

ASTRA - Erhebung Strassenverkehr



Auswertung der WIM-Messdaten des Jahres 2003

Juni 2006

Projektverfasser:

MOOR

Bauingenieure und Planer

HAUSER &

Gutenbergstrasse 14

PARTNER AG

CH - 3011 Bern

Projekt-Nr.: 3944

Tel. 031 387 80 80

Fax 031 387 80 90

info@moorhauser.ch

Auftraggeber: ASTRA

Amt für Strassen

Worblentalstr. 68

Ittigen

CH – 3003 Bern

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ziele des Mandates	1
1.2	Vorhandene WIM-Messdaten.....	2
1.3	Inhalt des Berichtes	2
1.4	Referenzdokumente und Normen.....	3
1.5	Begriffe	3
1.6	Klassifizierung der Fahrzeuge	4
1.7	Aufbereitung und Auswertung der Messdaten	5
2	MATTSTETTEN (A1)	9
2.1	Vorhandene Messdaten	9
2.2	Übersicht Messresultate	9
2.3	Messdiagramme.....	11
2.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	19
2.5	Auswertung der Messdaten	20
3	GOTTHARDTUNNEL (A2)	23
3.1	Vorhandene Messdaten	23
3.2	Übersicht Messresultate	23
3.3	Messdiagramme.....	25
3.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	33
3.5	Auswertung der Messdaten	34
4	PLAZZASTUNNEL (A13)	37
4.1	Vorhandene Messdaten	37
4.2	Übersicht Messresultate	37
4.3	Messdiagramme.....	39
4.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	47

4.5	Auswertung der Messdaten	48
5	DENGES (A1)	51
5.1	Vorhandene Messdaten	51
5.2	Übersicht Messresultate	51
5.3	Messdiagramme.....	53
5.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	61
5.5	Auswertung der Messdaten	62
6	TRÜBBACH (A13).....	65
6.1	Vorhandene Messdaten	65
6.2	Übersicht Messresultate	65
6.3	Messdiagramme.....	67
6.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	75
6.5	Auswertung der Messdaten	76
7	MONTE CENERI (A2).....	79
7.1	Vorhandene Messdaten	79
7.2	Übersicht Messresultate	79
7.3	Messdiagramme.....	81
7.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	89
7.5	Auswertung der Messdaten	90
8	OBERBÜREN (A1)	93
8.1	Vorhandene Messdaten	93
8.2	Übersicht Messresultate	93
8.3	Messdiagramme.....	95
8.4	Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs	103
8.5	Auswertung der Messdaten	104
9	VERGLEICH ALLER ZÄHLERSTANDORTE.....	107

9.1	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV).....	107
9.2	Zusammensetzung des Schwerverkehrs und mittlere Achslasten.....	108
9.3	Verteilung des Gesamtgewichts	109
10	SCHLUSSFOLGERUNGEN	111
	LITERATURVERZEICHNIS	112
A	ANHANG	114
A1	Datenbestand WIM-Anlagen	114
A2	Fahrzeugklassifizierung WIM-Anlagen.....	115
A3	Auflistung Fahrzeugtypen WIM-Anlagen	118
A4	Achsäquivalenzfaktoren	120

1 EINLEITUNG

1.1 ZIELE DES MANDATES

Das vorliegende Mandat wurde dem Ingenieurbüro Moor Hauser & Partner 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).

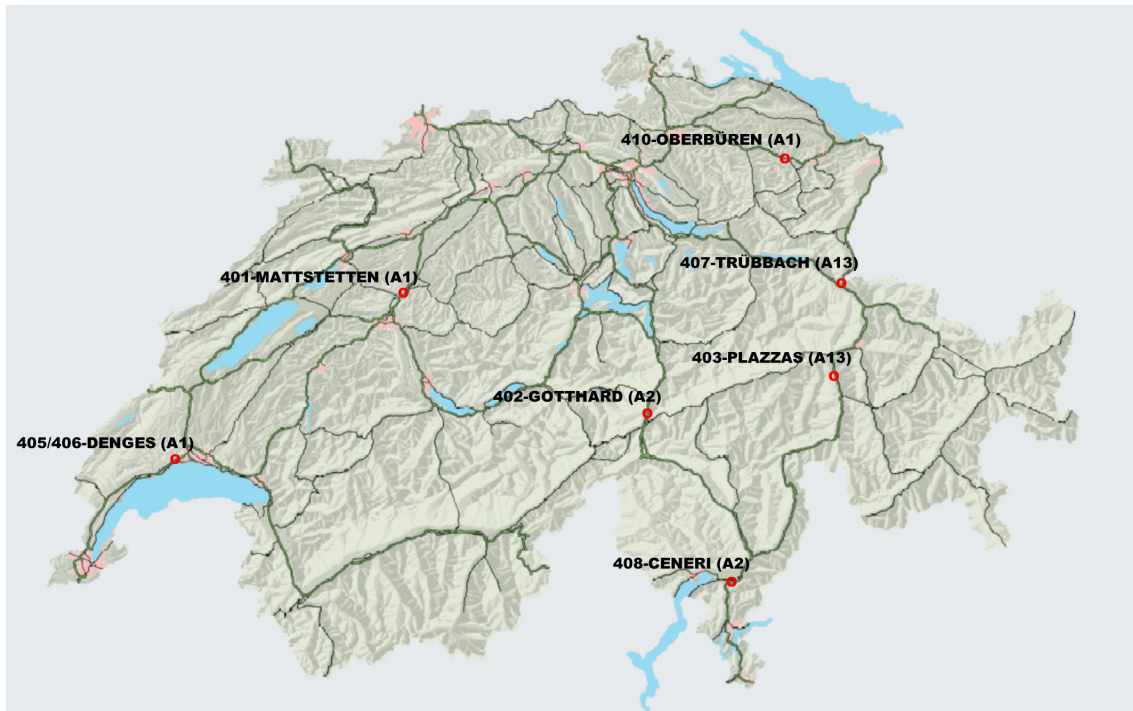


Abbildung 1: WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes

Die konkreten Ziele der Untersuchung betreffen die folgenden Punkte:

- Aufbereitung und Auswertung der Messdaten 2003 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 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 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Überblick über den gesamten WIM – Datenbestand ist im Anhang, Abschnitt A1 aufgeführt.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
401 - Mattstetten (A1)	2x2	350	01.01-15.01	die Tagesdaten vom 01.01 bis 15.01 fehlen wegen eines Gerätedefekts
402 - Gotthard (A2)	2	365	keine	
403 - Plazzas (A13)	2	365	keine	
405/406 - Denges (A1)	2	365	keine	
407 - Trübbach (A13)	2x2	363	20.08 und 15.09	- Gerätestörungen vom 23.08 bis 5.10 - die Tagesdaten vom 13.11 sind nicht vollständig
408 - Ceneri (A2)	2x2	365	keine	- die Tagesdaten vom 26.08 sind nicht vollständig - Gerätestörungen vom 13.07 bis 23.07
410 - Oberbüren (A1)	2x2	364	17.10	- die Tagesdaten vom 22.07, 12.08, 11.11 und 12.11 sind nicht vollständig - Gerätestörungen auf Fahrstreifen 1 vom 01.10 bis 31.10

Tabelle 1: WIM - Anlagen Messdaten 2003

1.3 INHALT DES BERICHTES

Dieser Bericht beinhaltet die Auswertung der Messdaten der sieben WIM-Anlagen des schweizerischen Autobahnnetzes im Verlaufe des Jahres 2003 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.

1.4 REFERNZDOKUMENTE UND NORMEN

1.4.1 Referenzdokumente

- 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.

Gesamt 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 aufgrund der gemessenen Achslasten und deren Abstände. Eine detaillierte Auflistung der gemessenen Fahrzeugtypen der sieben WIM-Messanlagen im Verlaufe des Jahres 2003 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. Reisecars, Busse (CB)
2. Motorräder (MR)
3. Personenwagen (PW)
4. Personenwagen mit Anhänger (PW+)
5. Lieferwagen (LI)
6. Lieferwagen mit Anhänger (LI+)
7. Lieferwagen mit Auflieger (LA)
8. Lastwagen (LW)
9. Lastwagen mit Anhänger (Lastenzüge) (LZ)
10. Lastwagen mit Auflieger (Sattelzüge) (SZ)

Im Rahmen der vorliegenden Auswertung interessieren wir uns ausschliesslich für die schweren Lastfahrzeuge. Alle Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht <3.5t werden unter der Fahrzeugklasse „Leichtverkehr“ zusammengefasst. Somit wird beispielsweise kein Unterschied zwischen der Kategorien MR und PW gemacht.

1.6.3 Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

Der Gesamtverkehr besteht aus drei Klassen von Fahrzeugen:

1. Leichtverkehr
2. Schwerverkehr klassifiziert
3. Schwerverkehr unklassifiziert

Abbildung 2 zeigt eine typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs.

