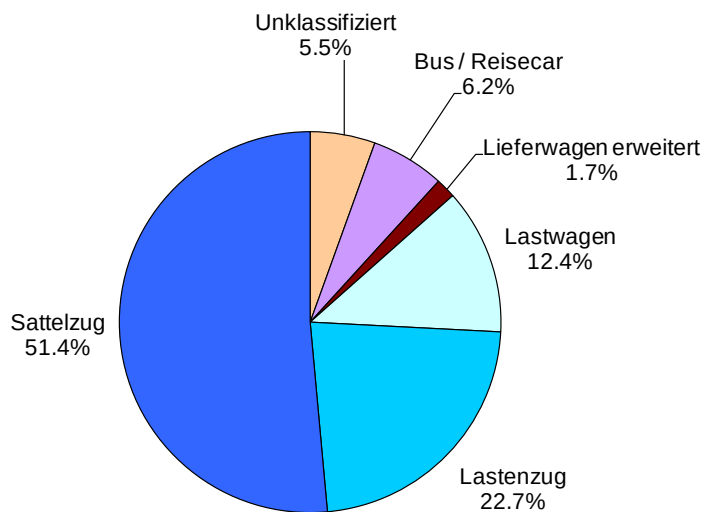
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

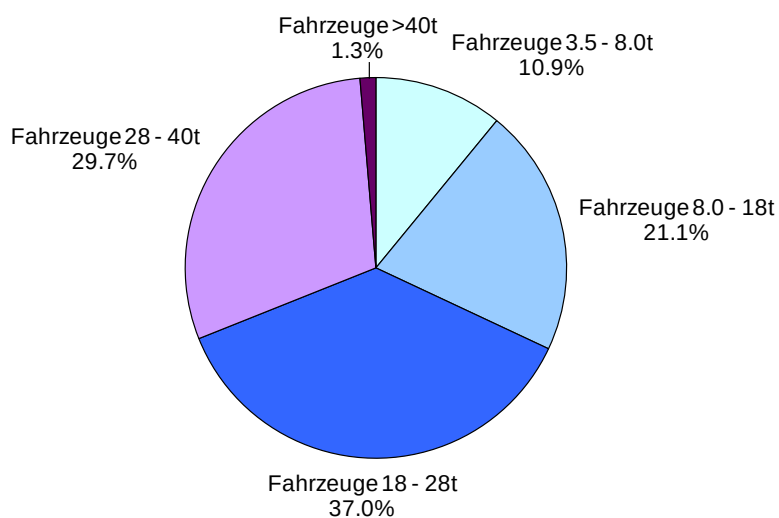
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerververkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerververkehr nach Gewichtsklasse



3.3 MESSDIAGRAMME

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Gotthard (A2) 2004 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 3.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Kapitel 1.5).

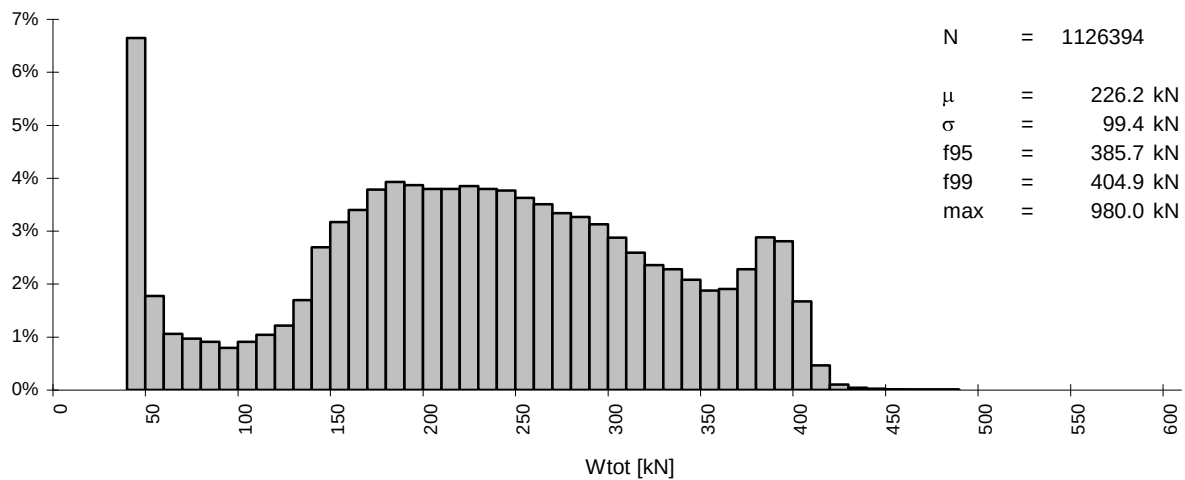
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

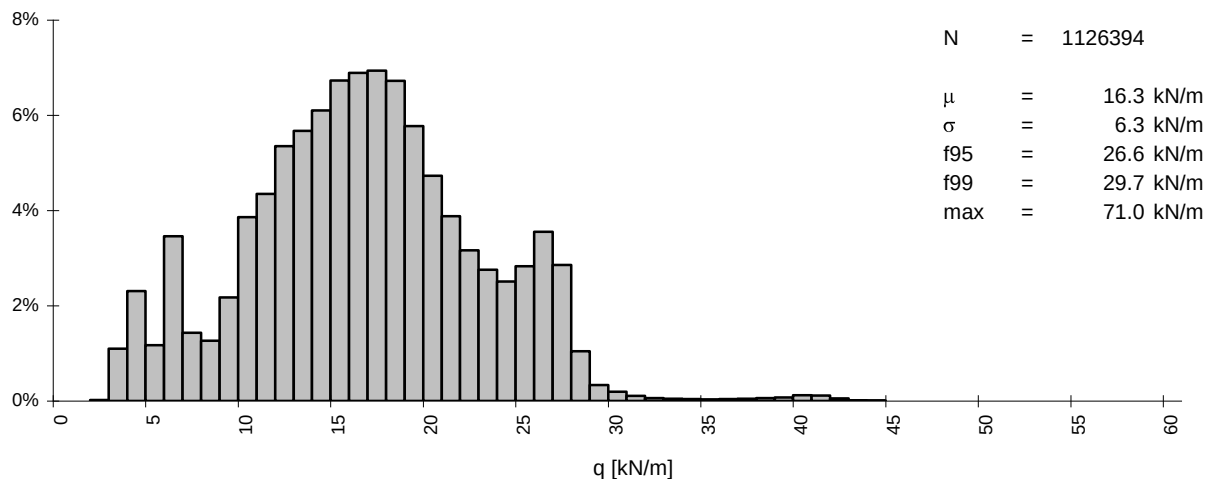
Gotthard 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



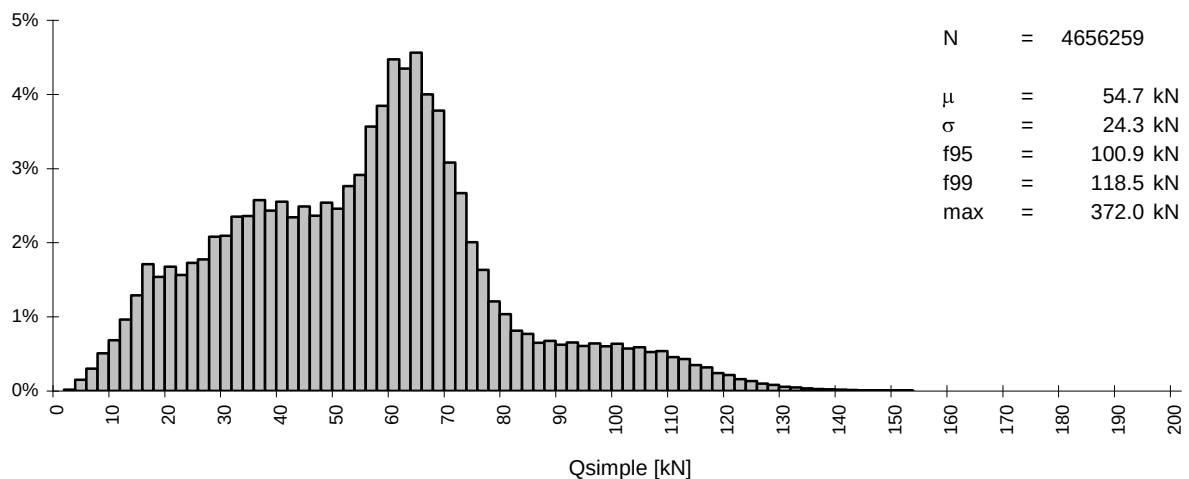
Gotthard 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



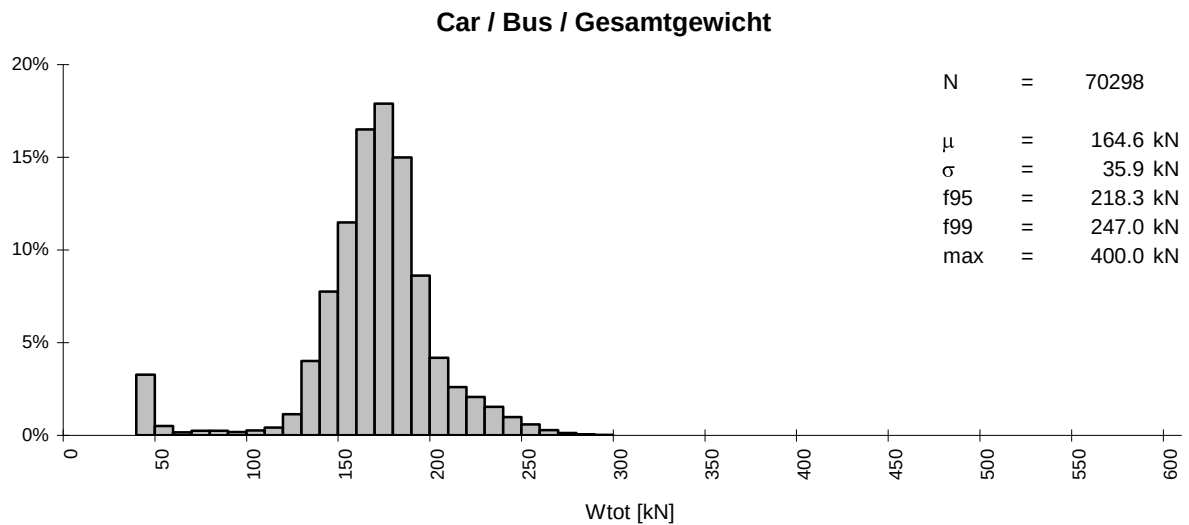
Gotthard 2004

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

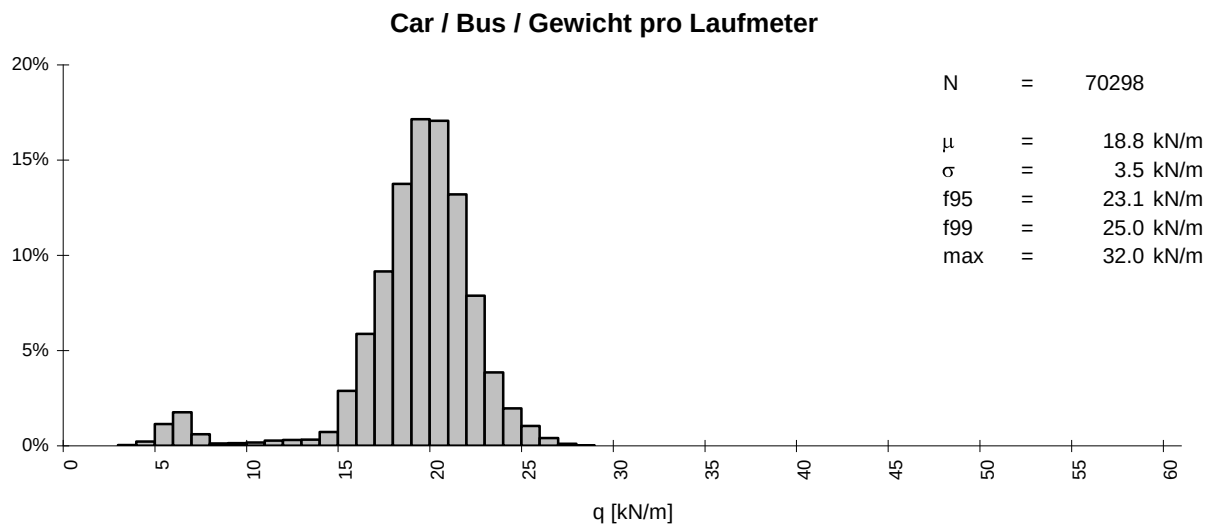


3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

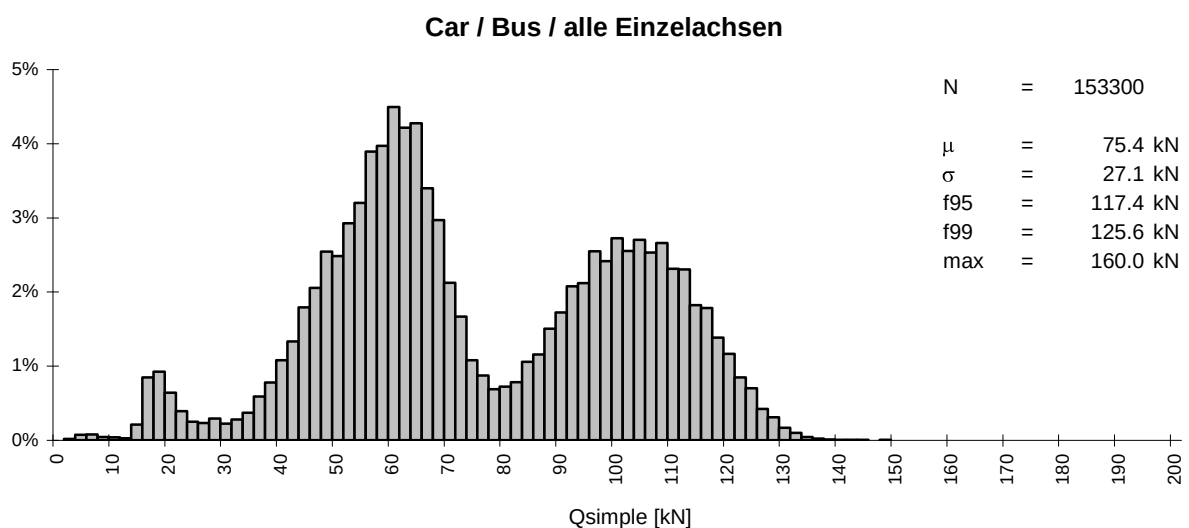
Gotthard 2004



Gotthard 2004



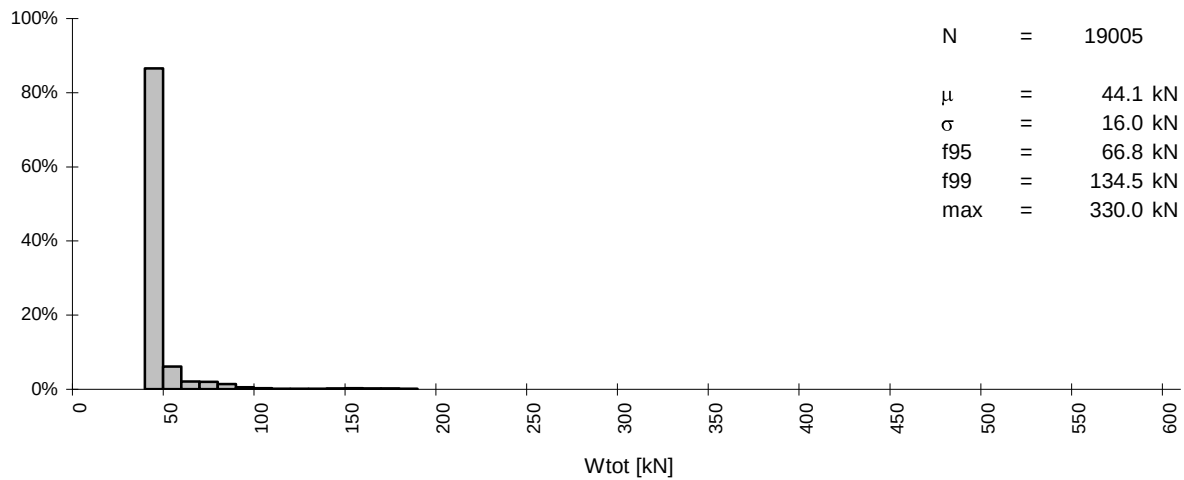
Gotthard 2004



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

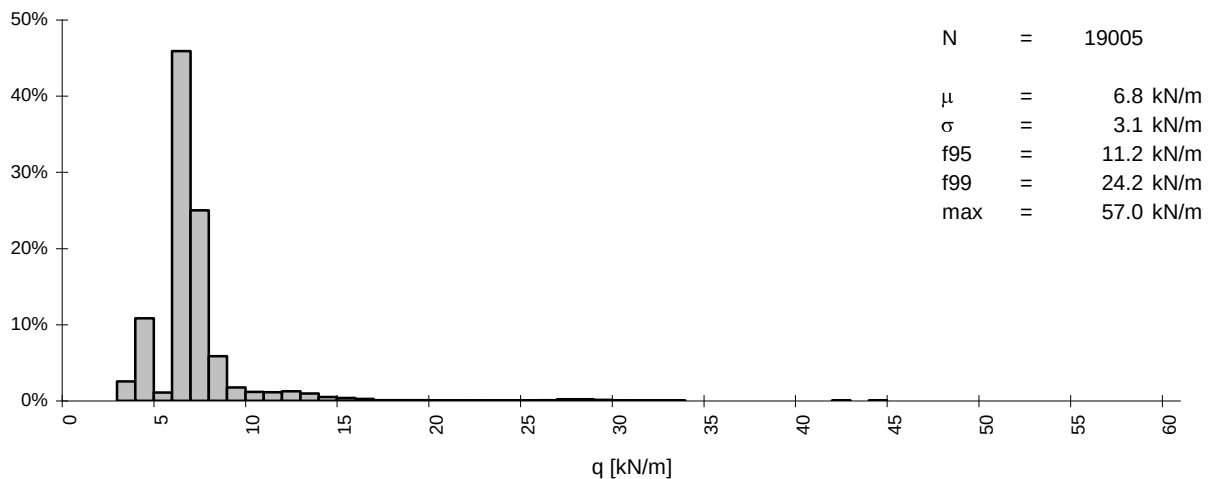
Gotthard 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



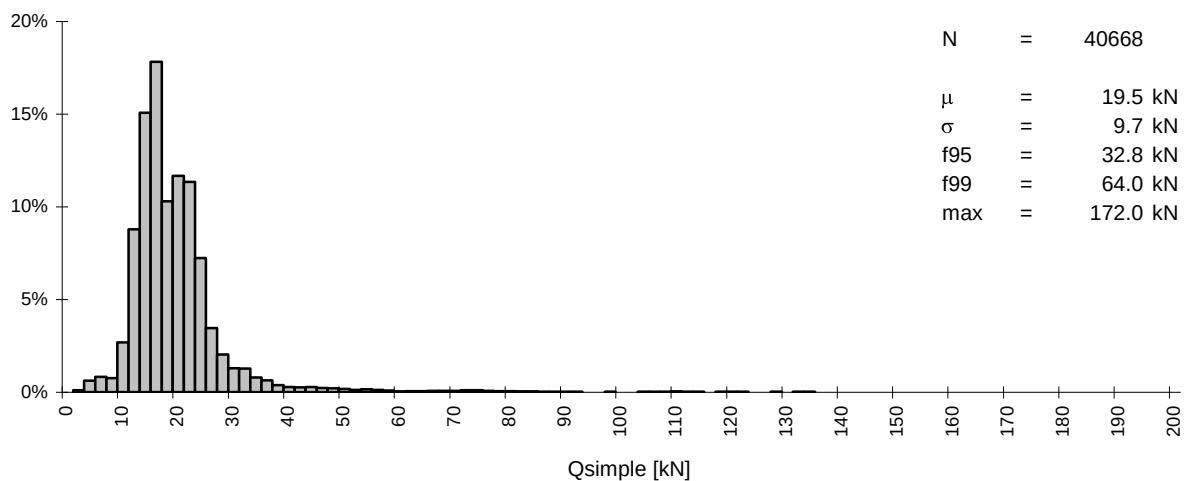
Gotthard 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2004

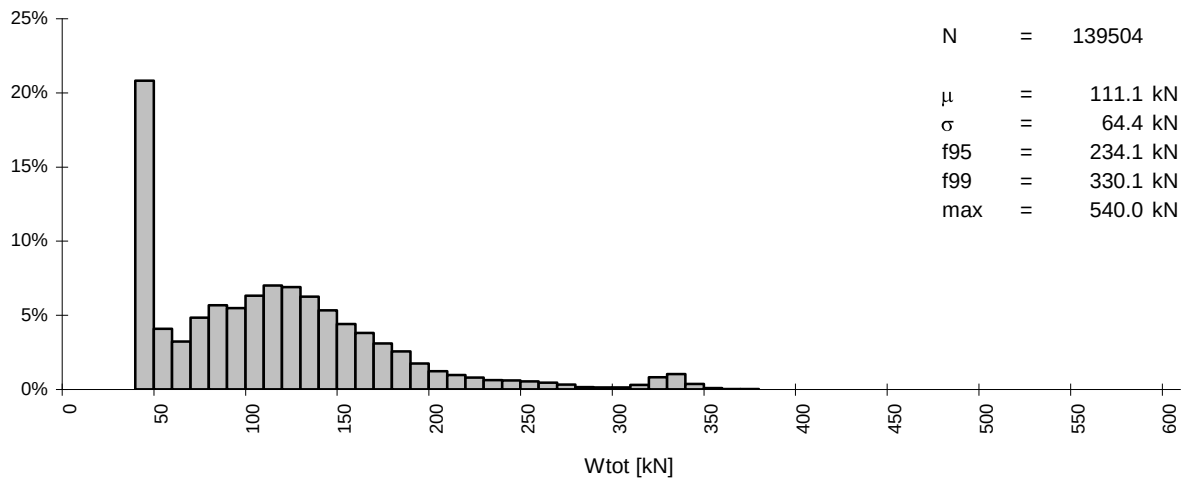
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

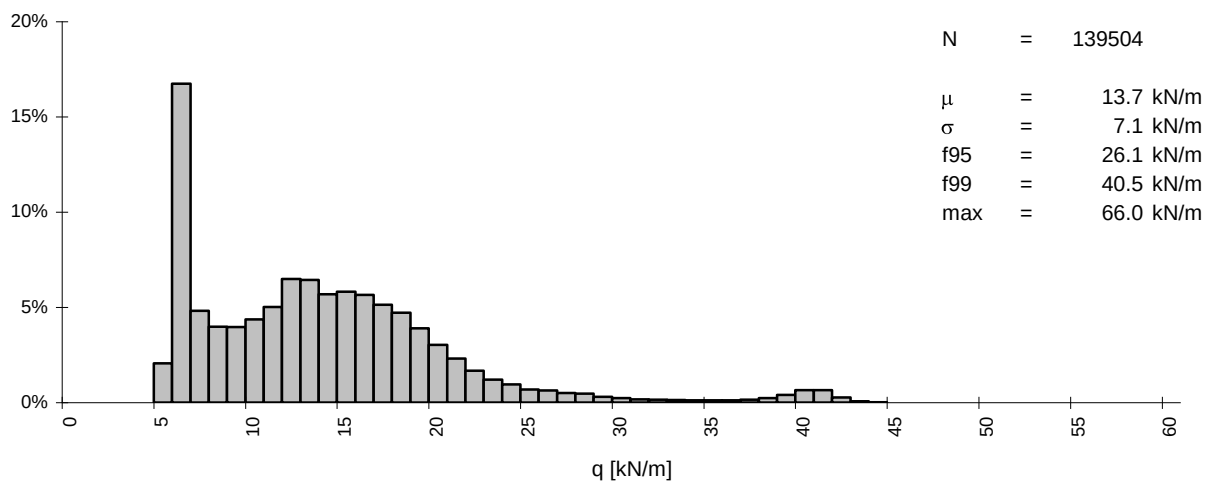
Gotthard 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



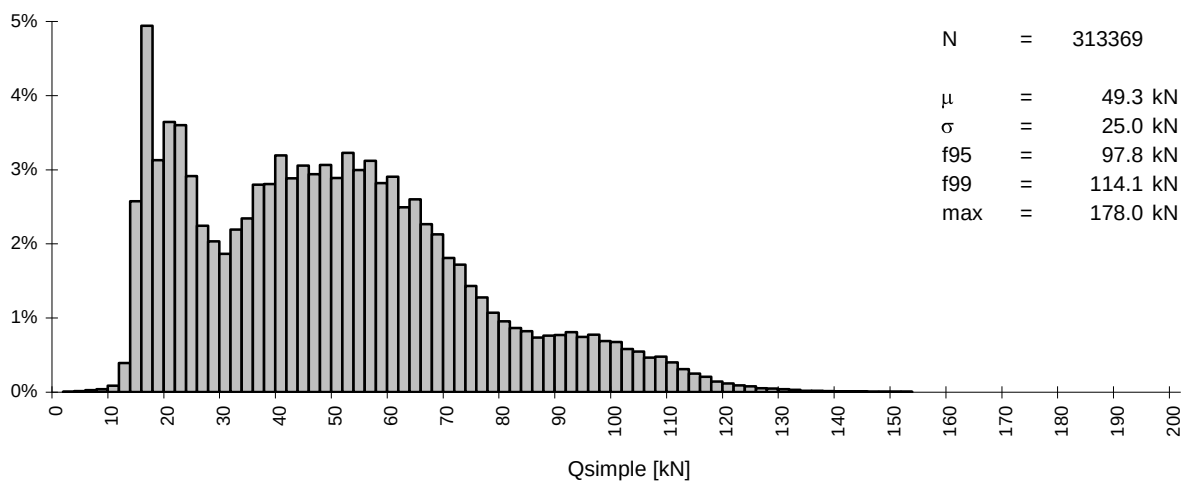
Gotthard 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



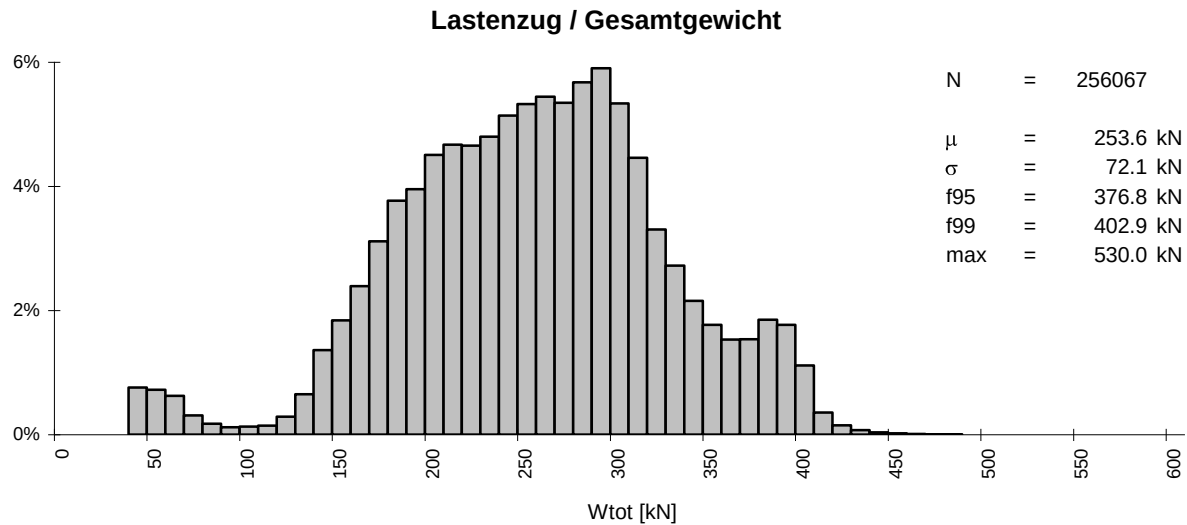
Gotthard 2004

Lastwagen / alle Einzelachsen

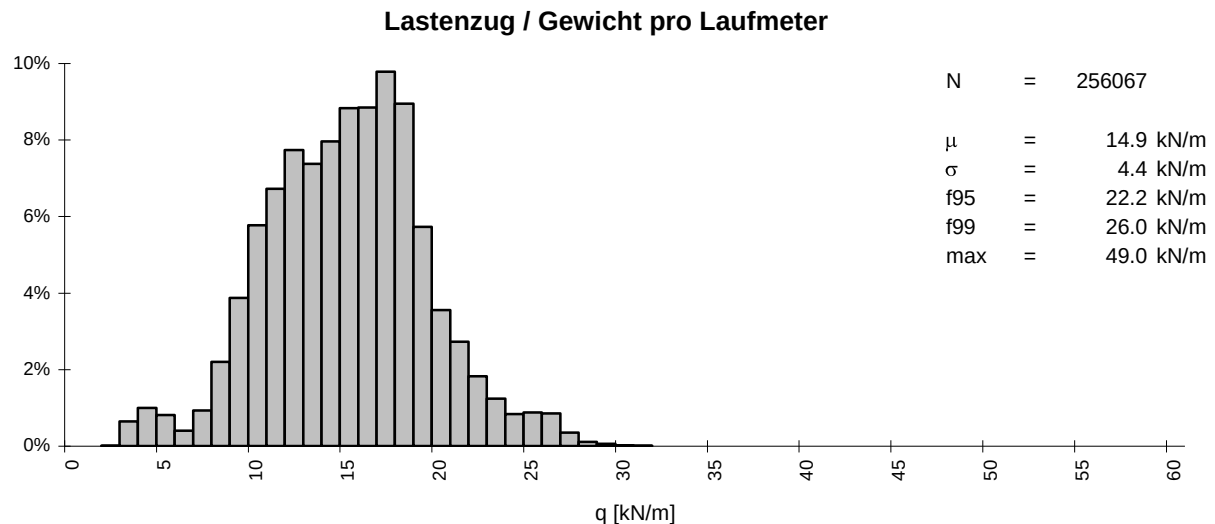


3.3.6 Lastenzüge (SZ)

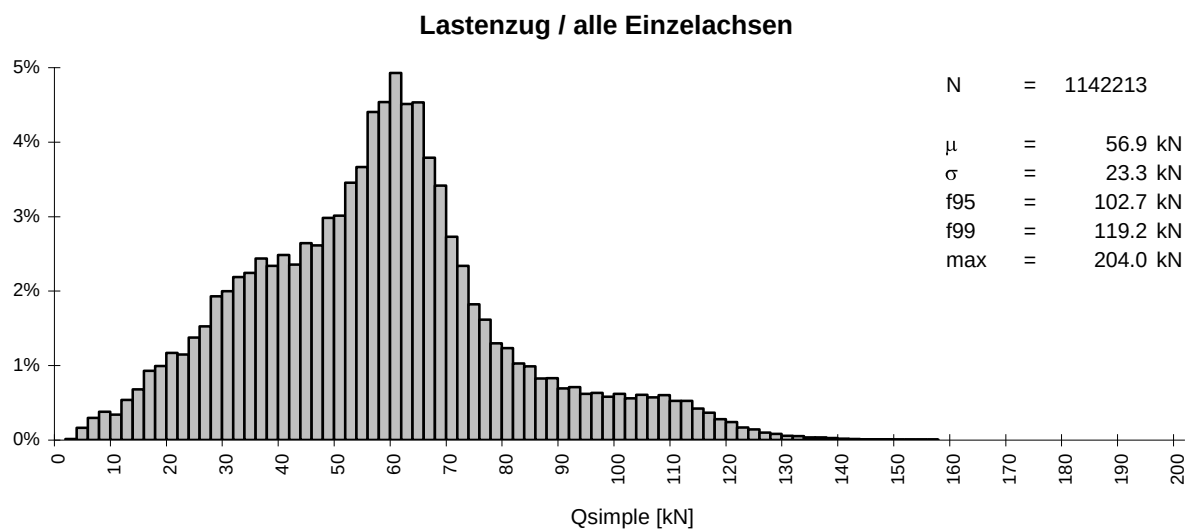
Gotthard 2004



Gotthard 2004

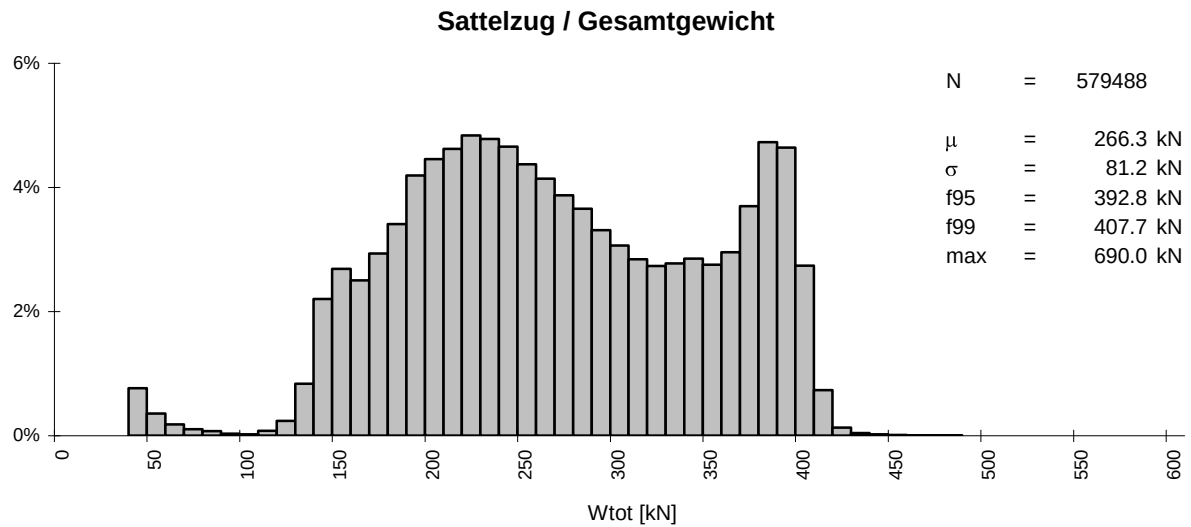


Gotthard 2004

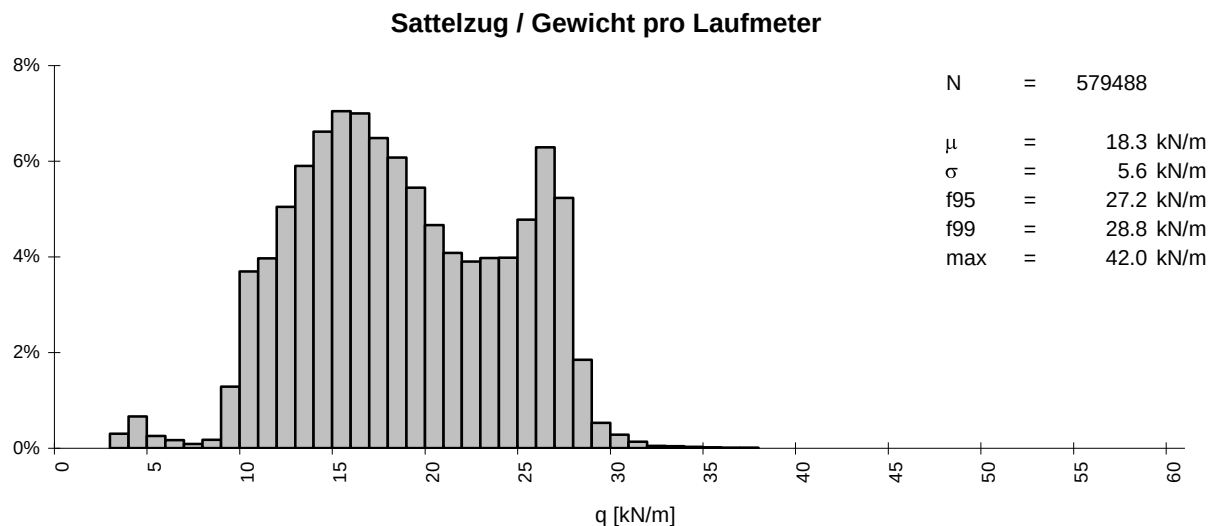


3.3.7 Sattelzüge (SZ)

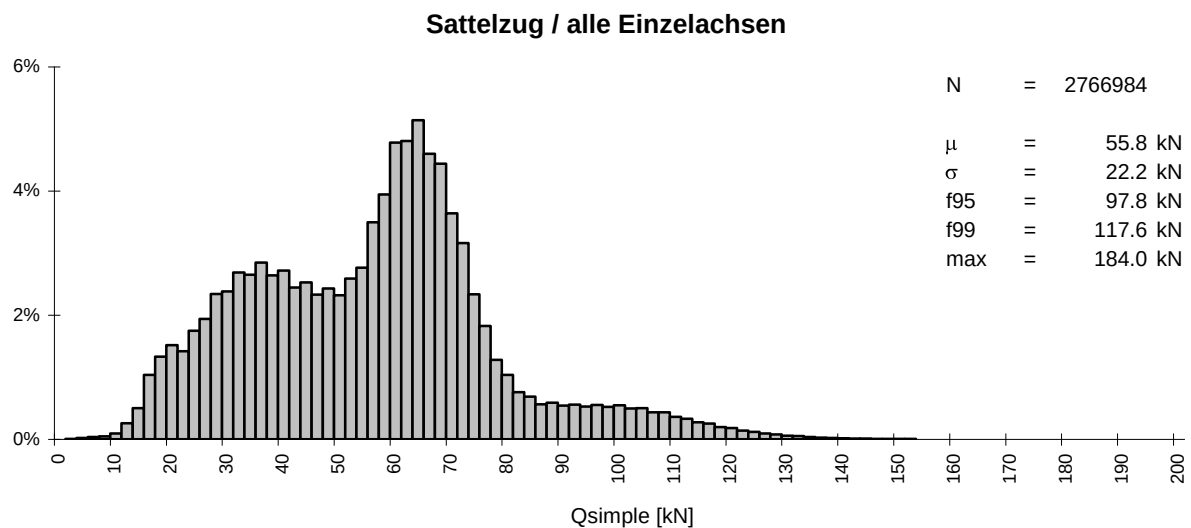
Gotthard 2004



Gotthard 2004



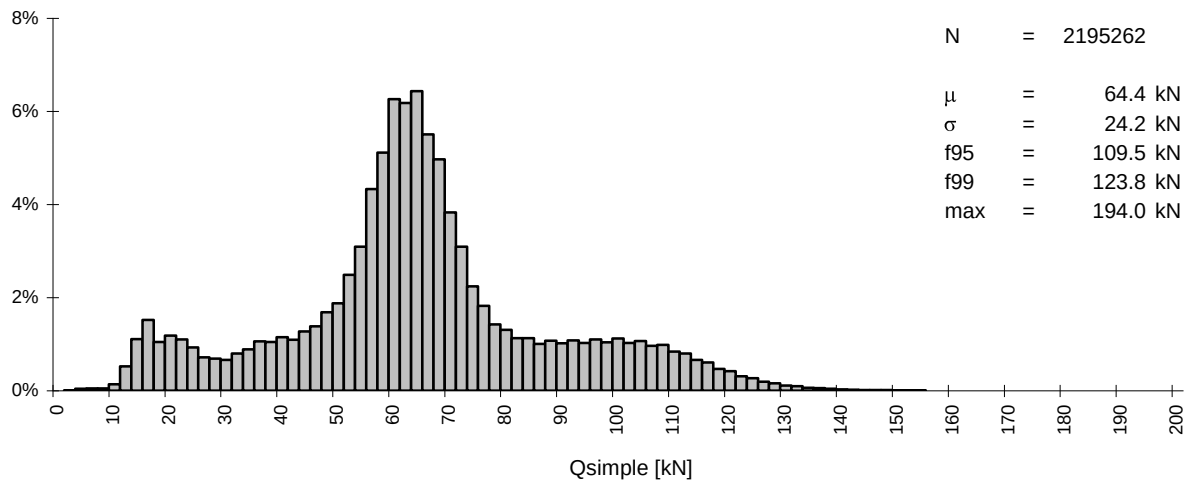
Gotthard 2004



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

Gotthard 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Gotthard 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Gotthard 2004

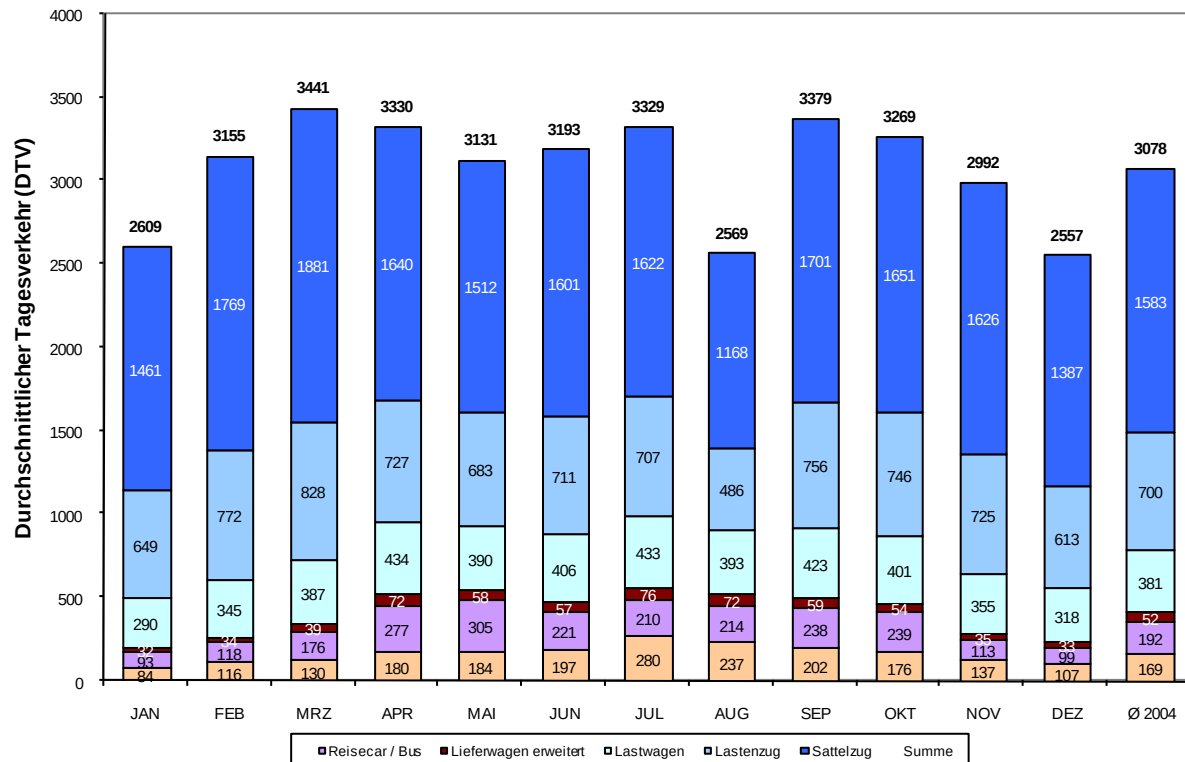
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



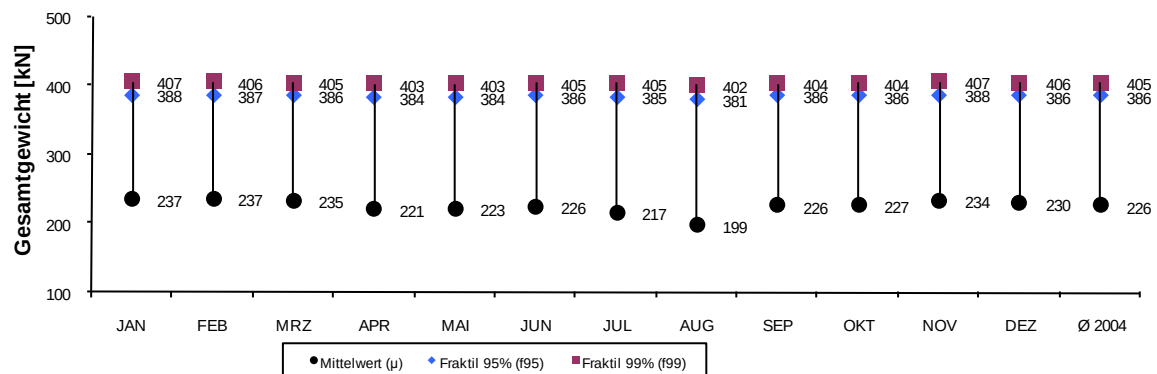
3.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

3.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

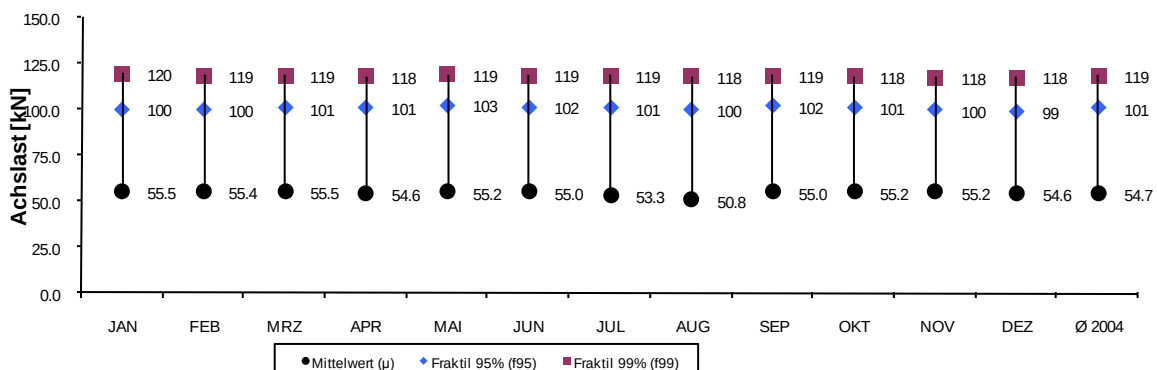
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

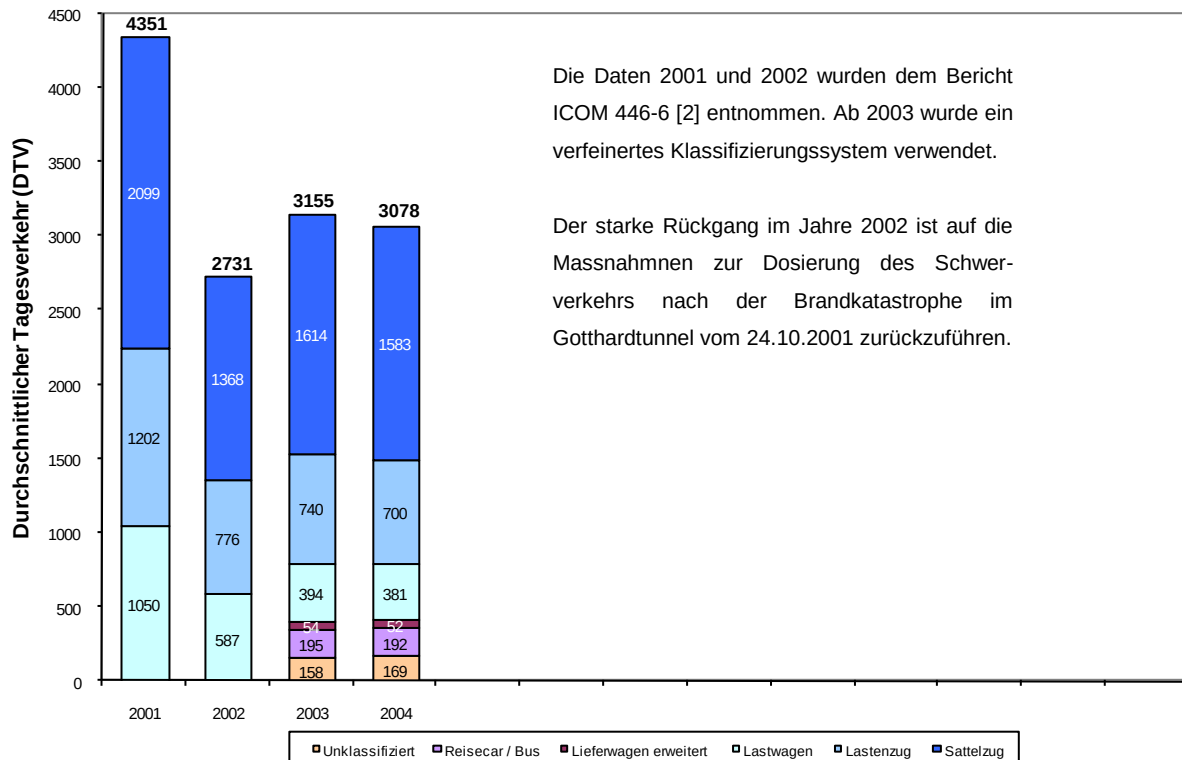


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

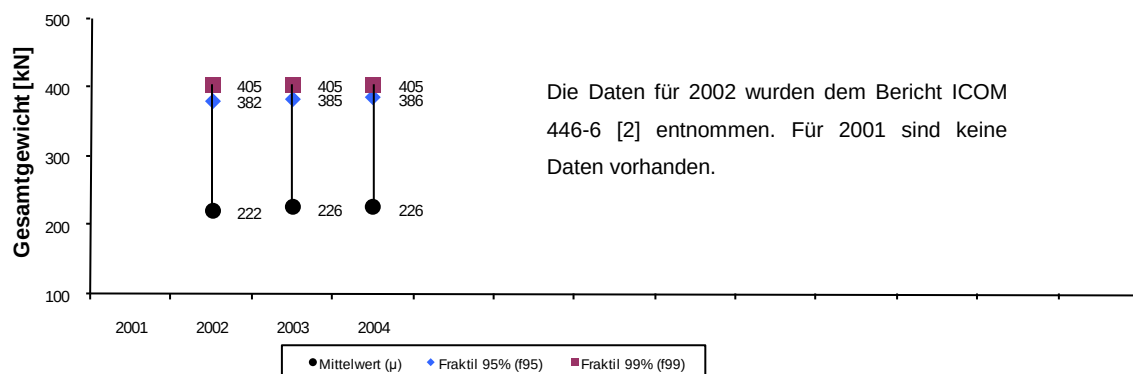


3.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

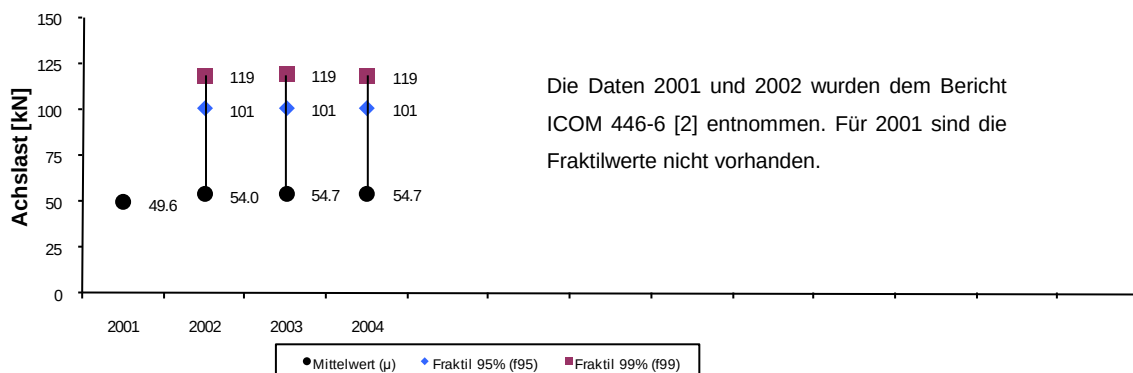
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktil 95% [kN]	Fraktil 99% [kN]
Einzelachse	64.4	64.4	109.5	123.8
Tandemachse	101.3	50.7	84.2	98.2
Tridemachse	137.9	46.0	74.2	79.9
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 64.4 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.7 kN, respektive 46.0 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	16.3 kN/m	26.6 kN/m	29.7 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.66 kN/m ²	7.60 kN/m ²	8.49 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	6'058	3	0.000	1'197	0	0.000	3	0
2	0.006	117'990	708	0.001	4'225	3	0.000	93	0
3	0.020	89'810	1'796	0.003	2'927	9	0.001	322	0
4	0.070	108'146	7'570	0.008	5'626	45	0.002	664	1
5	0.150	160'160	24'024	0.020	14'198	284	0.005	7'508	38
6	0.290	467'273	135'509	0.030	27'801	834	0.010	25'116	251
7	0.530	590'822	313'136	0.060	31'863	1'912	0.020	17'966	359
8	1.000	217'078	217'078	0.100	34'640	3'464	0.030	20'889	627
9	1.520	117'307	178'307	0.140	34'021	4'763	0.040	36'747	1'470
10	2.400	117'680	282'432	0.200	36'527	7'305	0.060	30'358	1'821
11	3.660	107'015	391'675	0.280	37'903	10'613	0.080	31'697	2'536
12	5.400	64'929	350'617	0.400	37'739	15'096	0.110	39'268	4'319
13	7.760	22'895	177'665	0.540	33'092	17'870	0.140	27'788	3'890
14	10.870	6'115	66'470	0.730	24'375	17'794	0.190	25'892	4'919
15	14.910	1'496	22'305	0.960	16'269	15'618	0.240	30'928	7'423
16	20.060	373	7'482	1.260	11'168	14'072	0.300	20'606	6'182
17	26.540	91	2'415	1.630	8'233	13'420	0.380	19'626	7'458
18	34.590	21	726	2.080	6'628	13'786	0.480	26'889	12'907
19	-	-	-	2.640	4'662	12'308	0.590	21'171	12'491
20	-	-	-	3.300	2'864	9'451	0.720	22'723	16'361
21	-	-	-	4.090	1'535	6'278	0.880	32'058	28'211
22	-	-	-	5.030	666	3'350	1.060	21'292	22'570
23	-	-	-	-	-	-	1.270	15'169	19'265
24	-	-	-	-	-	-	1.520	9'504	14'446
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'380	4'308
26	-	-	-	-	-	-	2.140	884	1'892
27	-	-	-	-	-	-	2.510	389	976
28	-	-	-	-	-	-	2.940	75	221
29	-	-	-	-	-	-	3.430	42	144
30	-	-	-	-	-	-	3.980	37	147
Summe		2'195'259	2'179'919		378'159	168'274		488'084	175'232

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'179'919 + 168'274 + 175'232 = 2'523'425 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = W/2 = 2'523'425/2 = 1'261'713 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1/\text{Tage} = 1'261'713/366 = 3'447 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 im Gotthardtunnel (A2) zeigen Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 3.4.1a). In den Wintermonaten (November, Dezember, Januar und Februar) sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar.

Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 3.4.1b und 3.4.1c) bleiben über das ganze Jahr hindurch praktisch konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die starken Verkehrsschwankungen zwischen 2001 und 2003 im Gotthardtunnel (siehe 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 2004 passierten pro Tag durchschnittlich 3'078 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'155 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Diagramm 3.4.2a). Dies entspricht einer Abnahme von 2.4 %. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten (siehe Diagramm 3.4.2b und 3.4.2c) bleiben im Vergleich zu den Vorjahren praktisch konstant.

4 PLAZZASTUNNEL (A13)

4.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (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	344	02.02 16.-29.02 01.-07.03	- Die Tagesdaten vom 02.02.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 16. bis 29.02.2004 können wegen Gerätestörungen nicht verarbeitet werden - Die Tagesdaten vom 01. bis 07.03.2004 fehlen wegen Gerätestörungen

4.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

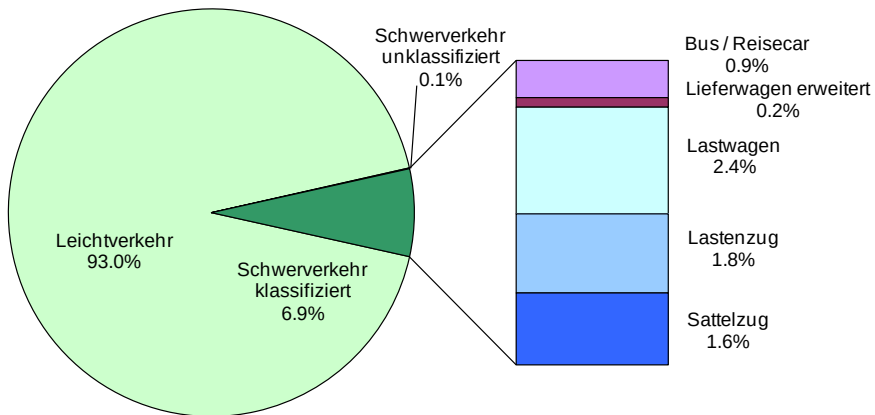
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Plazzas (A13) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 dargestellt.

Plazzas (A13) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 344)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	5'072'968	14'747	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'717'259	13'713	93.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	355'709	1'034	7.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	3'183	9	0.1	0.9
01 Bus / Reisecar	43'255	126	0.9	12.2
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	0	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	4'667	14	0.1	1.3
05 Lieferwagen	0	0	0.0	0.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	6'503	19	0.1	1.8
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	123'120	358	2.4	34.6
09 Lastenzug	91'842	267	1.8	25.8
10 Sattelzug	83'139	242	1.6	23.4
Total	355'709	1'034	7.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	73'147	213	1.4	20.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	132'368	385	2.6	37.2
Fahrzeuge 18 - 28t	78'824	229	1.6	22.2
Fahrzeuge 28 - 40t	68'226	198	1.3	19.2
Fahrzeuge > 40t	3'144	9	0.1	0.9
Total	355'709	1'034	7.0	100.0

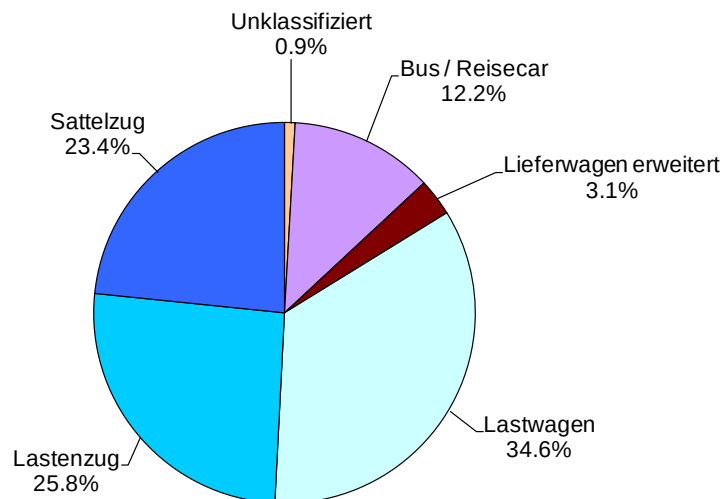
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Plazzas

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

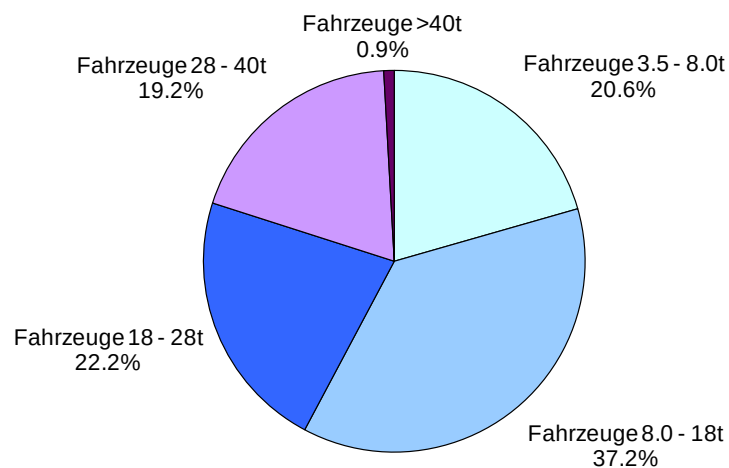
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



4.3 MESSDIAGRAMME

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Plazzas (A13) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 4.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 4.3.3 Reiscars 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 4.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

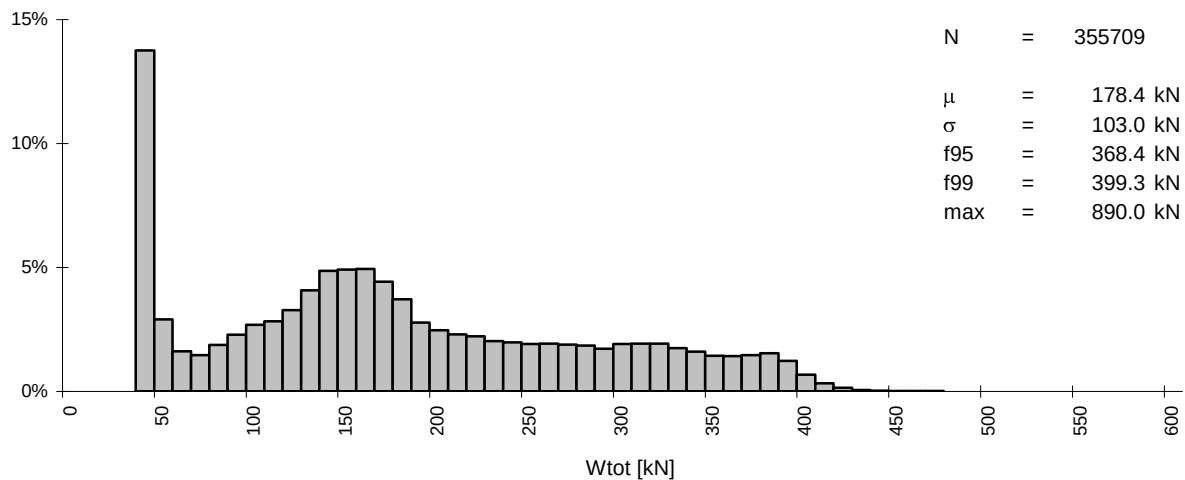
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

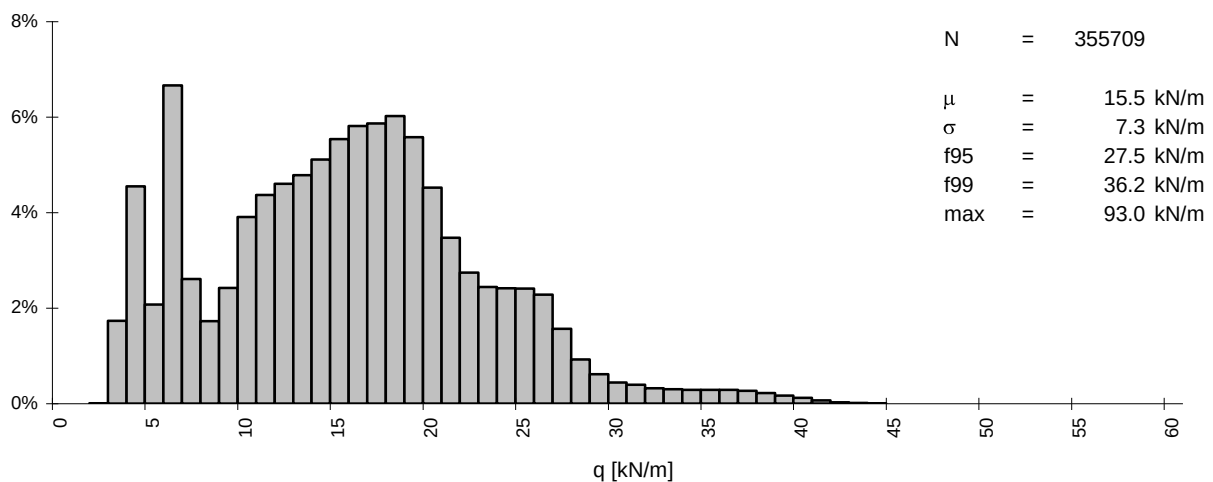
Plazzas 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



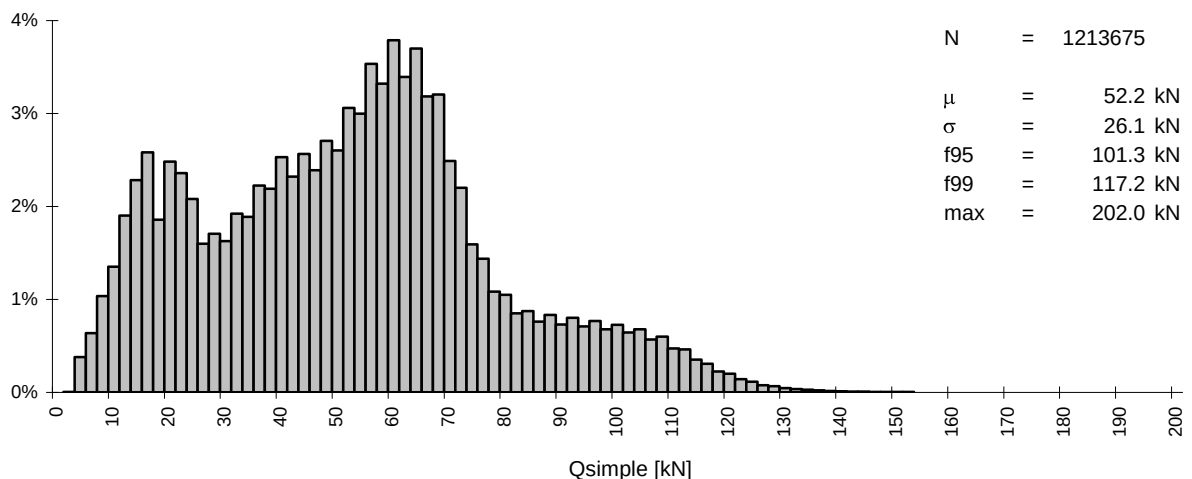
Plazzas 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



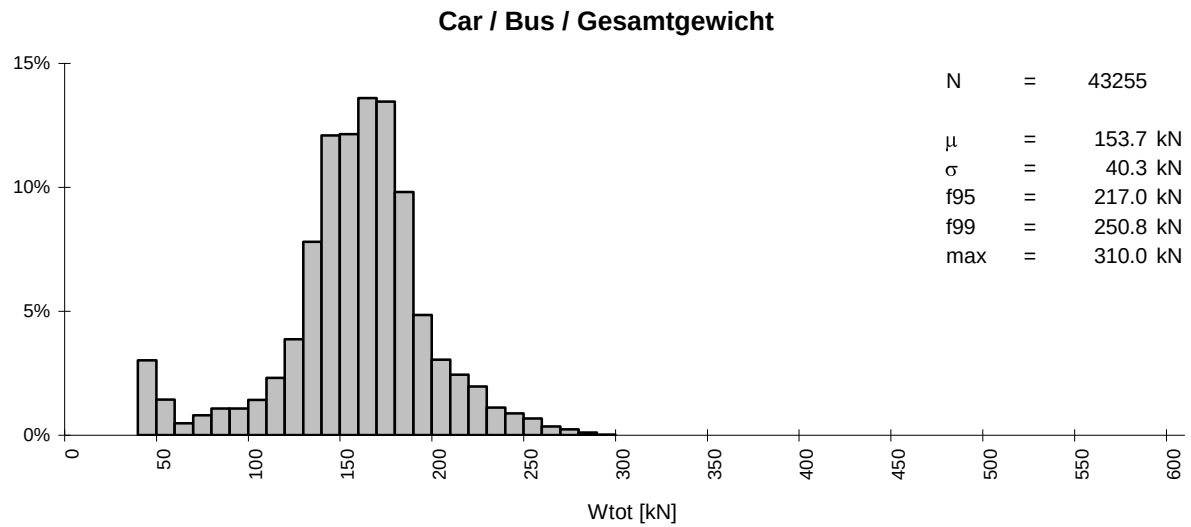
Plazzas 2004

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

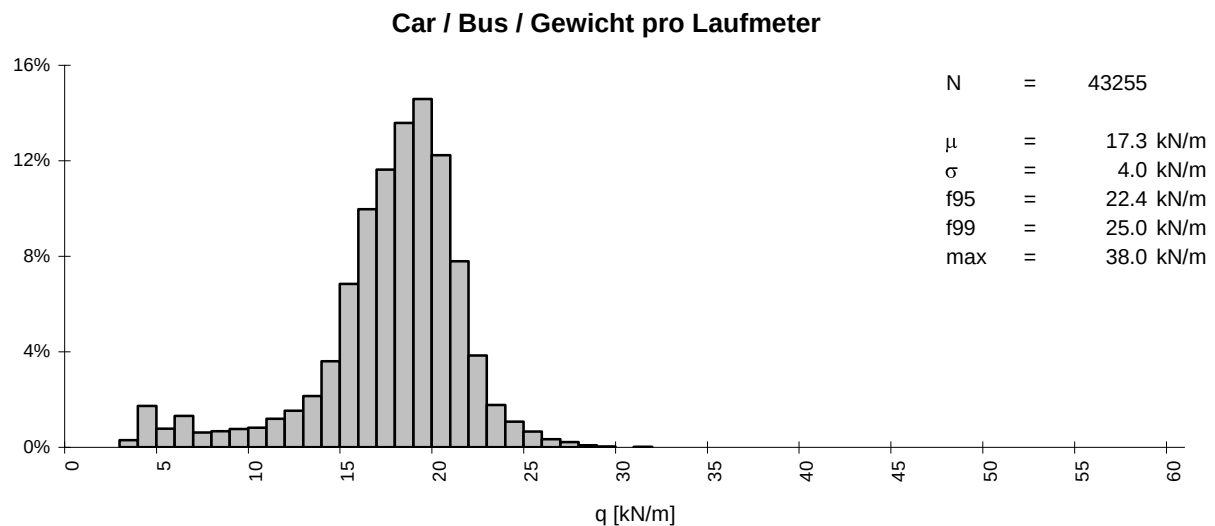


4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

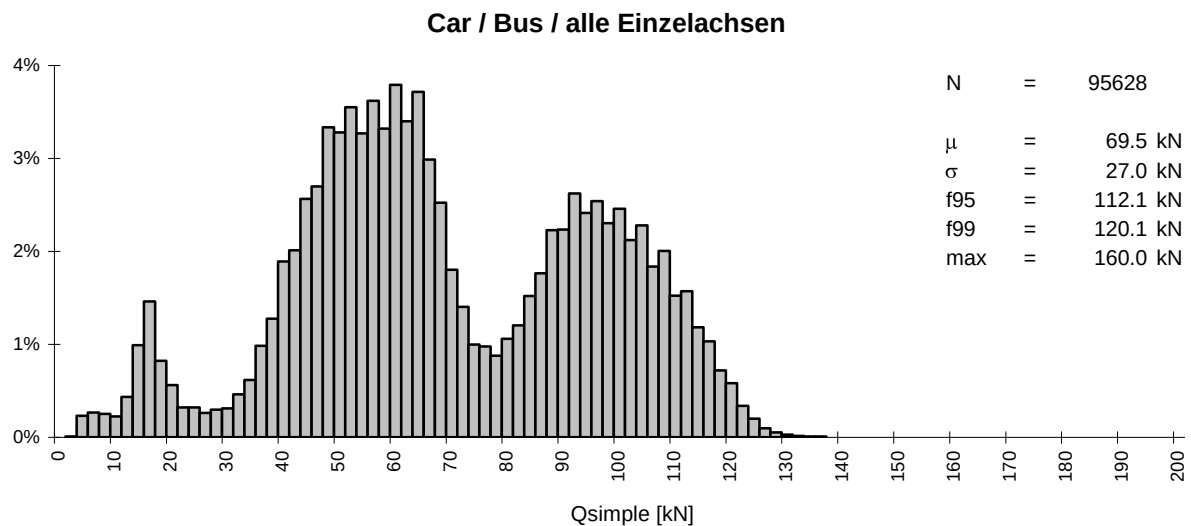
Plazzas 2004



Plazzas 2004



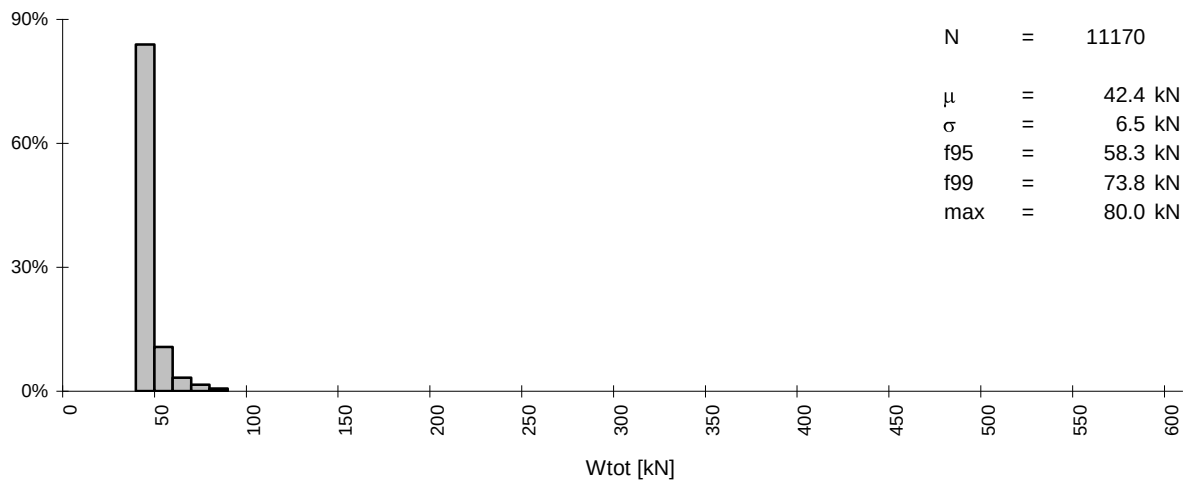
Plazzas 2004



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

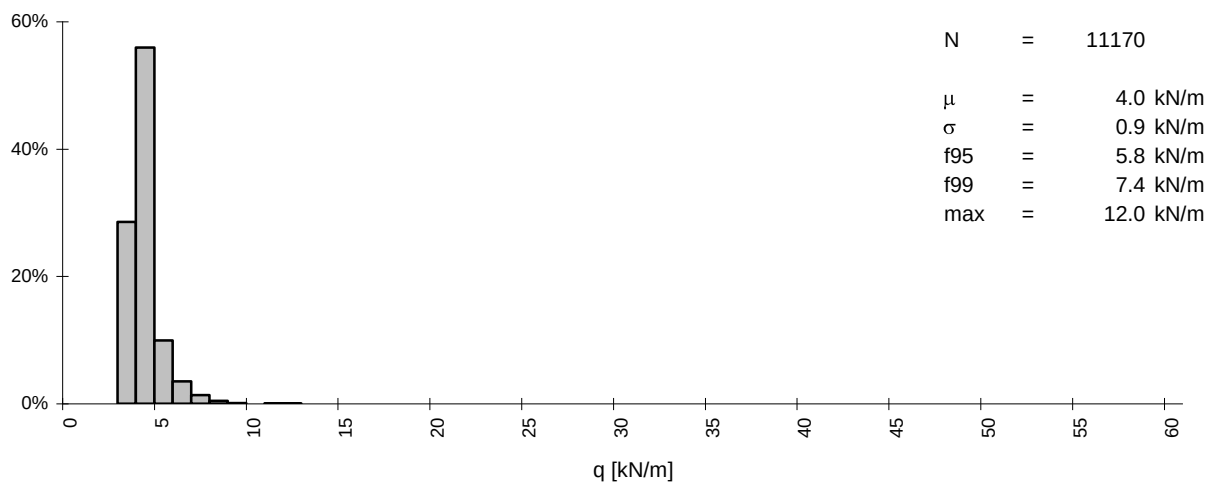
Plazzas 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



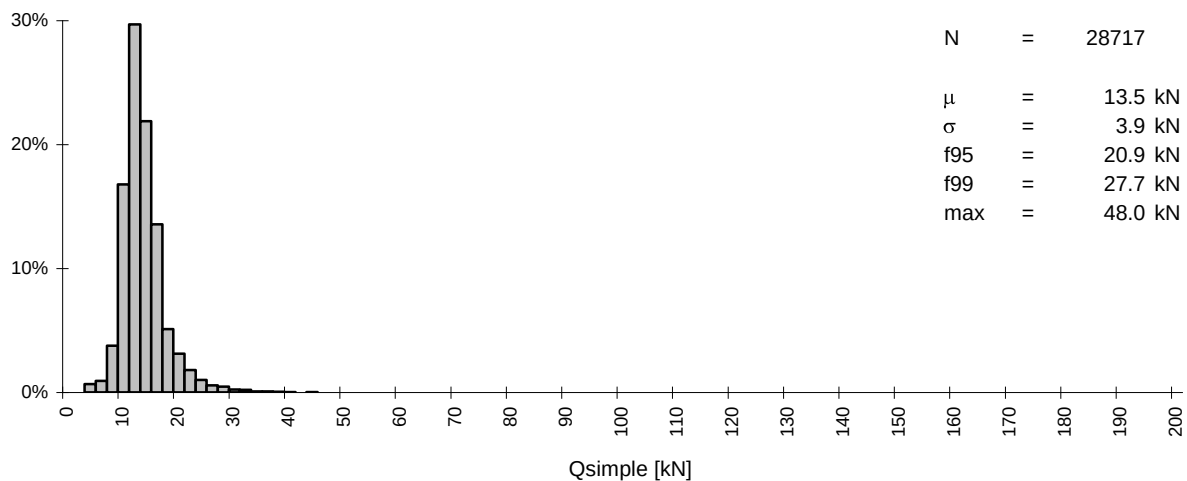
Plazzas 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2004

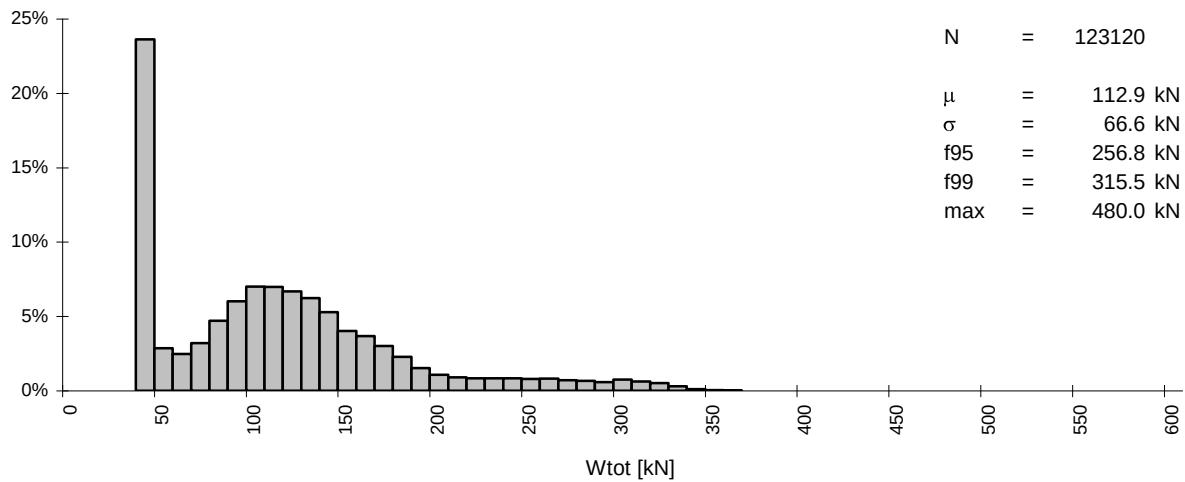
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

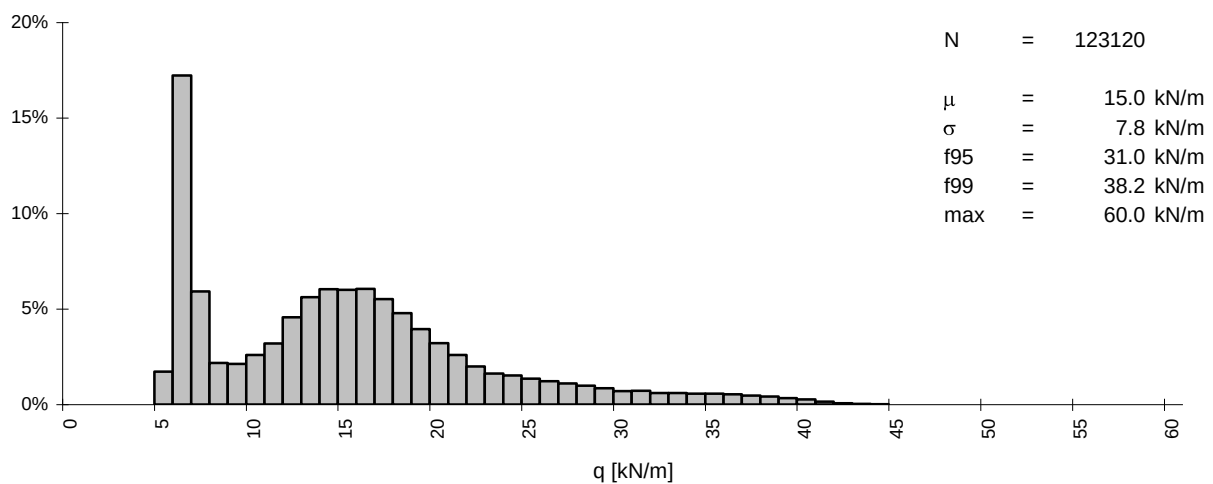
Plazzas 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



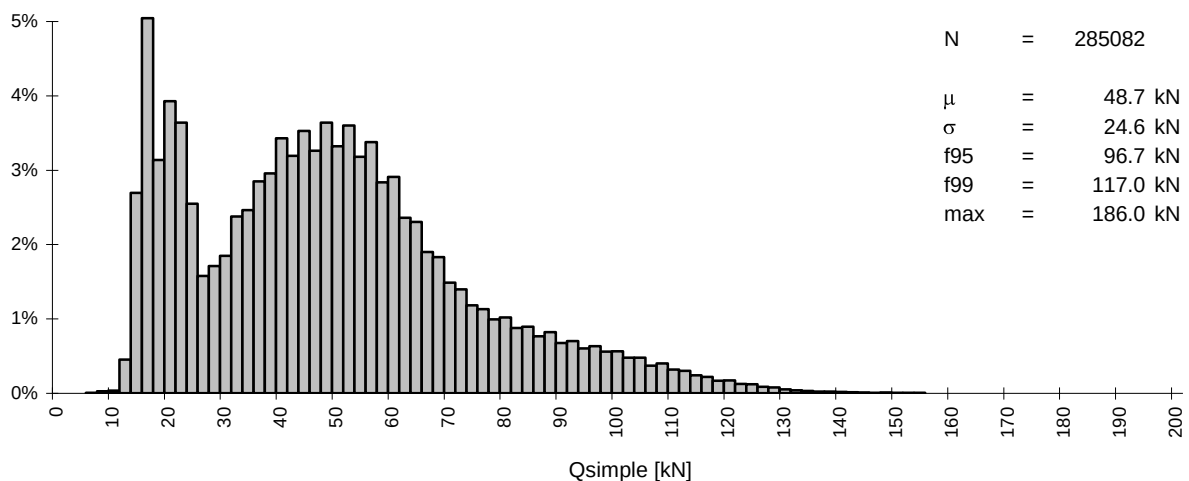
Plazzas 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2004

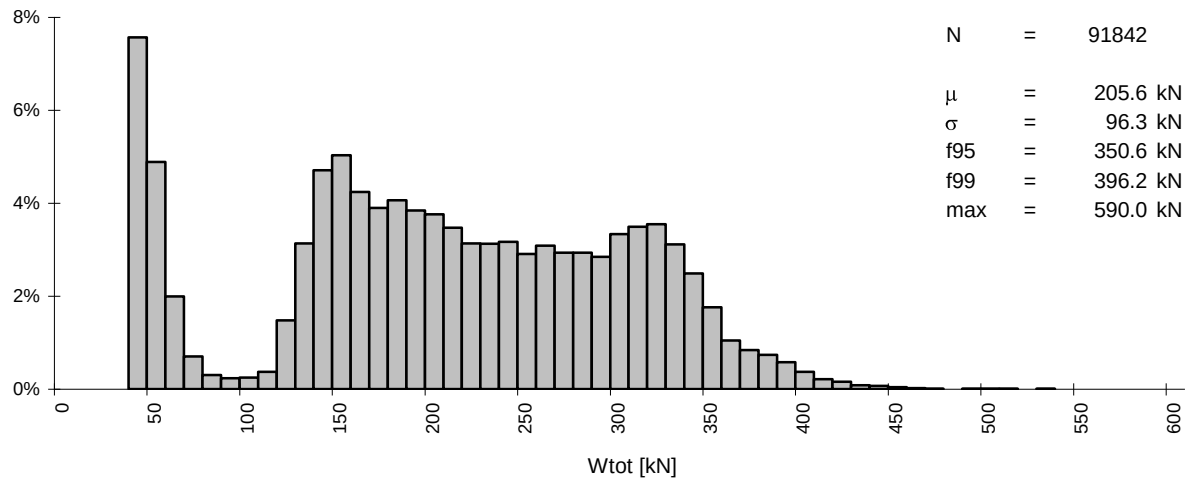
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (LZ)

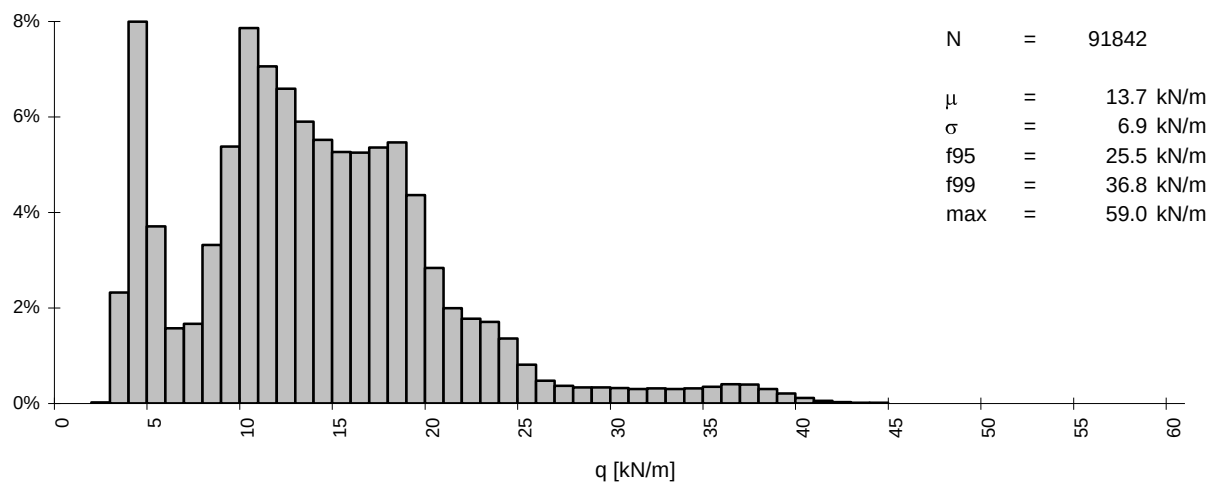
Plazzas 2004

Lastenzug / Gesamtgewicht



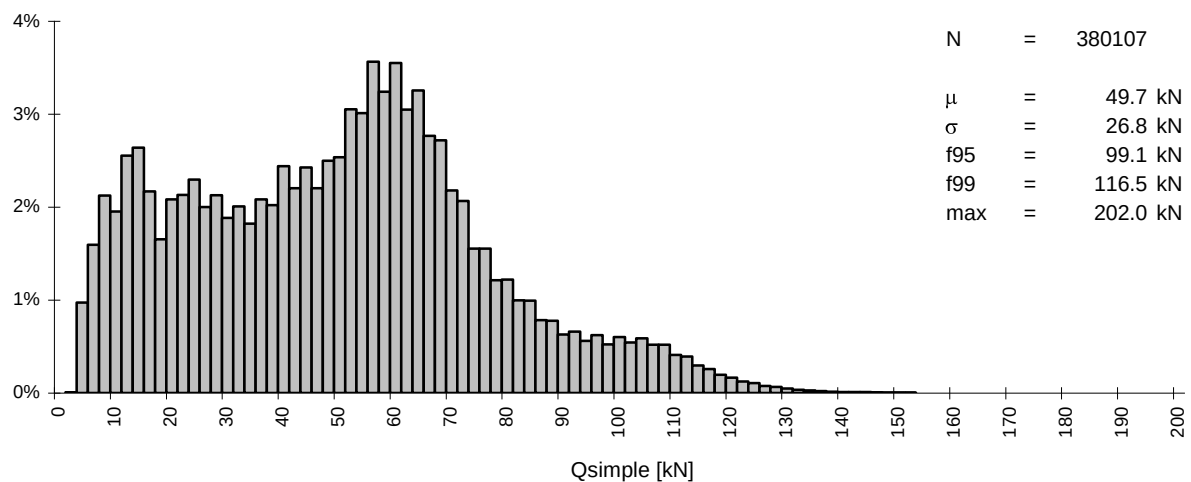
Plazzas 2004

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



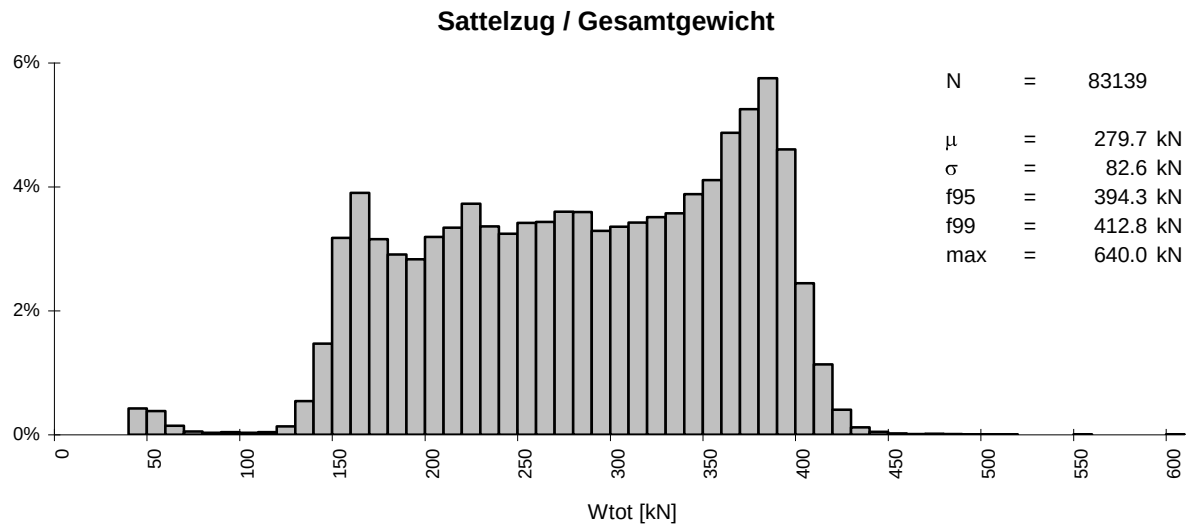
Plazzas 2004

Lastenzug / alle Einzelachsen

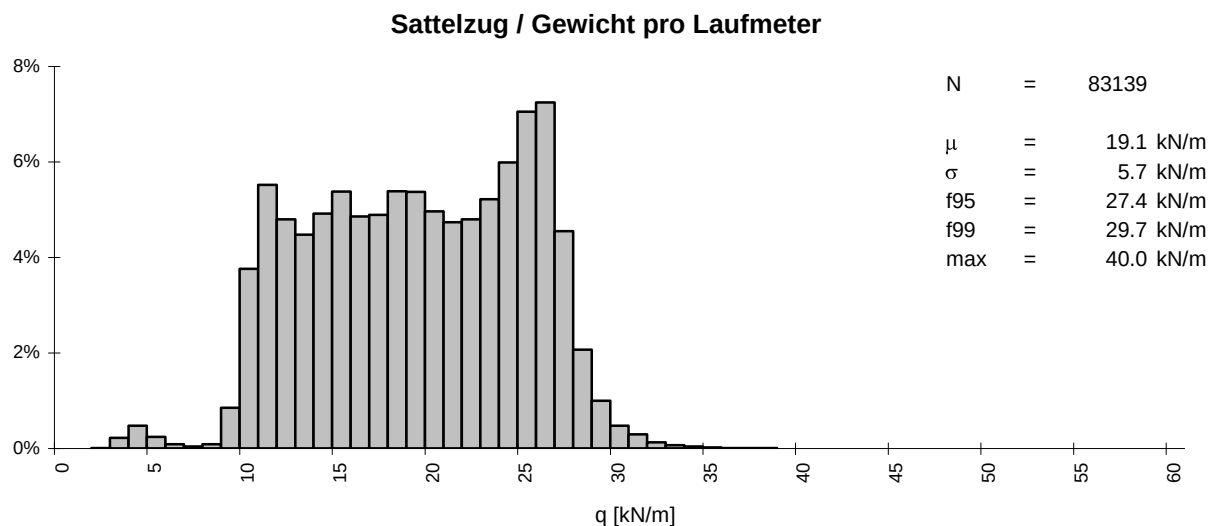


4.3.7 Sattelzüge (SZ)

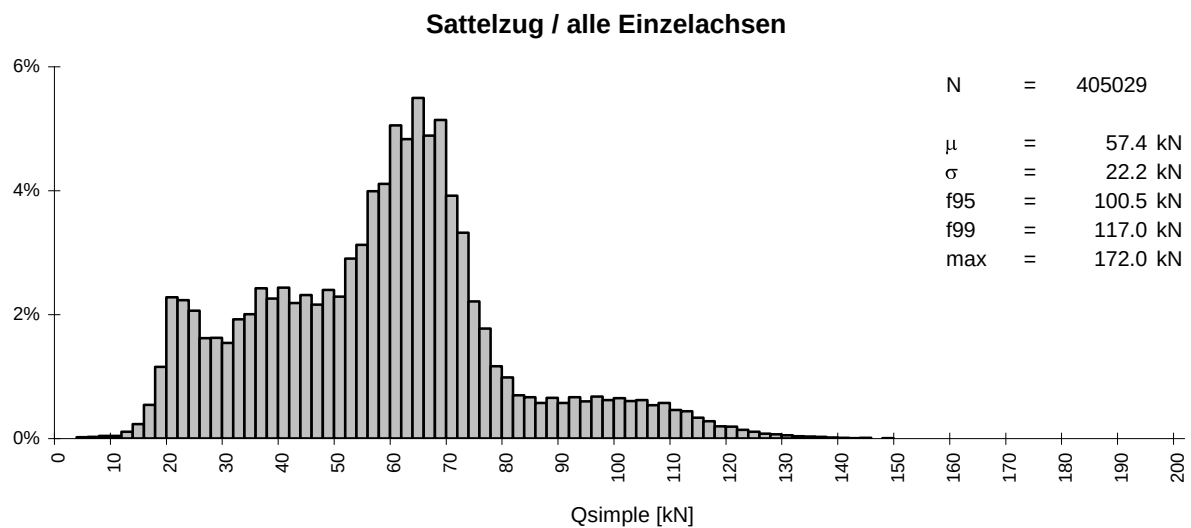
Plazzas 2004



Plazzas 2004



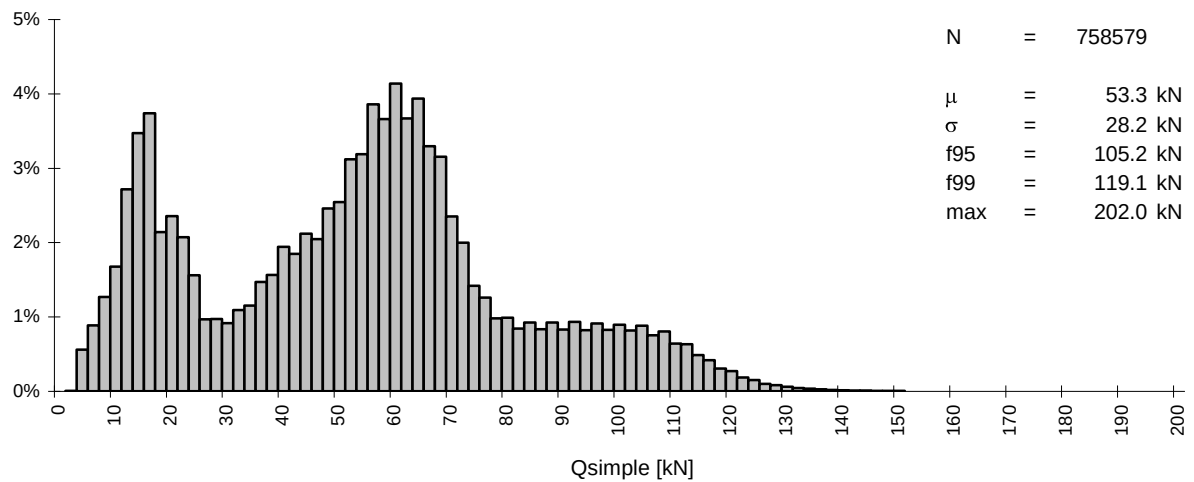
Plazzas 2004



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

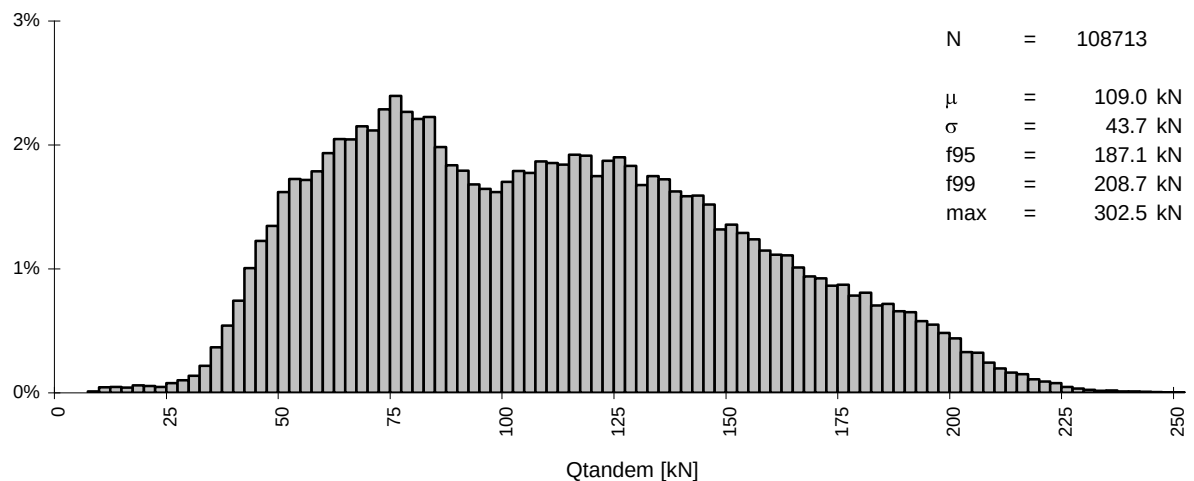
Plazzas 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