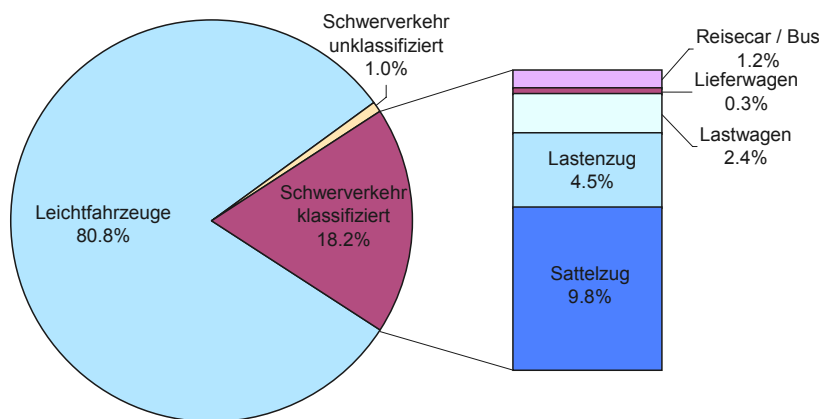


Abbildung 2: Typische Zusammensetzung des Gesamtverkehrs

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 konstruktive 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 werden 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

Das Gewicht pro Laufmeter (q) wird anhand des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

Die Länge der Fahrzeuge wird allerdings nicht von allen Geräten gleichermassen erfasst. Bei einigen Standorten wird die effektive Länge der Fahrzeuge gemessen, währendem bei anderen standardmässig ein konstanter Wert zur Summe aller Achsabstände addiert wird (siehe

Tabelle 2). Ein direkter Vergleich zwischen den einzelnen Zählerstandorten ist daher nur bedingt möglich.

WIM - Anlage	Bestimmung der Fahrzeuglänge
401 - Mattstetten (A1)	Effektive Länge
402 - Gotthard (A2)	Σ Achsabstände + 2.55 m
403 - Plazzas (A13)	Effektive Länge
405 - Denges (A1, Richtung LS)	Σ Achsabstände + 2.55 m
406 - Denges (A1, Richtung GE)	Effektive Länge
407 - Trübbach (A13)	Σ Achsabstände + 2.55m
408 - Ceneri (A2)	Effektive Länge
410 - Oberbüren (A1)	Effektive Länge

Tabelle 2: WIM-Anlagen, Bestimmung der Fahrzeuglänge

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 konstruktive Bemessung von Tragwerken wird zusätzlich ein Lastbeiwert von $\gamma_q = 1.5$ berücksichtigt

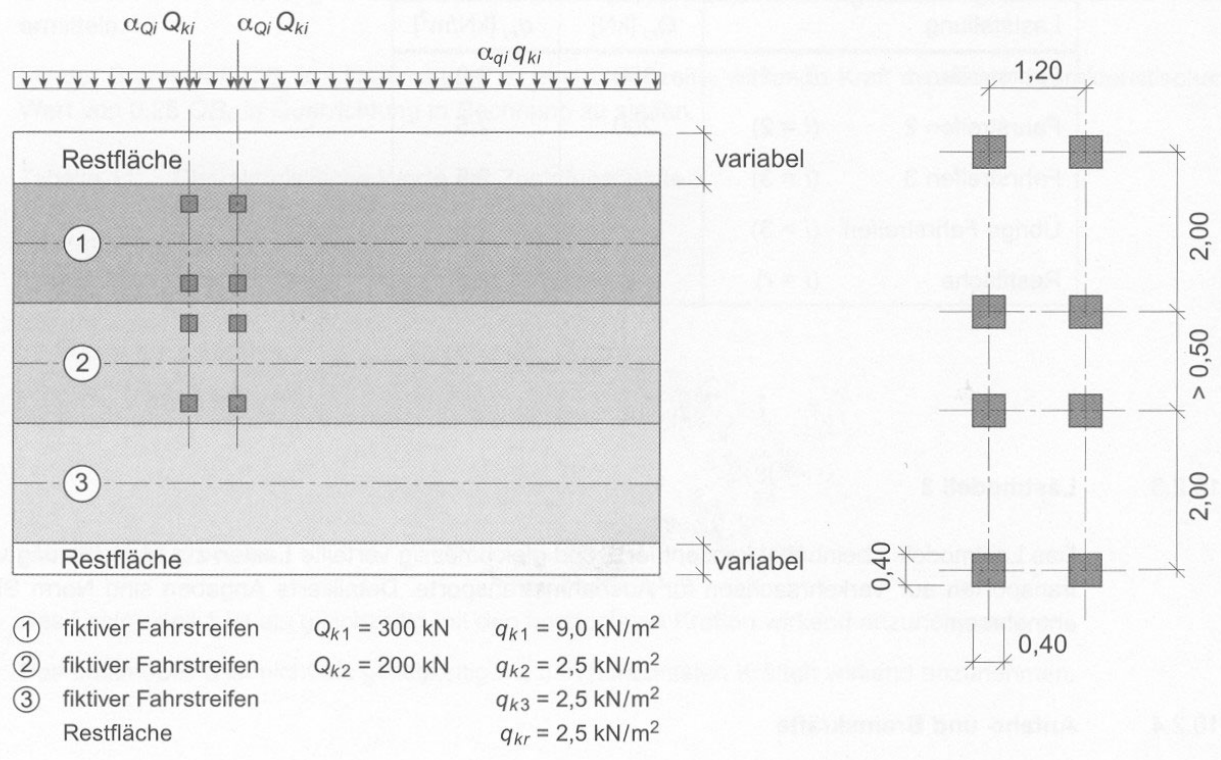


Abbildung 3: Lastmodell 1 der Norm SIA 261

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

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).

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 müssen die Resultate über mehrere Jahre verglichen werden. Vergleichswerte aus früheren Messdaten liegen momentan nur für die Zählstellen Mattstetten und Gotthard vor (siehe Bericht ICOM 446-6 [2]). Anstelle einer jährlichen Entwicklung wird deshalb für die übrigen 5 Stationen nur die saisonale Entwicklung des Verkehrs aufgezeigt. Die Aussagekraft der Diagramme in den Abschnitten X.4 für das Jahr 2003 ist daher gering.

2 MATTSTETTEN (A1)

2.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Mattstetten (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
401 - Mattstetten (A1)	2x2	350	01.01-15.01	- Die Tagesdaten vom 01.01 bis 15.01.2003 fehlen wegen eines Gerätedefekts

2.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

2.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

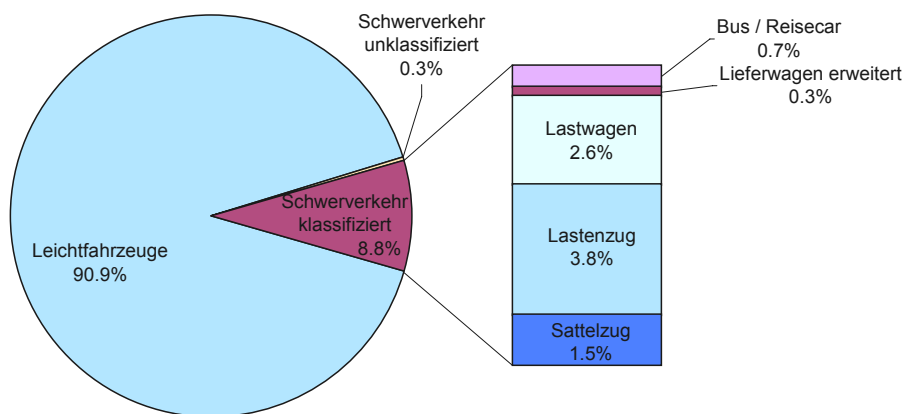
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Mattstetten (A1) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 2.2.2 veranschaulicht.

Mattstetten (A1) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 350)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	25'043'200	71'552	100.0	25'043'200
Leichtverkehr (< 3.5t)	22'758'441	65'024	90.9	22'758'441
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	2'284'759	6'528	9.1	2'284'759
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	69'625	199	0.3	3.0
01 Bus / Reiseкар	167'925	480	0.7	7.3
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	0	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	23'360	67	0.1	1.0
05 Lieferwagen	5'716	16	0.0	0.3
06 Lieferwagen mit Anhänger	34'812	99	0.1	1.5
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	651'228	1'861	2.6	28.5
09 Lastenzug	963'564	2'753	3.8	42.2
10 Sattelzug	368'529	1'053	1.5	16.1
Total	2'284'759	6'528	9.1	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	521'330	1'490	2.1	22.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	843'845	2'411	3.4	36.9
Fahrzeuge 18 - 28t	566'596	1'619	2.3	24.8
Fahrzeuge 28 - 40t	314'597	899	1.3	13.8
Fahrzeuge >40t	38'391	110	0.2	1.7
Total	2'284'759	6'528	9.1	100.0

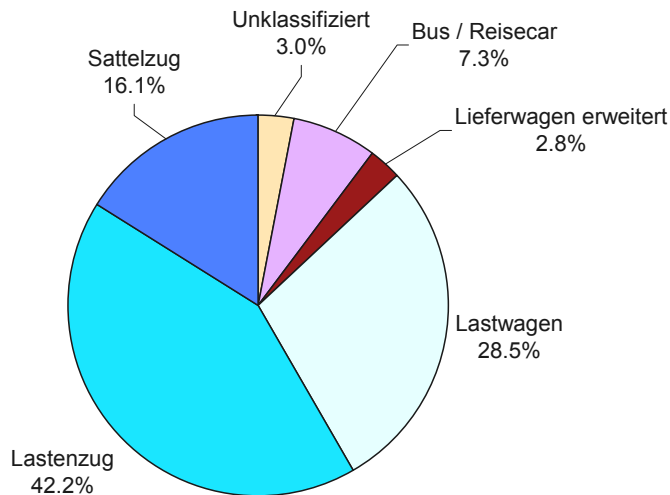
Tabelle 3: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Mattstetten

2.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

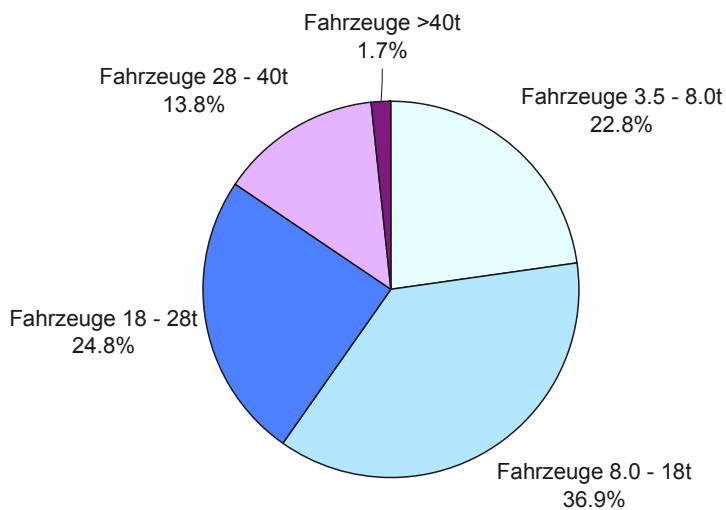
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



2.3 MESSDIAGRAMME

2.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Mattstetten (A1) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt: ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 2.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der Achsentypen bestimmt (siehe Abschnitt 1.5).