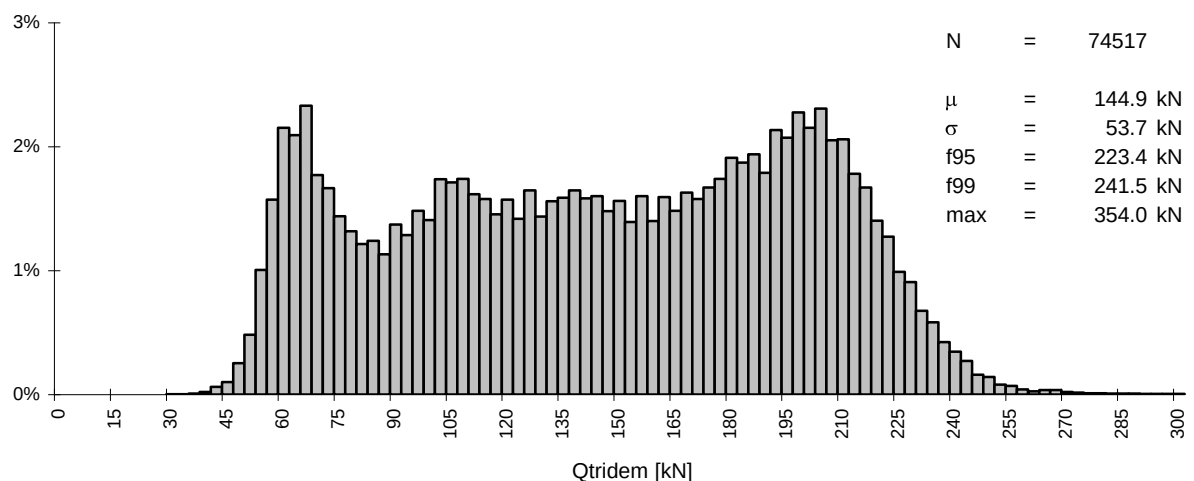
Plazzas 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Plazzas 2004

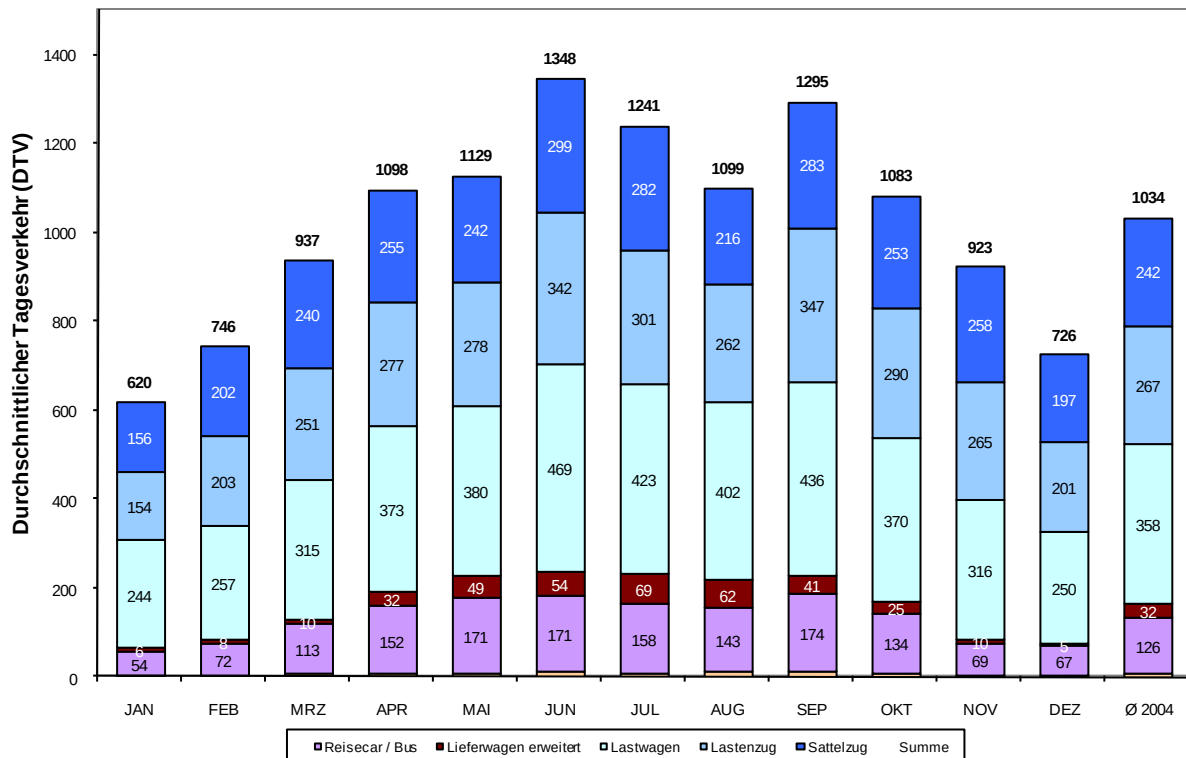
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



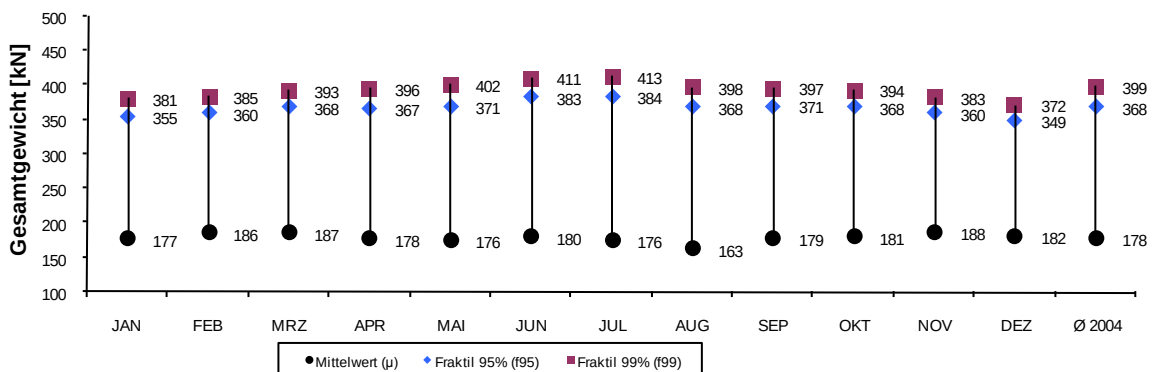
4.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

4.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

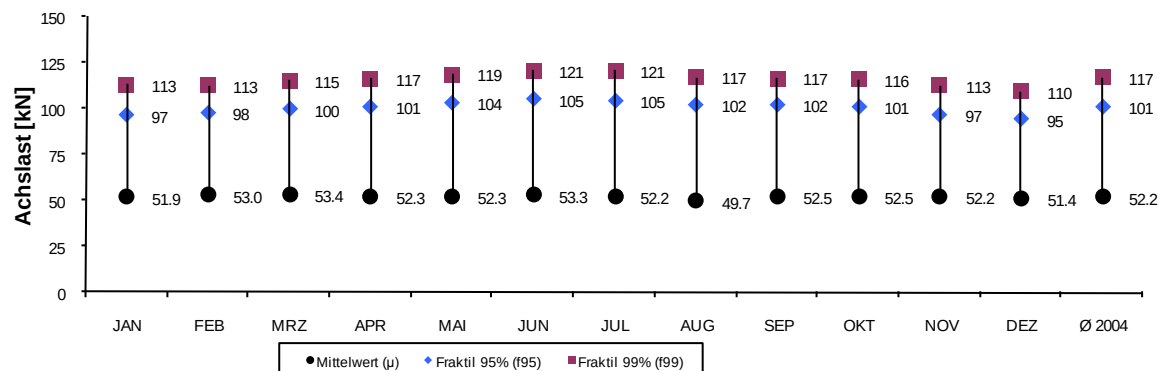
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

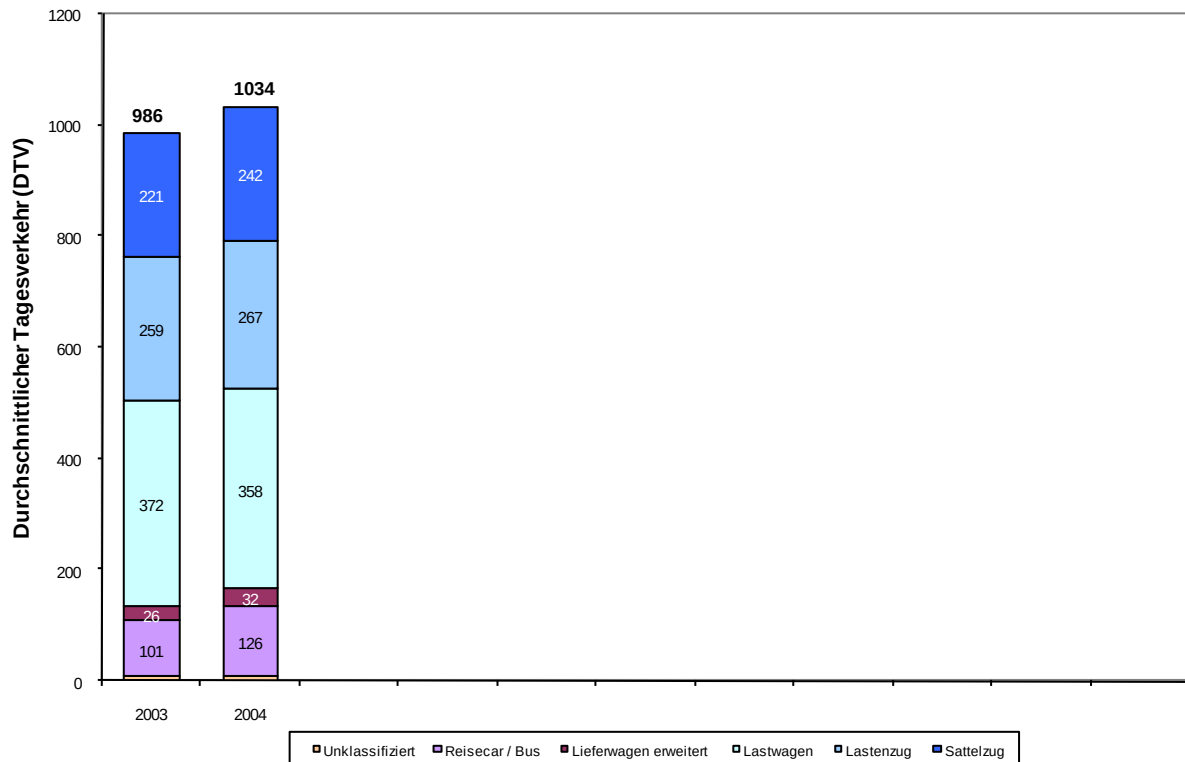


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

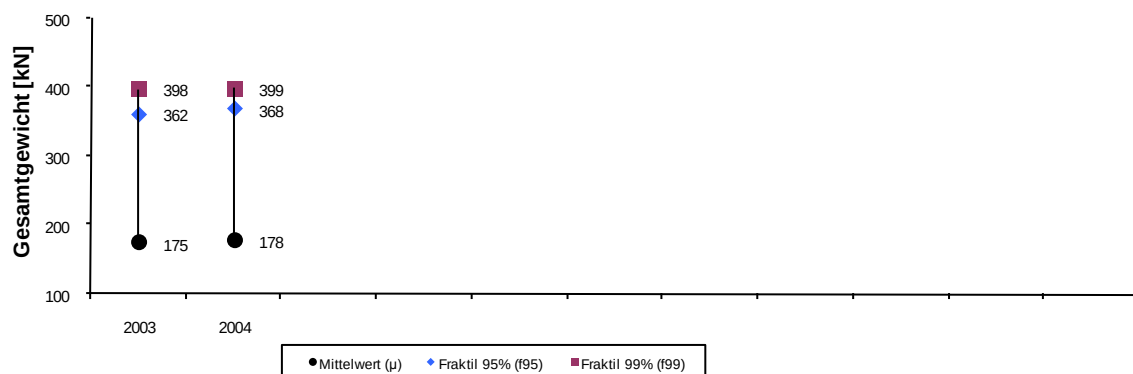


4.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

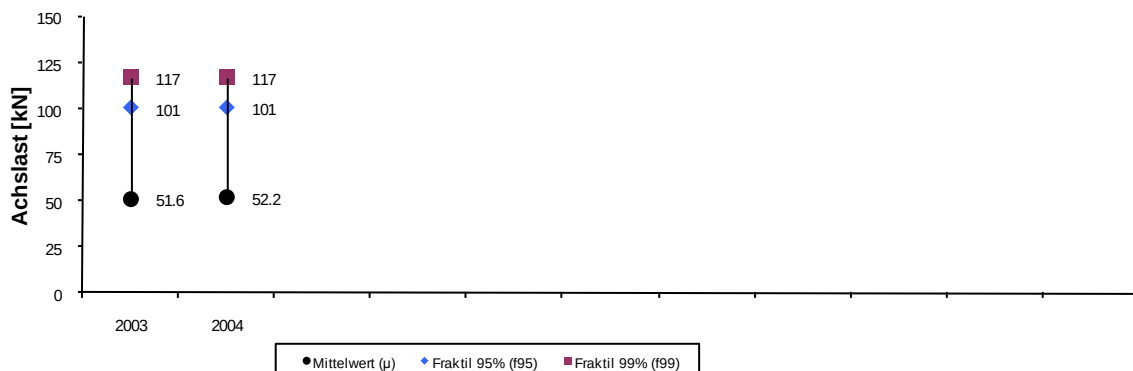
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	53.3	53.3	105.2	119.1
Tandemachse	109.0	54.5	93.6	104.4
Tridemachse	144.9	48.3	74.5	80.5
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen, mit einer mittleren Achslast von 53.3 kN, respektive 54.5 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 48.3 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	15.5 kN/m	27.5 kN/m	36.2 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.43 kN/m ²	7.86 kN/m ²	10.3 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.10 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen über 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	33'294	17	0.000	60	0	0.000	0	0
2	0.006	109'341	656	0.001	220	0	0.000	0	0
3	0.020	49'192	984	0.003	391	1	0.001	1	0
4	0.070	54'758	3'833	0.008	2'026	16	0.002	23	0
5	0.150	83'494	12'524	0.020	5'647	113	0.005	308	2
6	0.290	136'270	39'518	0.030	7'785	234	0.010	3'884	39
7	0.530	124'417	65'941	0.060	9'083	545	0.020	4'617	92
8	1.000	50'397	50'397	0.100	9'953	995	0.030	3'294	99
9	1.520	33'033	50'210	0.140	8'515	1'192	0.040	3'693	148
10	2.400	33'226	79'742	0.200	7'225	1'445	0.060	3'110	187
11	3.660	29'539	108'113	0.280	7'914	2'216	0.080	3'866	309
12	5.400	15'997	86'384	0.400	8'067	3'227	0.110	4'635	510
13	7.760	4'348	33'740	0.540	7'910	4'271	0.140	3'352	469
14	10.870	984	10'696	0.730	7'260	5'300	0.190	3'573	679
15	14.910	228	3'399	0.960	6'285	6'034	0.240	4'639	1'113
16	20.060	50	1'003	1.260	5'203	6'556	0.300	3'272	982
17	26.540	8	212	1.630	4'327	7'053	0.380	3'505	1'332
18	34.590	1	35	2.080	3'616	7'521	0.480	5'140	2'467
19	-	-	-	2.640	2'964	7'825	0.590	4'170	2'460
20	-	-	-	3.300	2'225	7'343	0.720	4'830	3'478
21	-	-	-	4.090	1'182	4'834	0.880	6'384	5'618
22	-	-	-	5.030	556	2'797	1.060	3'617	3'834
23	-	-	-	-	-	-	1.270	2'362	3'000
24	-	-	-	-	-	-	1.520	1'510	2'295
25	-	-	-	-	-	-	1.810	427	773
26	-	-	-	-	-	-	2.140	142	304
27	-	-	-	-	-	-	2.510	88	221
28	-	-	-	-	-	-	2.940	28	82
29	-	-	-	-	-	-	3.430	16	55
30	-	-	-	-	-	-	3.980	13	52
Summe		758'577	547'405		108'414	69'518		74'499	30'599

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 547'405 + 69'518 + 30'599 = 647'522 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \times W = 0.5 \times 647'522 = 323'761 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 323'761 / 344 = 941 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T4 (schwer).

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 im Plazzastunnel (A13) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 4.4.1a). In den Monaten November bis Januar 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 34.6% (siehe Abschnitt 4.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 4.4.1b und 4.4.1c) bleiben relativ konstant. In den Monaten Juni und Juli ist die Belastung bezüglich Gesamtgewicht und Achslast am höchsten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2004 passierten pro Tag durchschnittlich 1'034 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 986 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Diagramm 4.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 4.9 %. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 4.4.2b und 4.4.2c) bleiben relativ konstant.

5 DENGES (A1)

5.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Denges (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
405/406 - Denges (A1)	2	366	keine	Gerätestörungen vom 28.01. bis 02.02.2004

5.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

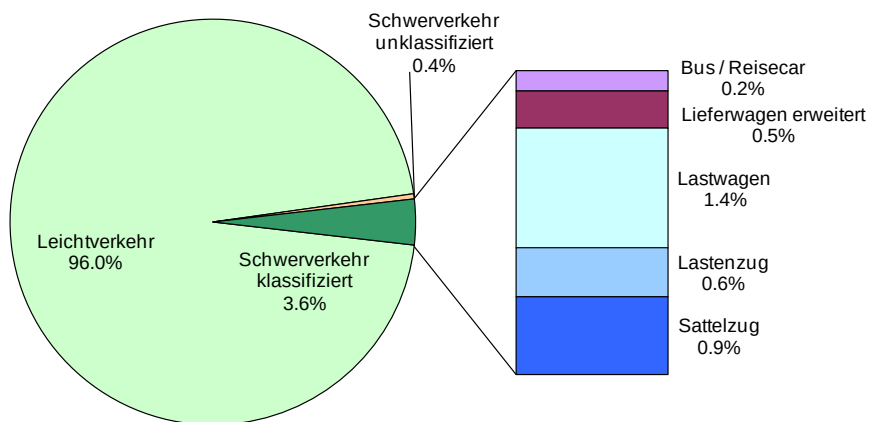
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in der Tabelle 5 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 dargestellt.

Denges (A1) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 366)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	28'133'322	76'867	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	26'994'824	73'756	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'138'498	3'111	4.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	115'761	316	0.4	10.2
01 Bus / Reiseкар	68'752	188	0.2	6.0
02 Motorrad	3	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	1'683	5	0.0	0.1
04 Personenwagen mit Anh.	1'238	3	0.0	0.1
05 Lieferwagen	118'033	322	0.4	10.4
06 Lieferwagen mit Anh.	5'225	14	0.0	0.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	449	1	0.0	0.0
08 Lastwagen	399'534	1'092	1.4	35.1
09 Lastenzug	165'419	452	0.6	14.5
10 Sattelzug	262'401	717	0.9	23.0
Total	1'138'498	3'111	4.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	309'114	845	1.1	27.2
Fahrzeuge 8.0 - 18t	465'665	1'272	1.7	40.9
Fahrzeuge 18 - 28t	215'589	589	0.8	18.9
Fahrzeuge 28 - 40t	124'340	340	0.4	10.9
Fahrzeuge > 40t	23'790	65	0.1	2.1
Total	1'138'498	3'111	4.0	100.0

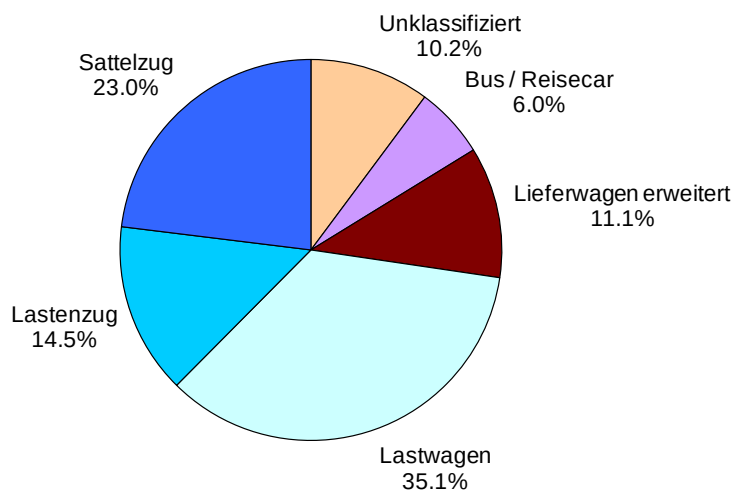
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

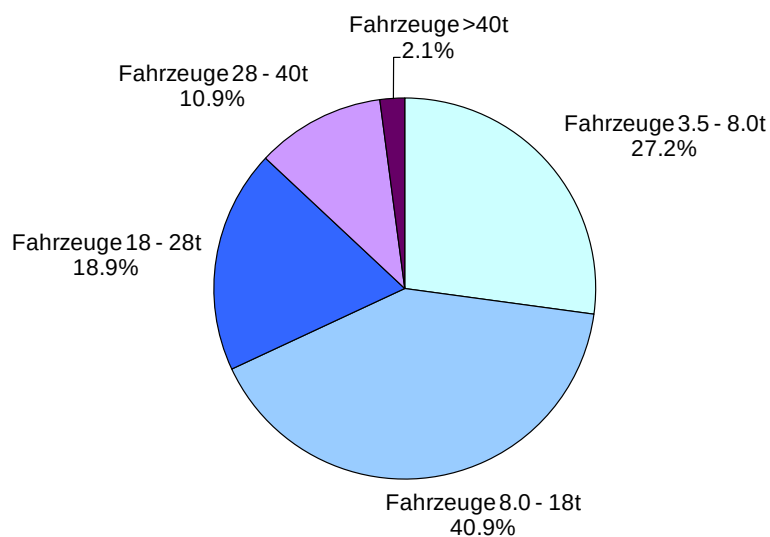
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



5.3 MESSDIAGRAMME

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Denges (A1) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 5.3.3 Reisedeckungs- 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 5.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

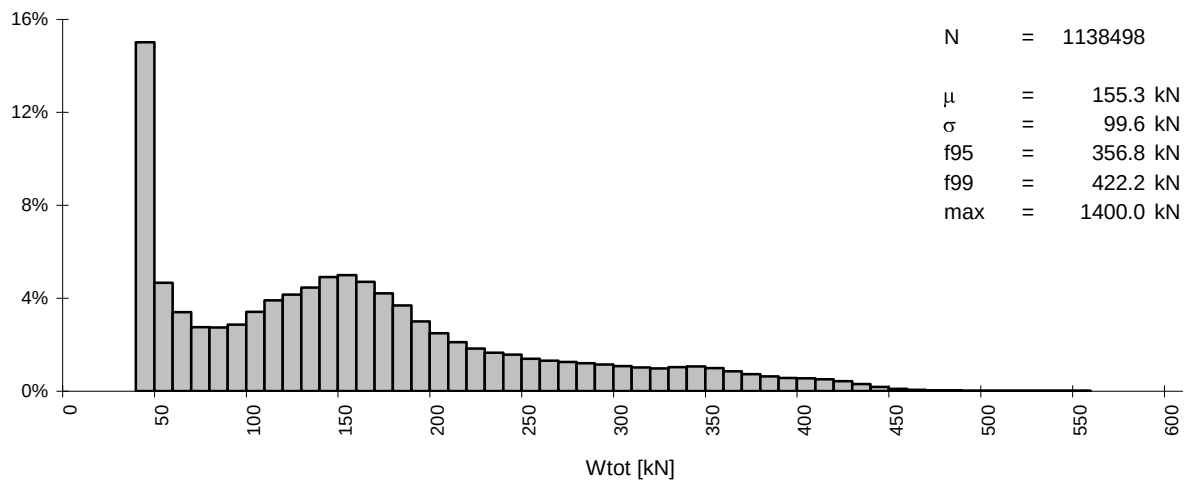
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

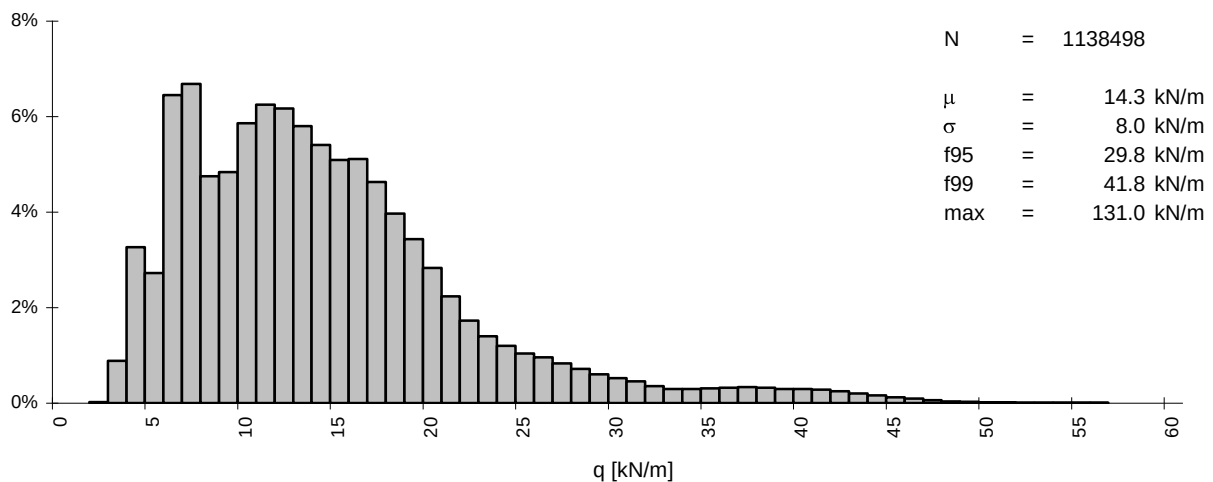
Denges 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



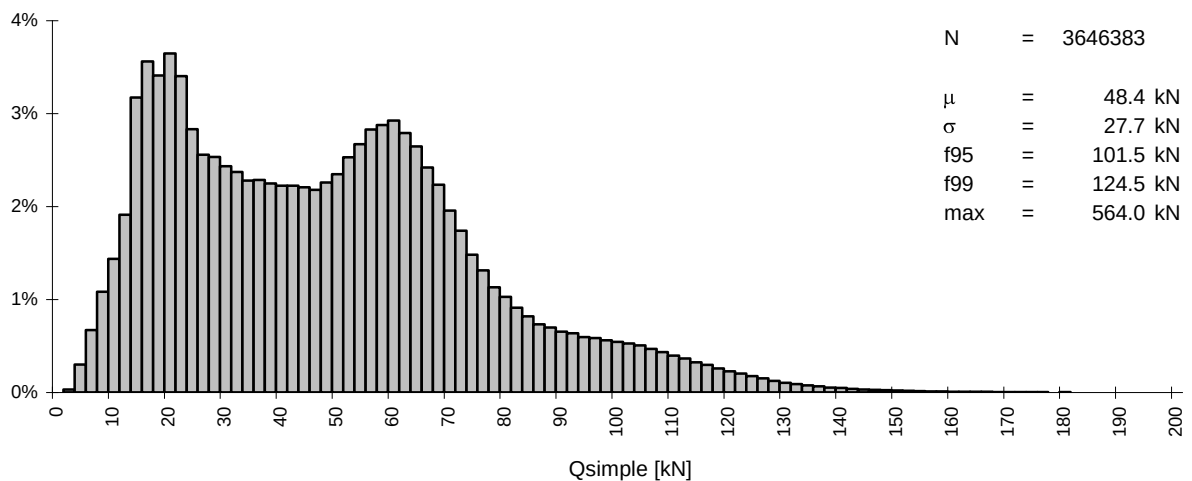
Denges 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



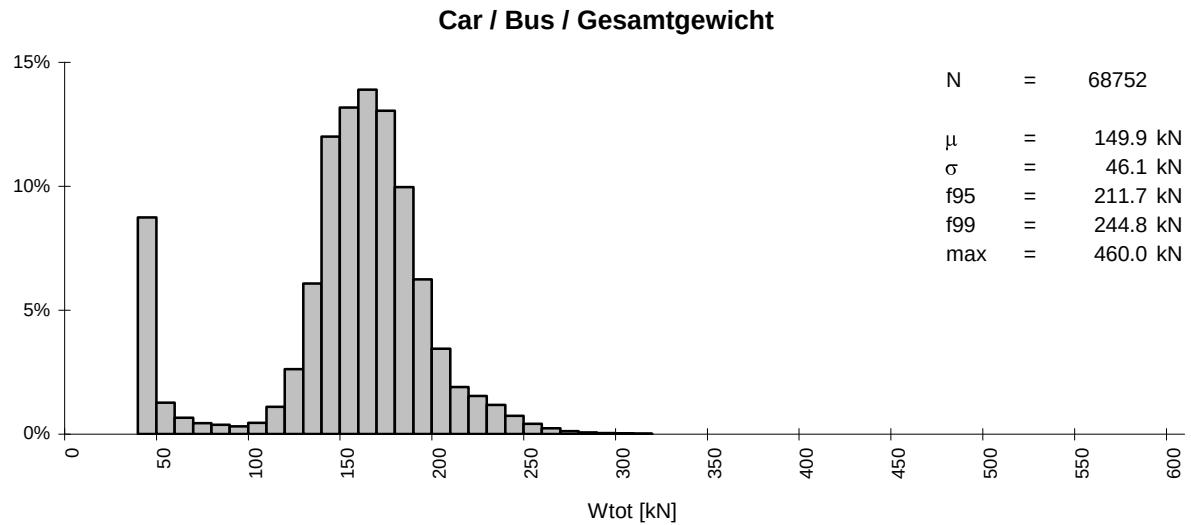
Denges 2004

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

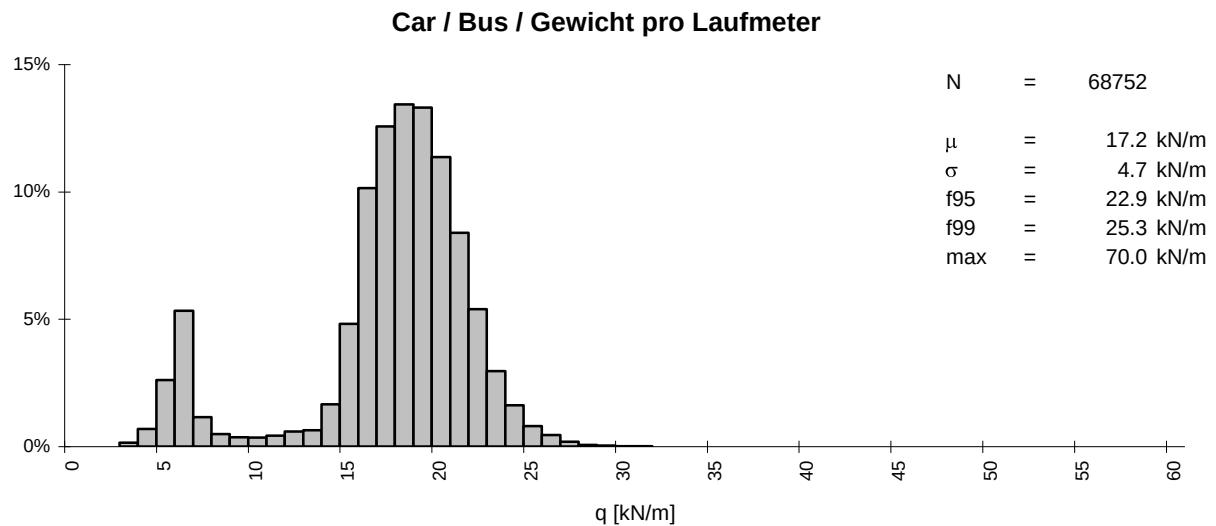


5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

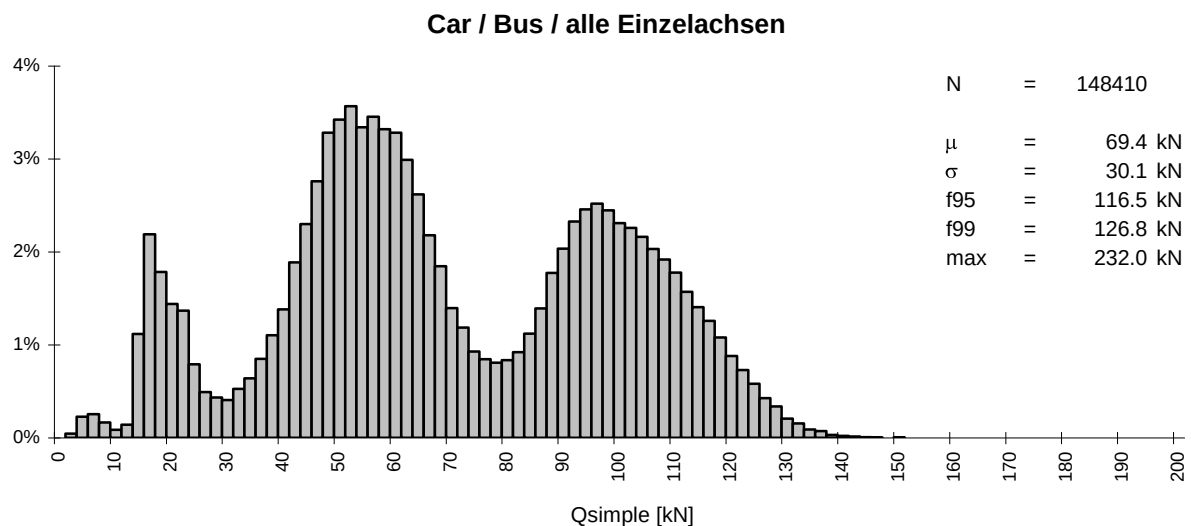
Denges 2004



Denges 2004



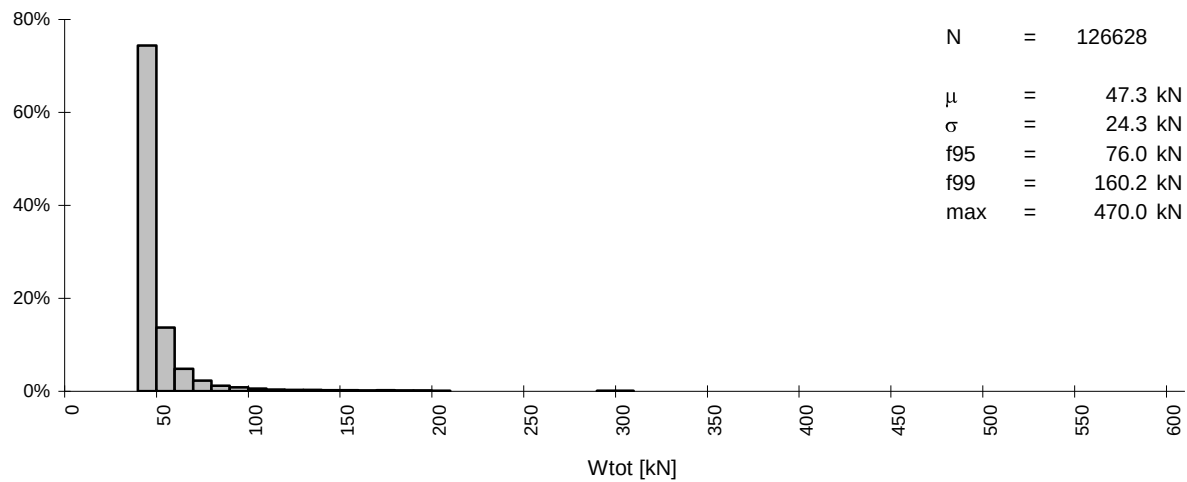
Denges 2004



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

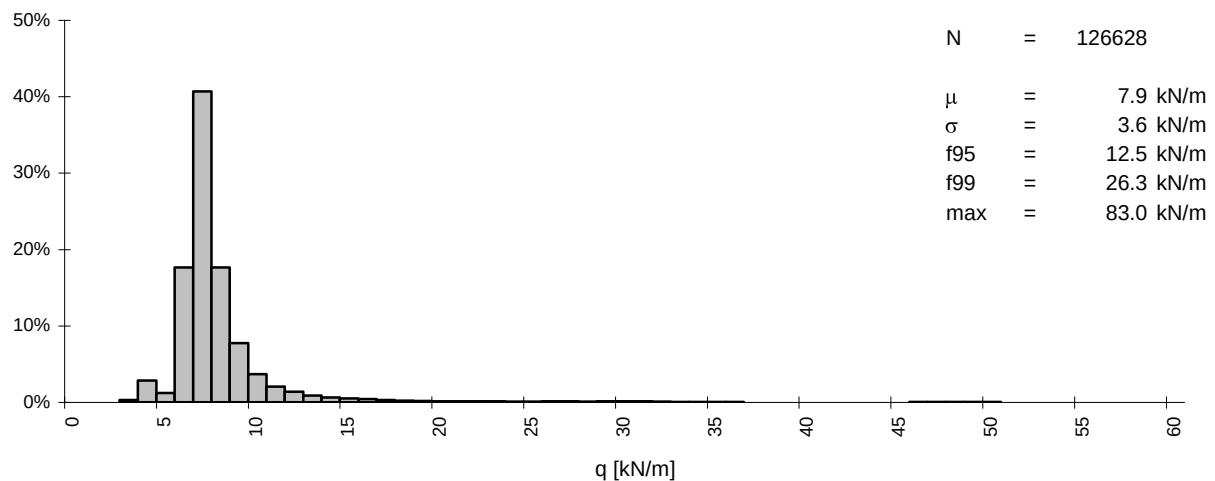
Denges 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



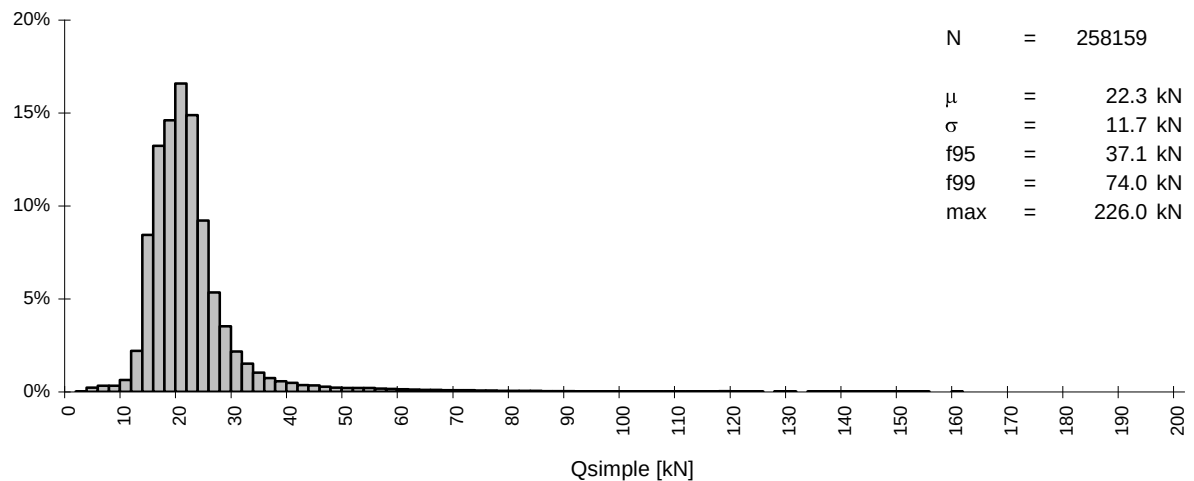
Denges 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2004

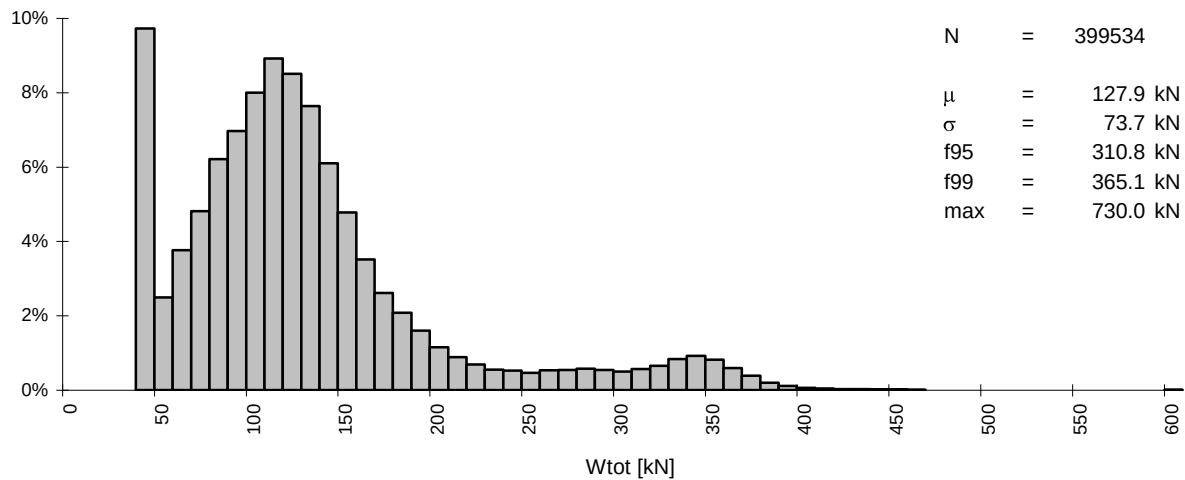
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

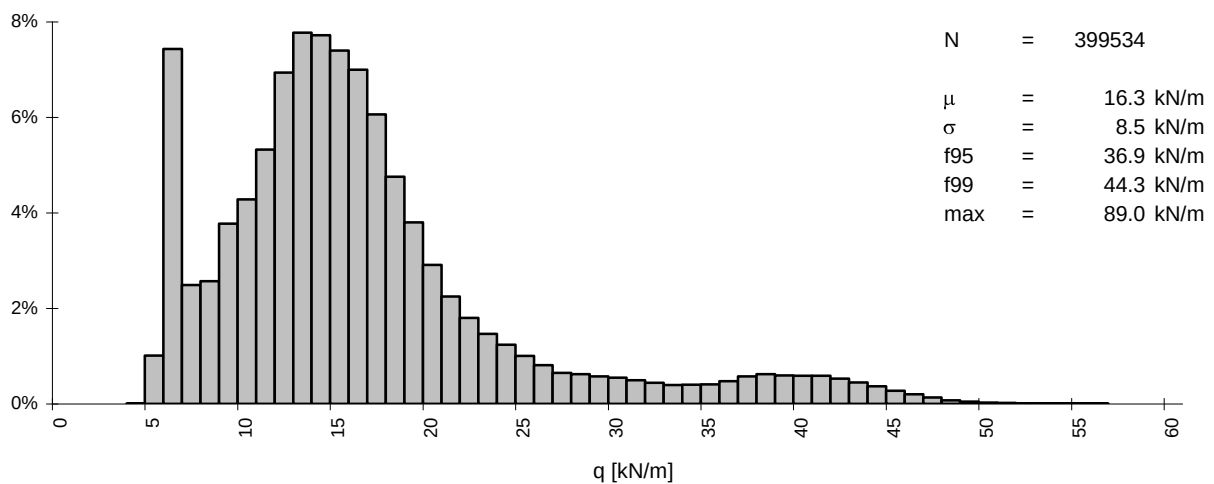
Denges 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



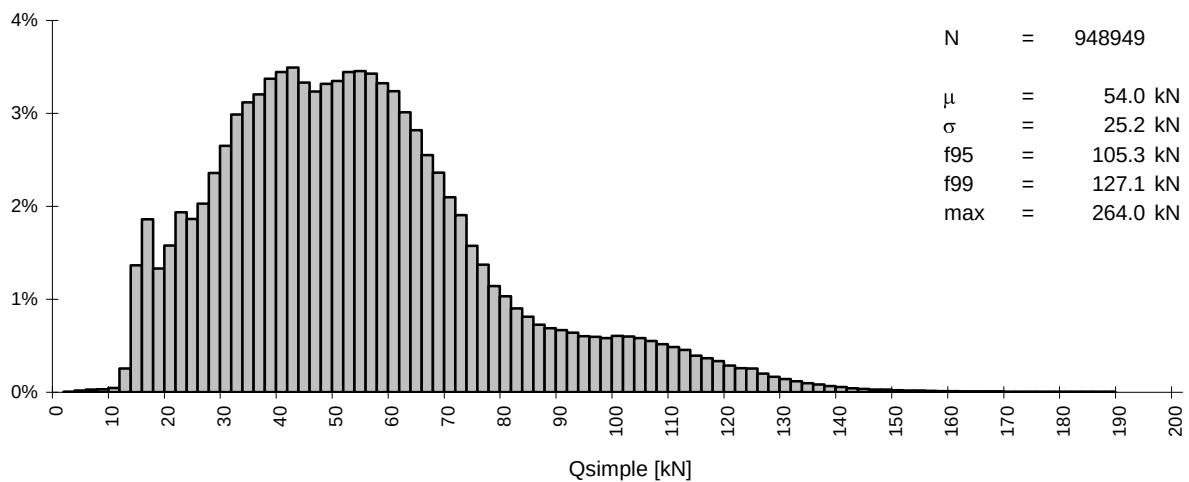
Denges 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2004

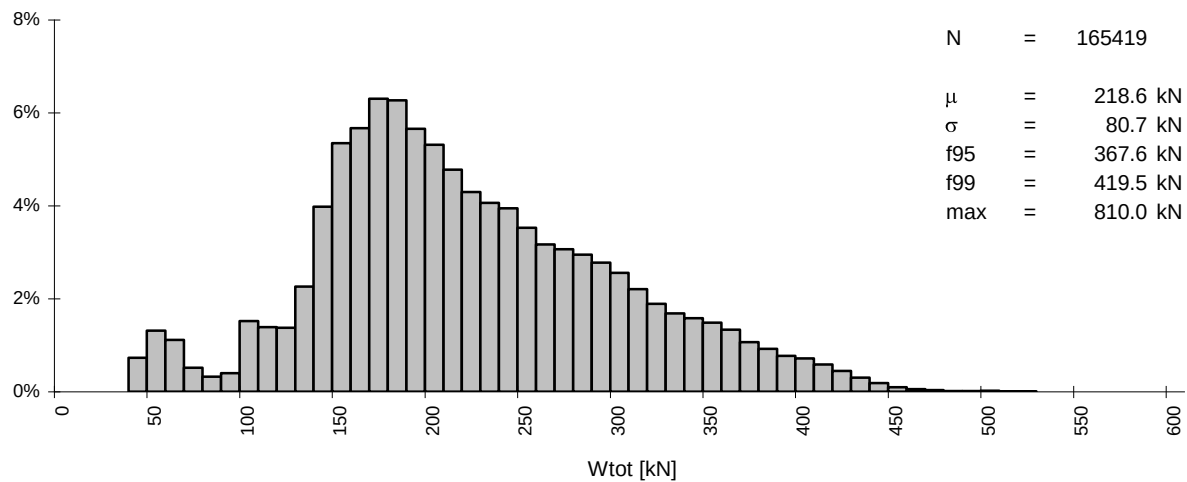
Lastwagen / alle Einzelachsen



5.3.6 Lastenzüge (LZ)

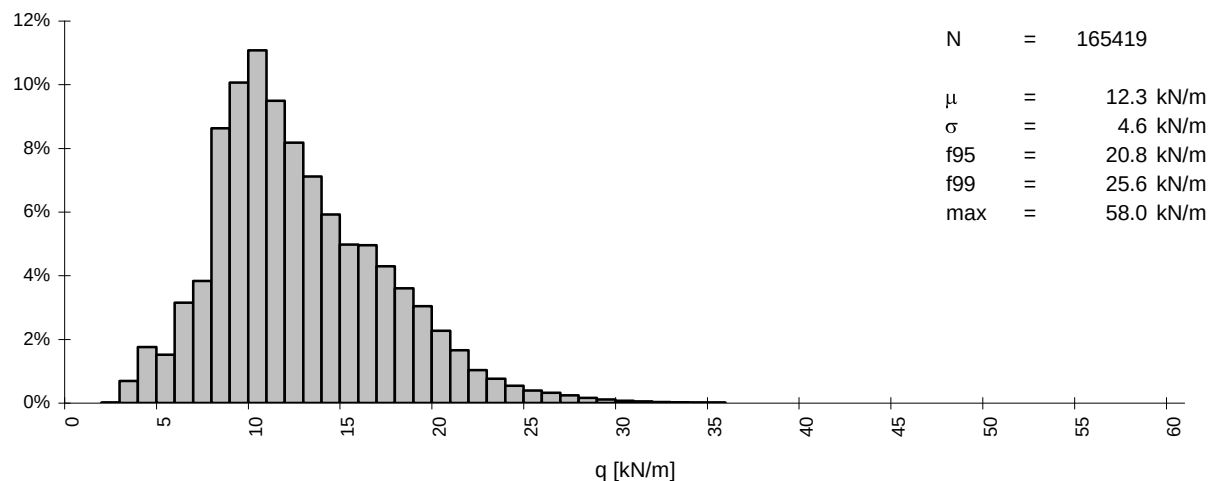
Denges 2004

Lastenzug / Gesamtgewicht



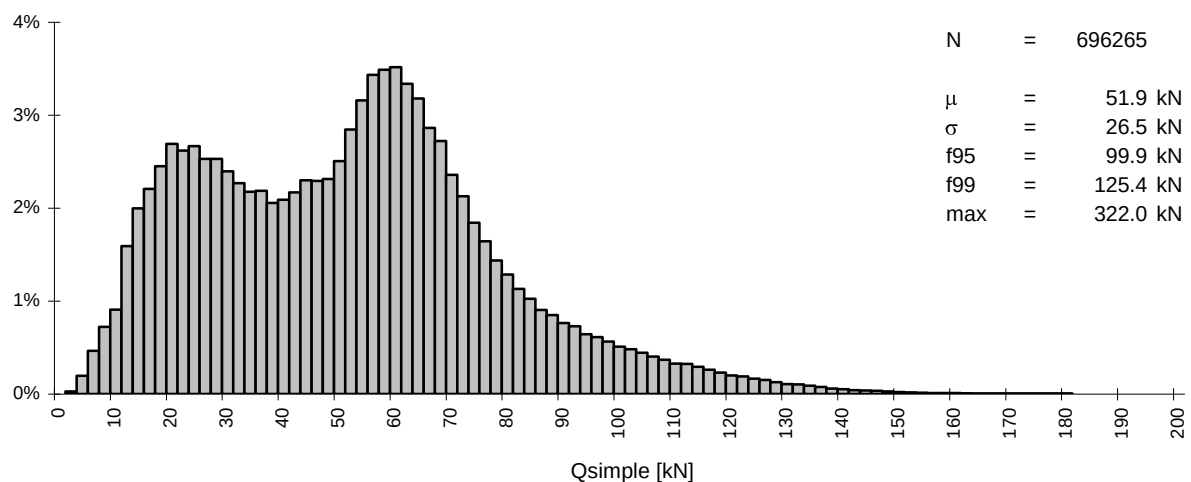
Denges 2004

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



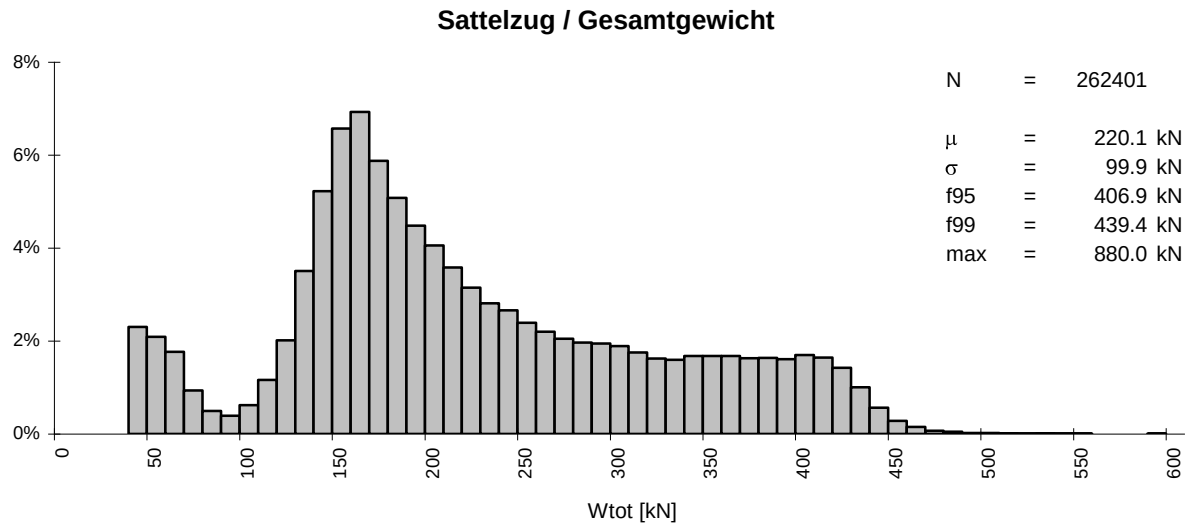
Denges 2004

Lastenzug / alle Einzelachsen

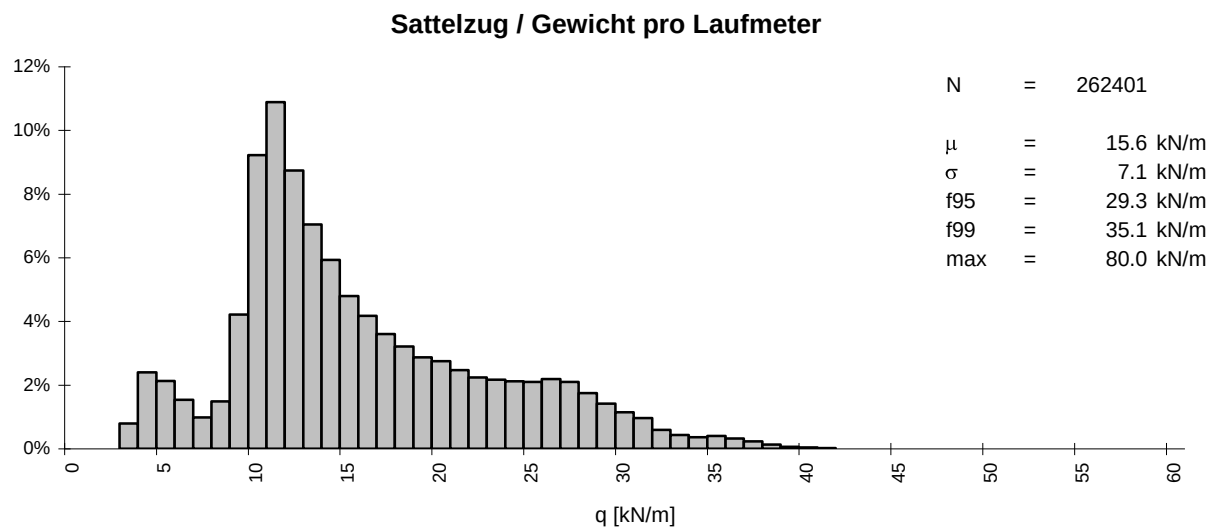


5.3.7 Sattelzüge (SZ)

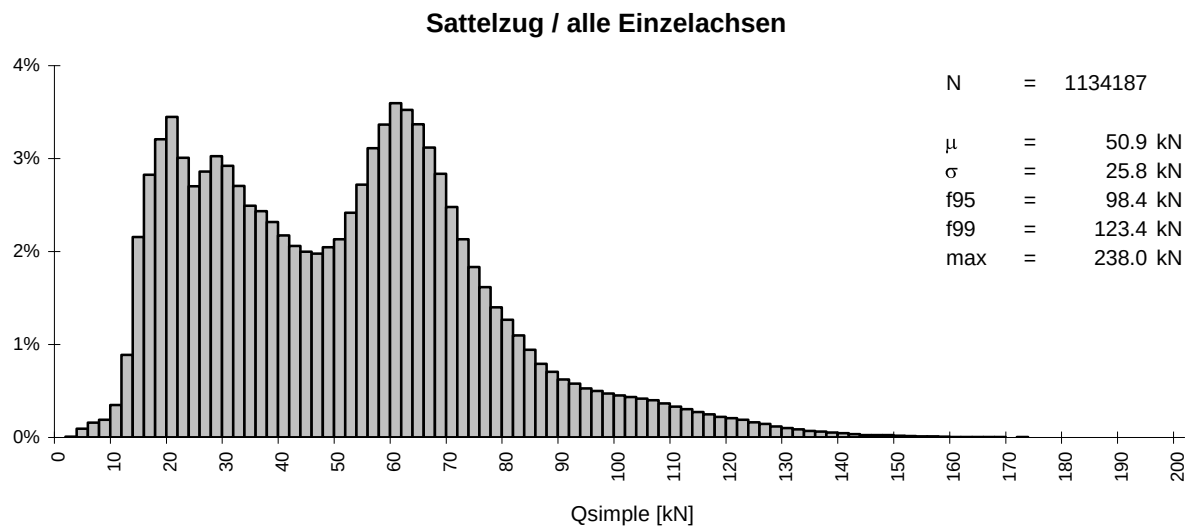
Denges 2004



Denges 2004



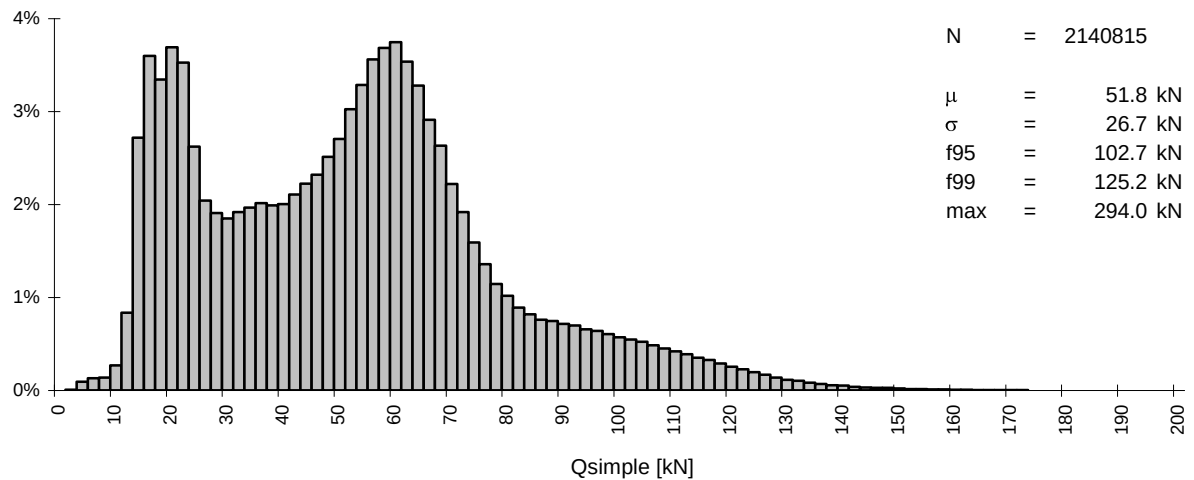
Denges 2004



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

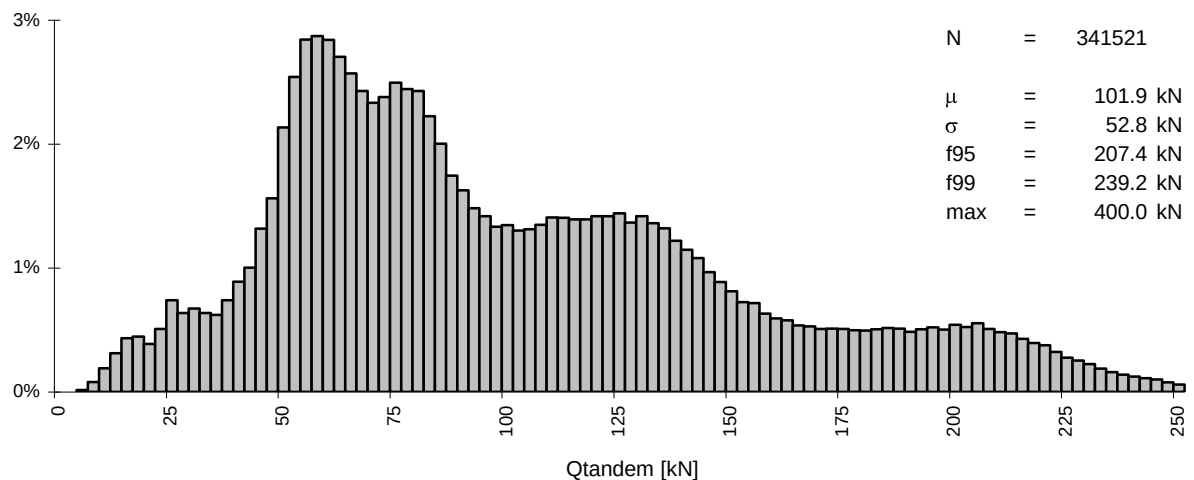
Denges 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



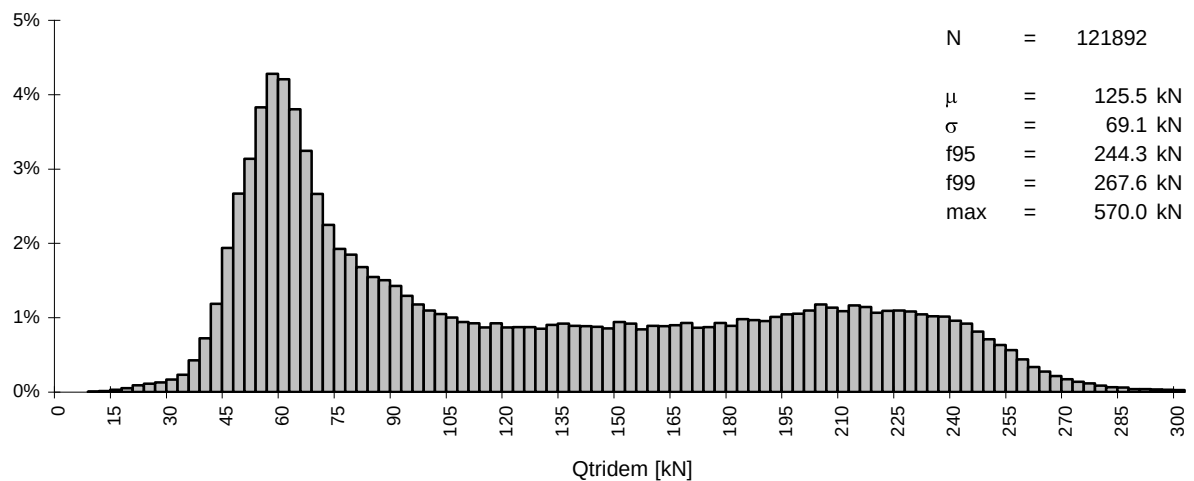
Denges 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Denges 2004

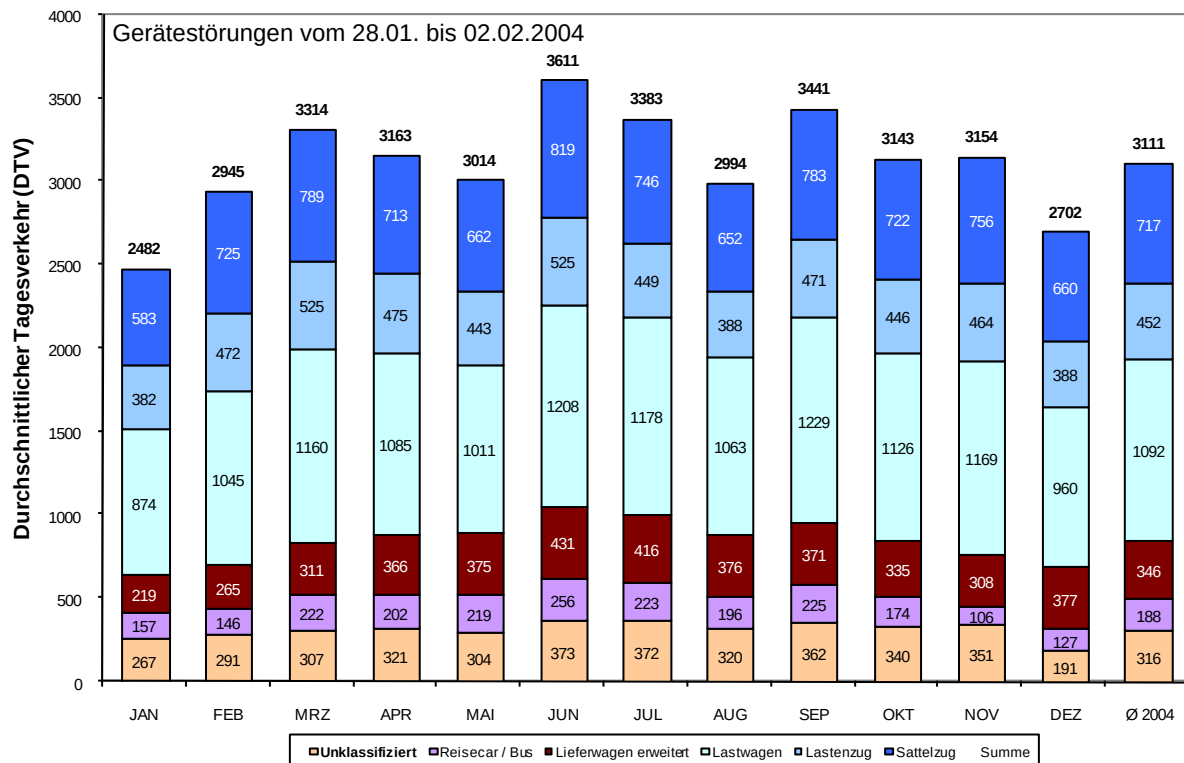
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



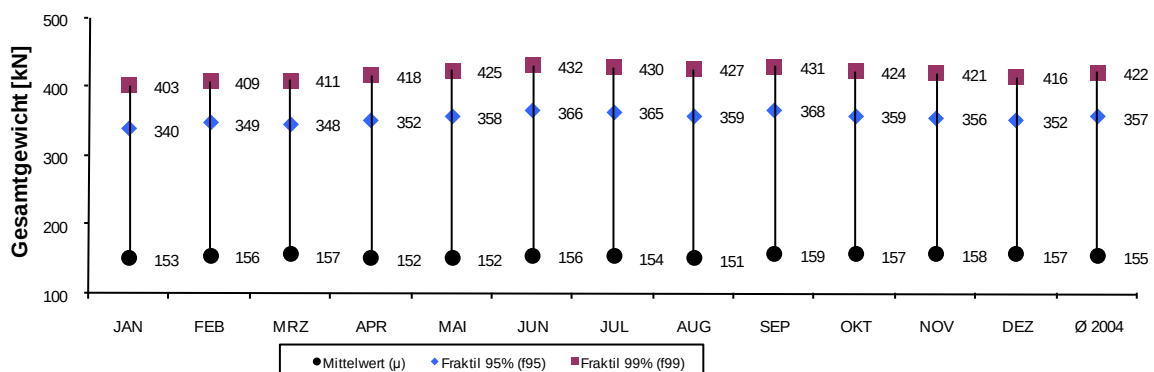
5.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

5.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

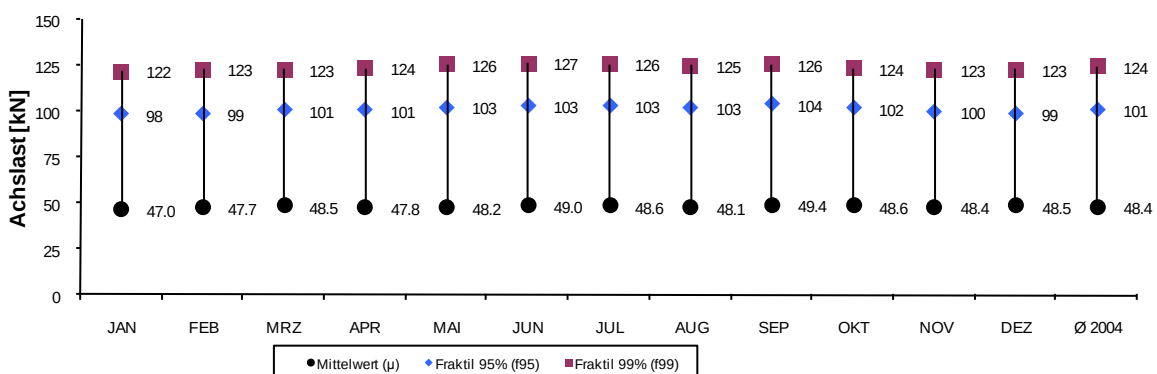
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

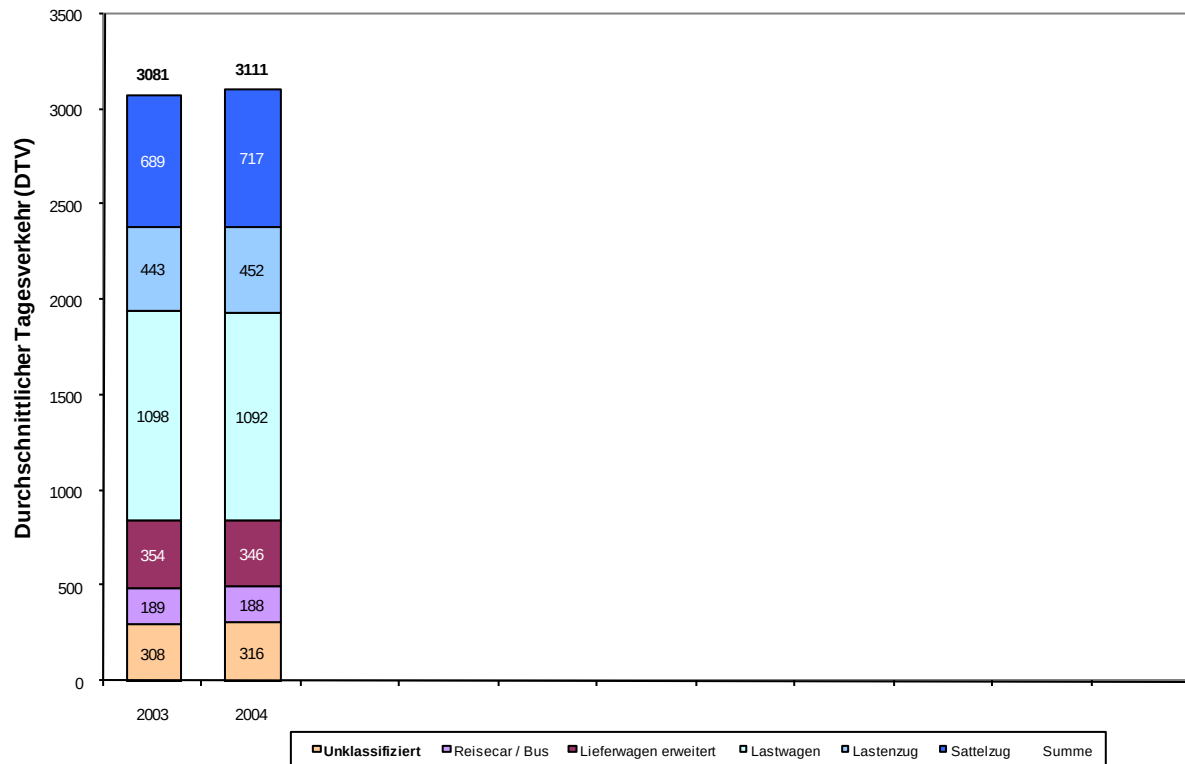


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

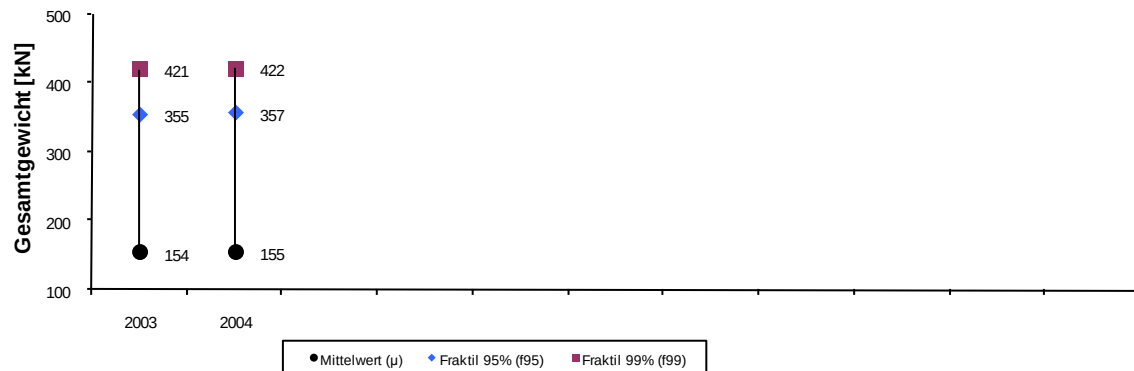


5.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

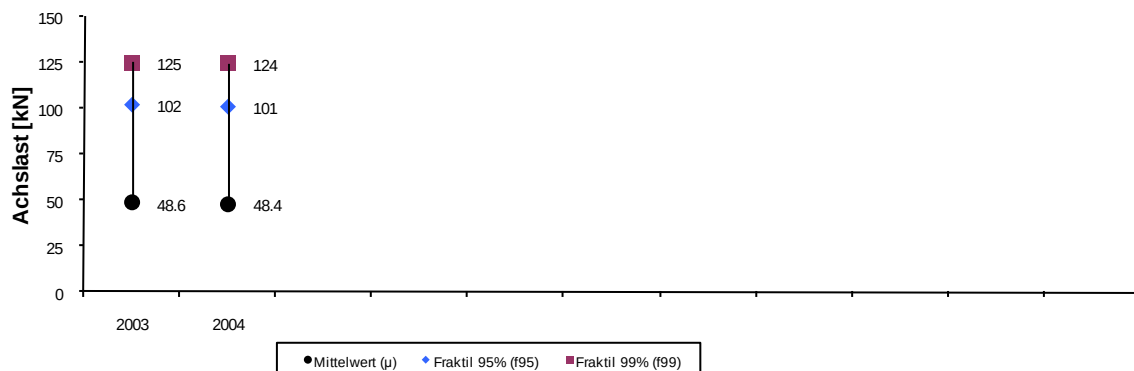
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	51.8	51.8	102.7	125.2
Tandemachse	101.9	51.0	103.7	119.6
Tridemachse	125.5	41.8	81.4	89.2
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Doppelachsen mit einer mittleren Achslast von 51.8 kN, respektive 51.0 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 41.8 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachsenlasten 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	14.3 kN/m	29.8 kN/m	41.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.09 kN/m ²	8.51 kN/m ²	11.9 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	13'645	7	0.000	978	0	0.000	3	0
2	0.006	303'703	1'822	0.001	5'377	4	0.000	117	0
3	0.020	255'784	5'116	0.003	8'723	26	0.001	606	1
4	0.070	211'736	14'822	0.008	9'855	79	0.002	1'682	3
5	0.150	254'039	38'106	0.020	20'553	411	0.005	7'061	35
6	0.290	370'374	107'408	0.030	37'900	1'137	0.010	18'823	188
7	0.530	312'168	165'449	0.060	34'266	2'056	0.020	11'836	237
8	1.000	150'344	150'344	0.100	33'274	3'327	0.030	7'335	220
9	1.520	84'108	127'844	0.140	25'953	3'633	0.040	7'505	300
10	2.400	67'857	162'857	0.200	19'043	3'809	0.060	4'350	261
11	3.660	51'931	190'067	0.280	18'333	5'133	0.080	3'646	292
12	5.400	34'443	185'992	0.400	19'144	7'658	0.110	4'366	480
13	7.760	18'051	140'076	0.540	19'265	10'403	0.140	3'165	443
14	10.870	7'694	83'634	0.730	17'245	12'589	0.190	3'301	627
15	14.910	3'097	46'176	0.960	12'792	12'280	0.240	4'339	1'041
16	20.060	1'189	23'851	1.260	9'098	11'463	0.300	3'234	970
17	26.540	435	11'545	1.630	7'342	11'967	0.380	3'306	1'256
18	34.590	128	4'428	2.080	6'864	14'277	0.480	4'324	2'076
19	-	-	-	2.640	6'884	18'174	0.590	3'532	2'084
20	-	-	-	3.300	7'074	23'344	0.720	3'784	2'724
21	-	-	-	4.090	7'055	28'855	0.880	5'474	4'817
22	-	-	-	5.030	5'698	28'661	1.060	4'111	4'358
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'983	5'058
24	-	-	-	-	-	-	1.520	4'915	7'471
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'973	5'381
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'986	4'250
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'212	3'042
28	-	-	-	-	-	-	2.940	413	1'214
29	-	-	-	-	-	-	3.430	199	683
30	-	-	-	-	-	-	3.980	154	613
Summe		2'140'726	1'459'544		332'716	199'287		121'735	50'126

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'459'544 + 199'287 + 50'126 = 1'708'957 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 1'708'957 = 854'479 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 854'479 / 366 = 2'335 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 der Zählstelle Denges (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 5.4.2a). In den Wintermonaten (November bis Februar) 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 35.1%. Auffallend sind die relativ hohen Anteile der Kategorien „Lieferwagen erweitert“ und „Unklassifiziert“.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (siehe Diagramme 5.4.1b und 5.4.1c) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2004 passierten pro Tag durchschnittlich 3'111 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'081 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Diagramm 5.4.2a). Dies entspricht einer Zunahme von 1.0 %. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 5.4.2b und 5.4.2c) bleiben praktisch konstant.

6 TRÜBBACH (A13)

6.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Trübbach (A13) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunterbrüche	Bemerkungen
407 - Trübbach (A13)	2x2	353	28-29.01 11.03 15.03 01.05 10.05 11.05 21.05 25.05 04.06 07.06 08.06 09.06 17.06 15.09 21.09 01.10 20.10	- Die Tagesdaten vom 28. und 29.01.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 11. und 15.03.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 01. und 10.05.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 11.05.2004 sind nicht vollständig (-> WIM-Kontrollmessung) - Die Tagesdaten vom 21.05.2004 sind nicht vollständig - Die Tagesdaten vom 25.05.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 04.06.2004 sind nicht vollständig, Daten bis 13:23 Uhr - Die Tagesdaten vom 07.06.2004 sind nicht vollständig, Daten bis 09:46 Uhr - Die Tagesdaten vom 08.06.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 09.06.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 11:41 Uhr - Die Tagesdaten vom 17.06.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 20:18 Uhr - Die Tagesdaten vom 15.09.2004 sind nicht vollständig: Daten ab 18:34 Uhr - Die Tagesdaten vom 21.09.2004 sind nicht vollständig: Daten bis 09:48 Uhr - Die Tagesdaten vom 01.10.2004 fehlen - Die Tagesdaten vom 20.10.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 19:34 Uhr - Gerätestörungen am 26.10.2004 - Gerätestörungen vom 19. bis 20.11.2004 - Gerätestörungen vom 17. bis 21.12.2004 - Gerätestörungen am 26.12.2004

Die Gerätestörungen im Okt., Nov. und Dez 2004 können zur Generierung von sogenannten „Phantomachsen“ führen, was sich vor allem durch einen erhöhten Anteil an unklassifizierbaren Fahrzeugen bemerkbar macht (siehe Diagramm 6.4.1a). Die Resultate der klassifizierten Fahrzeuge sind weniger beeinträchtigt durch die Gerätestörungen und können normal ausgewertet werden.

6.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

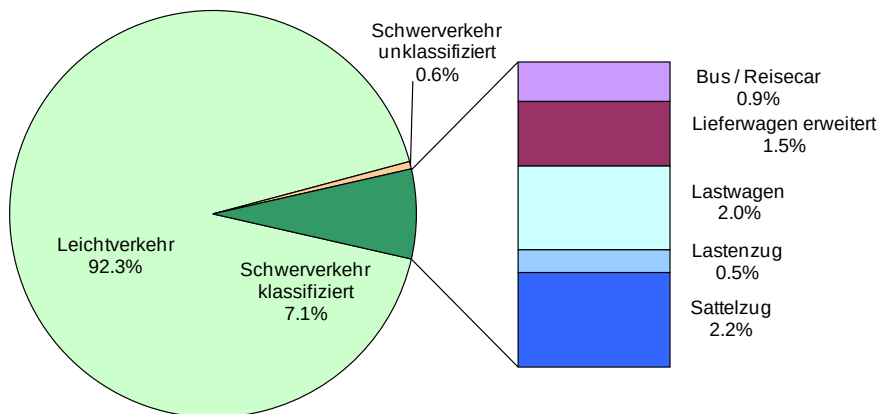
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Trübbach (A13) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 dargestellt.

Trübbach (A13) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 353)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	10'882'990	30'830	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'044'492	28'455	92.3	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	838'498	2'375	7.7	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	64'516	183	0.6	7.7
01 Bus / Reisedar	98'935	280	0.9	11.8
02 Motorrad	247	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	32'656	93	0.3	3.9
04 Personenwagen mit Anh.	16'882	48	0.2	2.0
05 Lieferwagen	78'452	222	0.7	9.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	24'669	70	0.2	2.9
07 Lieferwagen mit Auflieger	11'017	31	0.1	1.3
08 Lastwagen	213'128	604	2.0	25.4
09 Lastenzug	59'259	168	0.5	7.1
10 Sattelzug	238'737	676	2.2	28.5
Total	838'498	2'375	7.7	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	271'543	769	2.5	32.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	307'978	872	2.8	36.7
Fahrzeuge 18 - 28t	151'297	429	1.4	18.0
Fahrzeuge 28 - 40t	99'308	281	0.9	11.8
Fahrzeuge >40t	8'372	24	0.1	1.0
Total	838'498	2'375	7.7	100.0

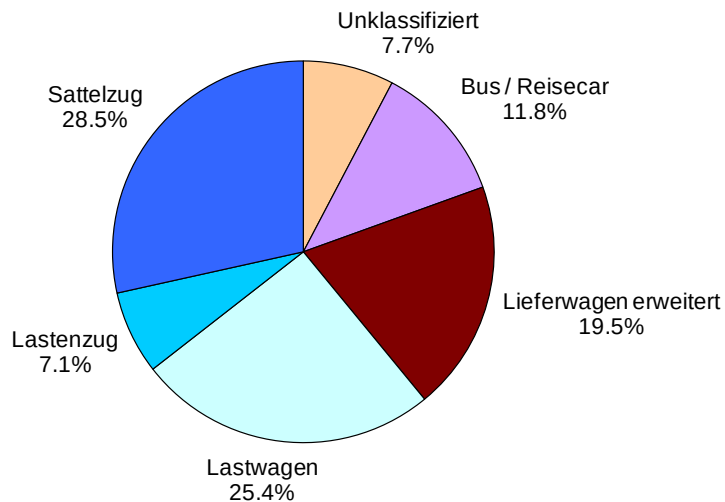
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Trübbach

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

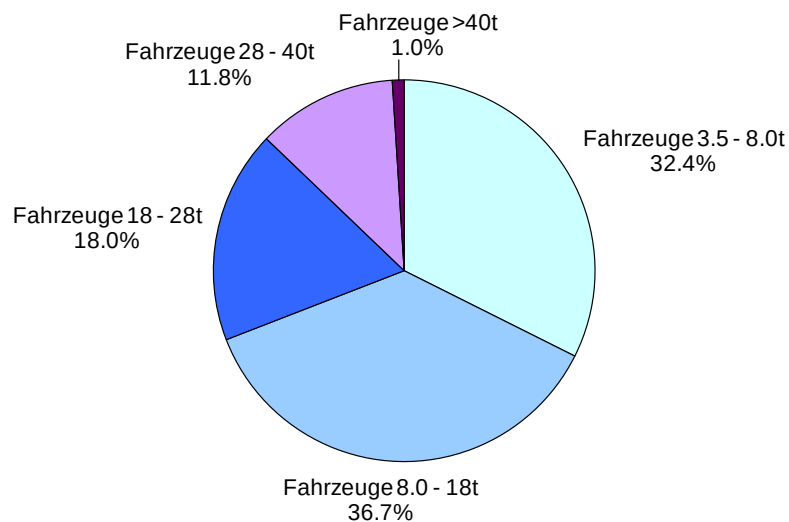
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



6.3 MESSDIAGRAMME

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Trübbach (A13) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 6.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 6.3.3 Reisedeckungs- und Busse (CB)
- 6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 6.3.5 Lastwagen (LW)
- 6.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 6.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 6.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge $\geq 3.5t$)

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie wird die Verteilung des Gesamtgewichtes, das Gewicht pro Laufmeter, sowie die Achslasten aller Einzelachsen (ohne Tandem- und Tridemachsen) aufgezeigt.
- Unter der 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 6.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

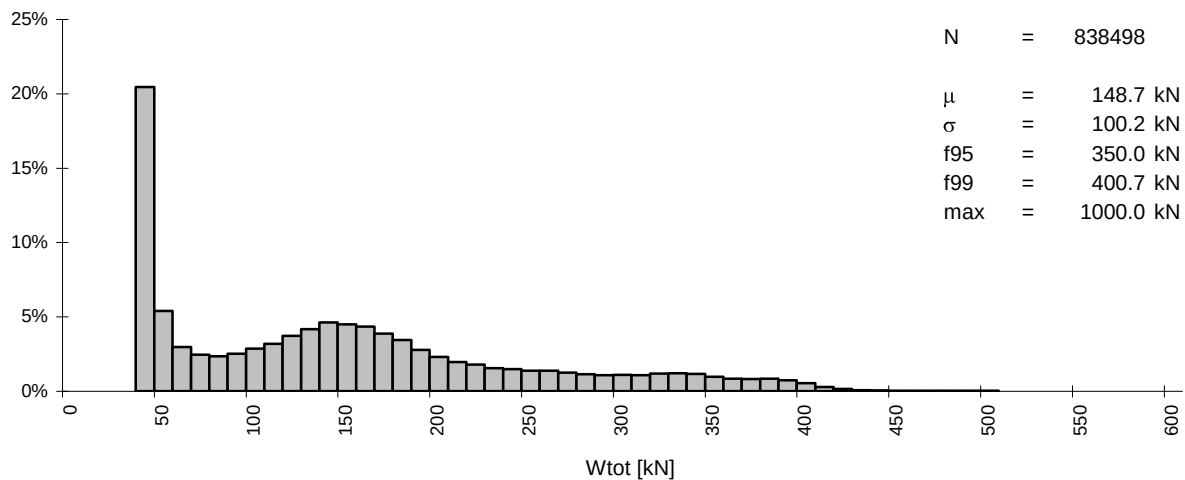
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

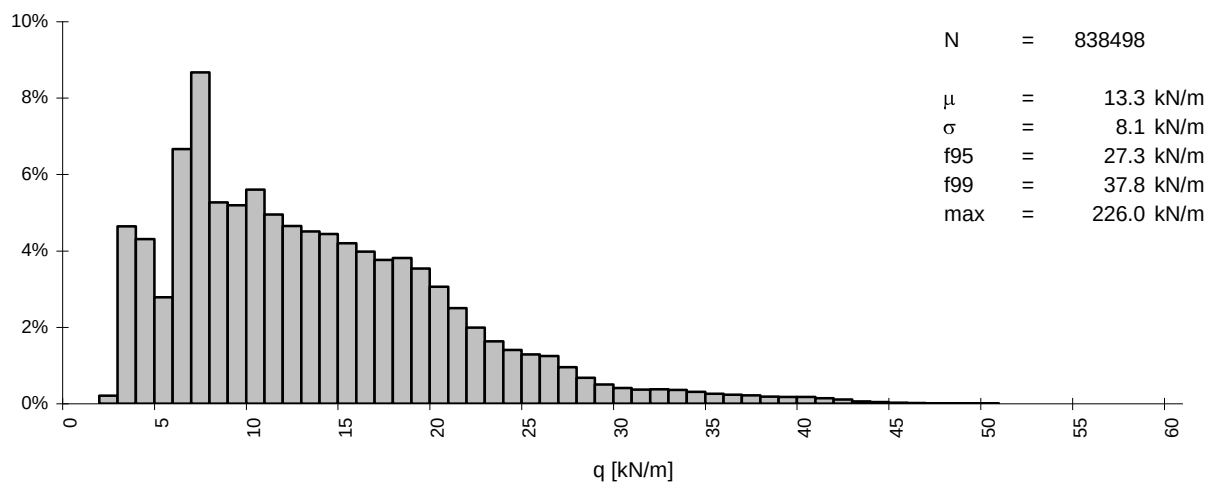
Trübbach 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



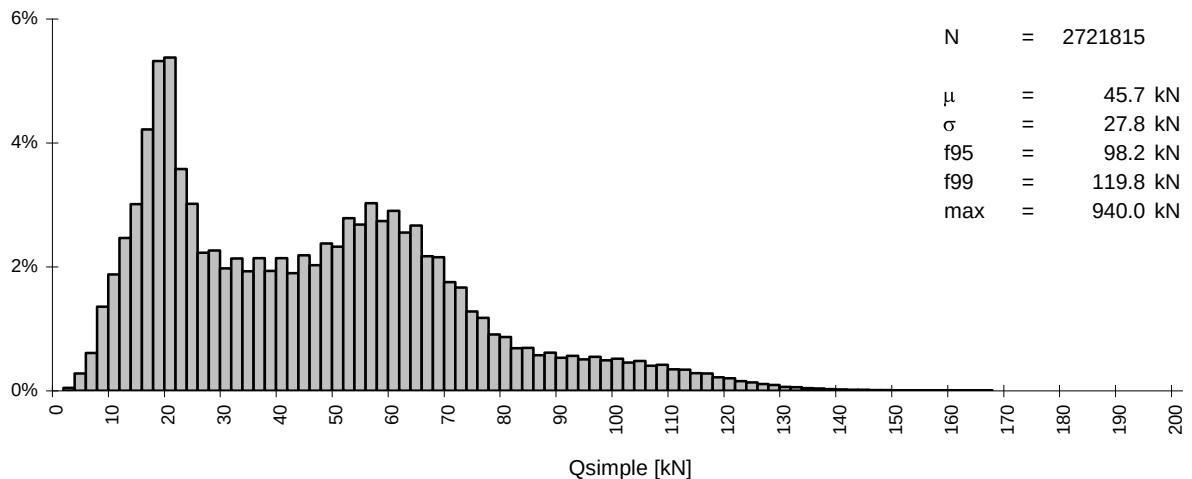
Trübbach 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2004

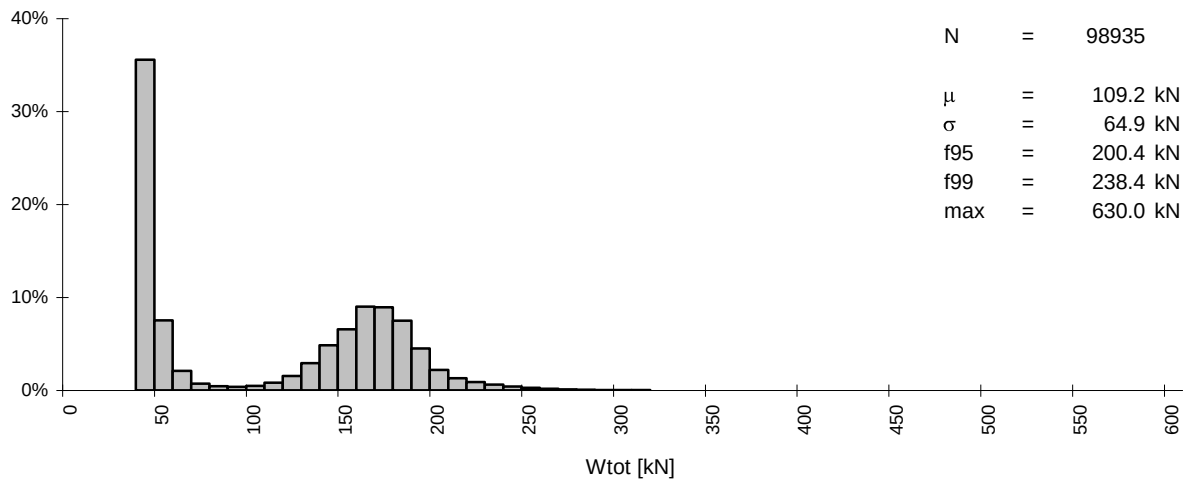
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

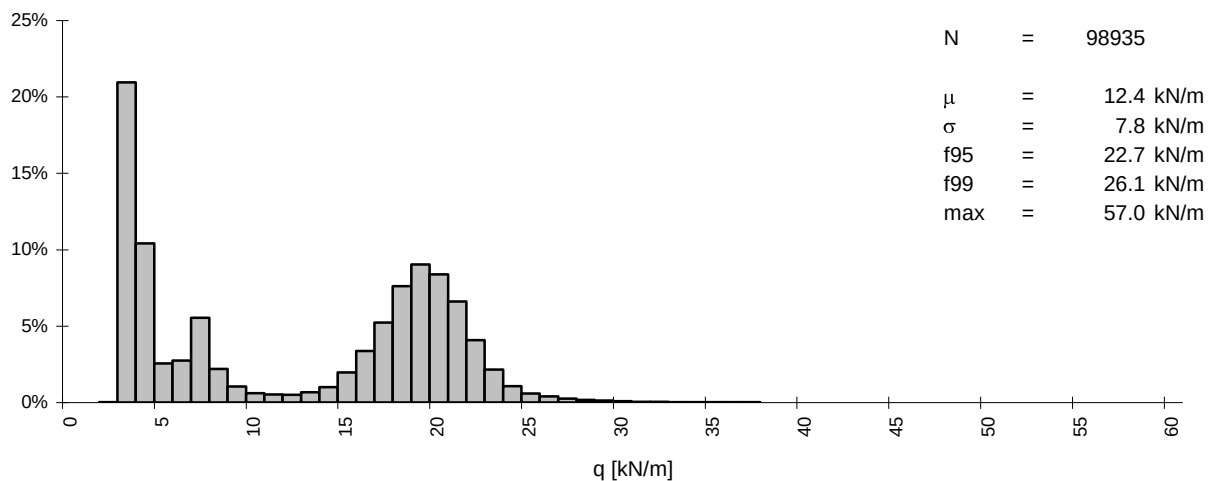
Trübbach 2004

Car / Bus / Gesamtgewicht



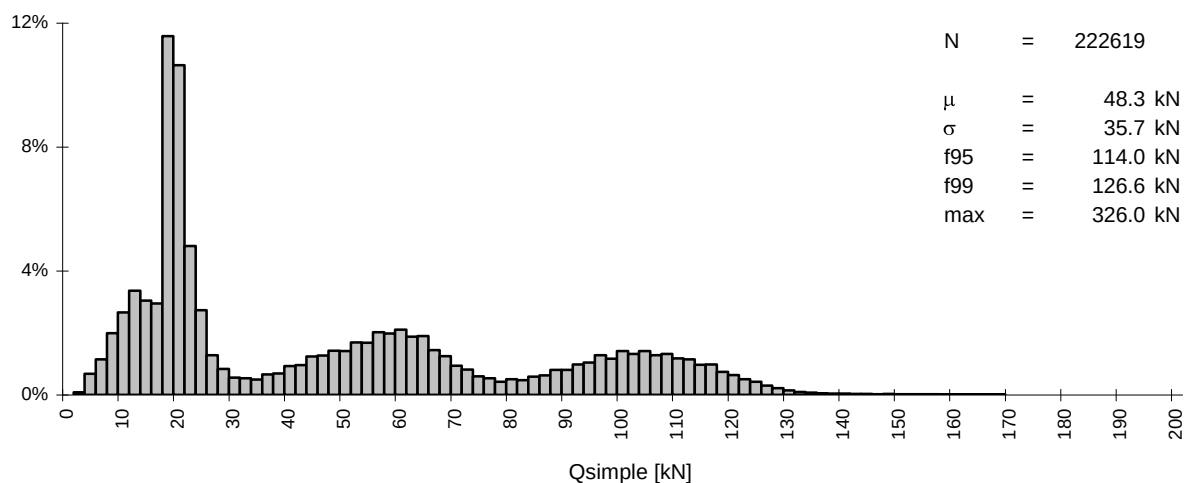
Trübbach 2004

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2004

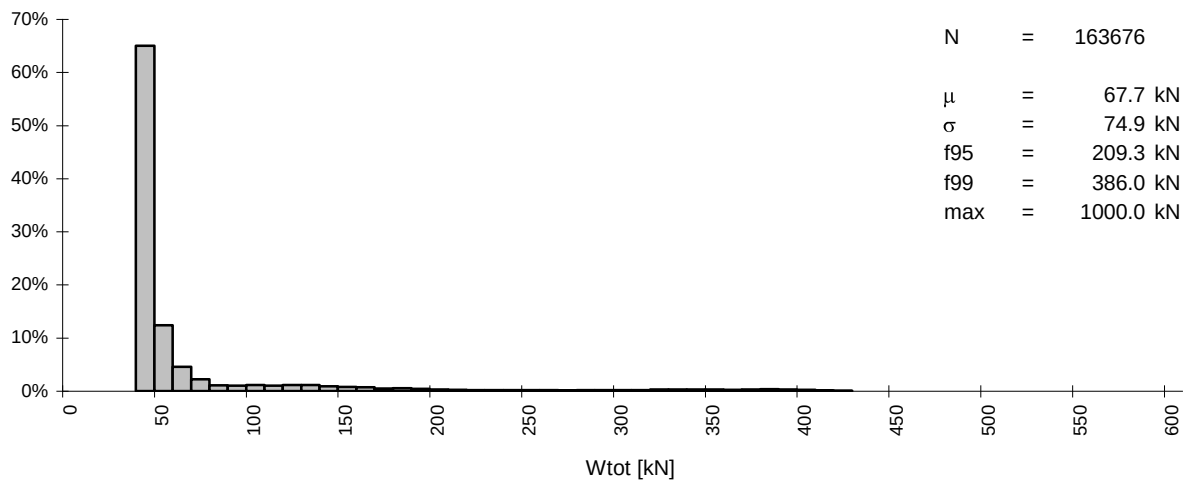
Car / Bus / alle Einzelachsen



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

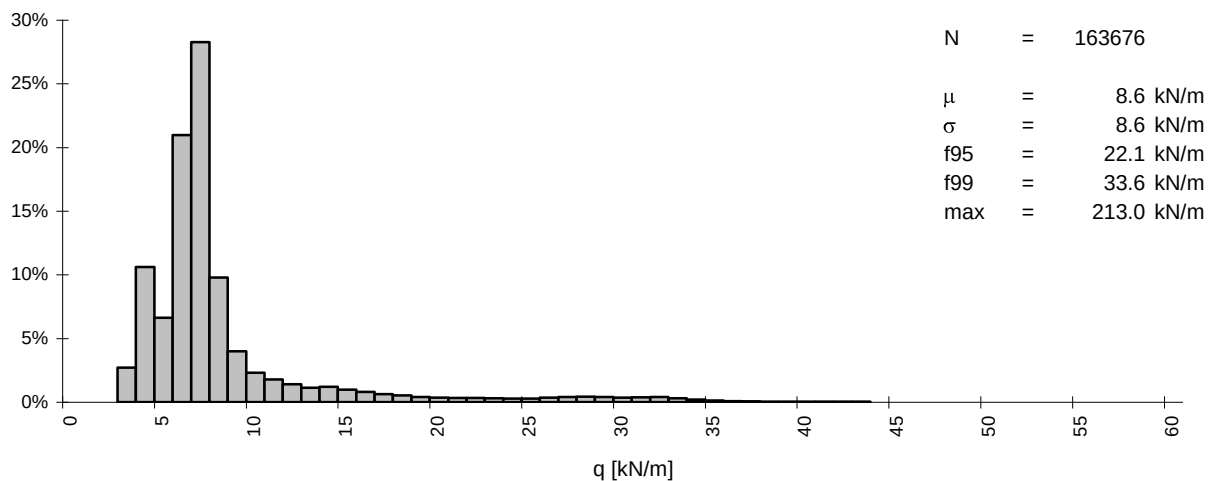
Trübbach 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