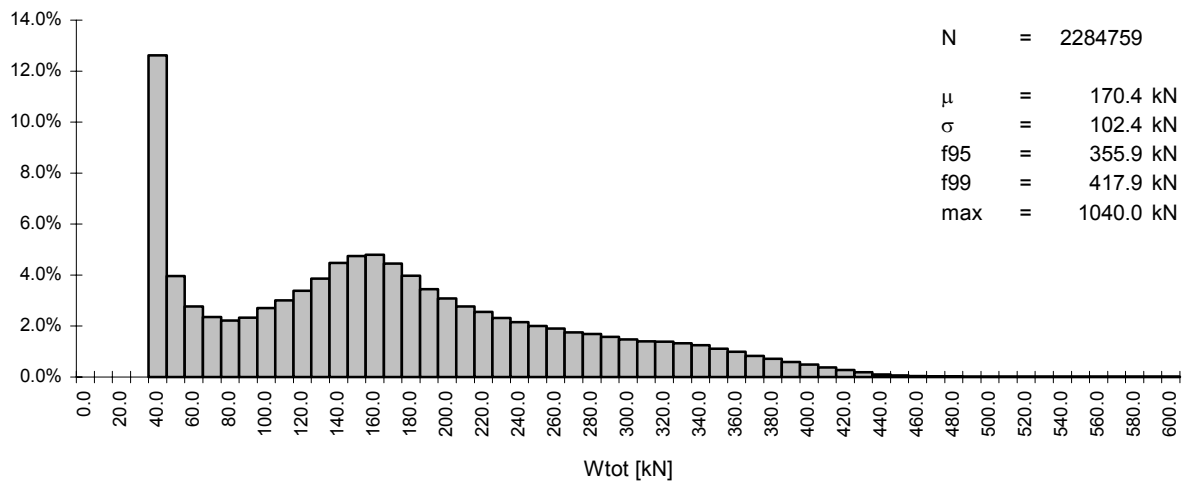
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

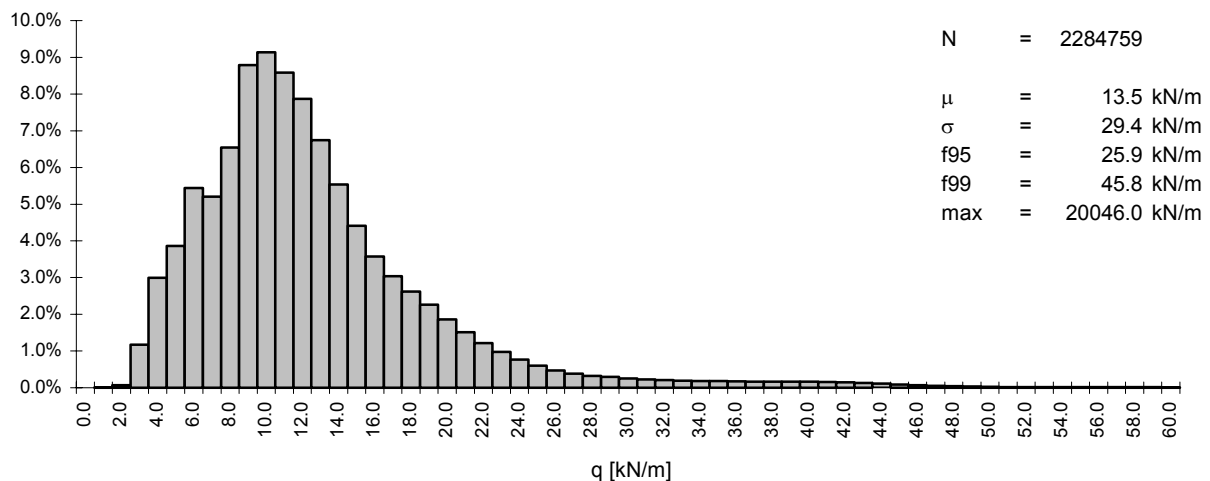
Mattstetten 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



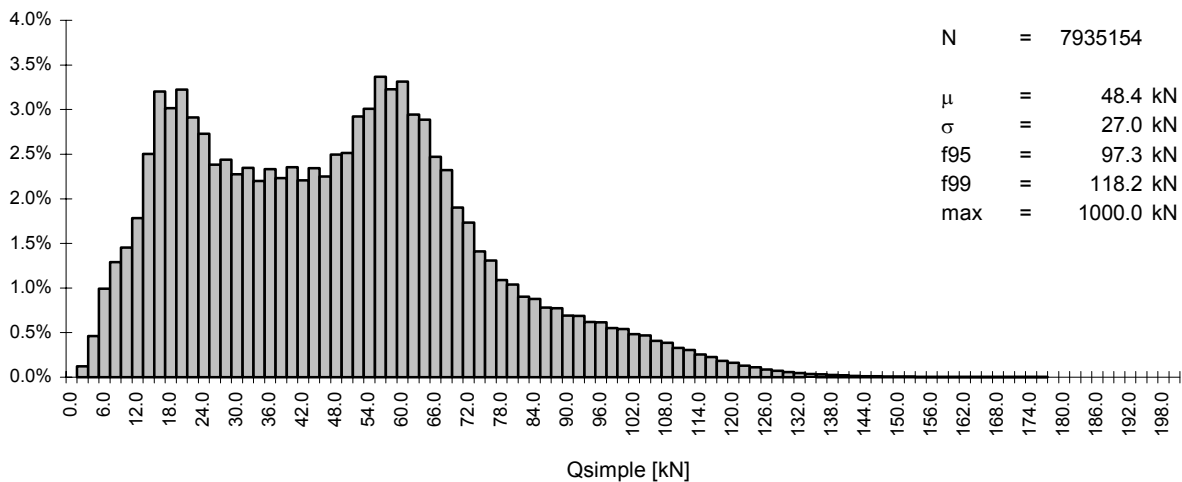
Mattstetten 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

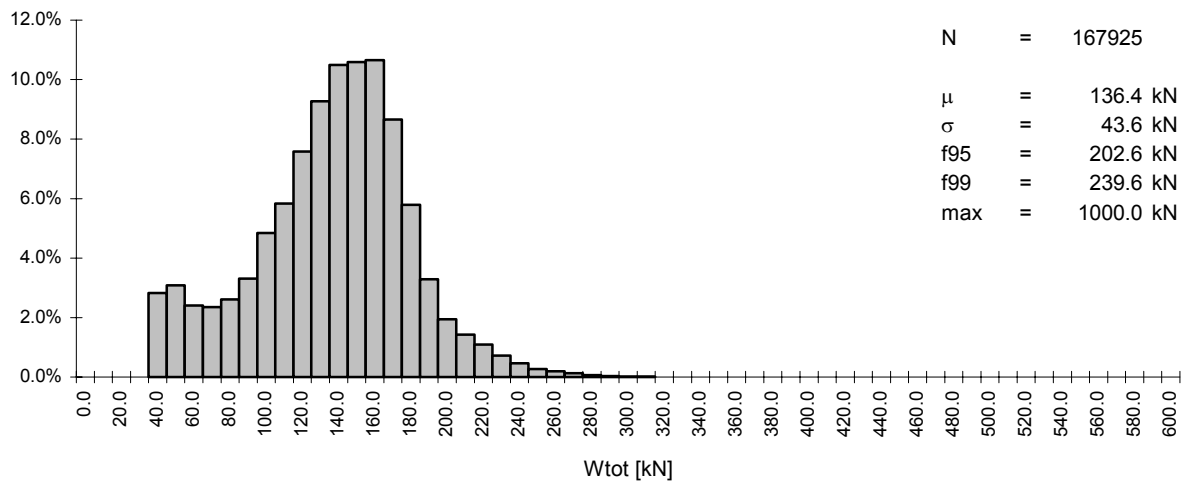
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