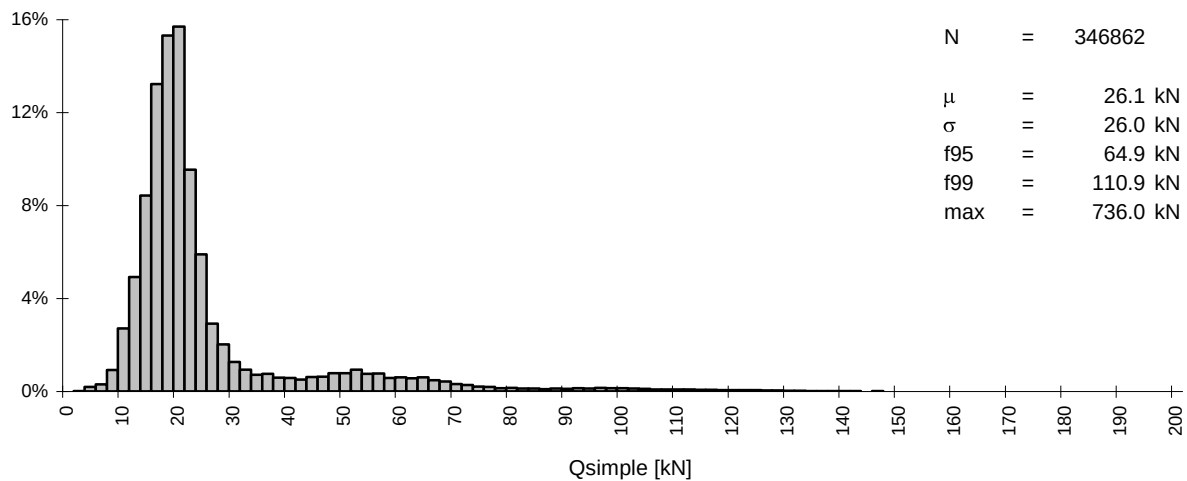
Trübbach 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2004

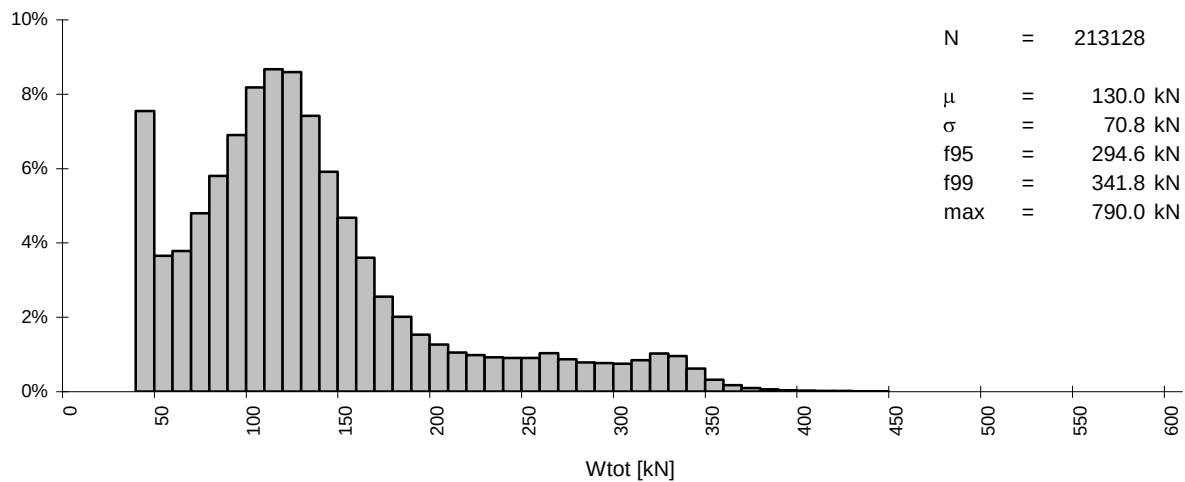
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

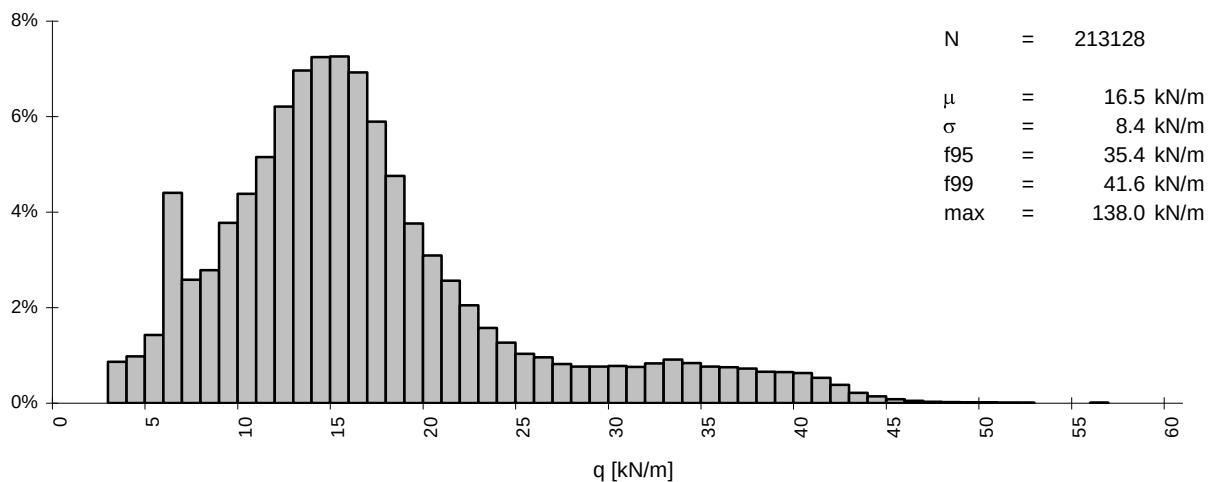
Trübbach 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



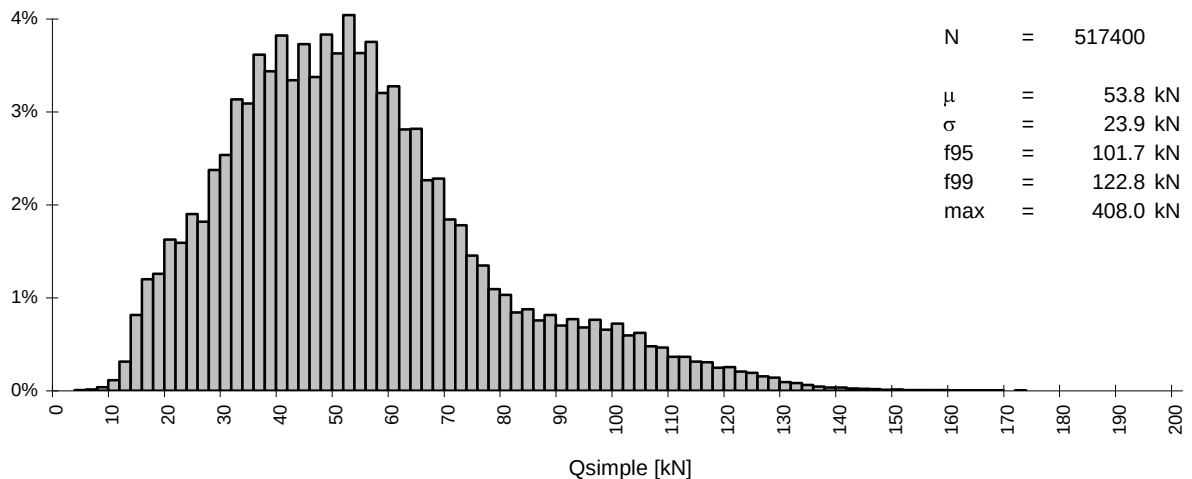
Trübbach 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



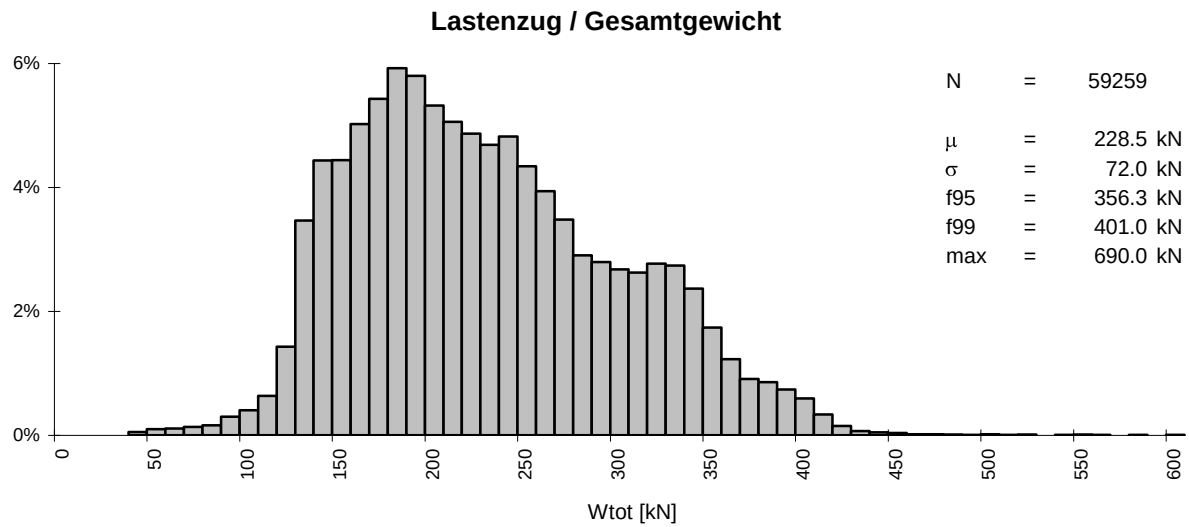
Trübbach 2004

Lastwagen / alle Einzelachsen

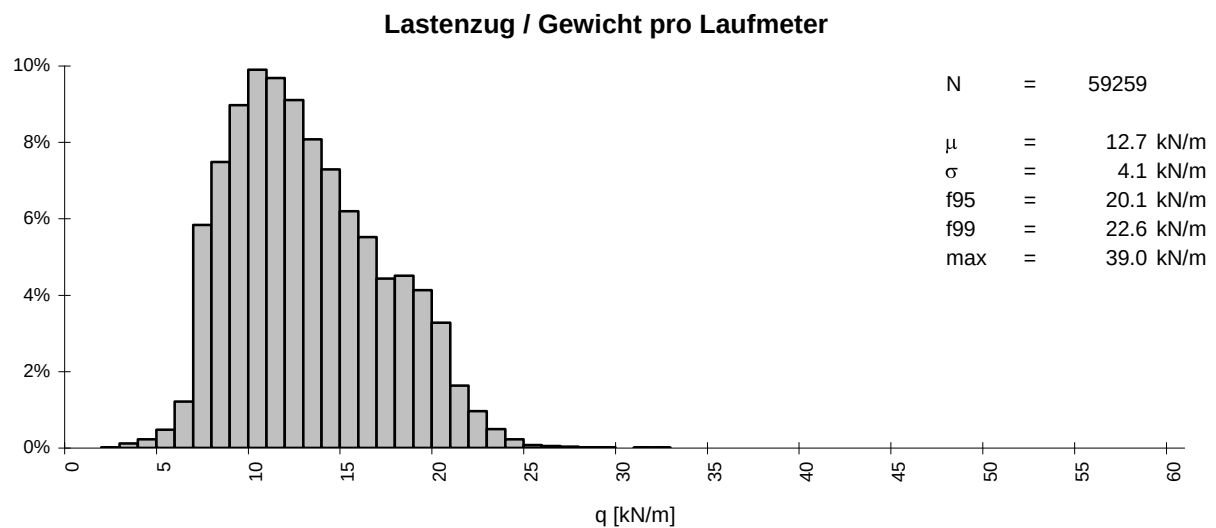


6.3.6 Lastenzüge (LZ)

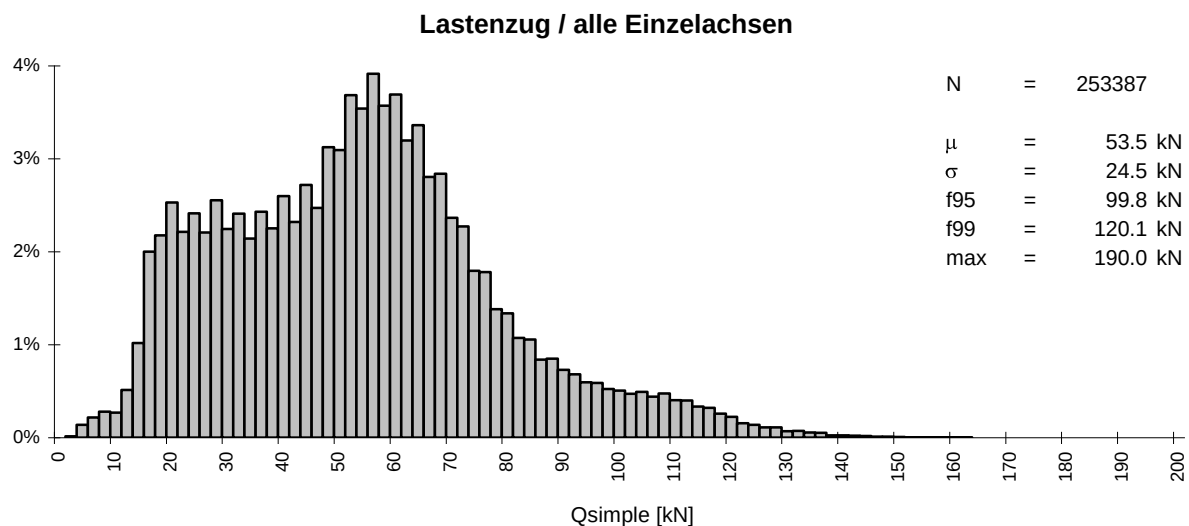
Trübbach 2004



Trübbach 2004

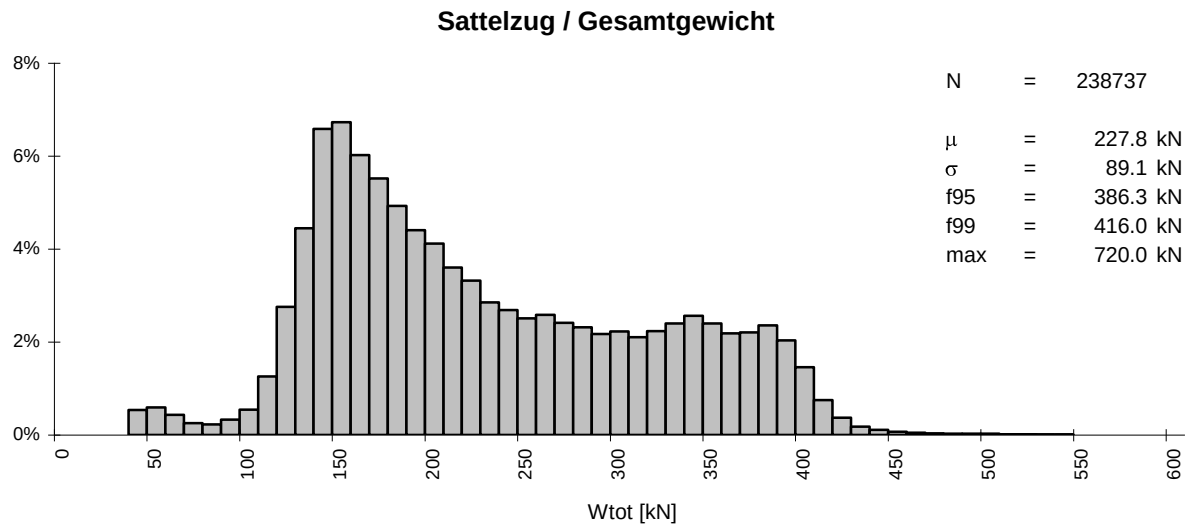


Trübbach 2004

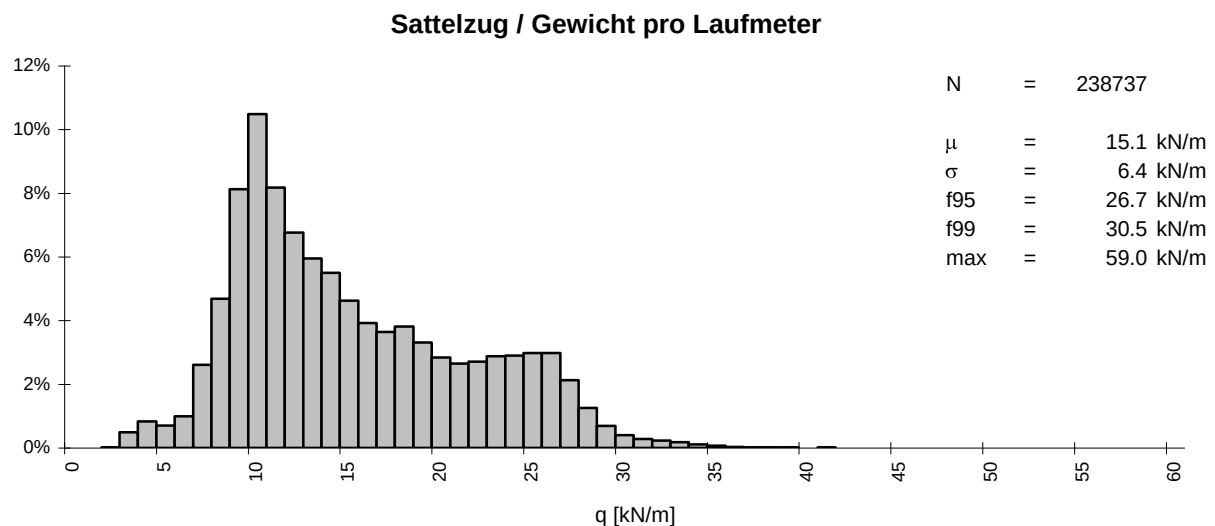


6.3.7 Sattelzüge (SZ)

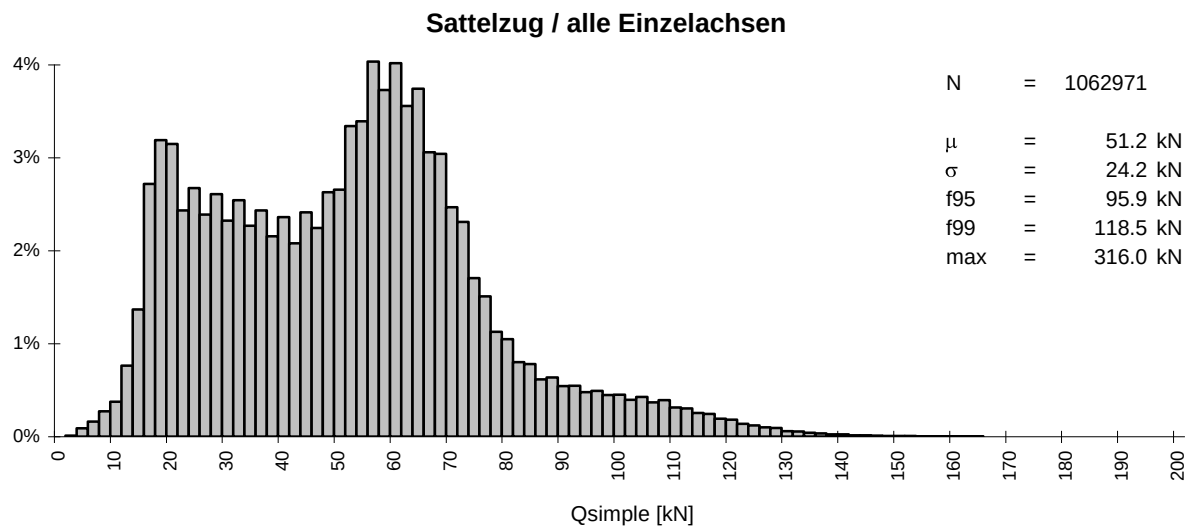
Trübbach 2004



Trübbach 2004



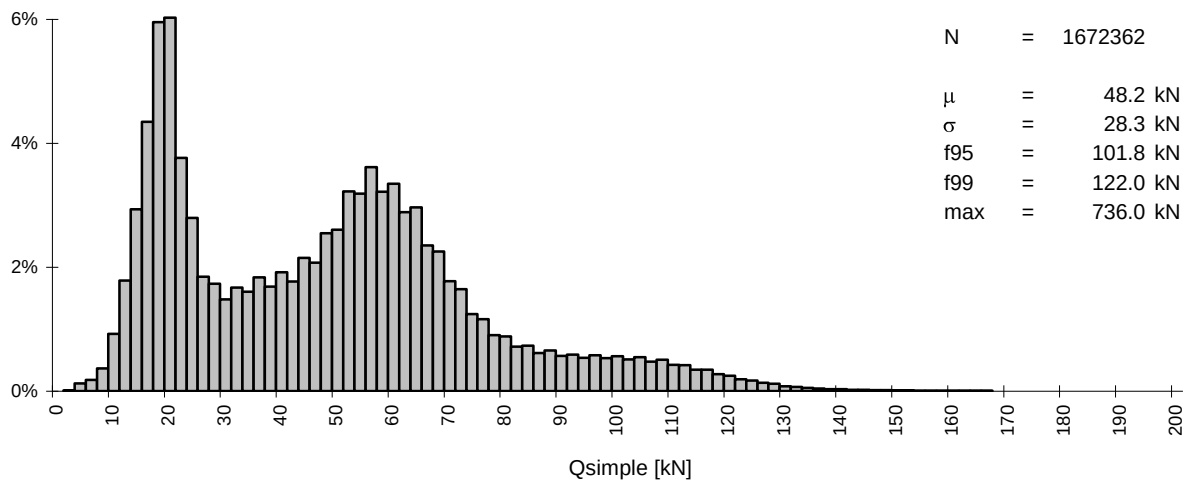
Trübbach 2004



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

Trübbach 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



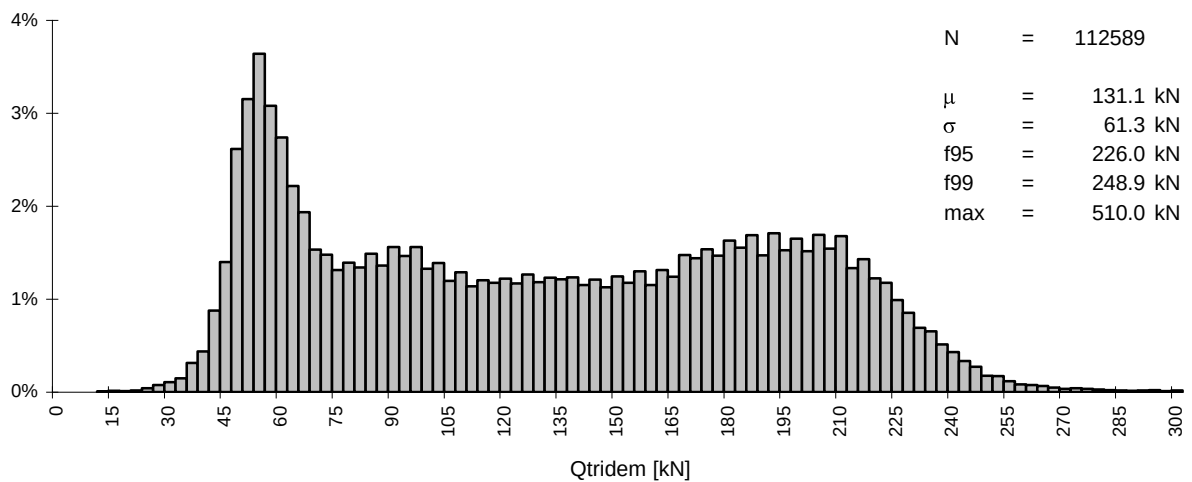
Trübbach 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Trübbach 2004

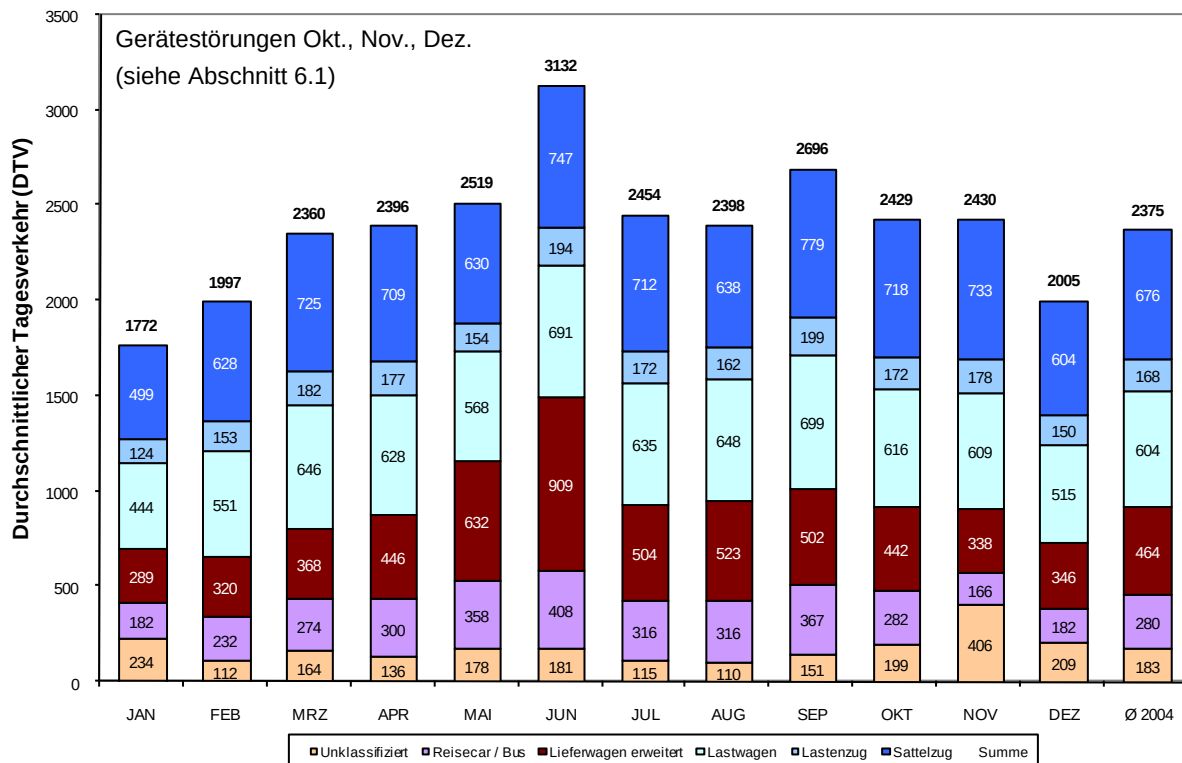
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



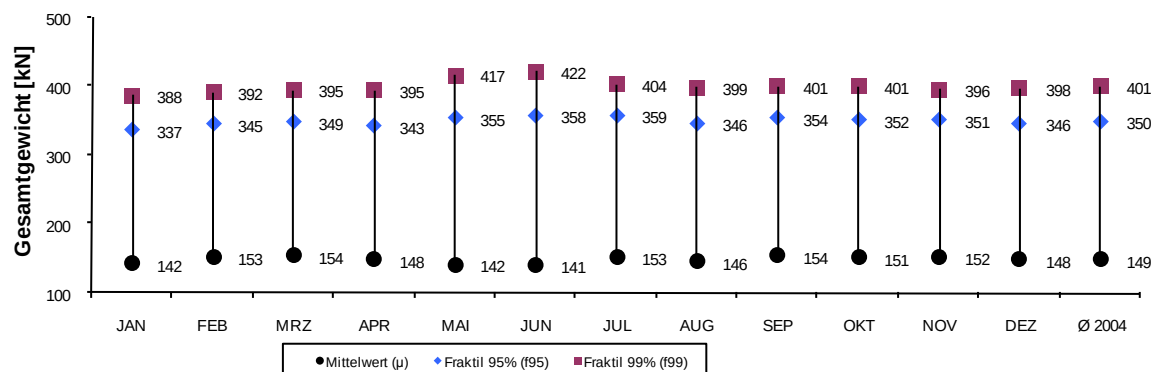
6.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

6.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

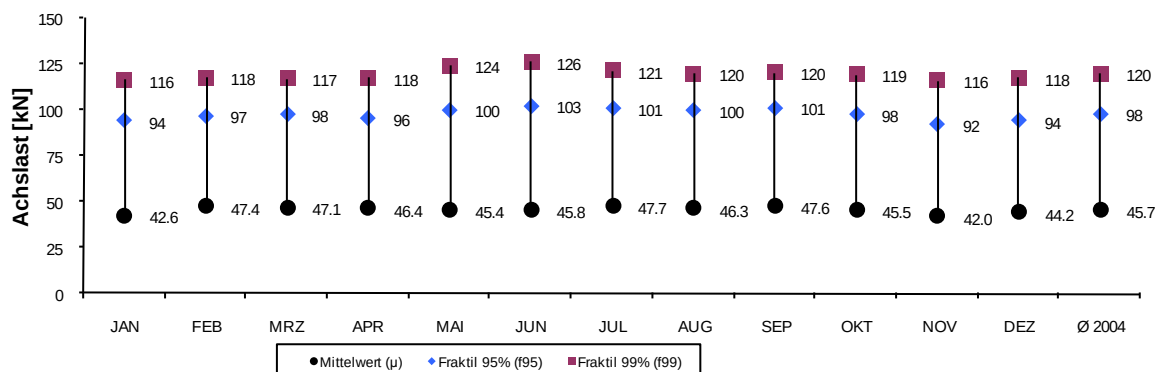
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

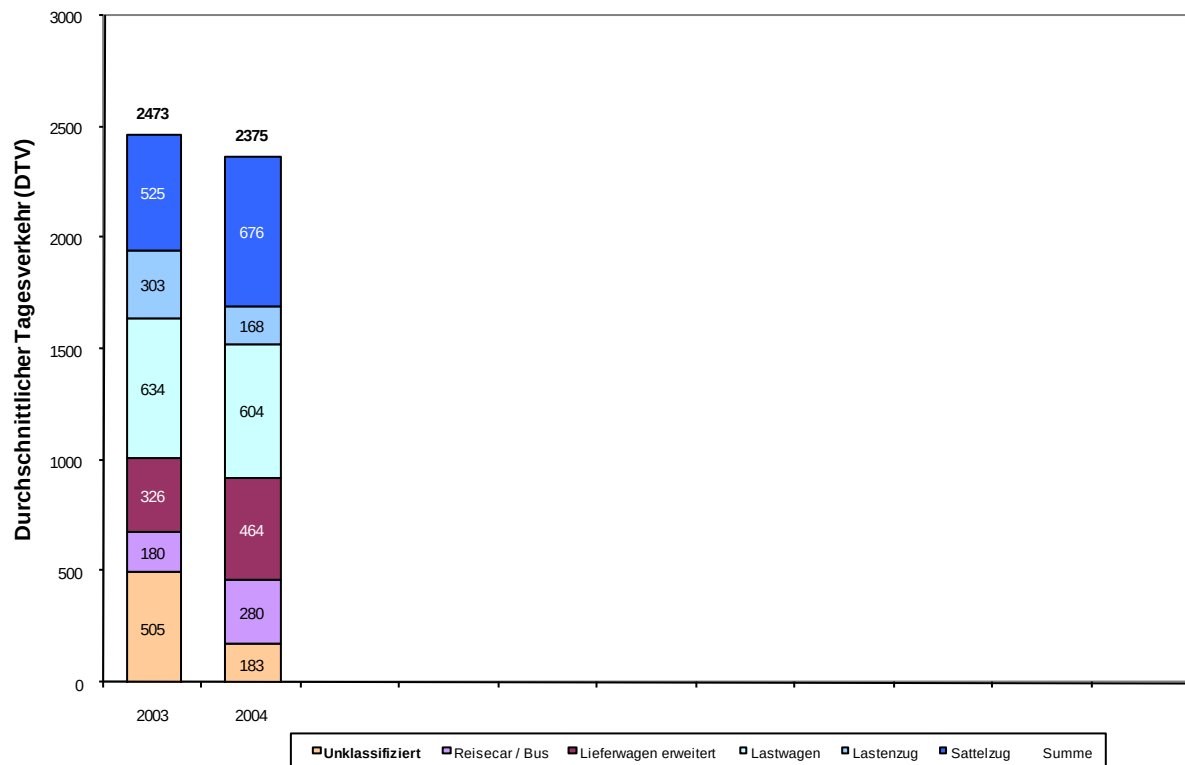


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

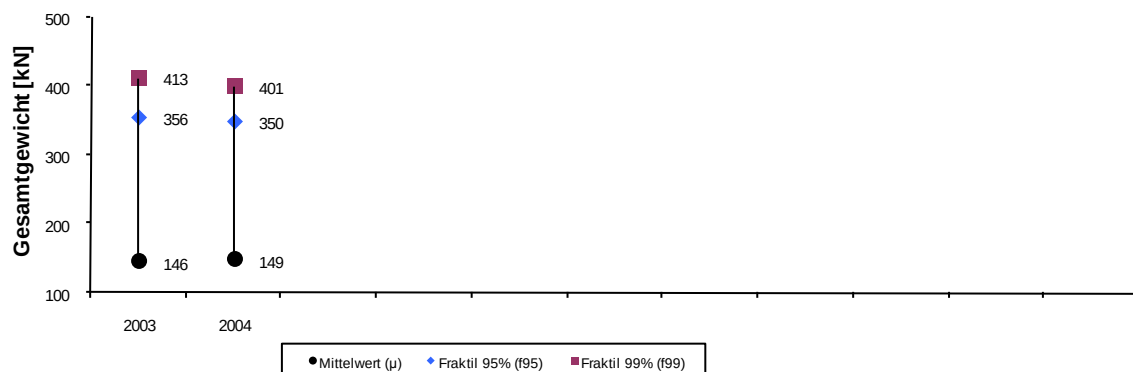


6.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

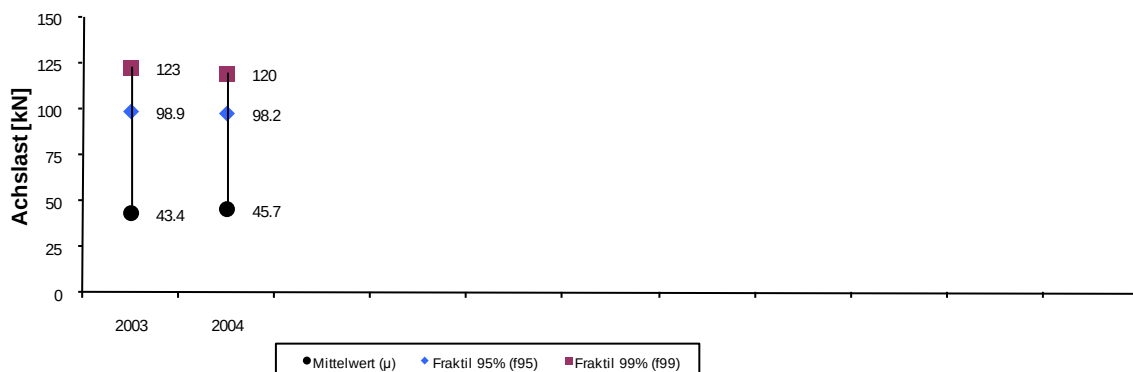
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	48.2	48.2	106.1	122.0
Tandemachse	95.3	47.7	97.0	110.1
Tridemachse	131.1	43.7	75.3	83.0
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Doppelachsen mit einer mittleren Achslast von 48.2 kN, respektive 47.7 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 43.7 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ 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	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.3 kN/m	27.3 kN/m	37.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.80 kN/m ²	7.80 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	26'843	13	0.000	2'257	0	0.000	0	0
2	0.006	351'834	2'111	0.001	15'638	11	0.000	35	0
3	0.020	194'211	3'884	0.003	8'043	24	0.001	271	0
4	0.070	145'650	10'196	0.008	8'771	70	0.002	1'012	2
5	0.150	186'246	27'937	0.020	14'585	292	0.005	5'504	28
6	0.290	277'297	80'416	0.030	19'638	589	0.010	14'198	142
7	0.530	204'427	108'346	0.060	18'508	1'110	0.020	6'399	128
8	1.000	97'390	97'390	0.100	17'966	1'797	0.030	4'710	141
9	1.520	54'905	83'456	0.140	14'980	2'097	0.040	6'472	259
10	2.400	46'683	112'039	0.200	13'062	2'612	0.060	4'901	294
11	3.660	41'161	150'649	0.280	13'503	3'781	0.080	4'361	349
12	5.400	27'333	147'598	0.400	13'648	5'459	0.110	5'336	587
13	7.760	11'525	89'434	0.540	12'541	6'772	0.140	4'072	570
14	10.870	3'668	39'871	0.730	10'767	7'860	0.190	4'142	787
15	14.910	1'245	18'563	0.960	8'653	8'307	0.240	5'330	1'279
16	20.060	499	10'010	1.260	6'893	8'685	0.300	4'081	1'224
17	26.540	248	6'582	1.630	5'939	9'681	0.380	4'537	1'724
18	34.590	97	3'355	2.080	5'751	11'962	0.480	6'835	3'281
19	-	-	-	2.640	5'683	15'003	0.590	5'305	3'130
20	-	-	-	3.300	5'126	16'916	0.720	5'497	3'958
21	-	-	-	4.090	3'716	15'198	0.880	7'233	6'365
22	-	-	-	5.030	1'995	10'035	1.060	4'487	4'756
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'397	4'314
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'573	3'911
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	299
Summe		1'671'262	991'851		227'663	128'262		112'493	41'202

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 991'851 + 128'262 + 41'202 = 1'161'315 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'161'315 = 522'592 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 522'592 / 353 = 1'480 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 der Zählstelle Trübbach (A13) zeigen relativ gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 6.4.1a). Im Monat Juni ist der durchschnittliche Tagesverkehr am grössten mit 3'132 Fahrzeugen pro Tag. Der relativ hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen in den Monaten November und Dezember ist auf die im Abschnitt 6.1 erwähnten Gerätestörungen zurückzuführen.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Die Fahrzeugkategorie „Sattelzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 28.5%. Auffallend ist der relativ hohe Anteil von 19.5% der Kategorie „Lieferwagen erweitert“.

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

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Aufgrund der starken Gerätestörungen im 2003 und im 2004 sind die nachfolgenden Angaben mit Vorsicht zu geniessen. Der deutliche Rückgang an unklassifizierten Fahrzeugen gegenüber dem Vorjahr weist jedoch auf eine Verbesserung der Messqualität hin.

Im Jahr 2004 passierten pro Tag durchschnittlich 2'375 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 2'473 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Diagramm 6.4.2a). Dies entspricht einer Abnahme von 4.0%.

Das mittlere Gesamtgewicht aller Fahrzeuge (siehe Diagramm 6.4.2b) erhöht sich im Vergleich zum Vorjahr von 146 auf 149 kN (+2.1%). Bei den Fraktilwerten ist jedoch eine Reduktion von 1.7% (f95), respektive 2.9% (f99) festzustellen.

Das Gleiche gilt für die gemessenen Achslasten (siehe Diagramm 6.4.2b). Hier erhöht sich der Mittelwert von 43.4 auf 45.7 kN (+5.3%), währenddem die Fraktilwerte um 0.7% (f95), respektive 2.4% (f99) zurück gehen.

7 MONTE CENERI (A2)

7.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (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	364.5	24.03 25.10	- Die Tagesdaten vom 24.03.2004 sind nicht vollständig, Daten an 18:18 Uhr - Die Tagesdaten vom 25.10.2004 sind nicht vollständig: Daten ab 16:00 Uhr - Gerätestörungen vom 06. bis 14.12.2004

7.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

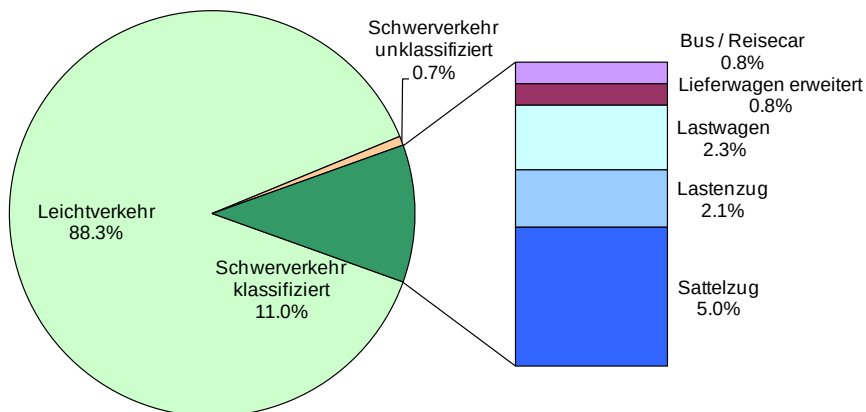
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2004 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 dargestellt.

Ceneri (A2) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 364.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	13'435'470	36'860	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	11'865'406	32'553	88.3	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'570'064	4'307	11.7	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	98'091	269	0.7	6.2
01 Bus / Reiseкар	106'167	291	0.8	6.8
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	95	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	246	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	101'068	277	0.8	6.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	3'747	10	0.0	0.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	311'811	855	2.3	19.9
09 Lastenzug	277'308	761	2.1	17.7
10 Sattelzug	671'531	1'842	5.0	42.8
Total	1'570'064	4'307	11.7	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	244'597	671	1.8	15.6
Fahrzeuge 8.0 - 18t	422'752	1'160	3.1	26.9
Fahrzeuge 18 - 28t	480'669	1'319	3.6	30.6
Fahrzeuge 28 - 40t	384'164	1'054	2.9	24.5
Fahrzeuge >40t	37'882	104	0.3	2.4
Total	1'570'064	4'307	11.7	100.0

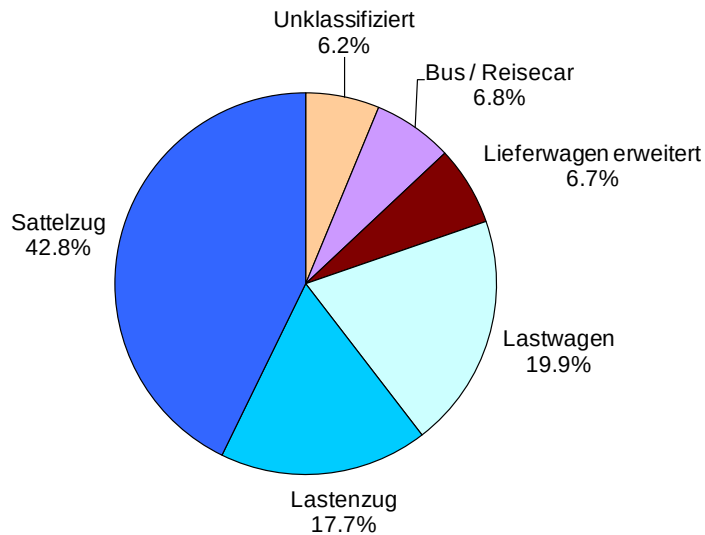
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

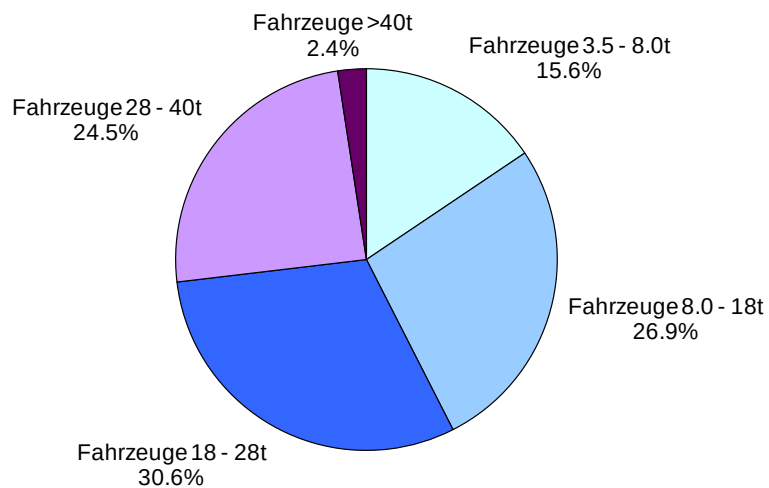
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



7.3 MESSDIAGRAMME

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Ceneri (A2) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 7.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 7.3.3 Reiscars 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 7.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

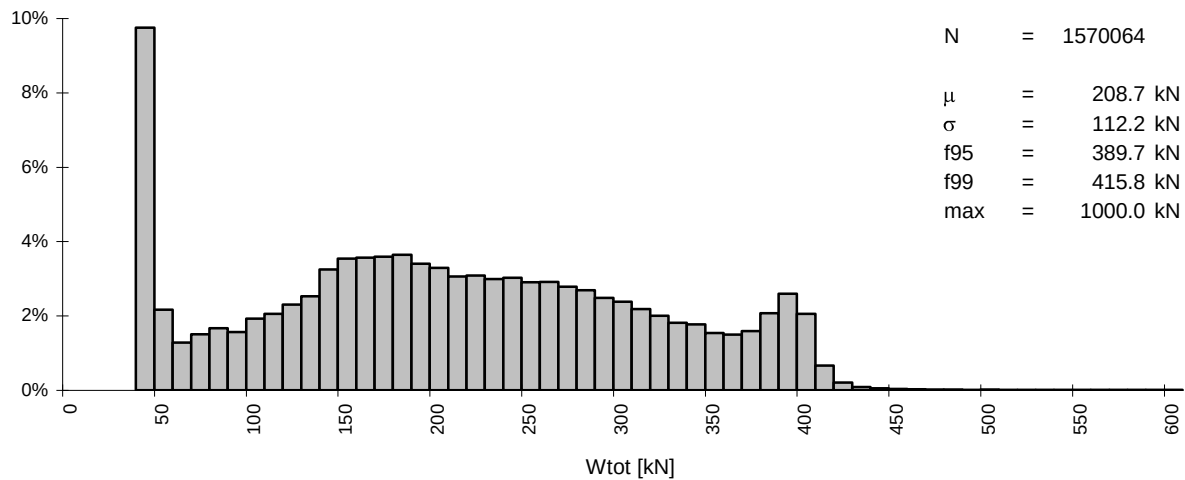
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

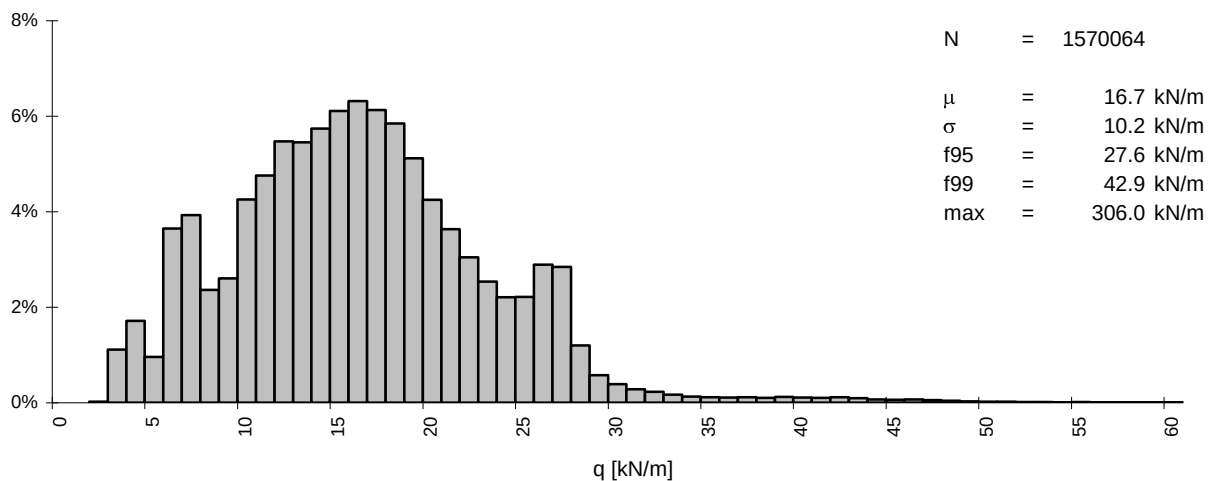
Ceneri 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



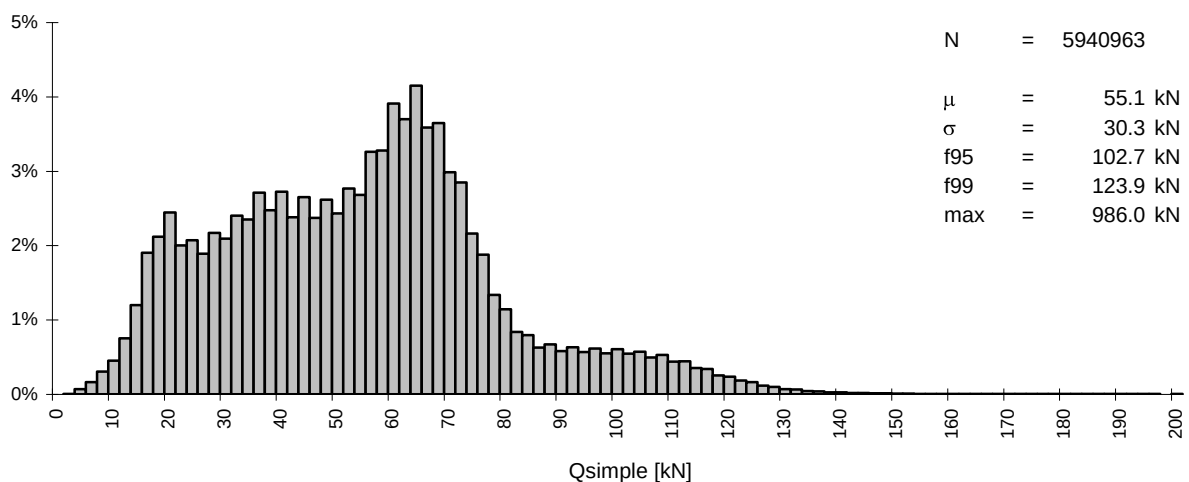
Ceneri 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



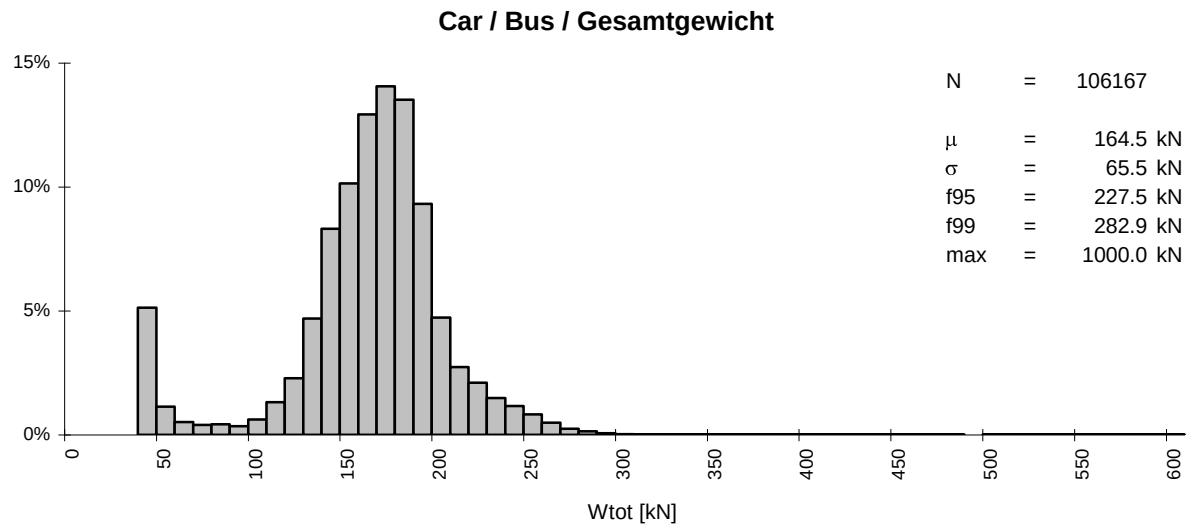
Ceneri 2004

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

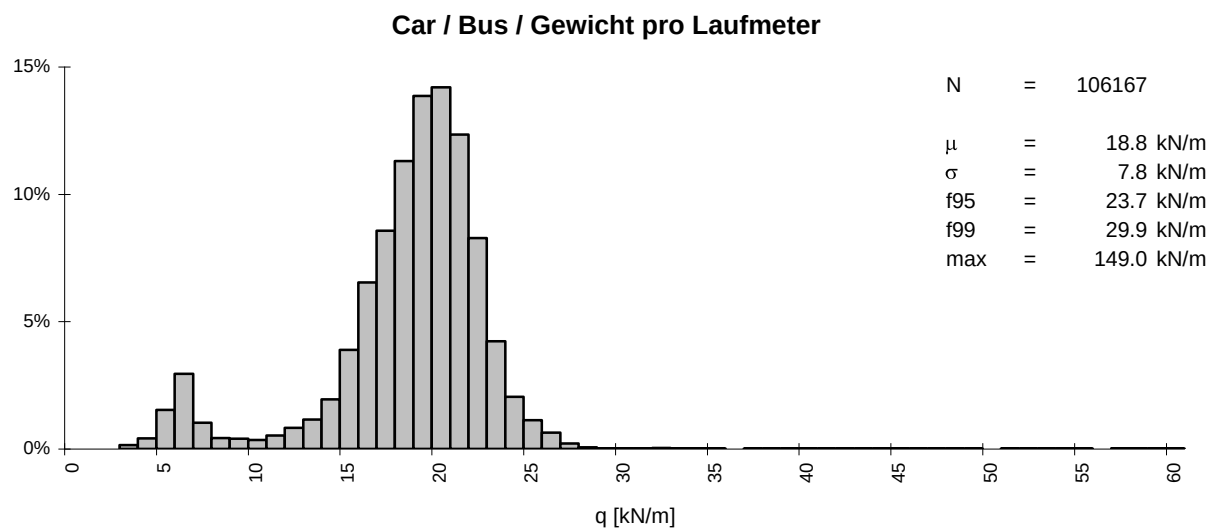


7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

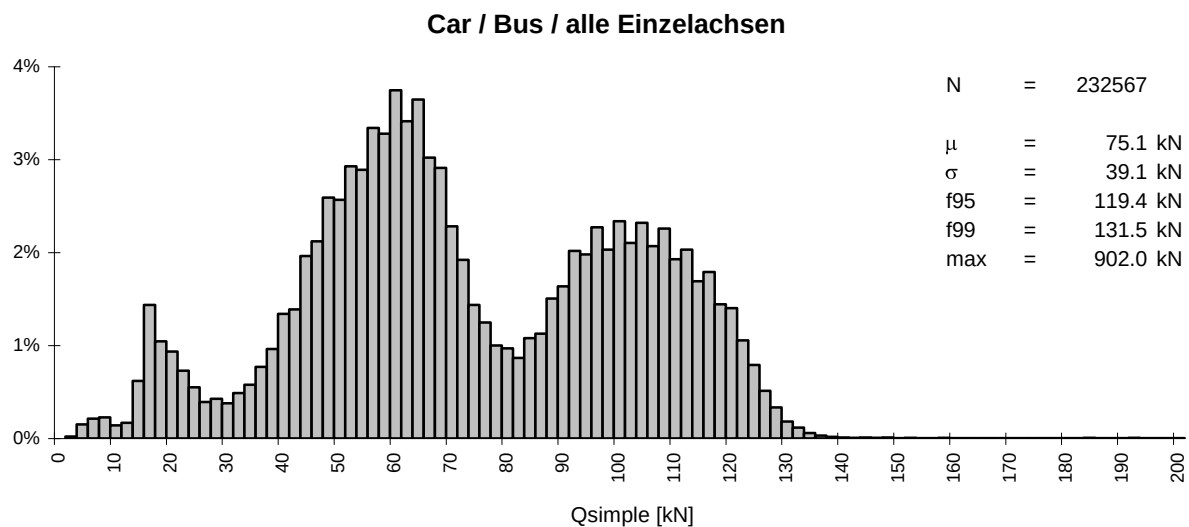
Ceneri 2004



Ceneri 2004



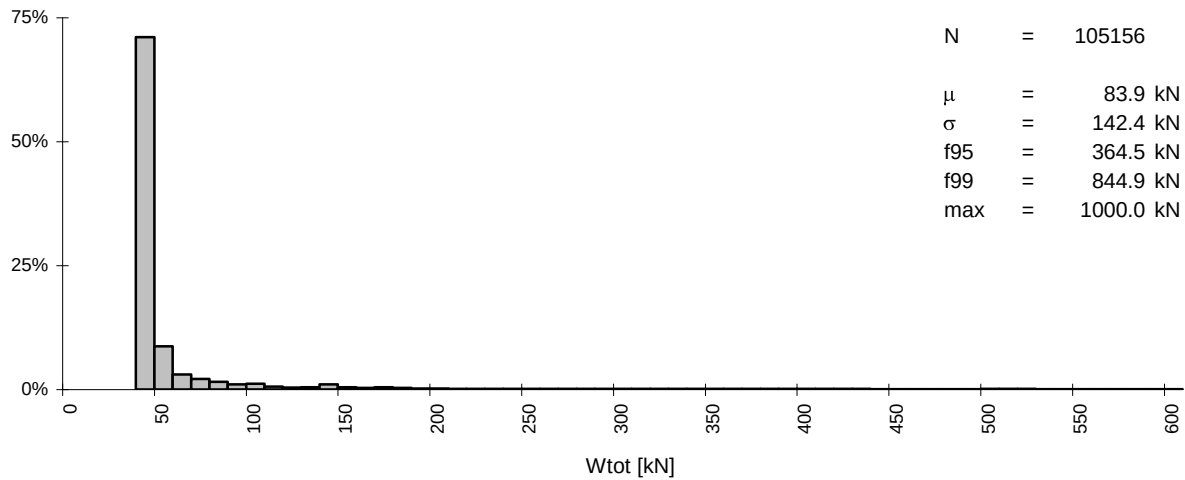
Ceneri 2004



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

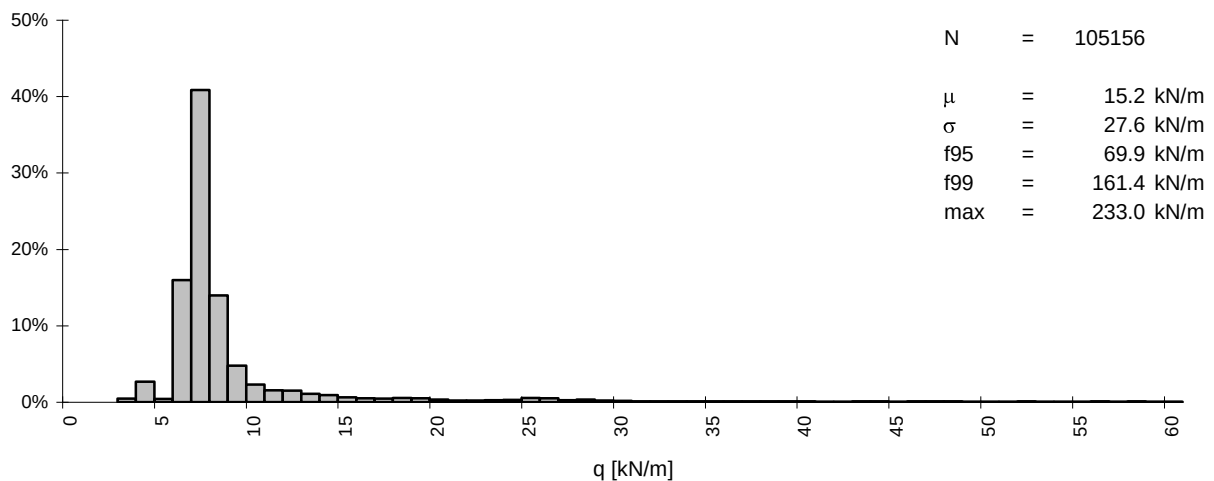
Ceneri 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



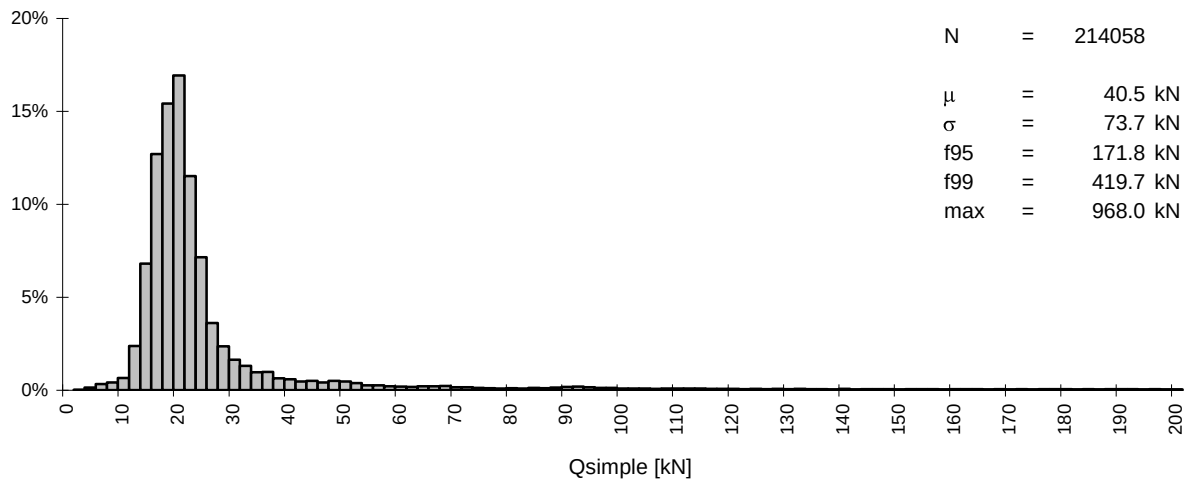
Ceneri 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Ceneri 2004

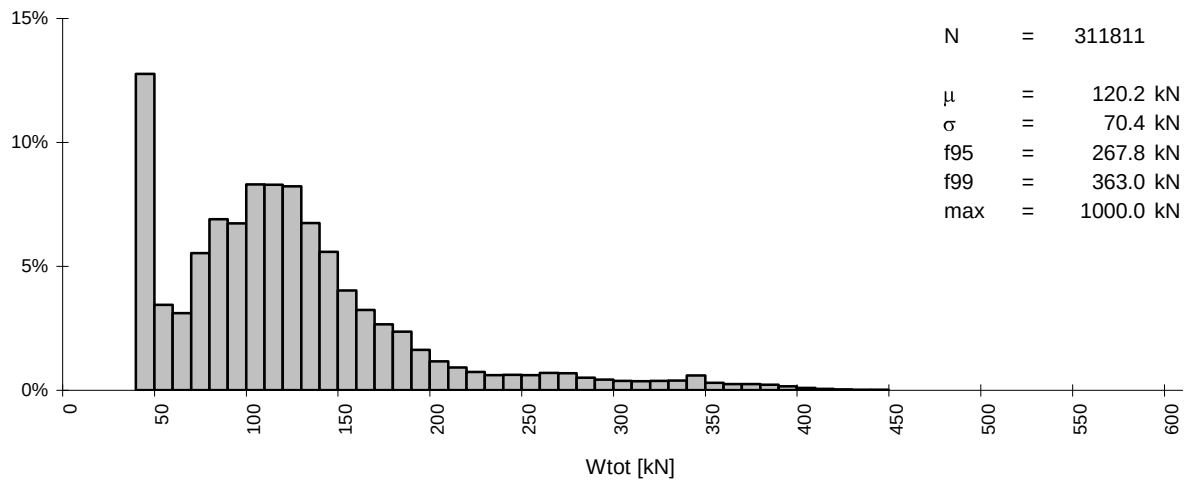
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

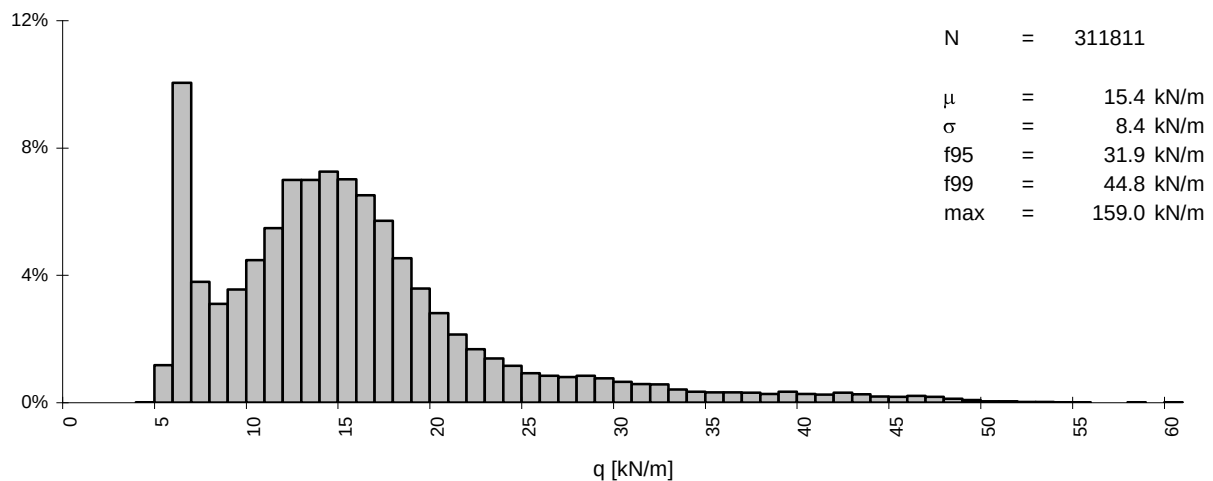
Ceneri 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



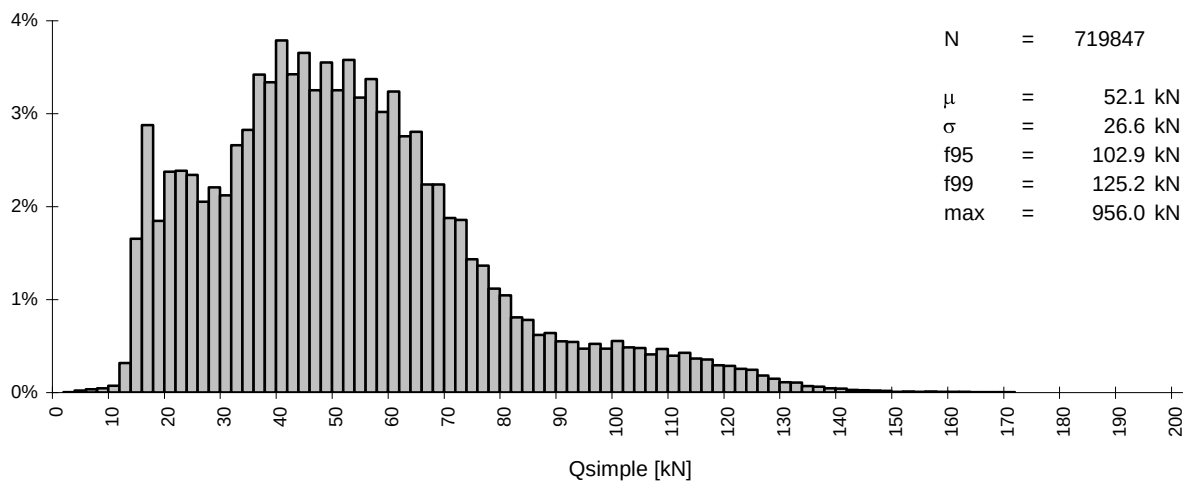
Ceneri 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



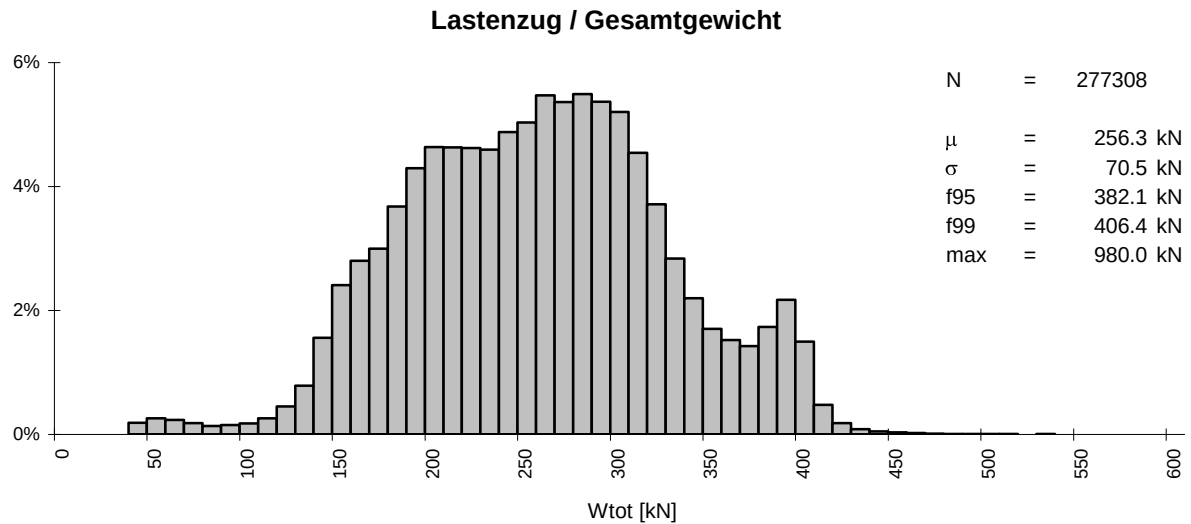
Ceneri 2004

Lastwagen / alle Einzelachsen

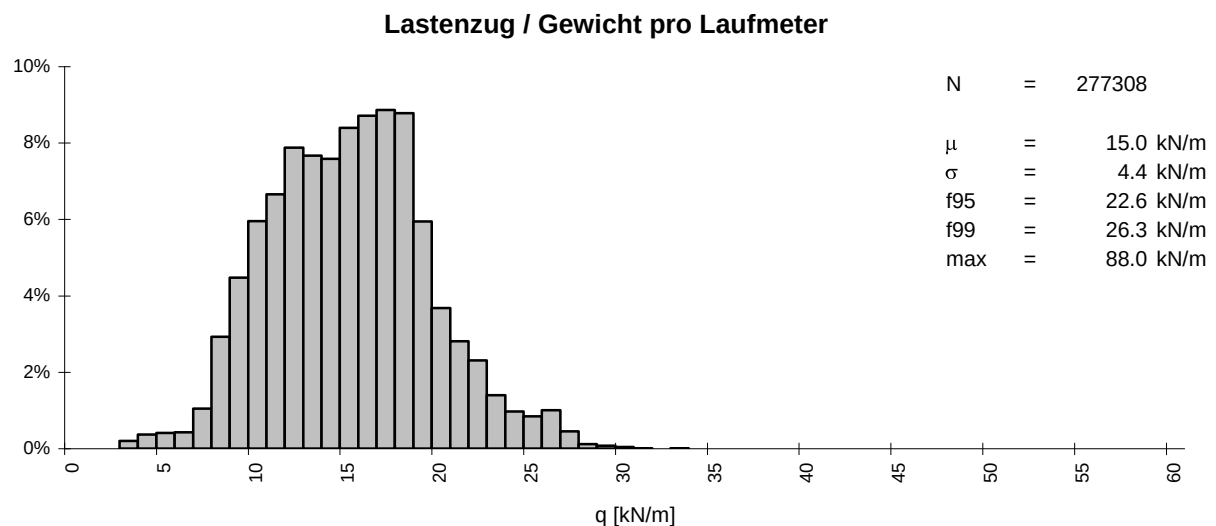


7.3.6 Lastenzüge (LZ)

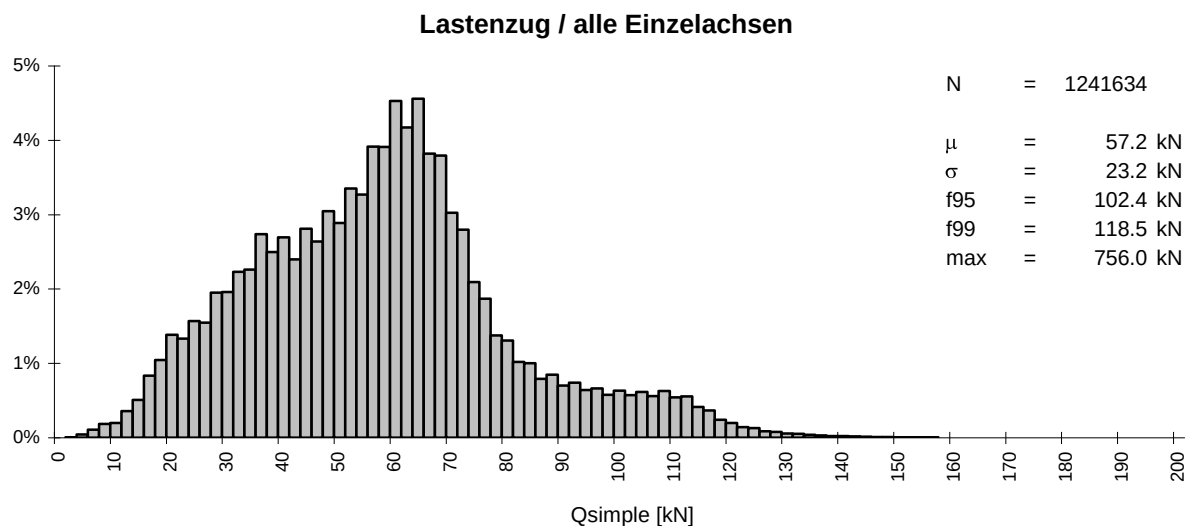
Ceneri 2004



Ceneri 2004

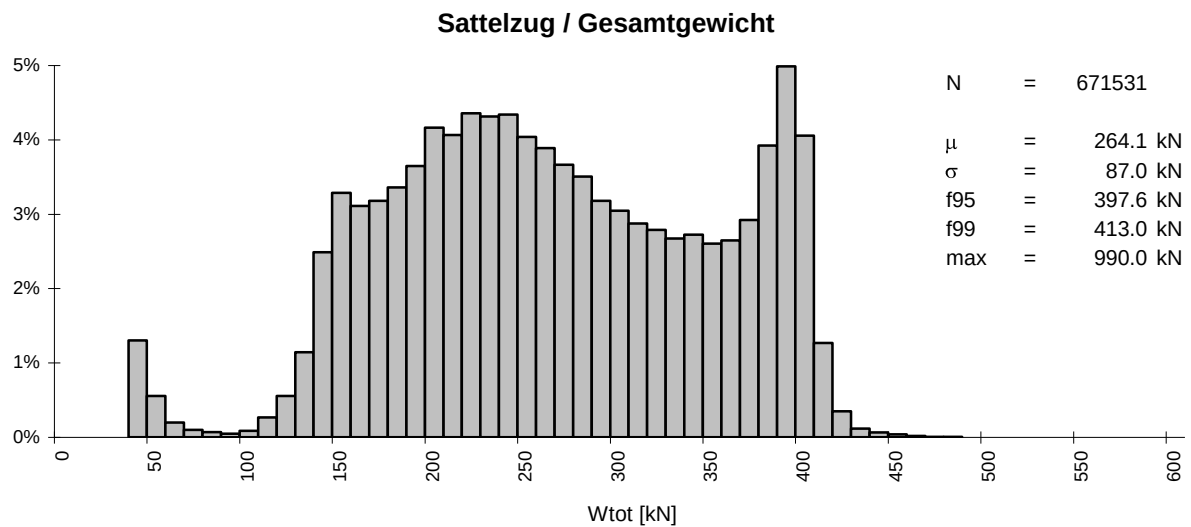


Ceneri 2004

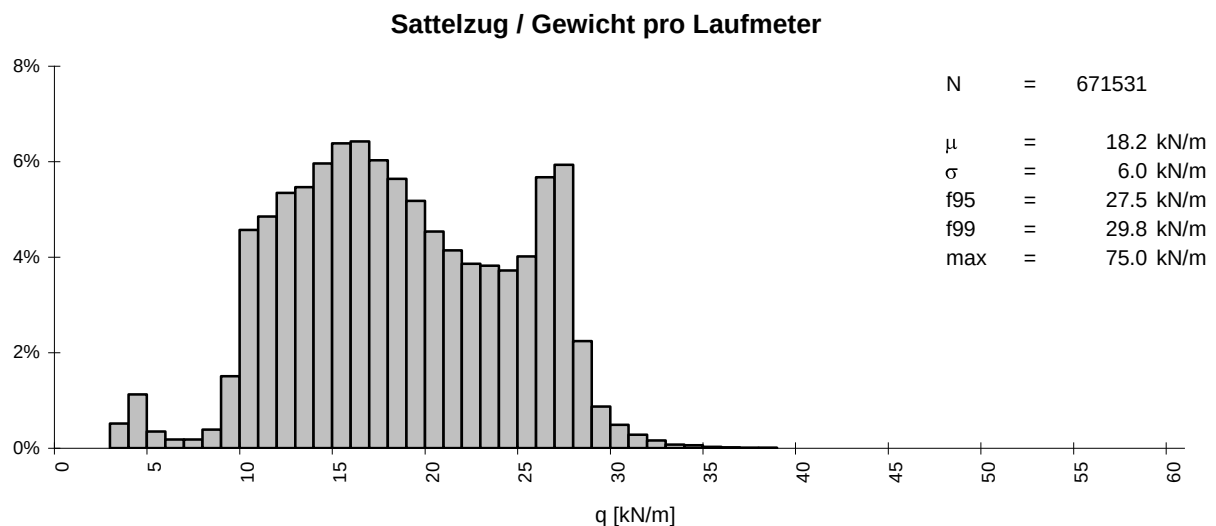


7.3.7 Sattelzüge (SZ)

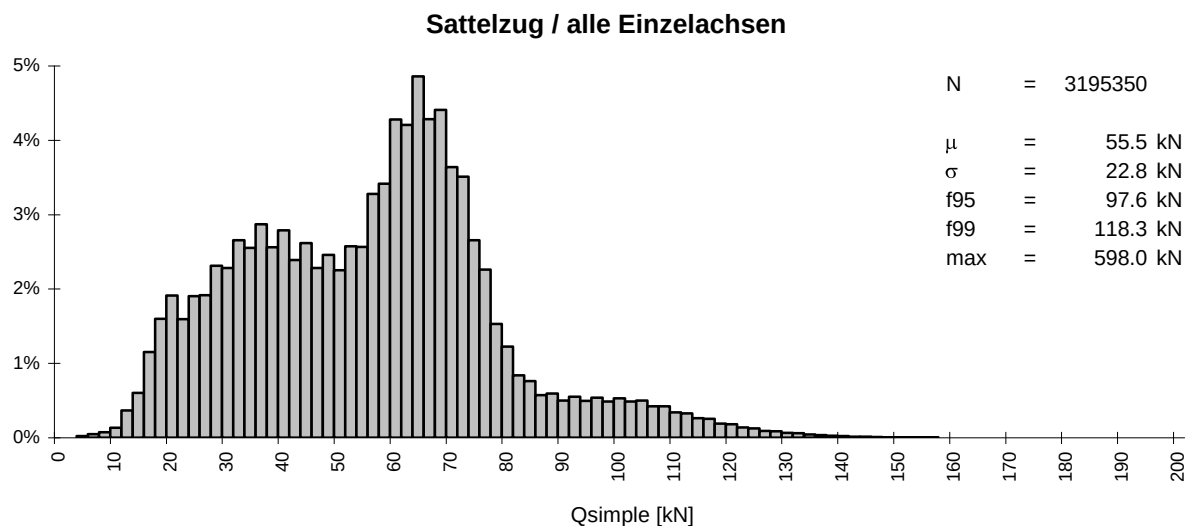
Ceneri 2004



Ceneri 2004



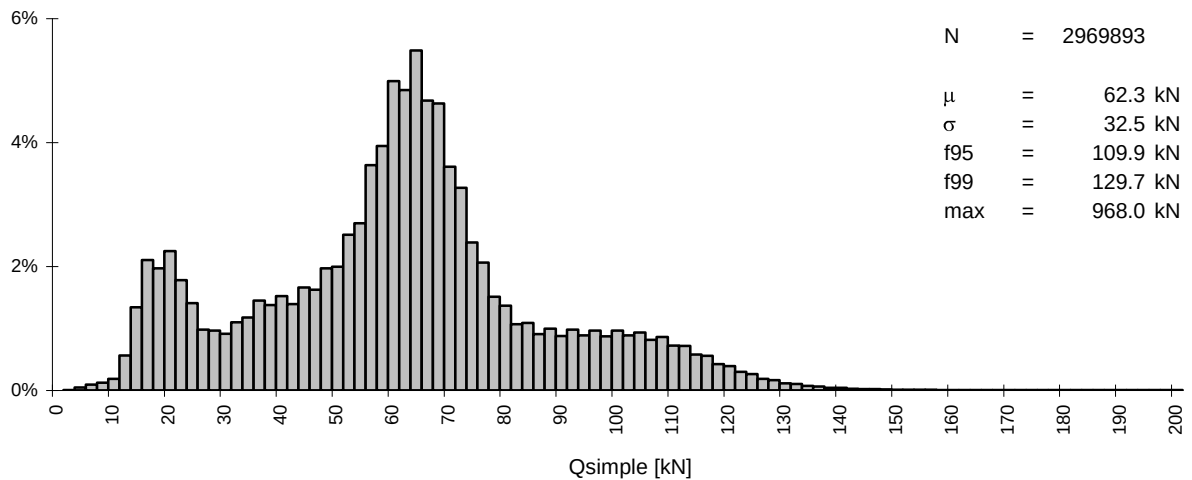
Ceneri 2004



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

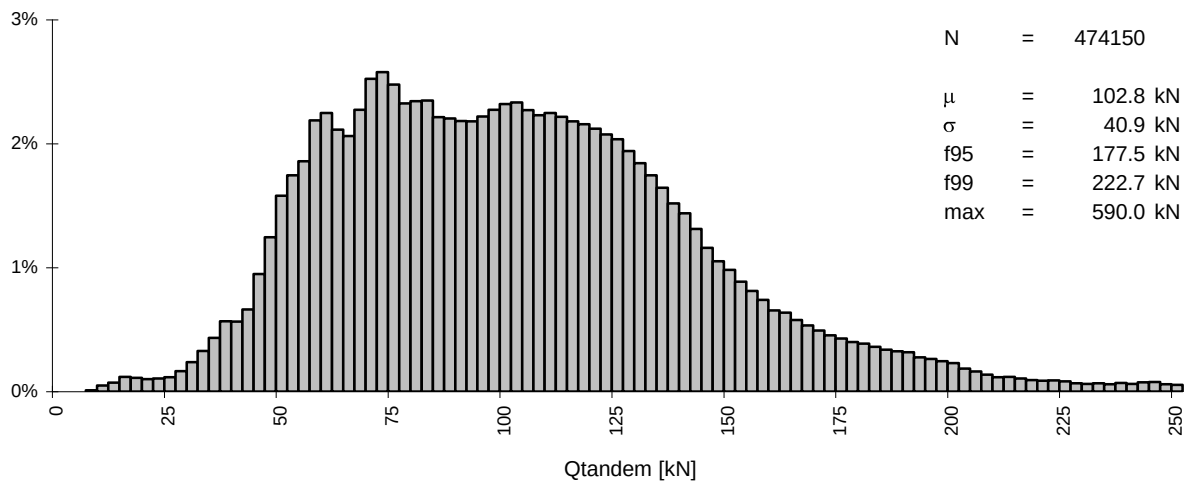
Ceneri 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



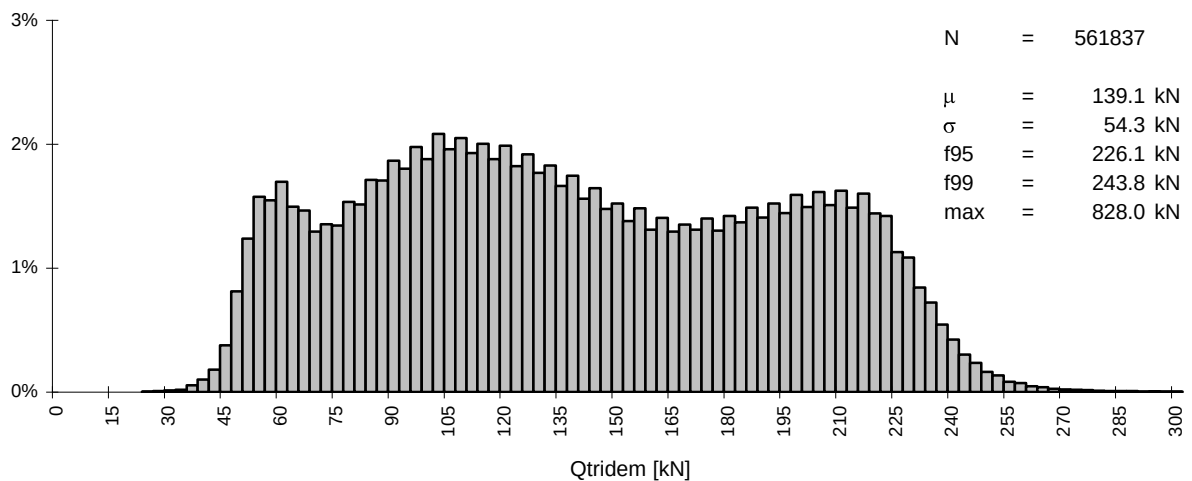
Ceneri 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Ceneri 2004

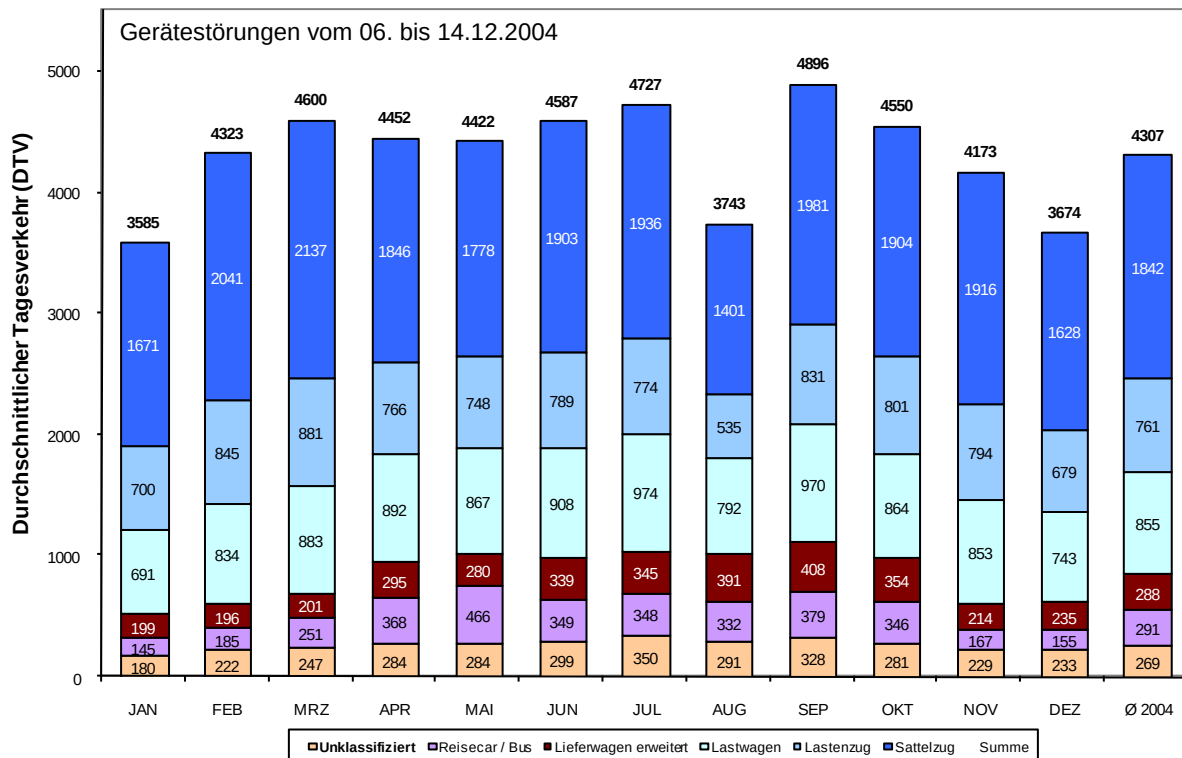
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



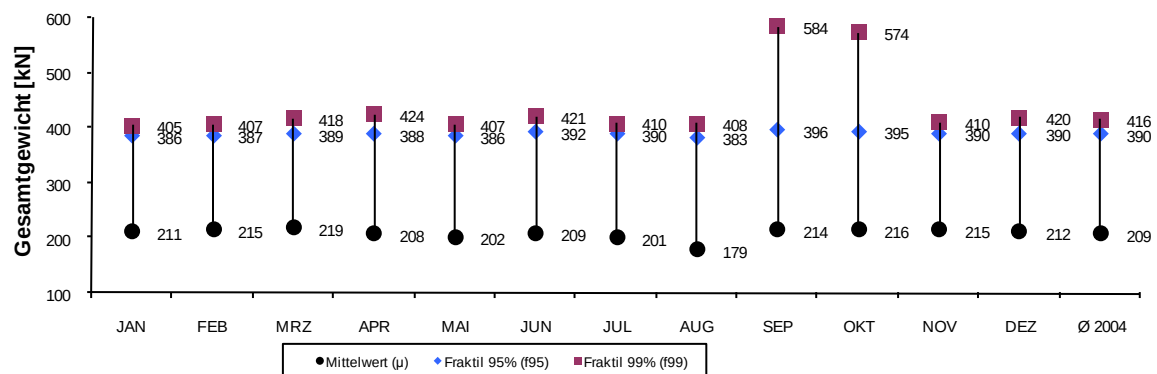
7.4 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

7.4.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

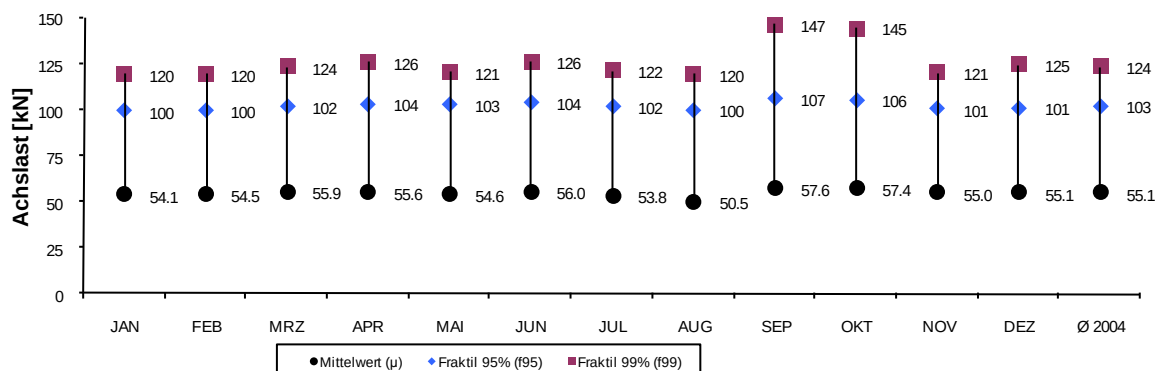
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

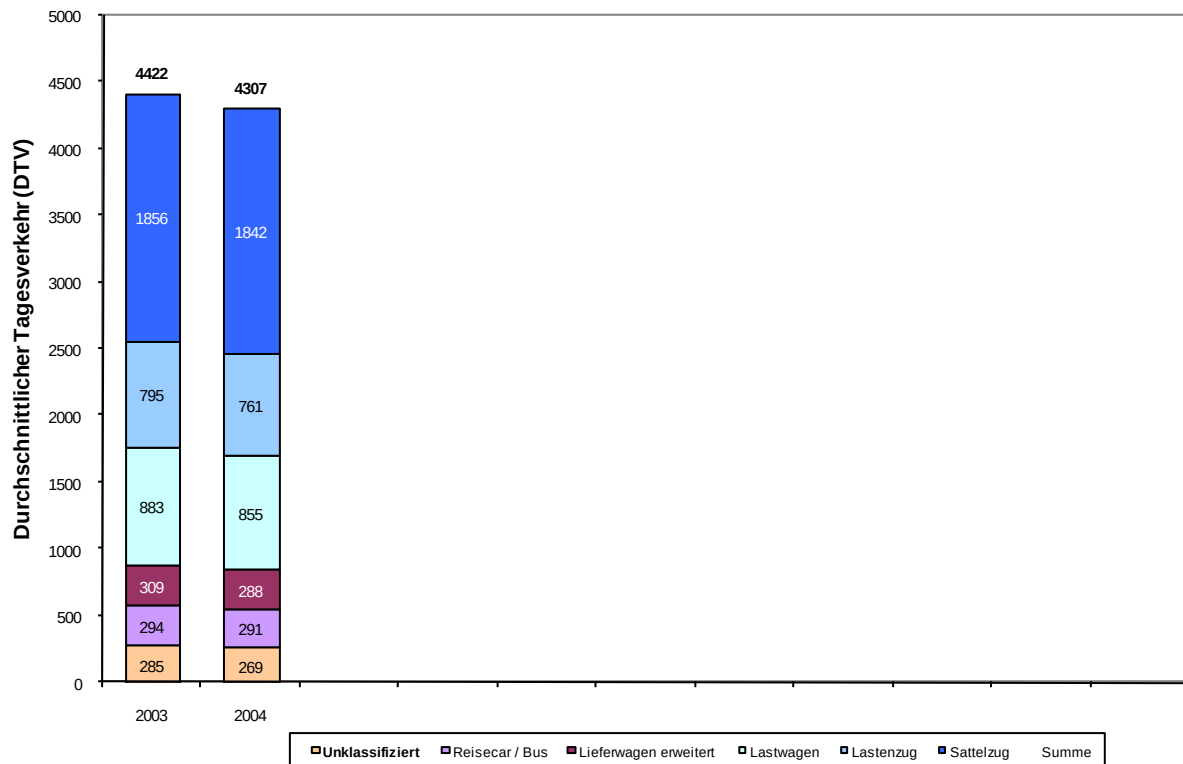


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

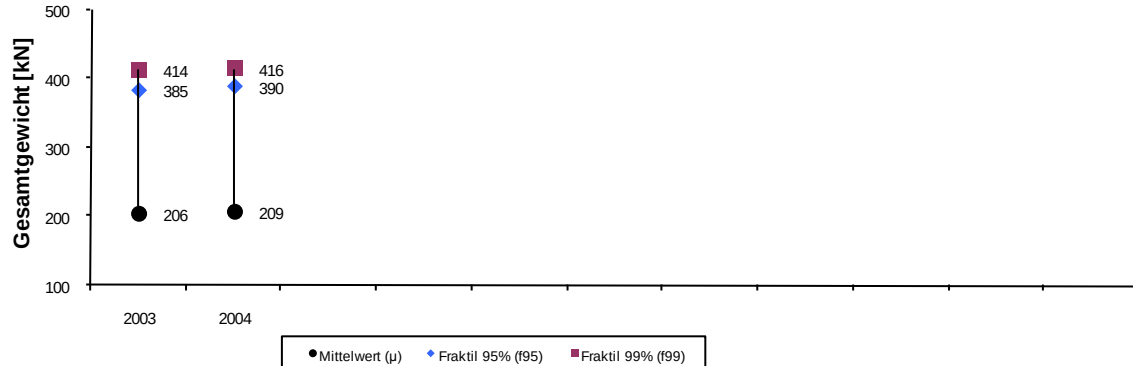


7.4.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

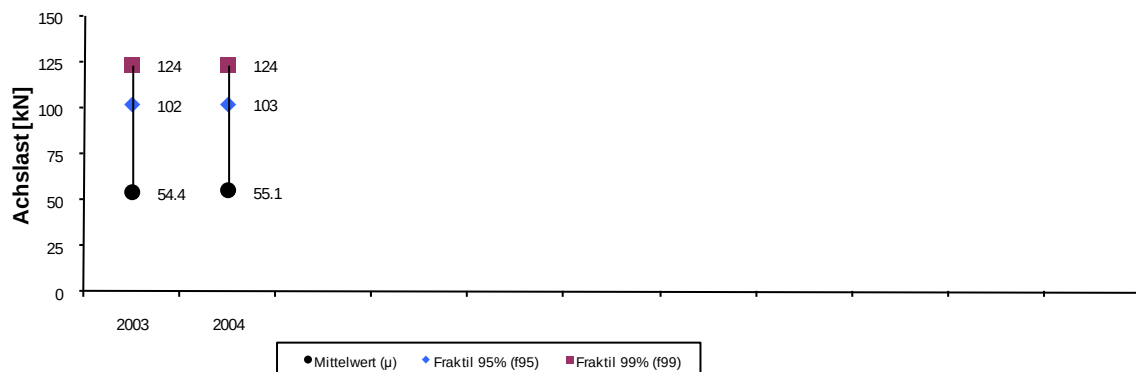
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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 (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	62.3	62.3	109.9	129.7
Tandemachse	102.8	51.4	88.8	111.4
Tridemachse	139.1	46.4	75.4	81.3
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzelachsen mit einer mittleren Achslast von 62.3 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 51.4 kN, respektive 46.4 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 7.3.2) wird auf die durchschnittliche Breite ($b = 3.5$ m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.7 kN/m	27.6 kN/m	42.9 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.77 kN/m ²	7.88 kN/m ²	12.3 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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	13'621	7	0.000	280	0	0.000	2	0
2	0.006	244'197	1'465	0.001	1'908	1	0.000	7	0
3	0.020	179'301	3'586	0.003	2'954	9	0.001	126	0
4	0.070	196'535	13'757	0.008	8'971	72	0.002	954	2
5	0.150	256'507	38'476	0.020	21'039	421	0.005	7'688	38
6	0.290	527'885	153'087	0.030	38'108	1'143	0.010	34'034	340
7	0.530	690'140	365'774	0.060	42'553	2'553	0.020	23'895	478
8	1.000	314'641	314'641	0.100	46'099	4'610	0.030	23'780	713
9	1.520	146'630	222'878	0.140	42'429	5'940	0.040	38'185	1'527
10	2.400	138'468	332'323	0.200	42'644	8'529	0.060	31'786	1'907
11	3.660	125'118	457'932	0.280	43'055	12'055	0.080	34'216	2'737
12	5.400	78'960	426'384	0.400	41'125	16'450	0.110	43'785	4'816
13	7.760	30'455	236'331	0.540	37'433	20'214	0.140	30'941	4'332
14	10.870	9'478	103'026	0.730	30'096	21'970	0.190	29'408	5'588
15	14.910	2'876	42'881	0.960	21'357	20'503	0.240	34'828	8'359
16	20.060	1'254	25'155	1.260	14'664	18'477	0.300	23'427	7'028
17	26.540	723	19'188	1.630	10'620	17'311	0.380	22'758	8'648
18	34.590	621	21'480	2.080	7'898	16'428	0.480	30'498	14'639
19	-	-	-	2.640	6'353	16'772	0.590	23'947	14'129
20	-	-	-	3.300	4'806	15'860	0.720	25'594	18'428
21	-	-	-	4.090	2'846	11'640	0.880	35'046	30'840
22	-	-	-	5.030	1'930	9'708	1.060	25'447	26'974
23	-	-	-	-	-	-	1.270	20'413	25'925
24	-	-	-	-	-	-	1.520	14'220	21'614
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'925	7'104
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'632	3'492
27	-	-	-	-	-	-	2.510	744	1'867
28	-	-	-	-	-	-	2.940	239	703
29	-	-	-	-	-	-	3.430	124	425
30	-	-	-	-	-	-	3.980	65	259
Summe		2'957'410	2'778'372		469'168	220'665		561'714	212'914

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'778'372 + 220'665 + 212'914 = 3'211'951 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'211'951 = 1'445'378 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 1'445'378 / 364.5 = 3'965 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 der Zählstelle Ceneri (A2) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 7.4.1a). In den Wintermonaten (November bis Februar) 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 42.8%.