2.3.3 Reisecars und Busse (CB)

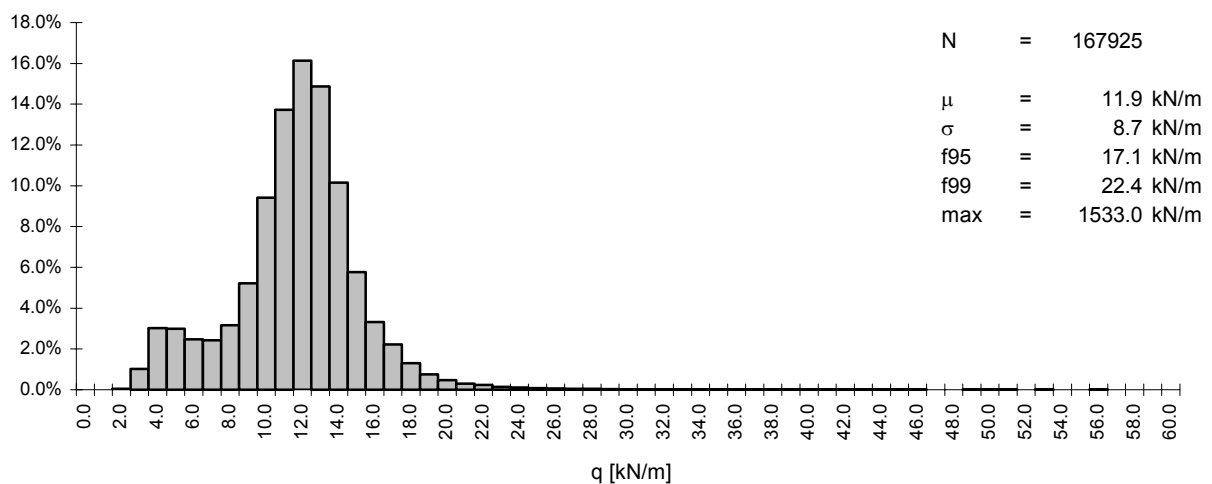
Mattstetten 2003

Car / Bus / Gesamtgewicht



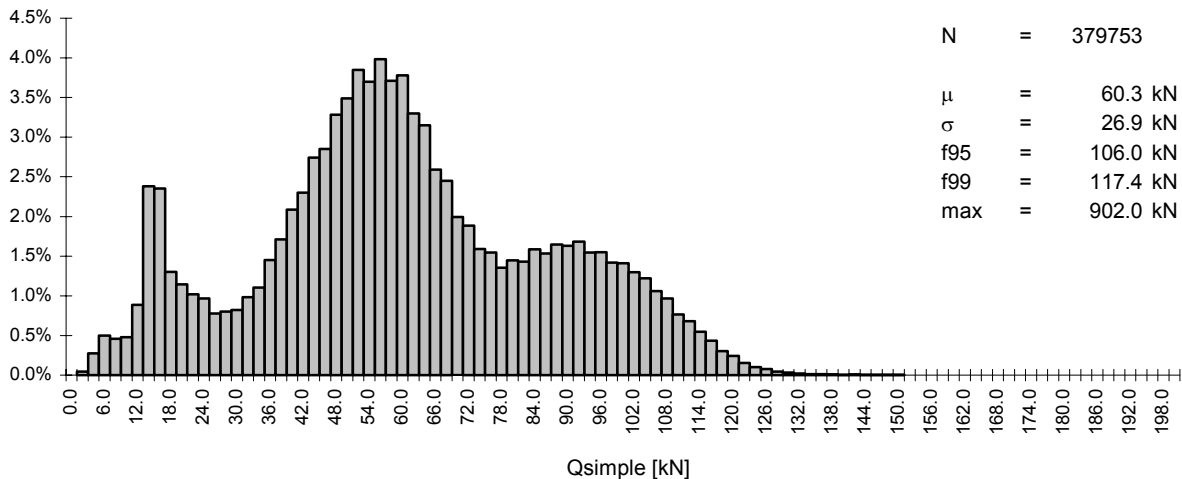
Mattstetten 2003

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

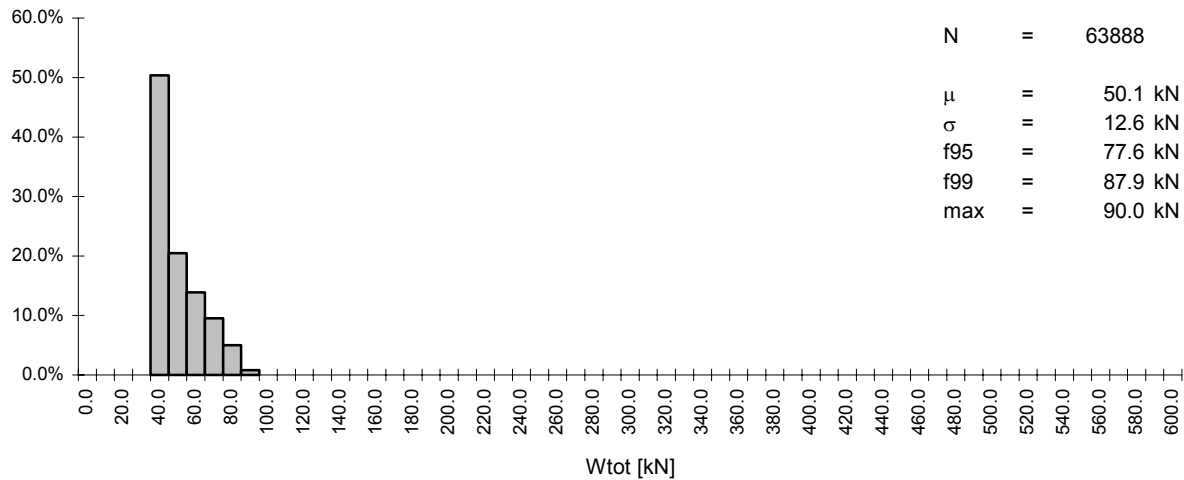
Car / Bus / alle Einzelachsen



2.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

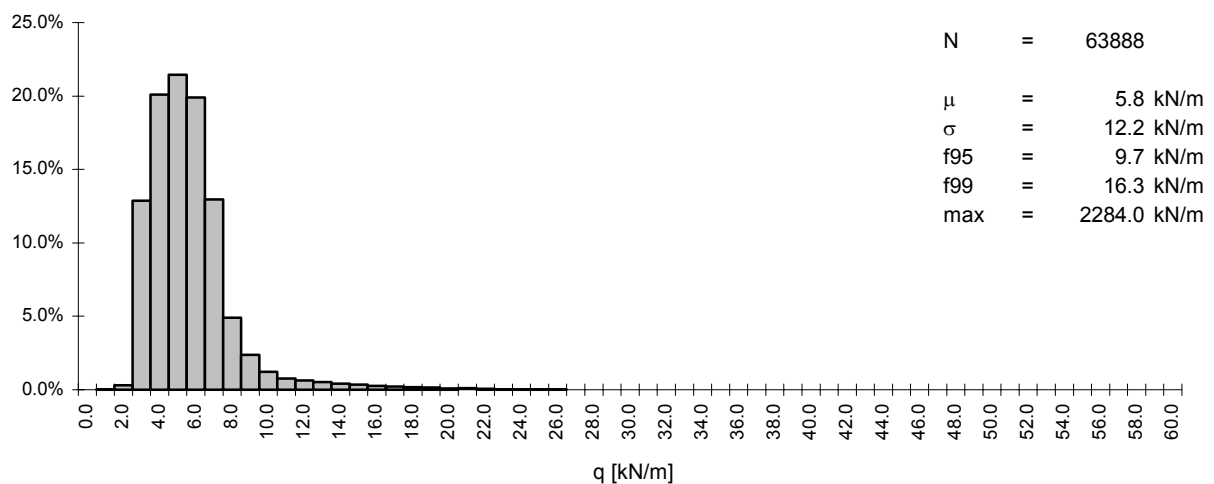
Mattstetten 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



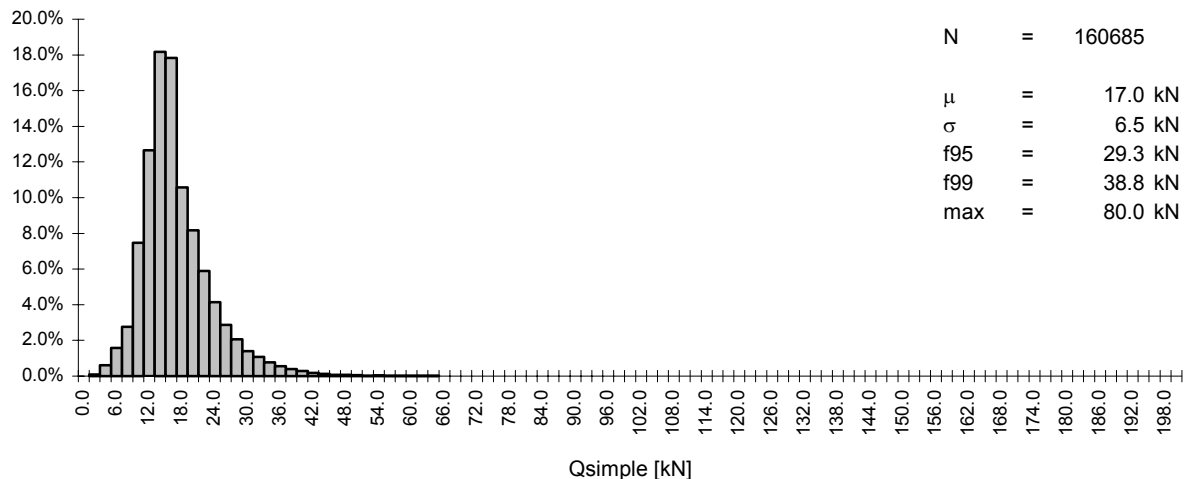
Mattstetten 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