Die Fraktilwerte bezüglich Gesamtgewicht und Achslast aller Fahrzeuge (Diagramme 7.4.1b und 7.4.1b) in den Monaten September und Oktober sind überdurchschnittlich hoch. Diese Unregelmässigkeiten sind möglicherweise auf Gerätestörungen am Zählerstandort zurückzuführen.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2004 passierten durchschnittlich pro Tag 4'307 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 4'422 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Abnahme von 2.6%. 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 1.5%, respektive 1.3%. Die Erhöhung der entsprechenden Fraktilwerte ist jedoch gering.

8 OBERBÜREN (A1)

8.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2004 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Oberbüren (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Mess-tage	Messunterbrüche	Bemerkungen
410 - Oberbüren (A1)	2x2	361.5	26.01 17-18.02 28.03 08.04 16.04 10.08 10.09 05.11	- Die Tagesdaten vom 26.01.2004 sind nicht vollständig, Daten ab 08:30 Uhr - Die Daten vom 17. und 18.02. sind nicht vollständig - Die Daten vom 28.03. sind nicht vollständig - Die Daten vom 08. und 16.04. sind nicht vollständig - Die Daten vom 10.08. sind nicht vollständig, Daten ab 18:27 Uhr - Die Daten vom 10.09. sind nicht vollständig, Daten bis 16:18 Uhr - Die Daten vom 05.11. sind nicht vollständig, Daten ab 13:37 Uhr - Gerätestörungen am 20.12.2004

8.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

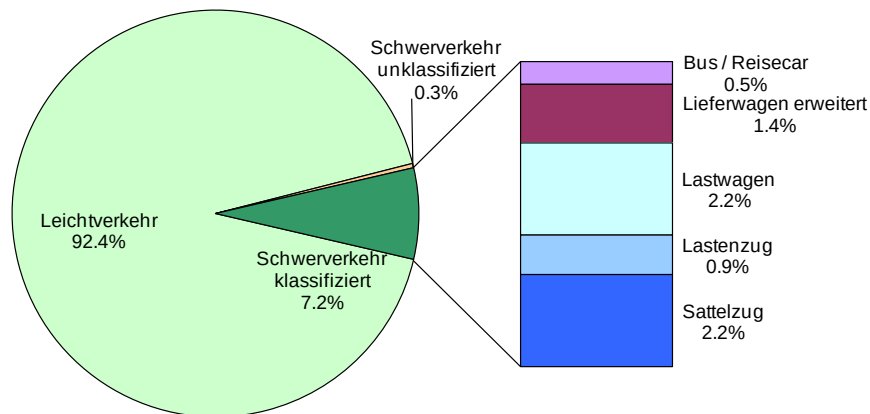
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die mittlere Zusammensetzung des Verkehrs ist in den Diagrammen des Abschnitts 0 dargestellt.

Oberbüren (A1) 2004	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 361.5)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	17'478'164	48'349	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	16'153'005	44'683	92.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'325'159	3'666	7.6	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	60'528	167	0.3	4.6
01 Bus / Reisecar	94'689	262	0.5	7.1
02 Motorrad	378	1	0.0	0.0
03 Personenwagen	32'302	89	0.2	2.4
04 Personenwagen mit Anh.	23'242	64	0.1	1.8
05 Lieferwagen	112'558	311	0.6	8.5
06 Lieferwagen mit Anhänger	54'476	151	0.3	4.1
07 Lieferwagen mit Auflieger	20'135	56	0.1	1.5
08 Lastwagen	382'733	1'059	2.2	28.9
09 Lastenzug	163'109	451	0.9	12.3
10 Sattelzug	381'009	1'054	2.2	28.8
Total	1'325'159	3'666	7.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	366'642	1'014	2.1	27.7
Fahrzeuge 8.0 - 18t	513'368	1'420	2.9	38.7
Fahrzeuge 18 - 28t	291'395	806	1.7	22.0
Fahrzeuge 28 - 40t	135'933	376	0.8	10.3
Fahrzeuge >40t	17'821	49	0.1	1.3
Total	1'325'159	3'666	7.6	100.0

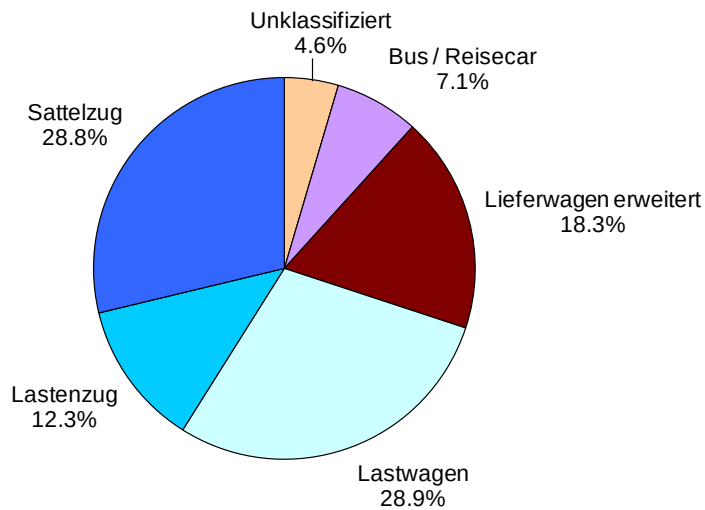
Tabelle 8: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

8.3 MITTLERE ZUSAMMENSETZUNG DES VERKEHRS

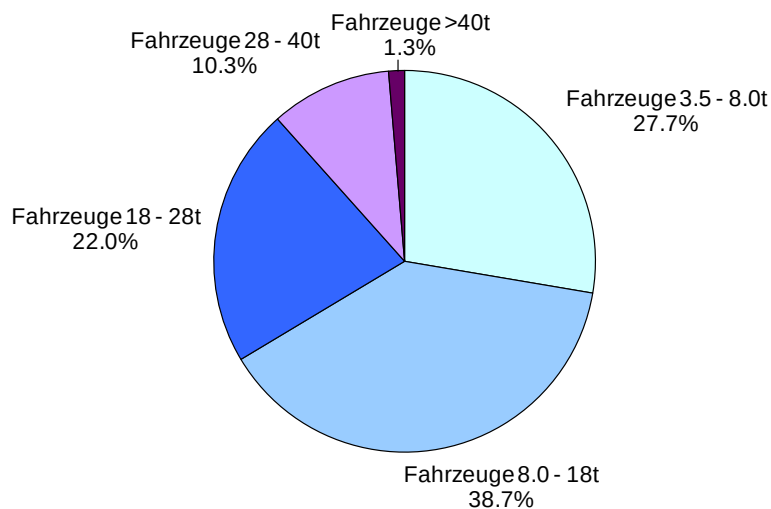
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



8.4 MESSDIAGRAMME

8.4.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Oberbüren (A1) 2004 sind folgendermassen strukturiert:

- 8.4.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 8.4.3 Reisecars und Busse (CB)
- 8.4.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 8.4.5 Lastwagen (LW)
- 8.4.6 Lastenzüge (LZ)
- 8.4.7 Sattelzüge (SZ)
- 8.4.8 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:

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

- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 8.4.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der einzelnen Achsentypen bestimmt (Definition siehe Abschnitt 1.5).

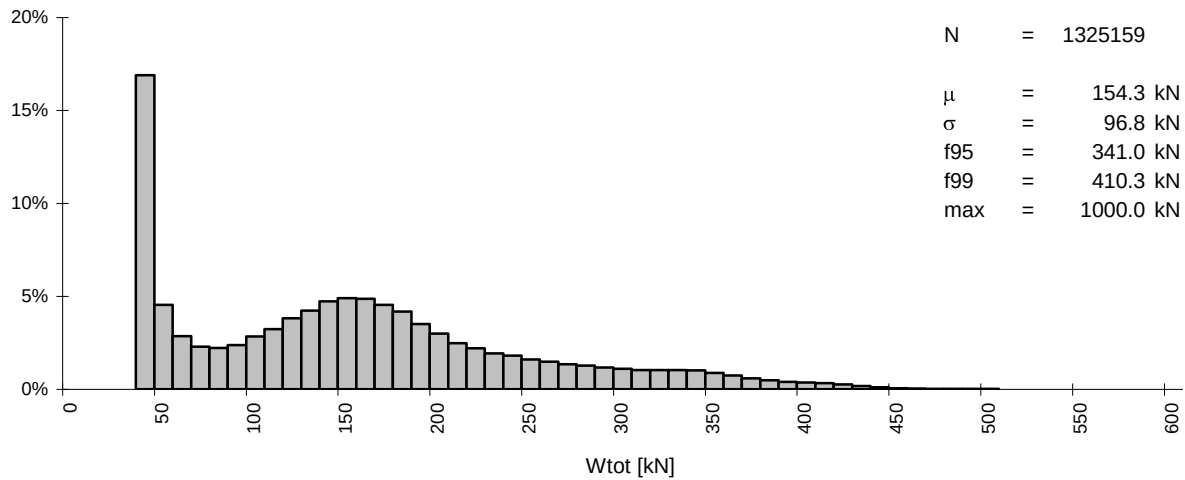
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

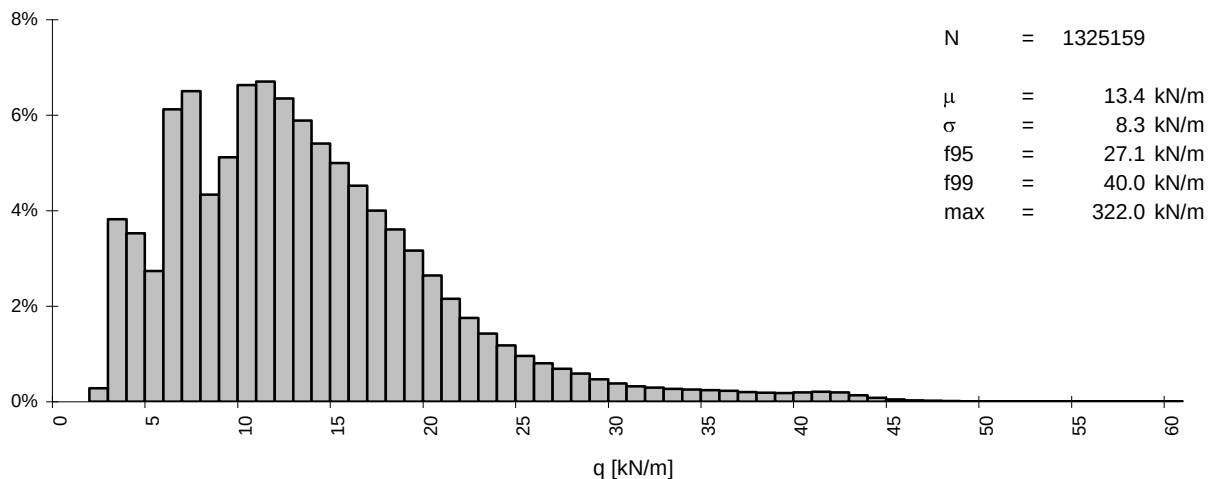
Oberbüren 2004

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



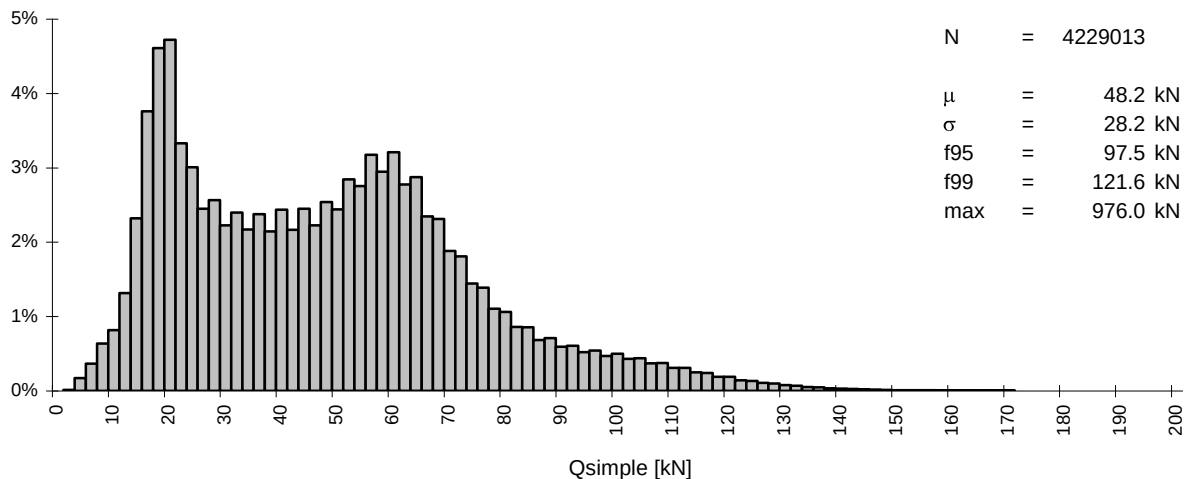
Oberbüren 2004

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2004

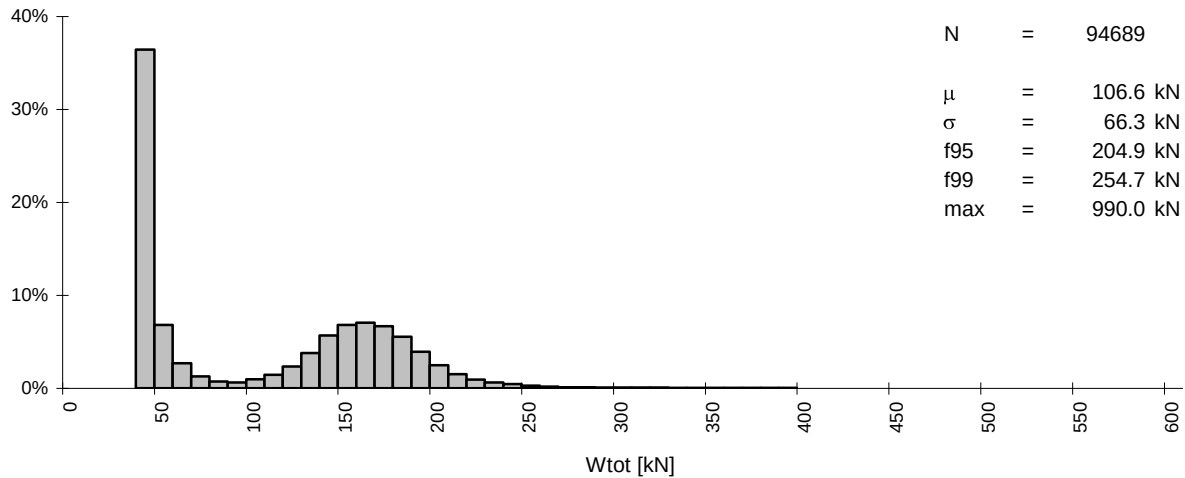
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



8.4.3 Reisecars und Busse (CB)

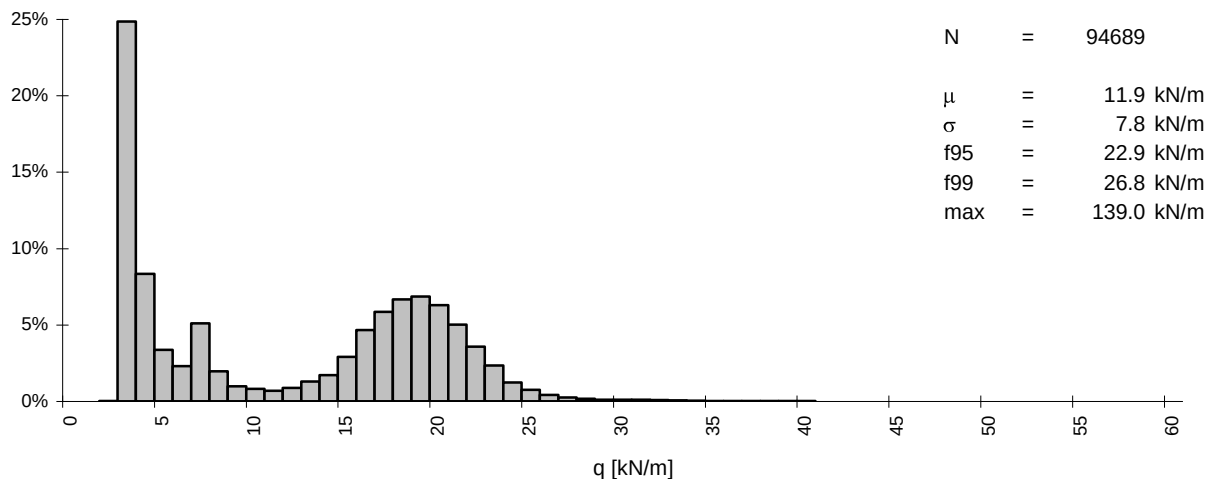
Oberbüren 2004

Car / Bus / Gesamtgewicht



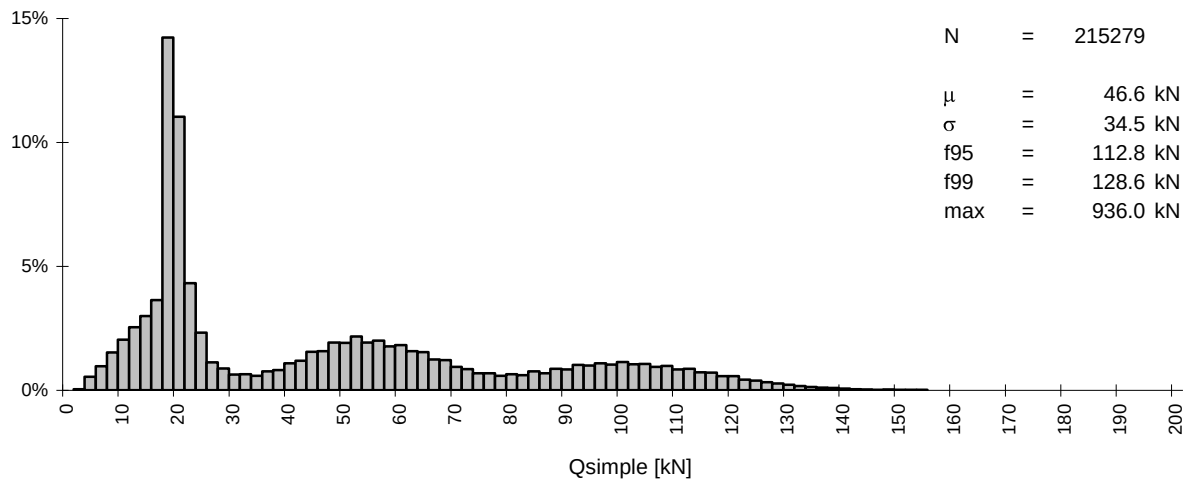
Oberbüren 2004

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2004

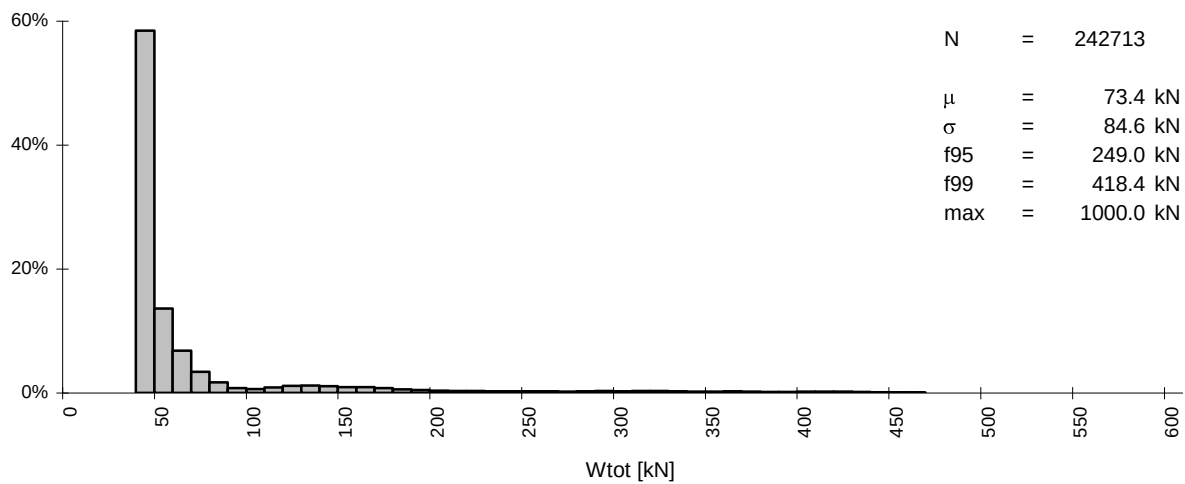
Car / Bus / alle Einzelachsen



8.4.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

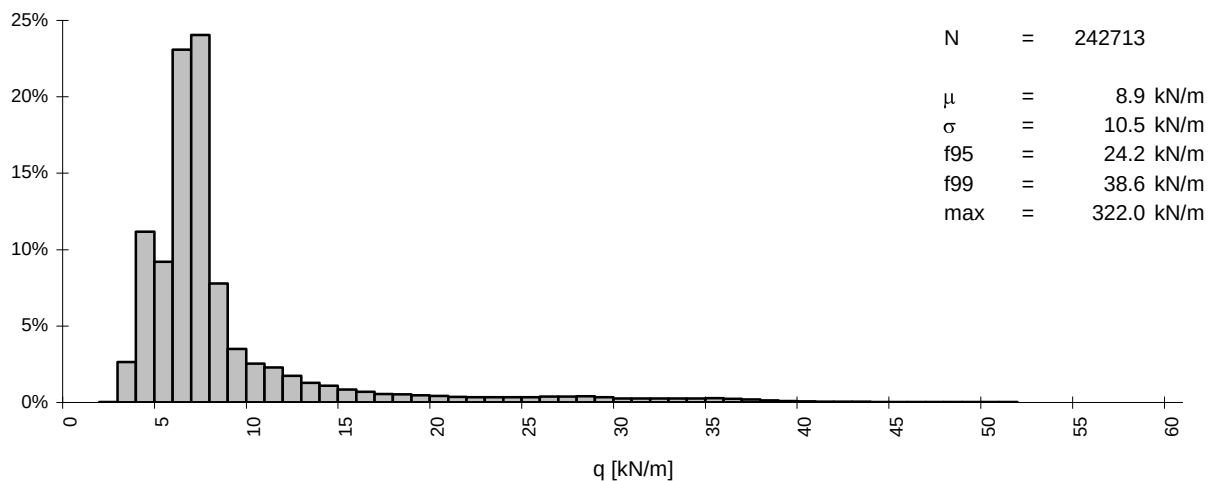
Oberbüren 2004

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



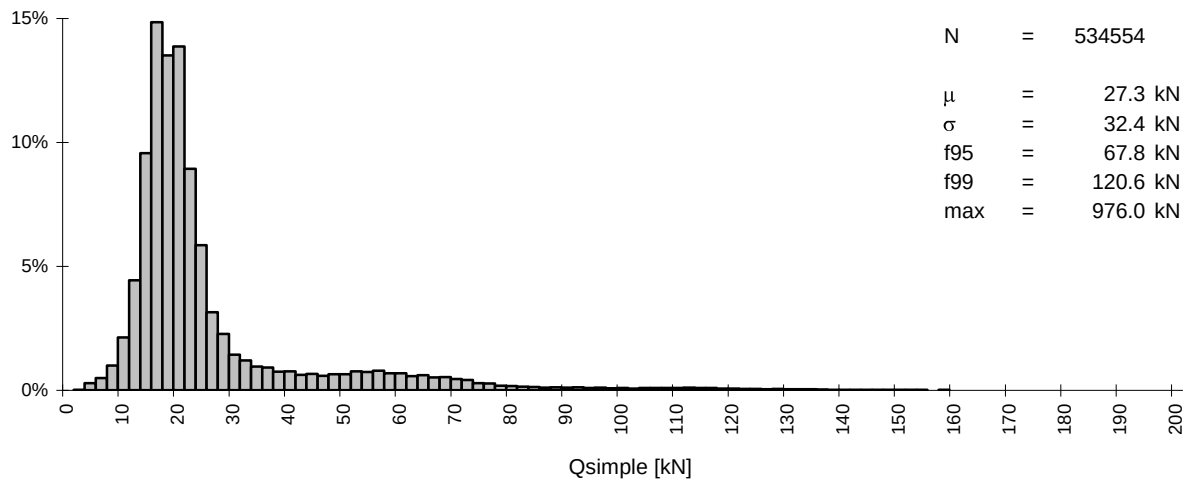
Oberbüren 2004

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2004

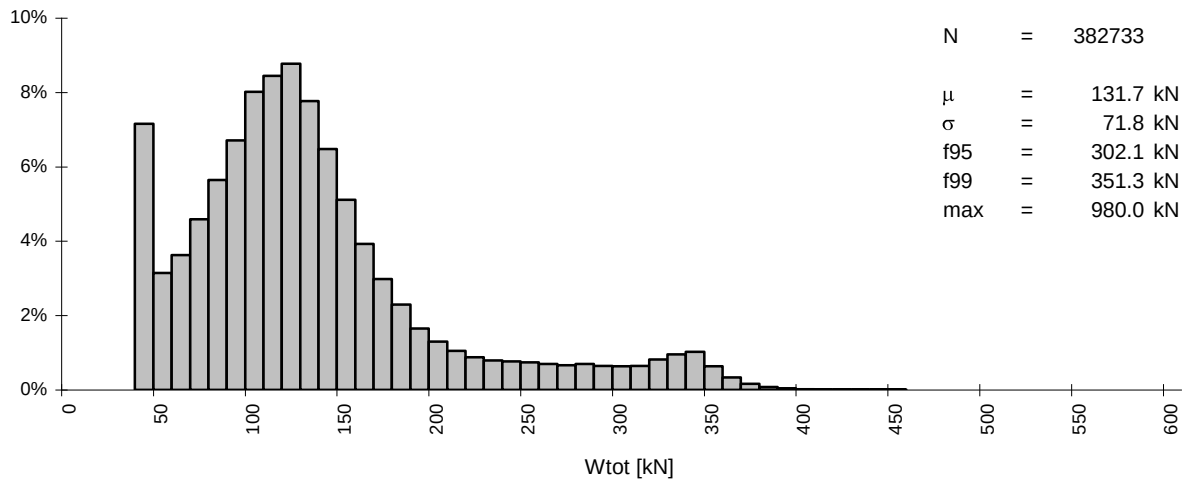
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.4.5 Lastwagen (LW)

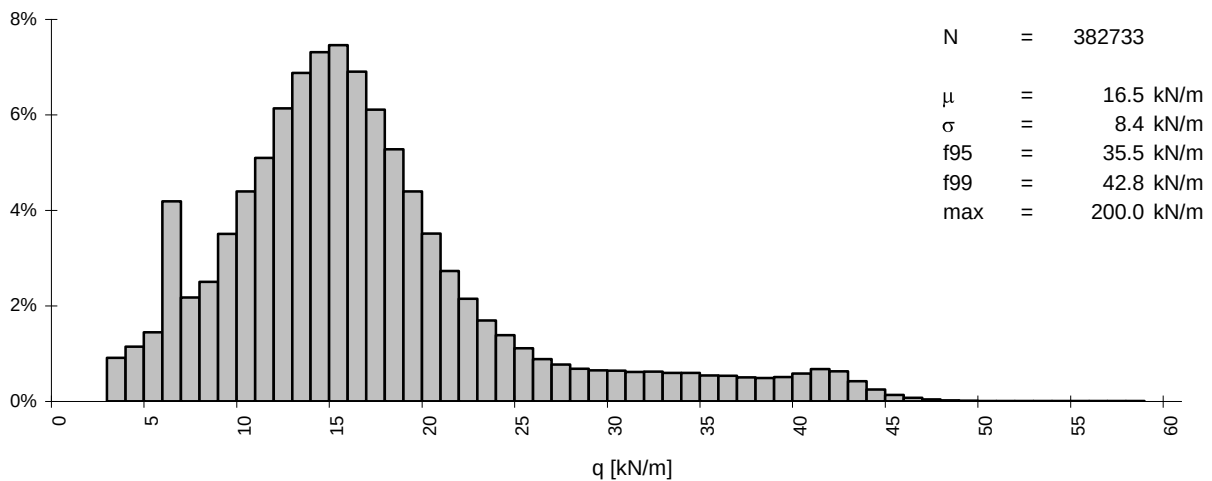
Oberbüren 2004

Lastwagen / Gesamtgewicht



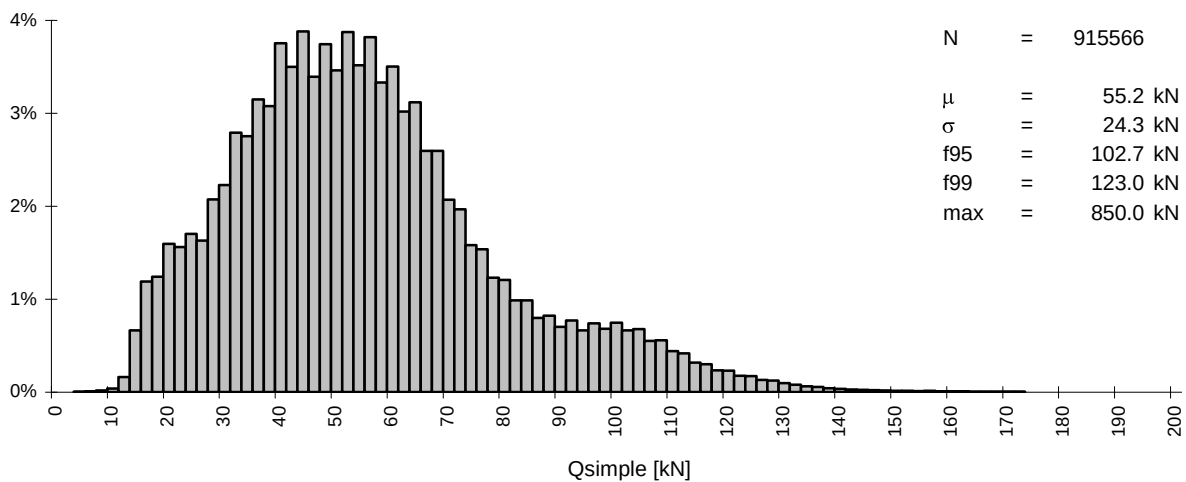
Oberbüren 2004

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2004

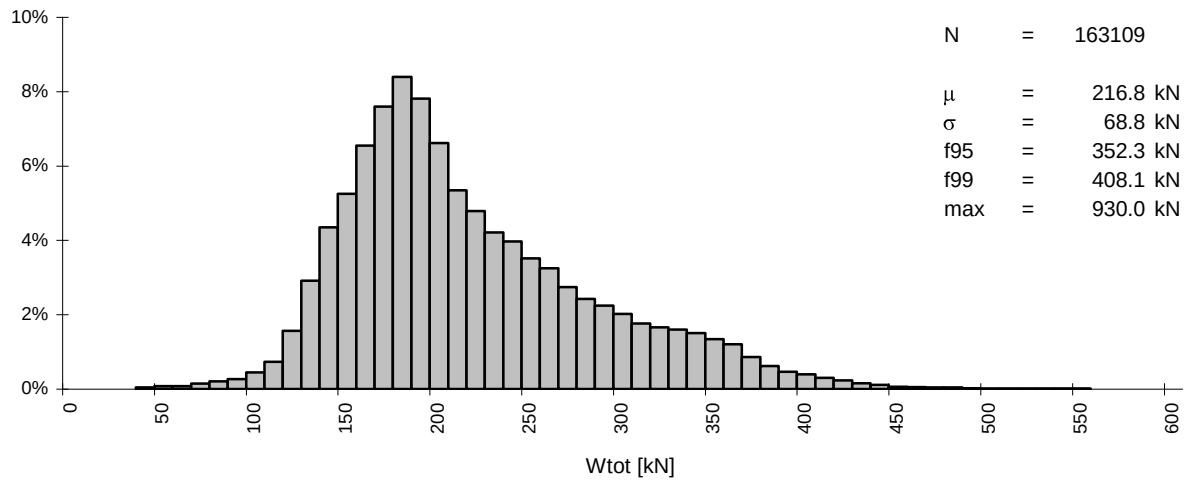
Lastwagen / alle Einzelachsen



8.4.6 Lastenzüge (LZ)

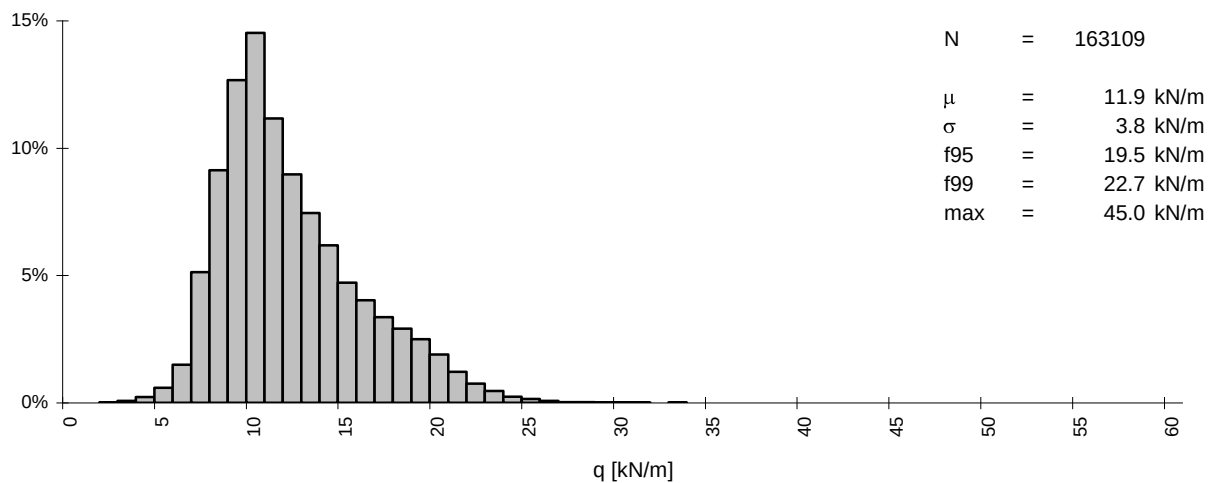
Oberbüren 2004

Lastenzug / Gesamtgewicht



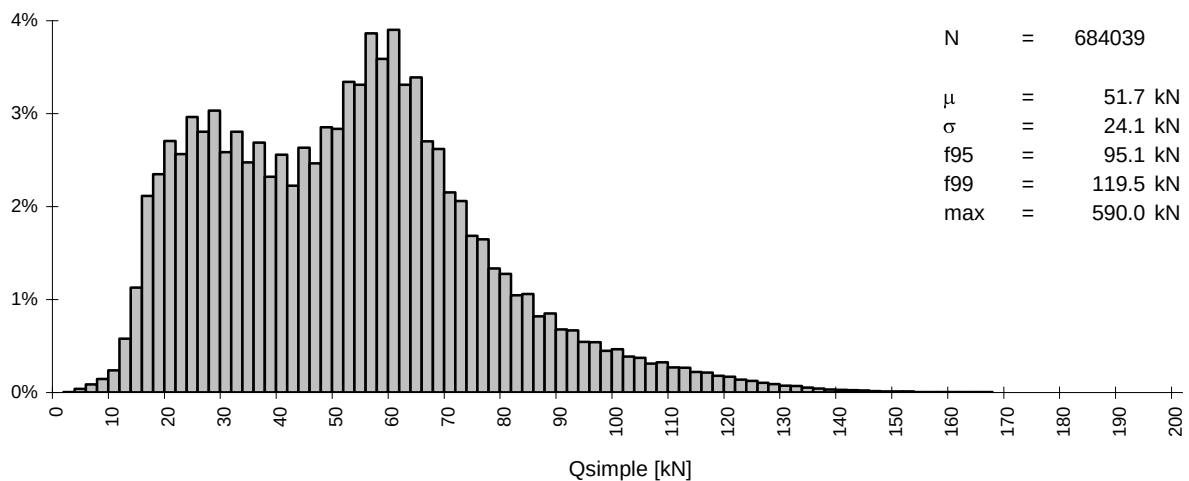
Oberbüren 2004

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



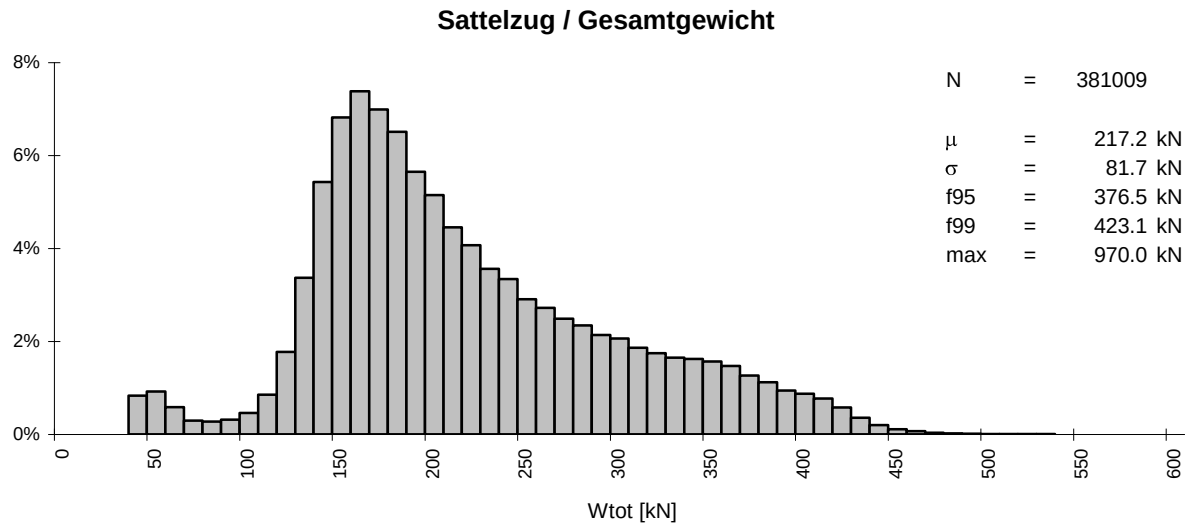
Oberbüren 2004

Lastenzug / alle Einzelachsen

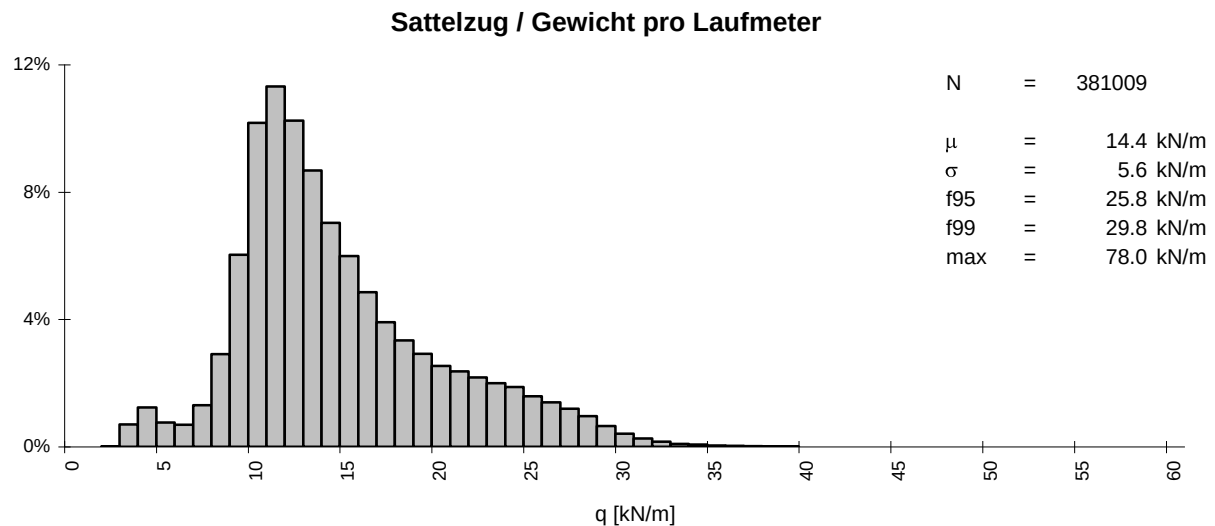


8.4.7 Sattelzüge (SZ)

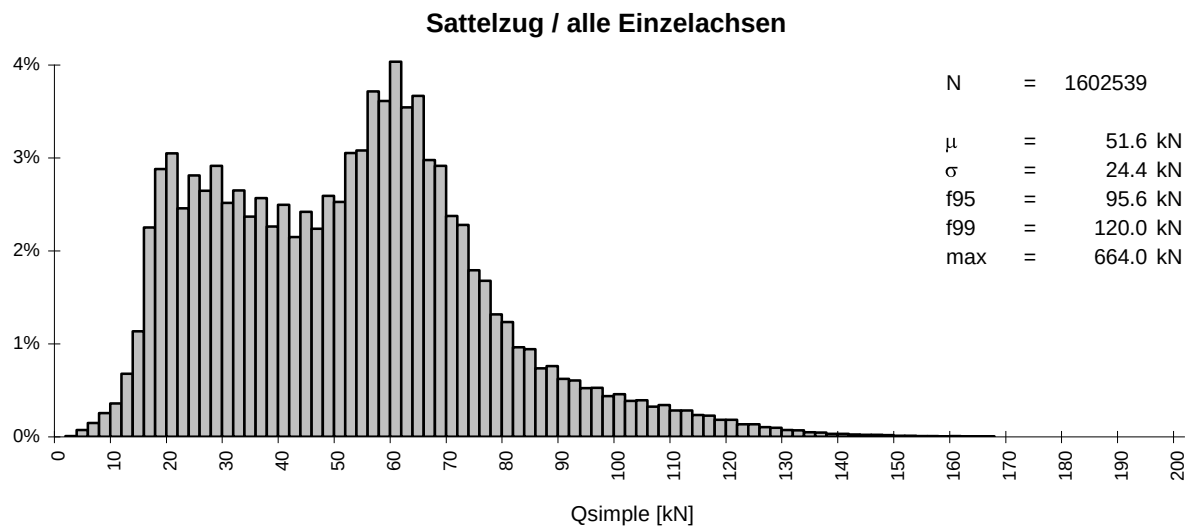
Oberbüren 2004



Oberbüren 2004



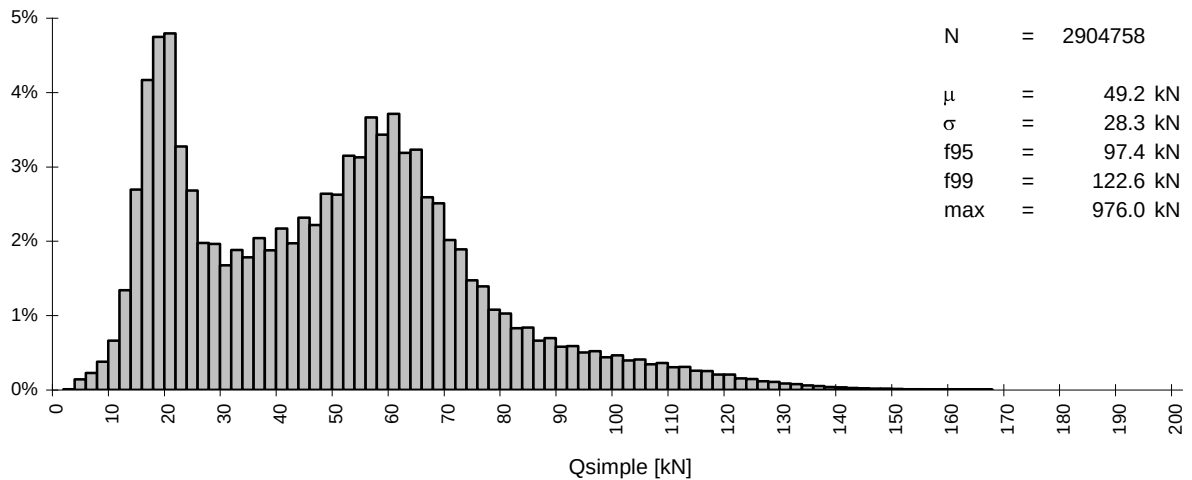
Oberbüren 2004



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

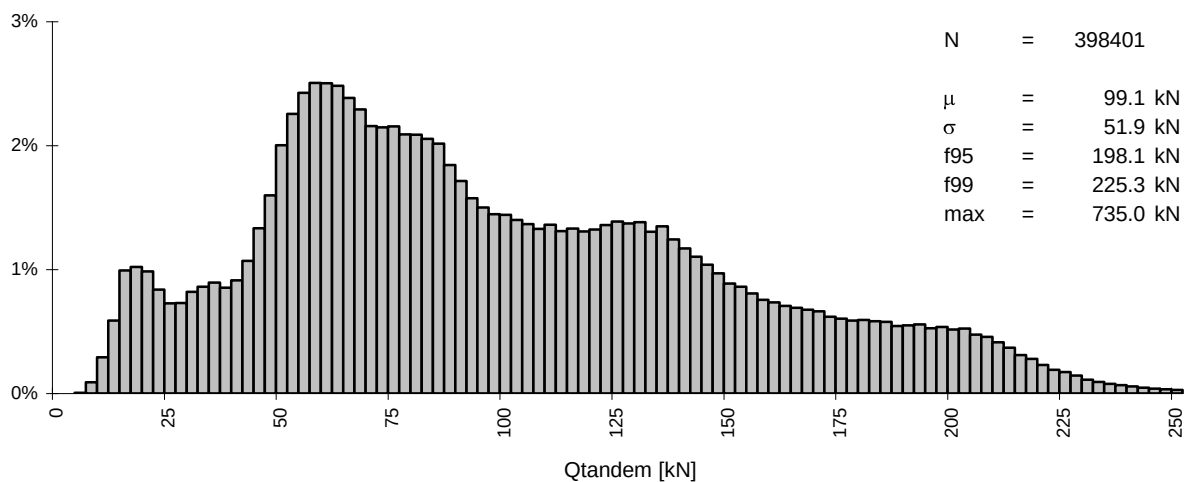
Oberbüren 2004

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



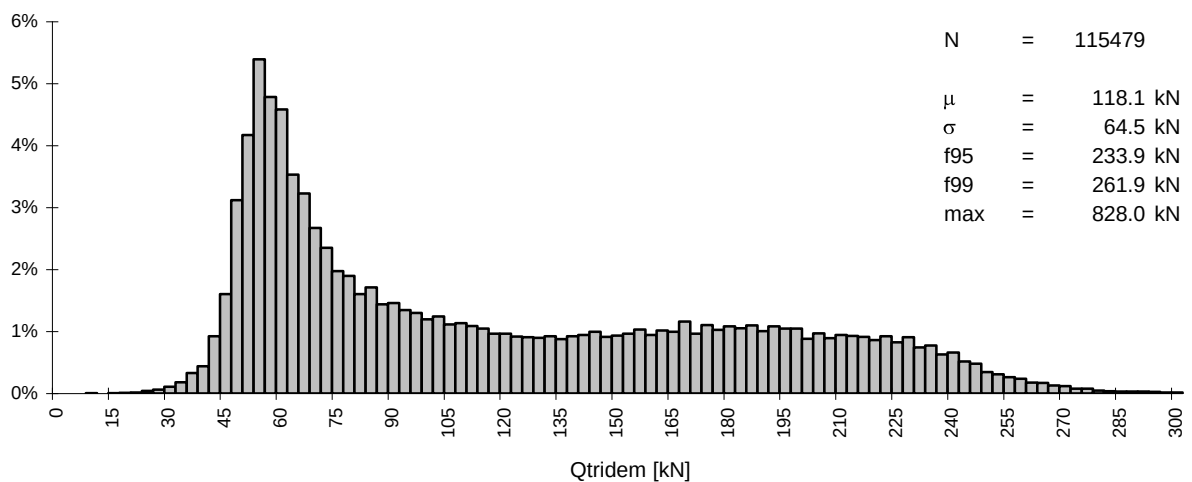
Oberbüren 2004

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



Oberbüren 2004

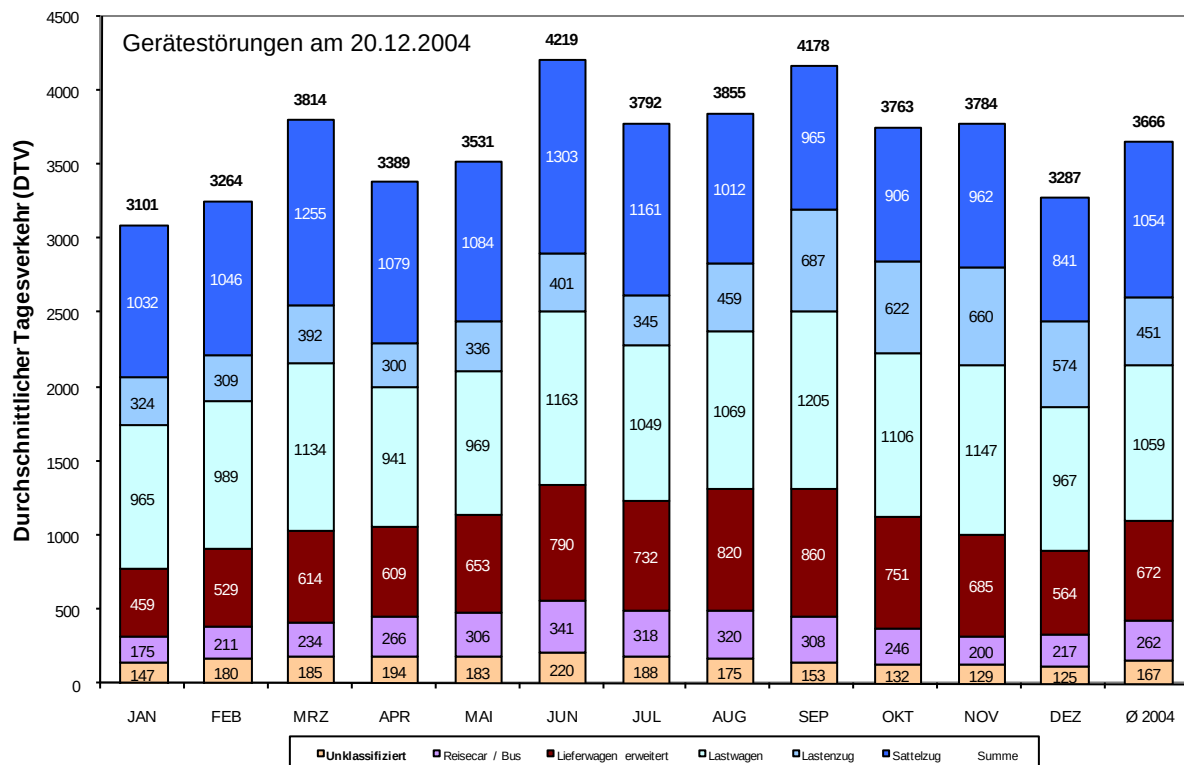
Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



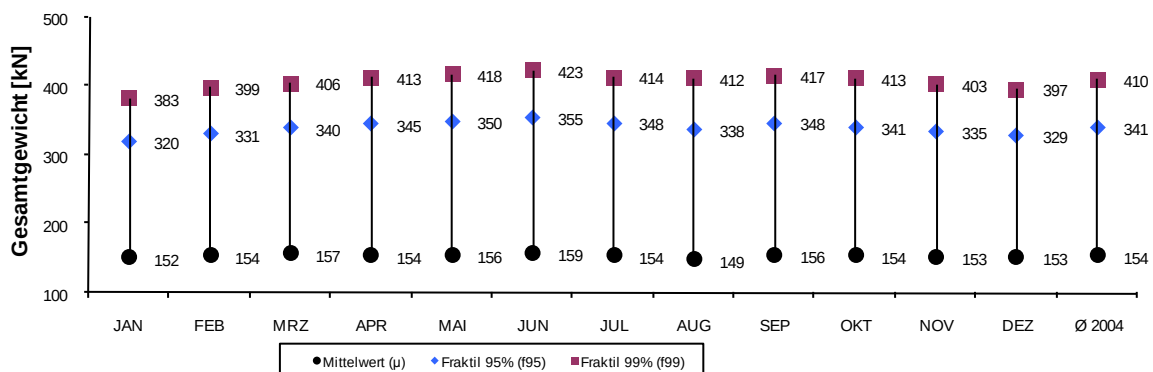
8.5 ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

8.5.1 Monatliche Entwicklung des Schwerververkehrs

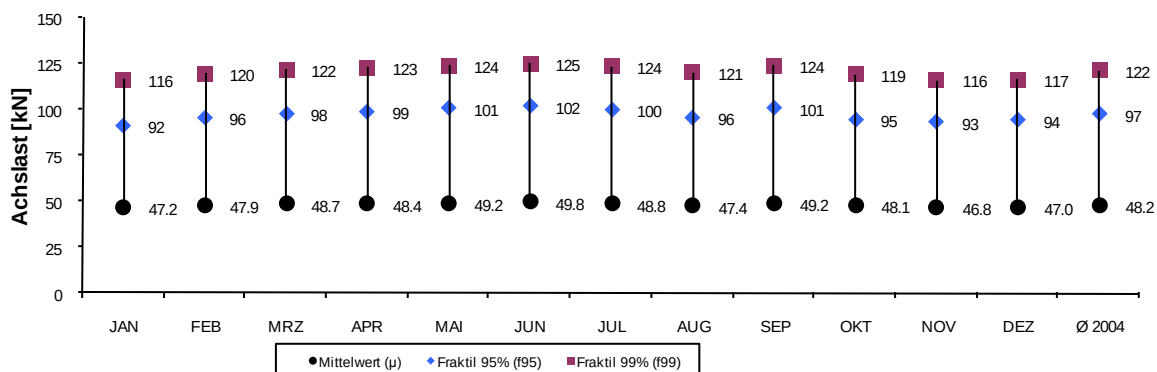
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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

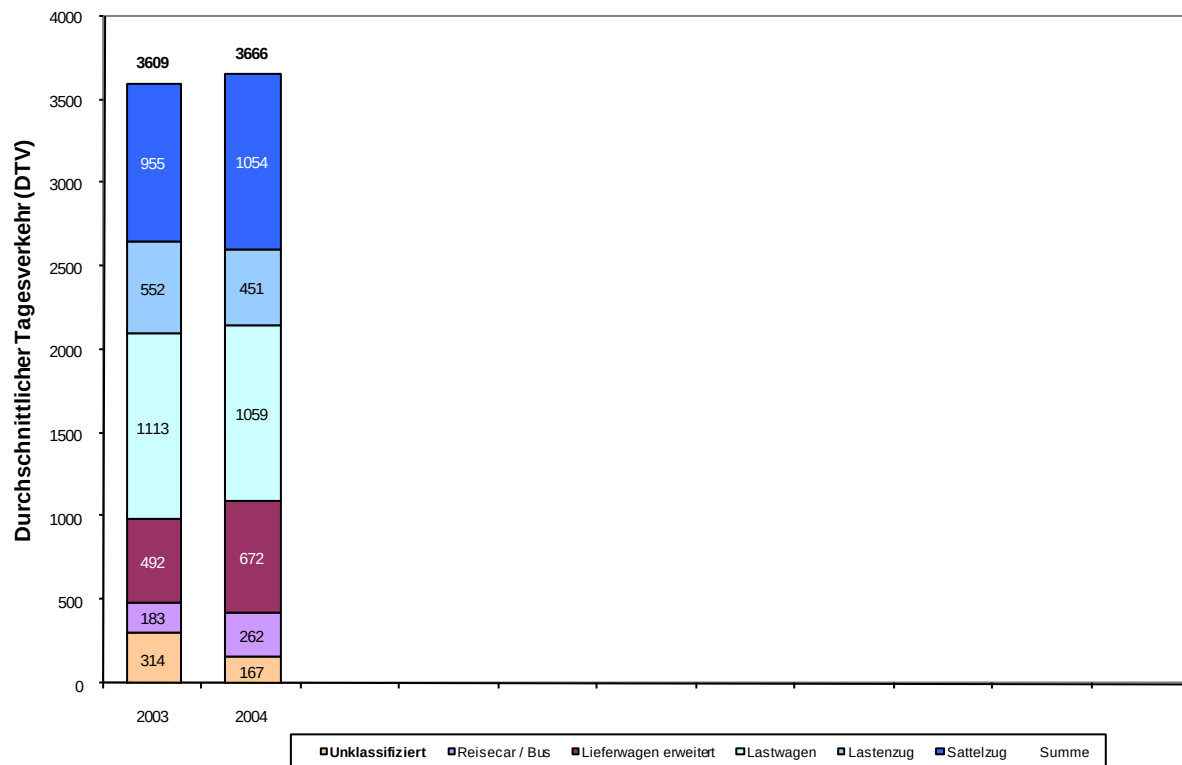


c) Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$

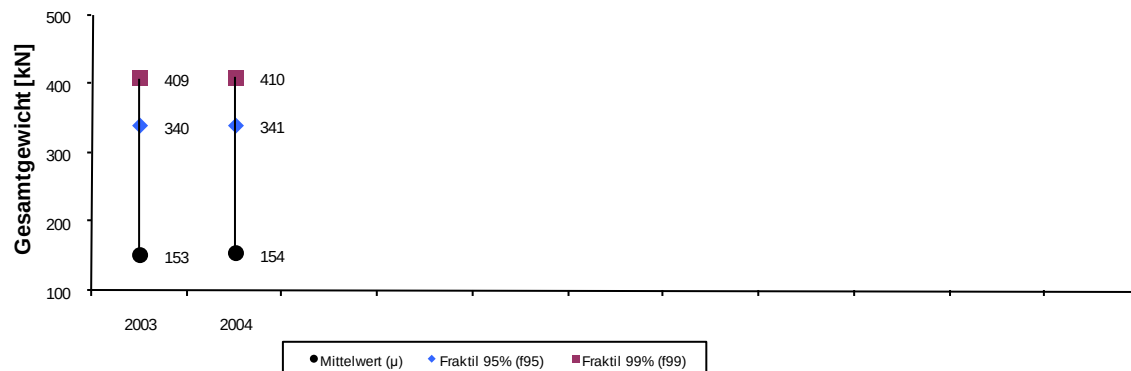


8.5.2 Jährliche Entwicklung des Schwerververkehrs

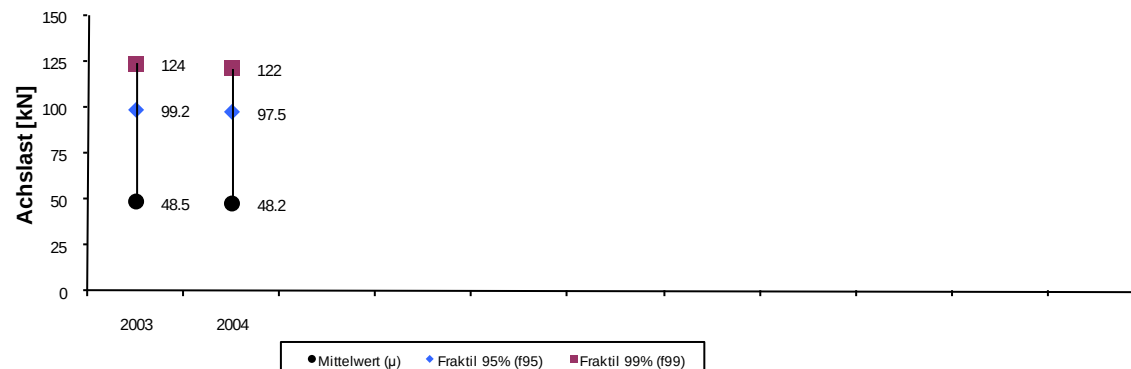
a) Mittlere Verteilung der gemessenen Fahrzeugtypen



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



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



8.6 AUSWERTUNG DER MESSDATEN

8.6.1 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 8.4.8 dargestellt. Zum besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (siehe Abschnitte 1.7.5 und 1.7.6).

Achsentyp	Mittlere Achslast [kN]	Mittlere Last pro Einzelachse [kN]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	49.2	49.2	97.4	122.6
Tandemachse	99.1	49.6	99.1	112.7
Tridemachse	118.1	39.4	78.0	87.3
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten stammen von den Einzel- und Tandemachsen mit einer mittleren Achslast von 49.2 kN, respektive 49.6 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 39.4 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Tandemachsenlasten 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 8.4.2) wird auf die durchschnittliche Breite ($b = 3.5$ m) eines Autobahnfahrstreifens verteilt. Die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen werden vernachlässigt, was zu einer konservativen Lastannahme führt.

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.4 kN/m	27.1 kN/m	40.0 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.83 kN/m ²	7.74 kN/m ²	11.4 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

8.6.2 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 8.4.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	41'104	21	0.000	1'552	0	0.000	3	0
2	0.006	515'390	3'092	0.001	14'277	10	0.000	18	0
3	0.020	335'974	6'719	0.003	12'400	37	0.001	264	0
4	0.070	283'088	19'816	0.008	14'030	112	0.002	1'097	2
5	0.150	341'816	51'272	0.020	23'917	478	0.005	6'521	33
6	0.290	496'167	143'888	0.030	38'603	1'158	0.010	21'856	219
7	0.530	393'006	208'293	0.060	37'097	2'226	0.020	10'887	218
8	1.000	199'373	199'373	0.100	33'792	3'379	0.030	7'189	216
9	1.520	104'706	159'153	0.140	30'385	4'254	0.040	7'177	287
10	2.400	73'131	175'514	0.200	23'756	4'751	0.060	4'436	266
11	3.660	52'698	192'875	0.280	21'731	6'085	0.080	4'032	323
12	5.400	35'764	193'126	0.400	20'997	8'399	0.110	4'691	516
13	7.760	17'790	138'050	0.540	21'901	11'827	0.140	3'143	440
14	10.870	7'619	82'819	0.730	20'172	14'726	0.190	3'140	597
15	14.910	2'704	40'317	0.960	15'930	15'293	0.240	4'365	1'048
16	20.060	970	19'458	1.260	12'585	15'857	0.300	3'393	1'018
17	26.540	351	9'316	1.630	10'893	17'756	0.380	3'658	1'390
18	34.590	207	7'160	2.080	9'579	19'924	0.480	4'828	2'317
19	-	-	-	2.640	8'969	23'678	0.590	3'641	2'148
20	-	-	-	3.300	8'507	28'073	0.720	3'666	2'640
21	-	-	-	4.090	7'436	30'413	0.880	4'253	3'743
22	-	-	-	5.030	4'730	23'792	1.060	3'117	3'304
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'063	3'890
24	-	-	-	-	-	-	1.520	3'241	4'926
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'550	2'806
26	-	-	-	-	-	-	2.140	933	1'997
27	-	-	-	-	-	-	2.510	681	1'709
28	-	-	-	-	-	-	2.940	236	694
29	-	-	-	-	-	-	3.430	116	398
30	-	-	-	-	-	-	3.980	96	382
Summe		2'901'858	1'650'263		393'239	232'228		115'291	37'524

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'650'263 + 232'228 + 37'524 = 1'920'015 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'920'015 = 864'007 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / \text{Tage} = 864'007 / 361.5 = 2'390 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T5 (sehr schwer).

8.6.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Die Messungen 2004 der Zählstelle Oberbüren (A1) zeigen gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres. Der Schwerverkehr unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 8.5.1a). In den Monaten Dezember bis Februar ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs messbar. Im Juni ist das Schwerverkehrsaufkommen am höchsten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 4'219 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 28.9%, respektive 28.8% (siehe Abschnitt 0).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 8.5.1b und 8.5.1c) bleiben relativ konstant. In den Monaten Mai und Juni ist die Belastung bezüglich Gesamtgewicht und Achslast am höchsten.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2004 passierten durchschnittlich pro Tag 3'666 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 3'609 Fahrzeuge registriert wurden. Dies entspricht einer Zunahme von 1.6%. Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant (Diagramm 8.5.2a).

Das mittlere Gesamtgewicht und die Achslasten aller Fahrzeuge (Diagramm 8.5.2b und 8.5.2c) bleiben im Vergleich zum Vorjahr relativ konstant.

9 VERGLEICH ALLER ZÄHLERSTANDORTE

9.1 DURCHSCHNITTLICHER TAGESVERKEHR (DTV)

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes des Jahres 2003 ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Fläche der Kreise ist proportional zum gemessenen DTV, am Zählerstandort.

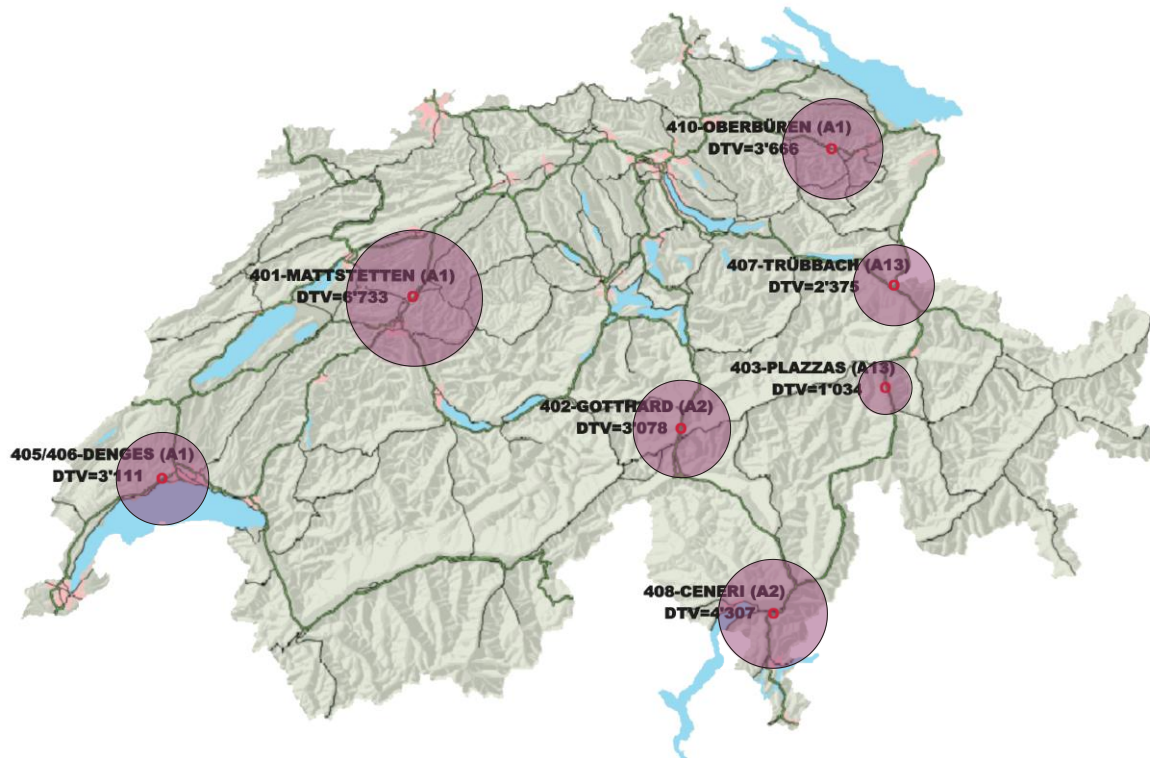


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) 2004

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	6'733	3'078	1'034	3'111	2'375	4'307	3'666
% Schwerverkehr	9.1	18.7	7.0	4.0	7.7	11.7	7.6

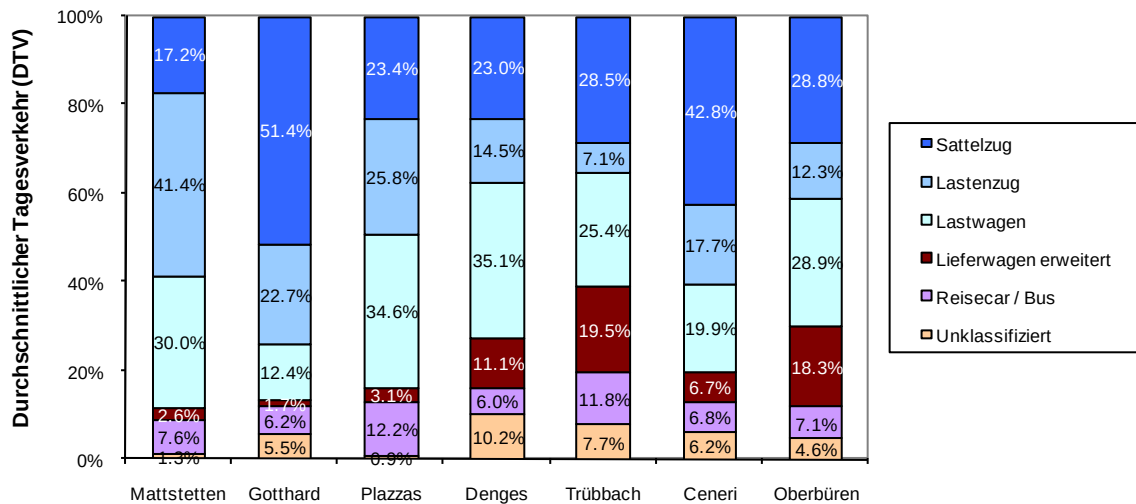
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 6'733 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen im Plazzastunnel (A13) mit 1'034 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (18.7%) und Ceneri (11.7%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges (4.0%), ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten.

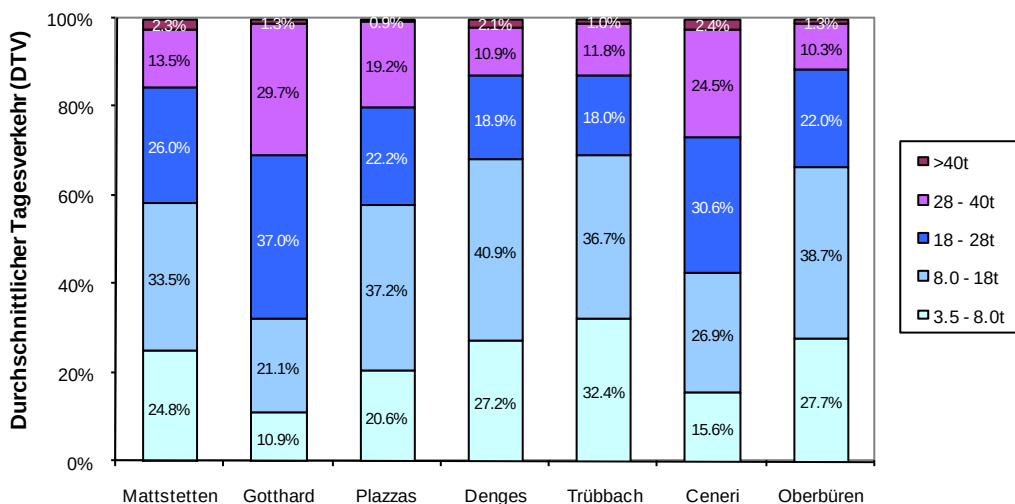
Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs aufgeteilt nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklassen sowie die gemessenen Achslasten der sieben Zählerstandorte sind in den Diagrammen des Abschnitts 9.2 dargestellt.

9.2 ZUSAMMENSETZUNG DES SCHWERVERKEHRS UND MITTLERE ACHSLASTEN

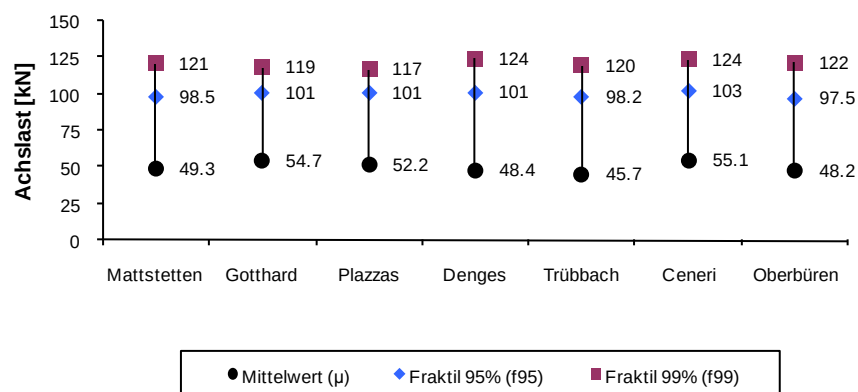
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen

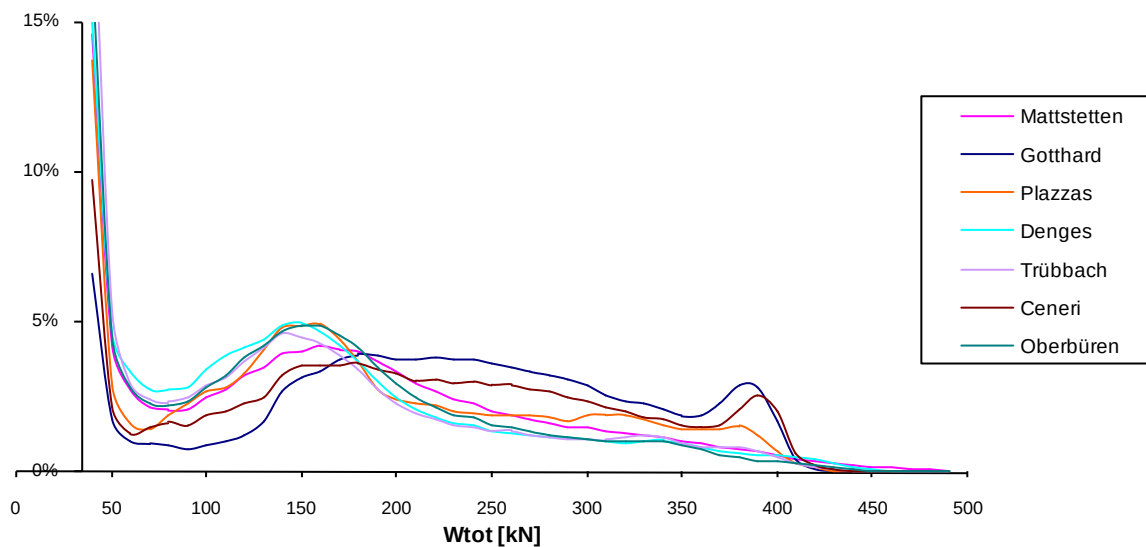


Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



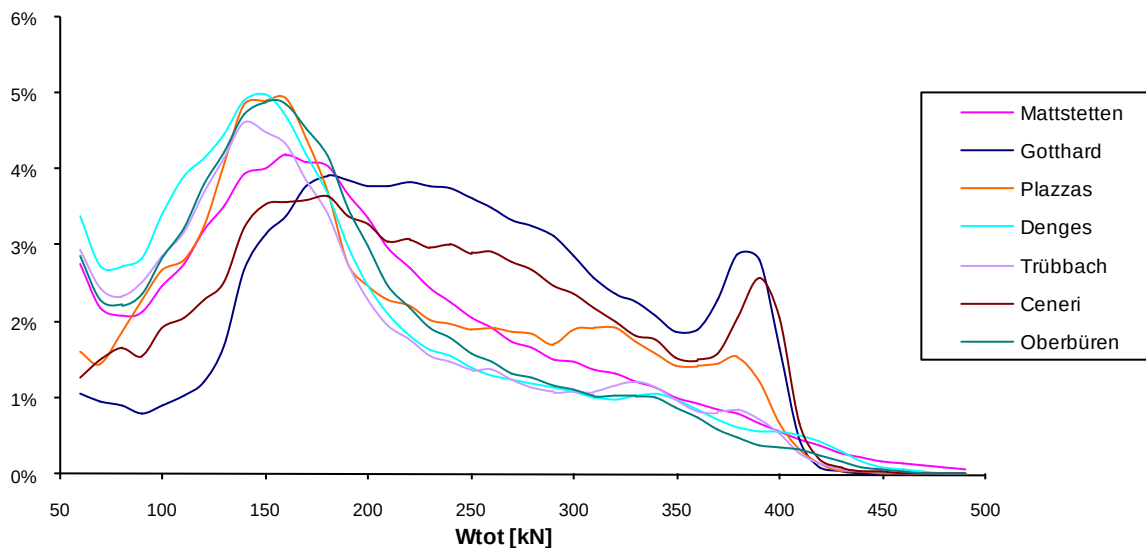
9.3 VERTEILUNG DES GESAMTGEWICHES

Verteilung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



Das obige Diagramm zeigt die Verteilung des Gesamtgewichtes 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 Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2004 der sieben Zählerstandorte des schweizerischen Autobahnnetzes zeigt gute Übereinstimmungen mit den Resultaten des Vorjahres.
- Die gemessenen Verkehrslasten können anhand der Fraktilwerte (f_{95} / f_{99}) mit den deterministischen Modellen der Norm SIA 261 verglichen werden. Die charakteristischen Werte der Norm (konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten) werden nur von einem kleinen Bruchteil (weniger als 5%) der gemessenen Verkehrslasten überschritten. Die Reserven gegenüber den Bemessungswerten (Lastbeiwert $\gamma_q = 1.5$) sind nach wie vor ausreichend.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge können anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt werden. Die resultierenden Verkehrslastklassen, T4 (schwer) Plazzastunnel bis T6 (extrem schwer) Mattstetten, Gotthard und Ceneri, weisen auf eine unterschiedlich starke Beanspruchung des Strassenbelags hin.
- Die Vergleichszahlen aus dem Jahr 2003 zeigen an den Standorten Mattstetten, Trübbach und Ceneri eine leichte Zunahme der mittleren Achslasten, wogegen diese bei den übrigen Standorten praktisch unverändert bleiben.
- 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 eine leichte Zunahme des Schwerverkehrs von +0.2% messbar. Am Zählerstandort Plazzas A2 wurde mit +4.6% grösste Zunahme gemessen, währendem in Trübbach ein Rückgang von 4.0% registriert wurde.

Bächtold & Moor AG

Bern, 5. Mai 2008

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.

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	ACHSABSTÄNDE 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 Kl 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 Kl 02 u. Gew-AX1 od. Gew-AX2 < 1000 kg	0-----0 + ---0---	101	02	22	44	-
PW	3	-	04	08	101	zusätzlich aus SW7 Kl 04 u. S10 Kl 08	0-----0 + ---0---	101	-	34	58	-
PW	4	02	02	04	102	PAT u. S10, sowie SW7 Kl 02 u. Gew-AX1 od. Gew-AX2 < 1000 kg	0-----0 + ---00--	102	02	22	44	-
PW	4	-	04	08	102	zusätzlich aus SW7 Kl 04 u. S10 Kl 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 Kl 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 + ----0-0	126	-	-	47	322
LA	4	-	04	08	126	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ----0-0	126	-	-	57	322
LA	5	-	-	07	129	Ax1-2>199; Ax2-3>199; (Ax3-4+Ax4-5)<400	0-----0 + ----0-0	129	-	-	47	323
LA	4	-	-	07	131	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0-----0 + ---0---	131	-	-	47	399
LA	4	-	04	08	131	zusätzlich aus SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----0 + ---0---	131	-	-	57	399
LA	5	-	-	07	132	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5>199	0-----0 + ----0-0	132	-	-	47/57	332
LA	5	-	-	07	136	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----0 + ----0-0	136	-	-	47/57	332
LA	6	-	-	07	139	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; (Ax4-5+Ax5-6)<400	0-----0 + ----0-0	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-----0	230	03	24	48	130
LW	3	-	-	07	-	zusätzlich aus SWISS7 Klasse 07	0-----0	230	-	37	-	130
LW	4	03	04	08	240	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400	0---0-0	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---0-0	260	03	24	48	199
SP	2	-	04	08	702	Spezialzug aus Lastwagen	1 2	902	-	34	58	-
SP	3	-	04	08	703	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3	903	-	34	58	-
SP	4	-	04	08	704	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4	904	-	34	58	-
SP	5	-	04	08	705	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5	905	-	34	58	-
SP	6	-	04	08	706	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6	906	-	34	58	-
SP	7	-	04	08	707	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7	907	-	34	58	-
SP	8	-	04	08	708	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7 8	908	-	34	58	-
SP	9	-	04	08	709	Spezialzug aus Lastwagen	1 2 3 4 5 6 7 8 9	909	-	34	58	-
SP	>9	-	04	08	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-----0	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-----0	424	04	25	49	229
LZ	4	04	05	09	419	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Gew<7500	0-----0 + ---0---	419	04	25	49	222
LZ	4	04	05	09	426	Ax1-2>199; Ax2-3>199; Ax3-4<200; Gew>7499	0-----0 + ---0---	426	04	25	49	222
LZ	5	-	07	-	427	Ax1-2=200-660; (Ax3-4+Ax4-5)<300; nur aus SWISS7 Klasse 07	0-----0 + ---0---	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-----0	428	04	25	49	299
LZ	4	04	05	09	431	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199	0-----0 + ---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-----0 + 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-----0 + 0-----0	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-----0 + 0-----0	434	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	436	Ax1-2>199; Ax2-3<200; Ax3-4>199; Ax4-5<200	0-----0 + ---0---	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-----0 + 00-----0	438	04	25	49	299
LZ	5	04	05	09	441	Ax1-2>199; (Ax2-3+Ax3-4)<400; Ax4-5>199	0---0-0 + ---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---0-0 + 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---0-0 + 0-----0	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---0-0 + 0-----0	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---0-0 + ---0---	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---0-0 + 00-----0	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-----0	453	04	25	49	233

FZT	AX	PAT	SW7	S10	PAT	GR-SWISS7 (SW7) / GR-SPECIAL10 (S10)	SWISS7 / SPECIAL10 / PAT	NEU	PAT	SW7	S10	NEU
FZK	FZK	FZK	FZK	FZK	FZK	ACHSABSTÄNDE IN CM / GEWICHTE IN KG / BEMERKUNGEN / LEGENDE	ACHSKONFIGURATION	FZC	FZK	FZK	FZK	FZK
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-----	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---00	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 + ---0---00	326	04	26	50	322
SZ	5	04	06	10	329	Ax1-2>199; Ax2-3>199; (Ax3-4+Ax4-5)<400	0-----0 + ---0---000	329	04	26	50	323
SZ	5	-	04	08	329	Zusätzlich SW7 KI 04 u. S10 KI 08	0-----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 + ---0---00	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 + ---0---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 2004

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	0	0.000	0	0.000	0	0.000	3	0.000	247	0.029	0	0.000	378	0.029
Personenwagen (PW)																
03	100	o-----o	0	0.000	5	0.000	0	0.000	1683	0.148	32656	3.895	95	0.006	32302	2.438
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																
04	101	o-----o + ---o---	26517	1.223	162	0.014	4593	1.291	706	0.062	8271	0.986	246	0.016	13870	1.047
04	102	o-----o + ---oo--	373	0.017	0	0.000	74	0.021	532	0.047	8611	1.027	0	0.000	9372	0.707
Car / Bus (CB)																
01	520	o-----o	120092	5.539	57796	5.131	34144	9.599	58361	5.126	79955	9.536	87269	5.558	73829	5.571
01	521	o-----o + ---o---	15353	0.708	230	0.020	1534	0.431	778	0.068	5648	0.674	711	0.045	7033	0.531
01	522	o-----o + ---oo--	0	0.000	0	0.000	0	0.000	59	0.005	5509	0.657	0	0.000	4705	0.355
01	530	o-----oo	28234	1.302	12070	1.072	7570	2.128	9098	0.799	7563	0.902	16852	1.073	8786	0.663
01	531	o-----oo + ---o---	73	0.003	192	0.017	2	0.001	428	0.038	140	0.017	1335	0.085	266	0.020
01	532	o-----oo + ---oo--	0	0.000	10	0.001	0	0.000	26	0.002	96	0.011	0	0.000	56	0.004
01	540	o-----ooo	381	0.018	0	0.000	5	0.001	2	0.000	24	0.003	0	0.000	14	0.001
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	0	0.000	16180	1.436	0	0.000	118033	10.367	78452	9.356	101068	6.437	112558	8.494
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																
06	211	o-----o + ---o---	27550	1.271	2658	0.236	6377	1.793	4770	0.419	15137	1.805	3746	0.239	38053	2.872
06	212	o-----o + ---oo--	994	0.046	0	0.000	126	0.035	455	0.040	9532	1.137	1	0.000	16423	1.239
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																
07	119	o-----o + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	32	0.003	550	0.066	0	0.000	2294	0.173
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---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	25	0.002	783	0.093	0	0.000	2511	0.189
07	122	o-----o + ---oo--o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	40	0.004	1373	0.164	0	0.000	3626	0.274
07	126	o-----o + ---oo--oo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	208	0.018	2864	0.342	0	0.000	5747	0.434
07	129	o-----o + ---ooo--oo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	129	0.011	4427	0.528	0	0.000	3151	0.238
07	131	o-----oo + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	478	0.057	0	0.000	636	0.048
07	132	o-----oo + ---oo--o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000	171	0.020	0	0.000	216	0.016
07	136	o-----oo + ---oo--oo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	12	0.001	351	0.042	0	0.000	1917	0.145
07	139	o-----oo + ---oo--ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	20	0.002	0	0.000	37	0.003
Lastwagen (LW)																
08	219	o-----o	280988	12.961	34536	3.066	32617	9.170	49668	4.363	22952	2.737	50361	3.208	39211	2.959
08	220	o-----o	286771	13.228	77382	6.870	63570	17.871	254531	22.357	126905	15.135	192390	12.254	243067	18.342
08	230	o-----oo	42653	1.967	20559	1.825	14750	4.147	36772	3.230	32880	3.921	40620	2.587	46745	3.528
08	240	o-----ooo	651	0.030	80	0.007	457	0.128	666	0.058	513	0.061	387	0.025	914	0.069
08	250	oo-----o	3277	0.151	252	0.022	274	0.077	4017	0.353	2518	0.300	1275	0.081	4065	0.307
08	260	oo-----oo	36806	1.698	6695	0.594	11452	3.219	53880	4.733	27360	3.263	26778	1.706	48731	3.677
Lastenzug (LZ)																
09	419	o-----o + ---oo--	3025	0.140	5905	0.524	97	0.027	5373	0.472	137	0.016	2213	0.141	258	0.019
09	421	o-----o + ---o---	39743	1.833	0	0.000	4090	1.150	12	0.001	688	0.082	0	0.000	1132	0.085
09	422	o-----o + o-----o	439368	20.266	53235	4.726	35450	9.966	95579	8.395	31440	3.750	59012	3.759	114891	8.670
09	423	o-----o + o-----oo	12620	0.582	8949	0.794	3091	0.869	3271	0.287	2778	0.331	11077	0.706	5158	0.389
09	424	o-----o + o-----ooo	788	0.036	0	0.000	31	0.009	1	0.000	15	0.002	0	0.000	17	0.001
09	426	o-----o + ---oo--	322118	14.858	79862	7.090	35935	10.102	31317	2.751	10844	1.293	86118	5.485	16243	1.226
-	427	o-----o + --ooo--	0	0.000	29051	2.579	0	0.000	7831	0.688	0	0.000	33891	2.159	0	0.000
09	428	o-----o + oo-----oo	834	0.038	0	0.000	182	0.051	0	0.000	86	0.010	0	0.000	314	0.024
09	431	o-----oo + ---o---	1969	0.091	0	0.000	229	0.064	4	0.000	339	0.040	0	0.000	714	0.054
09	432	o-----oo + o-----o	61699	2.846	28414	2.523	9364	2.632	18437	1.619	8770	1.046	31139	1.983	18924	1.428
09	433	o-----oo + o-----oo	1319	0.061	880	0.078	163	0.046	1358	0.119	262	0.031	2437	0.155	761	0.057
09	434	o-----oo + o-----ooo	65	0.003	0	0.000	9	0.003	2	0.000	10	0.001	0	0.000	12	0.001
09	436	o-----oo + ---oo--	9142	0.422	49771	4.419	2934	0.825	2174	0.191	3280	0.391	51421	3.275	3252	0.245
09	438	o-----oo + oo-----oo	486	0.022	0	0.000	108	0.030	3	0.000	40	0.005	0	0.000	150	0.011
09	441	o-----ooo + ---o---	39	0.002	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	442	o-----ooo + o-----o	166	0.008	0	0.000	0	0.000	0	0.000	12	0.001	0	0.000	39	0.003
09	443	o-----ooo + o-----oo	21	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.000	0	0.000	0	0.000
09	444	o-----ooo + o-----ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000
09	446	o-----ooo + ---oo--	72	0.003	0	0.000	1	0.000	0	0.000	3	0.000	0	0.000	16	0.001
09	448	o-----ooo + oo-----oo	21	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000
09	451	oo-----o + ---o---	490	0.023	0	0.000	4	0.001	0	0.000	1	0.000	0	0.000	0	0.000
09	452	oo-----o + o-----o	932	0.043	0	0.000	1	0.000	1	0.000	108	0.013	0	0.000	71	0.005
09	453	oo-----o + o-----oo	117	0.005	0	0.000	0	0.000	0	0.000	3	0.000	0	0.000	2	0.000
09	454	oo-----o + o-----ooo	91	0.004	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	456	oo-----o + ---oo--	846	0.039	0	0.000	0	0.000	1	0.000	2	0.000	0	0.000	8	0.001
09	458	oo-----o + oo-----oo	31	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	481	oo-----oo + ---o---	188	0.009	0	0.000	8	0.002	0	0.000	0	0.000	0	0.000	24	0.002
09	482	oo-----oo + o-----o	1175	0.054	0	0.000	97	0.027	23	0.002	339	0.040	0	0.000	921	0.070
09	483	oo-----oo + o-----oo	149	0.007	0	0.000	24	0.007	21	0.002	93	0.011	0	0.000	122	0.009
09	484	oo-----oo + o-----ooo	3	0.000	0	0.000	5	0.001	8	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	486	oo-----oo + ---oo--	255	0.012	0	0.000	19	0.005	1	0.000	6	0.001	0	0.000	76	0.006
09	488	oo-----oo + oo-----oo	53	0.002	0	0.000	0	0.000	2	0.000	1	0.000	0	0.000	2	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---	10552	0.487	7832	0.695	807	0.227	18311	1.608	1404	0.167	14335	0.913	5327	0.402
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---	36819	1.698	4585	0.407	1762	0.495	15962	1.402	12233	1.459	5921	0.377	43234	3.263
10	322	O-----o + ---o-o	24454	1.128	2793	0.248	482	0.136	3683	0.323	48382	5.770	3257	0.207	78778	5.945
10	326	O-----o + -----oo	43788	2.020	103132	9.156	5340	1.501	106602	9.363	55201	6.583	118966	7.577	126824	9.570
10	329	O-----o + -----ooo	244890	11.296	458317	40.689	73681	20.714	111440	9.788	107090	12.772	526836	33.555	110331	8.326
10	331	O-----oo + ---o---	795	0.037	379	0.034	34	0.010	800	0.070	330	0.039	293	0.019	727	0.055
10	332	O-----oo + ---o-o	1206	0.056	117	0.010	61	0.017	298	0.026	10722	1.279	134	0.009	11201	0.845
10	336	O-----oo + -----oo	4443	0.205	1651	0.147	644	0.181	3492	0.307	2902	0.346	1066	0.068	3642	0.275
10	339	O-----oo + -----ooo	5302	0.245	682	0.061	328	0.092	1813	0.159	473	0.056	723	0.046	945	0.071
		Schwerverkehr klassifiziert	2140787	98.75	1064362	94.49	352526	99.11	1022737	89.83	773982	92.31	1471973	93.75	1264631	95.43
		Schwerverkehr unklassifiziert	27198	1.25	62032	5.51	3183	0.89	115761	10.17	64516	7.69	98091	6.25	60528	4.57
		Schwerverkehr Total	2167985	100.00	1126394	100.00	355709	100.00	1138498	100.00	838498	100.00	1570064	100.00	1325159	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2004														
		%: 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.