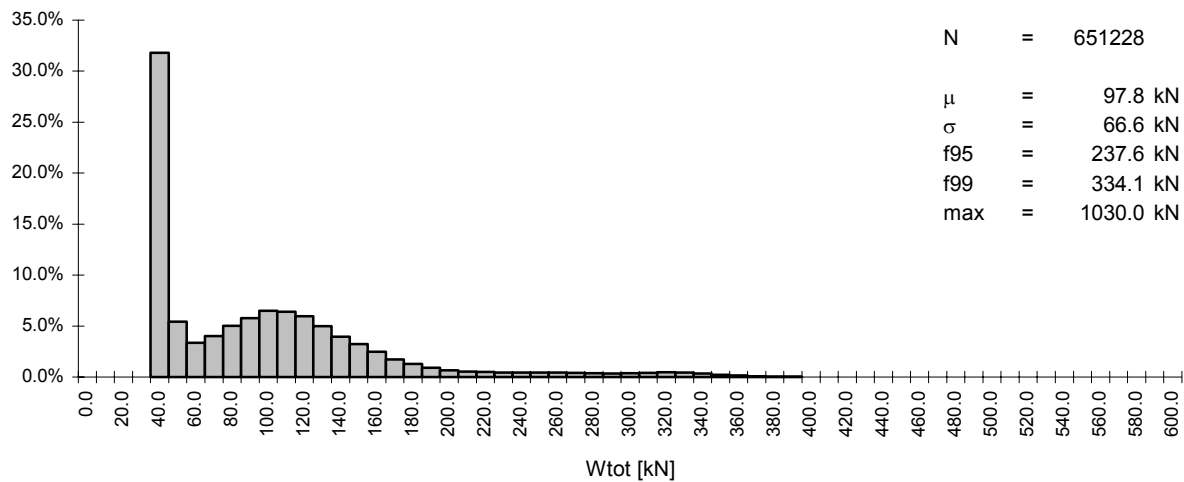
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



2.3.5 Lastwagen (LW)

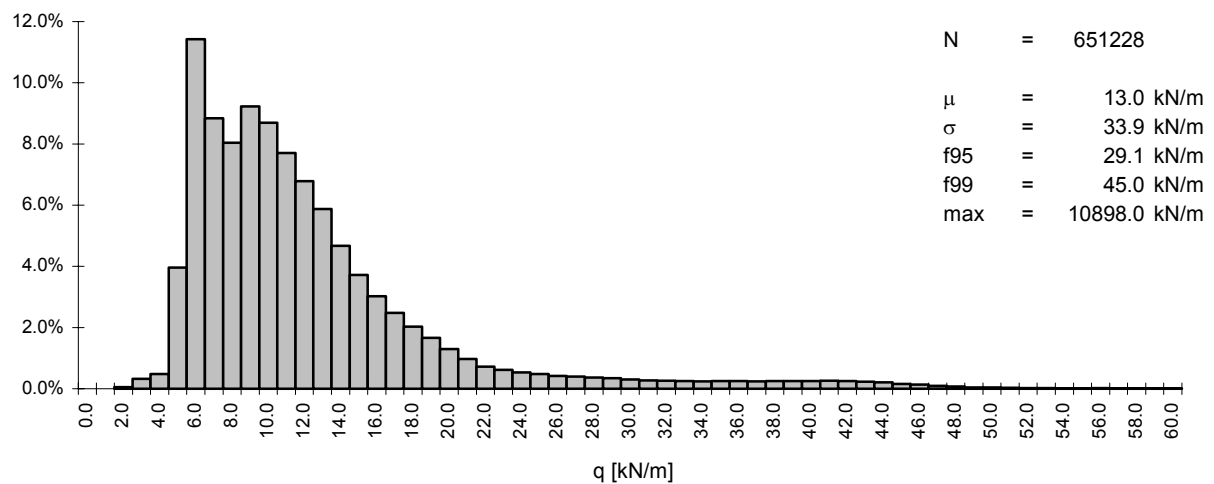
Mattstetten 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



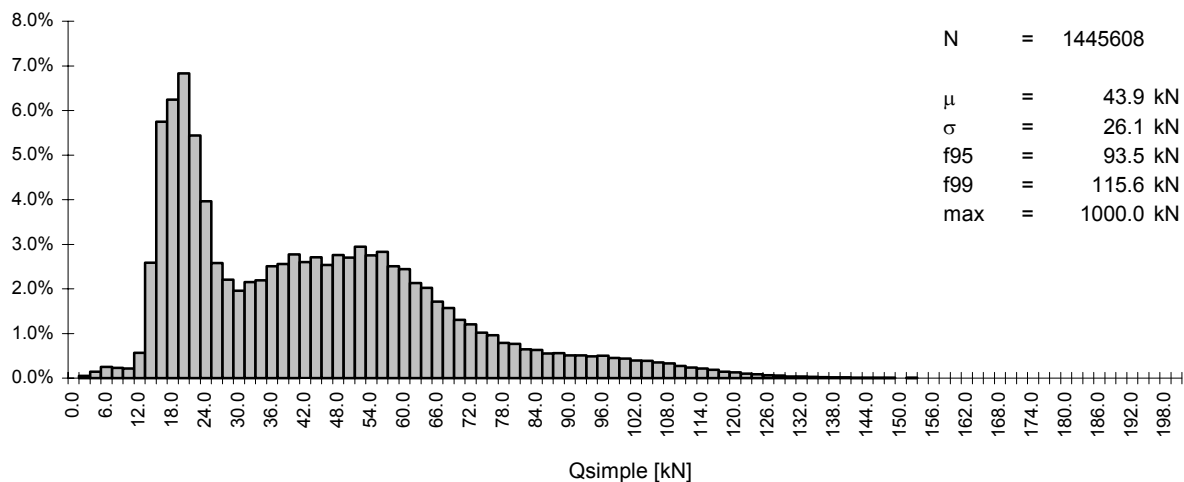
Mattstetten 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

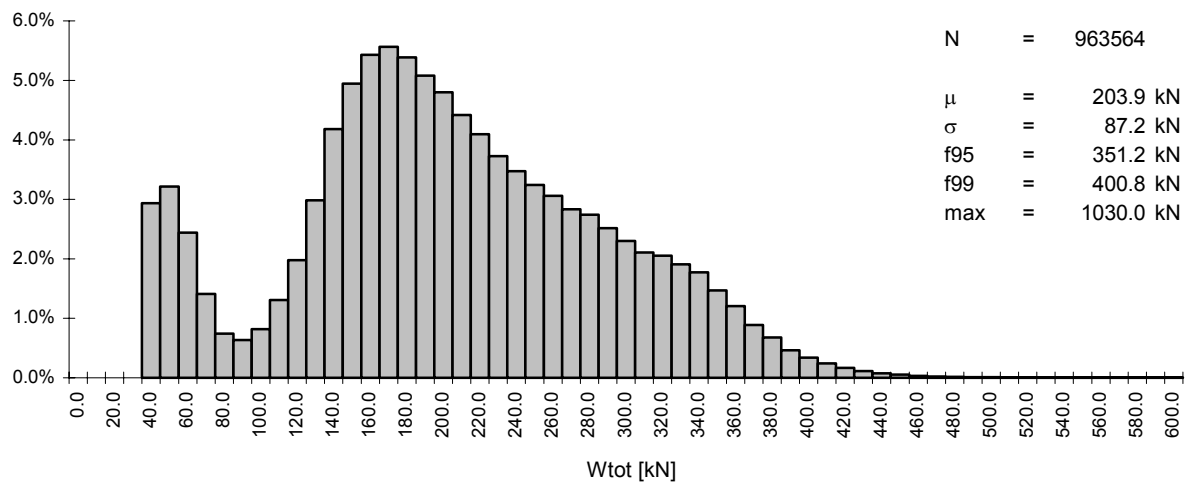
Lastwagen / alle Einzelachsen



2.3.6 Lastenzüge (LZ)

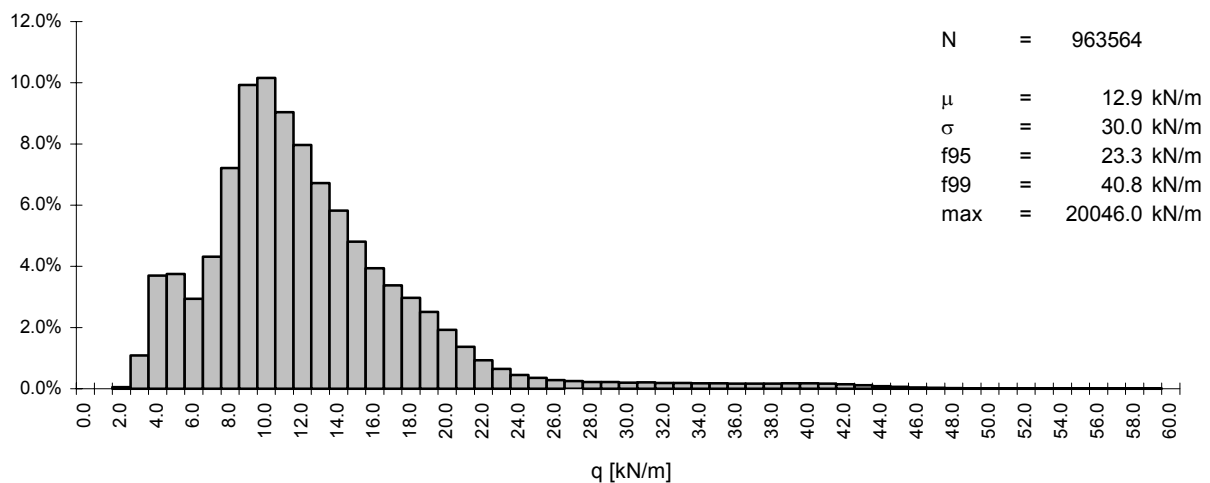
Mattstetten 2003

Lastenzug / Gesamtgewicht



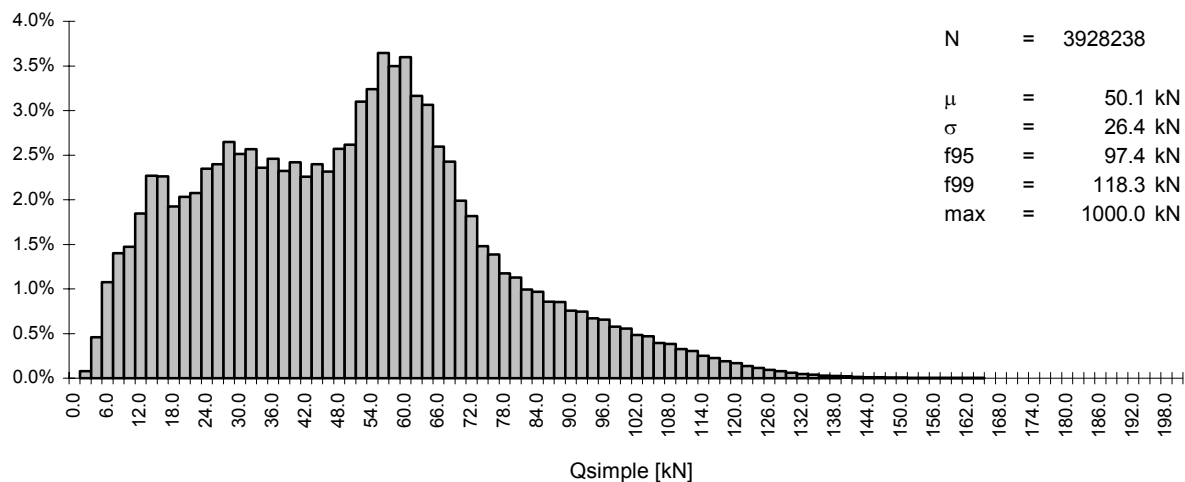
Mattstetten 2003

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

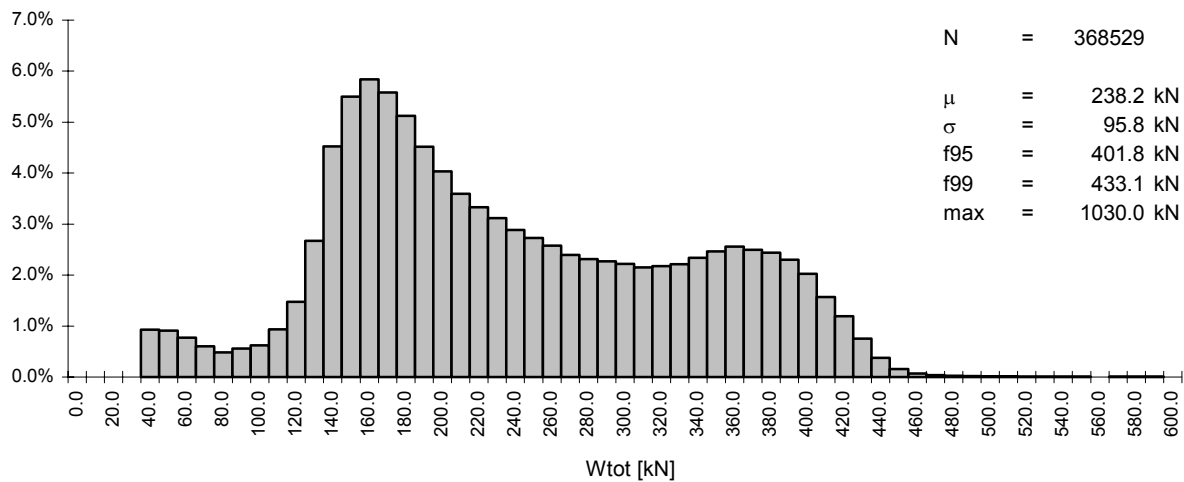
Lastenzug / alle Einzelachsen



2.3.7 Sattelzüge (SZ)

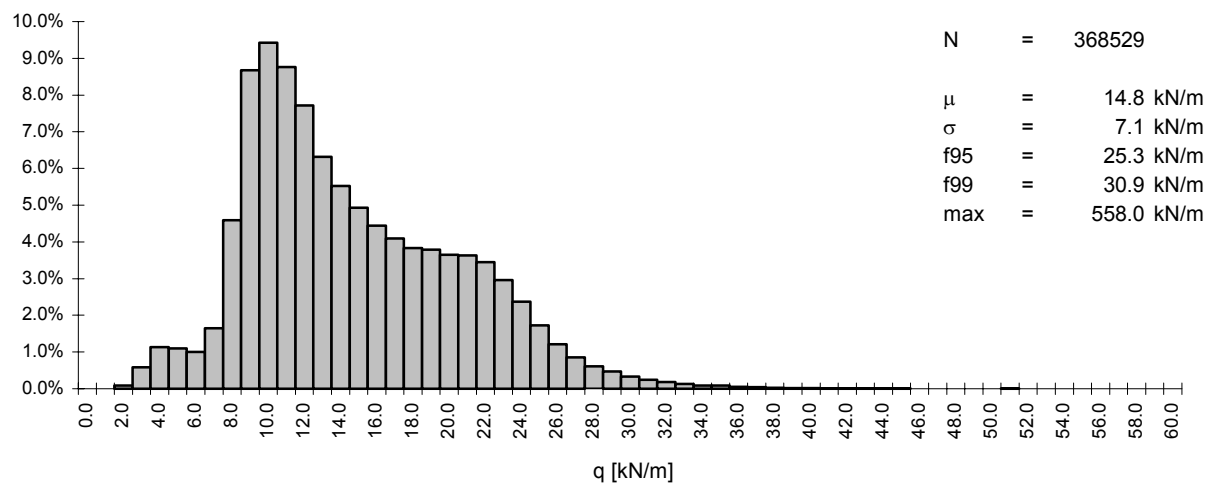
Mattstetten 2003

Sattelzug / Gesamtgewicht



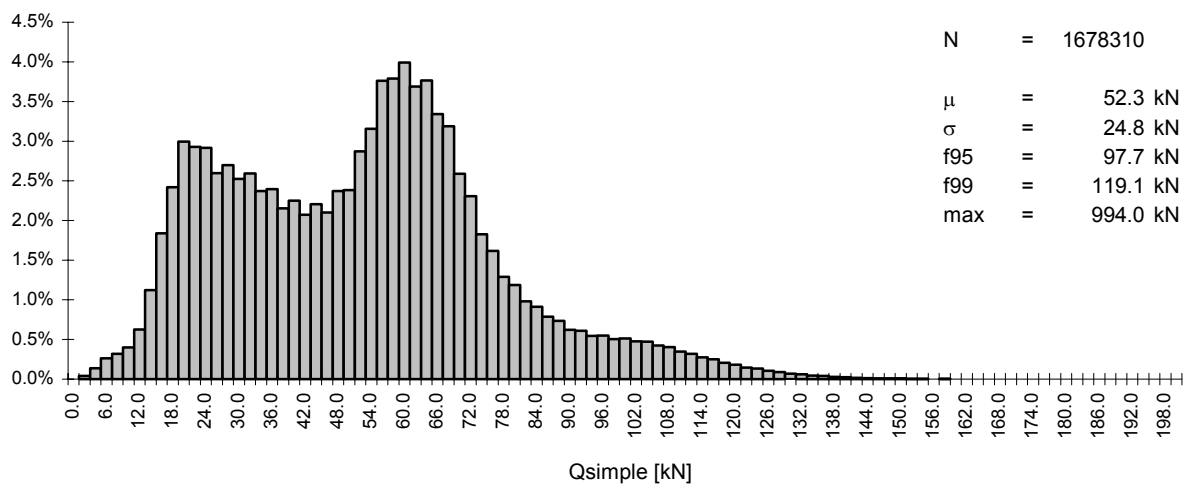
Mattstetten 2003

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Mattstetten 2003

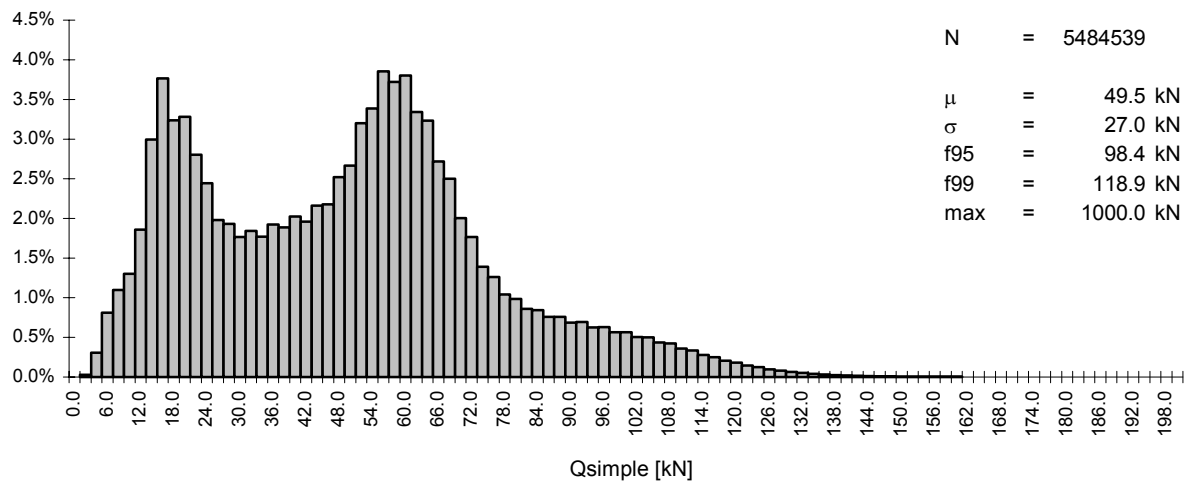
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

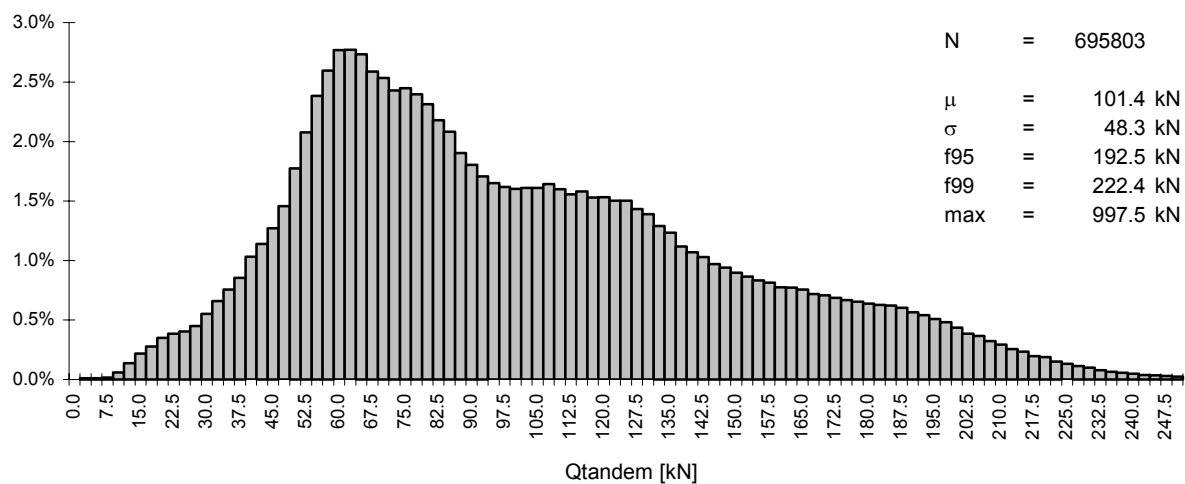
Mattstetten 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



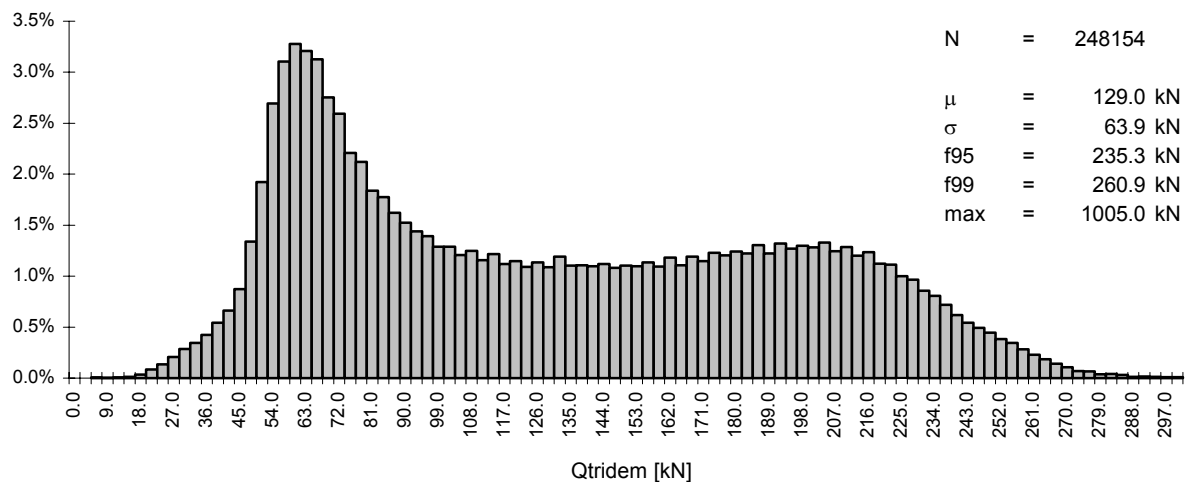
Mattstetten 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



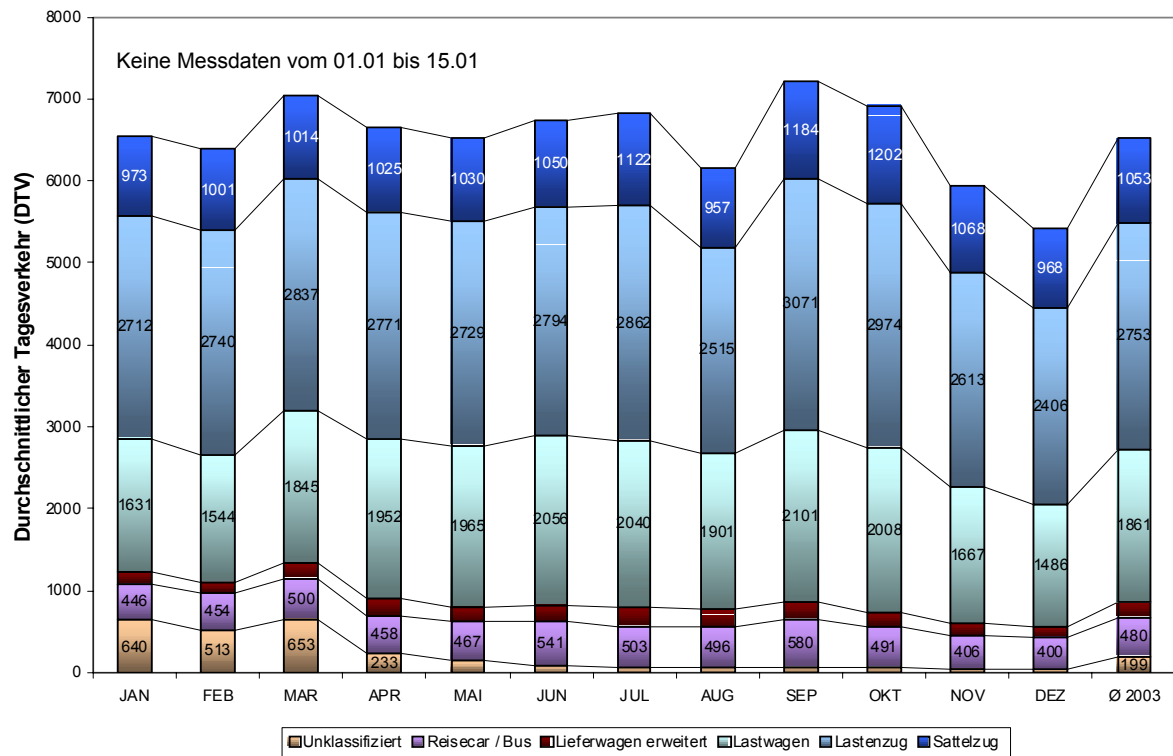
Mattstetten 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

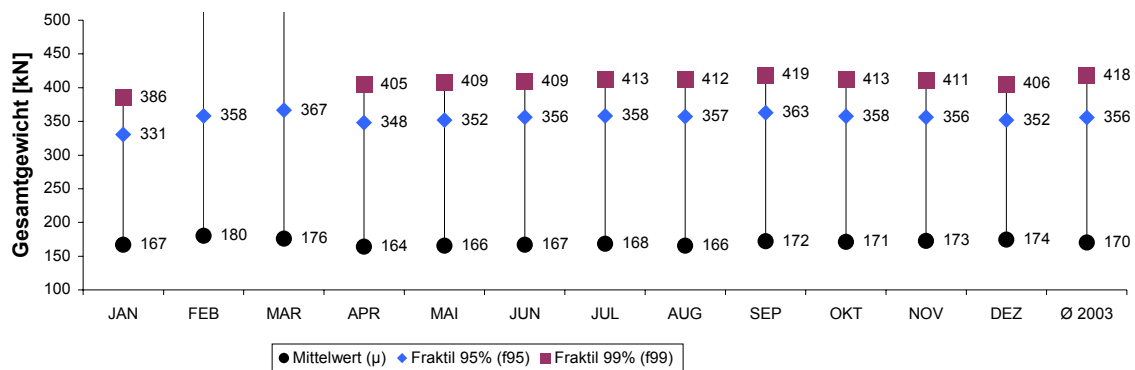


2.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

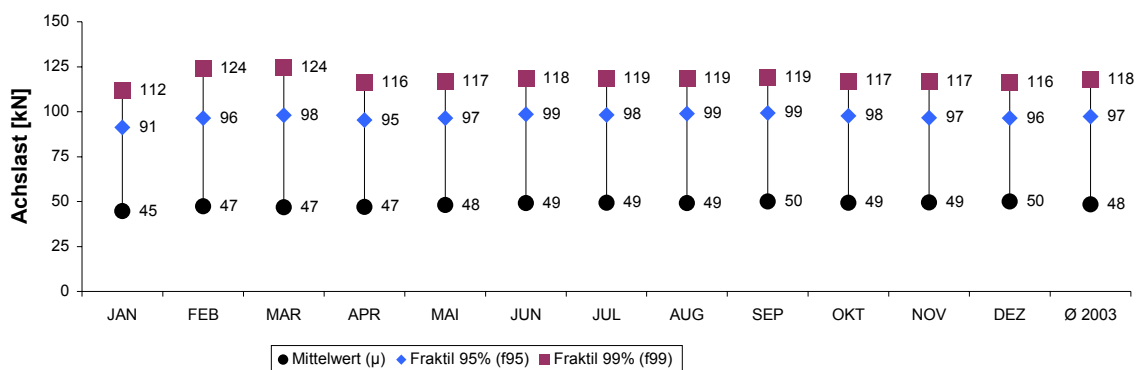
2.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



2.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



2.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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	49.5	49.5	98.4	118.9
Tandemachse	101.4	50.7	96.3	111.2
Tridemachse	129.0	43.0	78.4	87.0
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 rühren von den Einzel- und Tandemachsen her (höchste mit einer mittleren Achslast von 49.5 kN, respektive 50.7 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.7 kN, respektive 43.0 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	194'476	97	0.000	675	0	0.000	23	0
2	0.006	830'101	4'981	0.001	6'833	5	0.000	130	0
3	0.020	599'181	11'984	0.003	12'440	37	0.001	1'760	2
4	0.070	518'111	36'268	0.008	22'968	184	0.002	3'253	7
5	0.150	629'800	94'470	0.020	39'260	785	0.005	7'136	36
6	0.290	985'391	285'763	0.030	68'379	2'051	0.010	27'300	273
7	0.530	756'892	401'153	0.060	73'943	4'437	0.020	22'558	451
8	1.000	353'428	353'428	0.100	66'727	6'673	0.030	17'173	515
9	1.520	214'220	325'614	0.140	55'448	7'763	0.040	16'782	671
10	2.400	168'683	404'839	0.200	45'758	9'152	0.060	10'222	613
11	3.660	121'629	445'162	0.280	44'946	12'585	0.080	9'299	744
12	5.400	68'520	370'008	0.400	43'121	17'248	0.110	11'509	1'266
13	7.760	28'076	217'870	0.540	40'571	21'908	0.140	8'223	1'151
14	10.870	9'615	104'515	0.730	32'774	23'925	0.190	8'446	1'605
15	14.910	2'831	42'210	0.960	26'701	25'633	0.240	10'918	2'620
16	20.060	866	17'372	1.260	22'861	28'805	0.300	8'253	2'476
17	26.540	341	9'050	1.630	20'520	33'448	0.380	8'644	3'285
18	34.590	172	5'949	2.080	18'376	38'222	0.480	11'969	5'745
19	-	-	-	2.640	16'814	44'389	0.590	9'304	5'489
20	-	-	-	3.300	13'676	45'131	0.720	9'650	6'948
21	-	-	-	4.090	9'518	38'929	0.880	12'763	11'231
22	-	-	-	5.030	6'081	30'587	1.060	8'830	9'360
23	-	-	-	-	-	-	1.270	7'648	9'713
24	-	-	-	-	-	-	1.520	7'438	11'306
25	-	-	-	-	-	-	1.810	3'671	6'645
26	-	-	-	-	-	-	2.140	2'510	5'371
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'643	4'124
28	-	-	-	-	-	-	2.940	427	1'255
29	-	-	-	-	-	-	3.430	210	720
30	-	-	-	-	-	-	3.980	116	462
Summe		5'482'333	3'130'734		688'390	391'896		247'808	94'084

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 3'130'734 + 688'390 + 247'808 = 3'616'714 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'616'714 = 1'627'521 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 350 = 1'627'521 / 350 = 4'650 \text{ ESAL}$$

→ Verkehrslastklasse T6 (extrem schwer).

2.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr in Mattstetten unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 2.4.1). Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt praktisch konstant, abgesehen vom relativ hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen in den Monaten Januar, Februar und März. Die Fahrzeugkategorie „Lastenzug“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 42.2%.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 2.4.2 und 2.4.3) bleiben relativ konstant. Die Fraktilwerte (f95 und f99) in den Monaten Februar und März sind deutlich höher als in den übrigen Monaten. Dies hängt möglicherweise mit dem hohen Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen zusammen, da bei den klassifizierten Fahrzeugen keine derartigen Schwankungen messbar sind.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2003 passierten durchschnittlich pro Tag 6'347 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währenddem im Vorjahr 6'247 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Bericht ICOM 446-6 [2], Abschnitt 5.1). Dies entspricht einer Zunahme von 1.6%.

Die mittlere Achslast aller schweren Lastfahrzeuge erhöht sich von 47.6 kN (2002) auf 48.4 kN (2003), was einer Zunahme von 0.8% entspricht.

3 GOTTHARDTUNNEL (A2)

3.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Gotthardtunnel (A2) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
402 – Gotthard (A2)	2	365	keine	

3.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

3.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

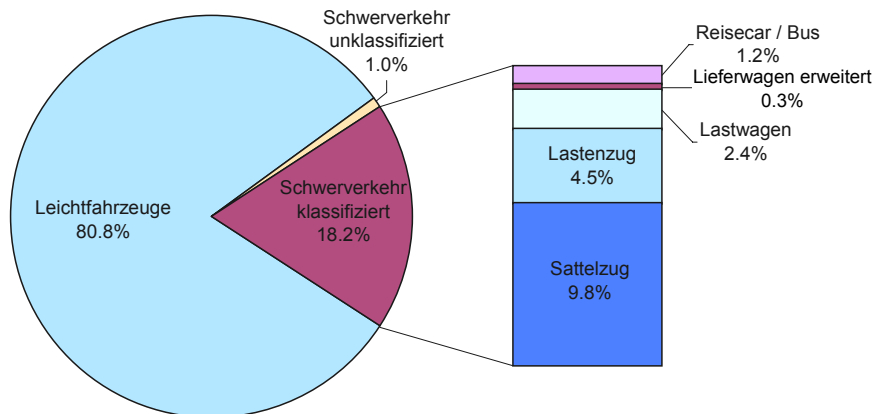
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Gotthard (A2) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 3.2.2 veranschaulicht.

Gotthard (A2) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	5'993'300	16'420	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	4'841'794	13'265	80.8	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'151'506	3'155	19.2	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	57'814	158	1.0	5.0
01 Bus / Reisecar	71'100	195	1.2	6.2
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	24	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	185	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	16'655	46	0.3	1.4
06 Lieferwagen mit Anhänger	2'686	7	0.0	0.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	143'911	394	2.4	12.5
09 Lastenzug	270'129	740	4.5	23.5
10 Sattelzug	589'002	1'614	9.8	51.2
Total	1'151'506	3'155	19.2	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	119'756	328	2.0	10.4
Fahrzeuge 8.0 - 18t	242'021	663	4.0	21.0
Fahrzeuge 18 - 28t	437'903	1'200	7.3	38.0
Fahrzeuge 28 - 40t	336'063	921	5.6	29.2
Fahrzeuge > 40t	15'763	43	0.3	1.4
Total	1'151'506	3'155	19.2	100

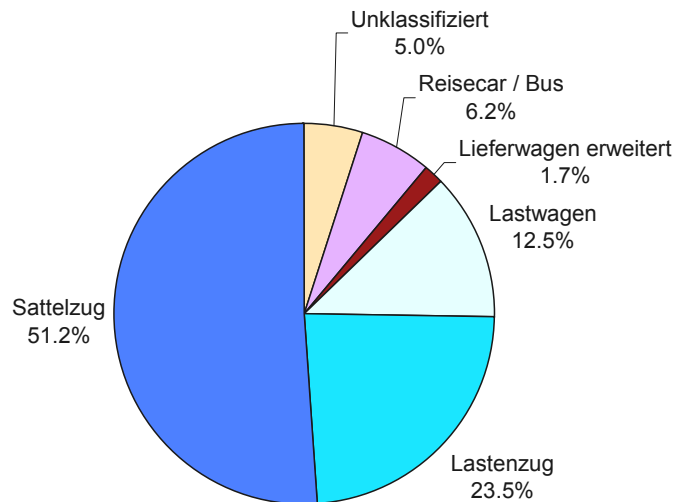
Tabelle 4: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Gotthard

3.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

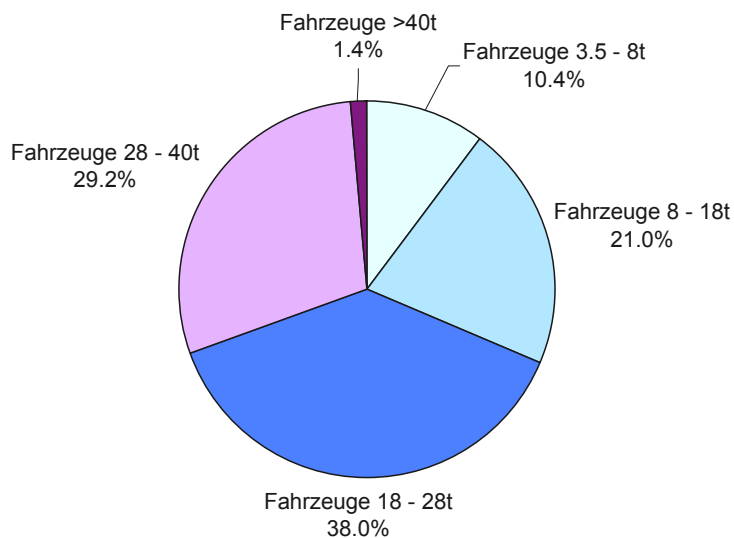
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklasse



3.3 MESSDIAGRAMME

3.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Gotthard (A2) 2003 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 werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).
- Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 3.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der Achsentypen bestimmt (siehe Kapitel 1.5).

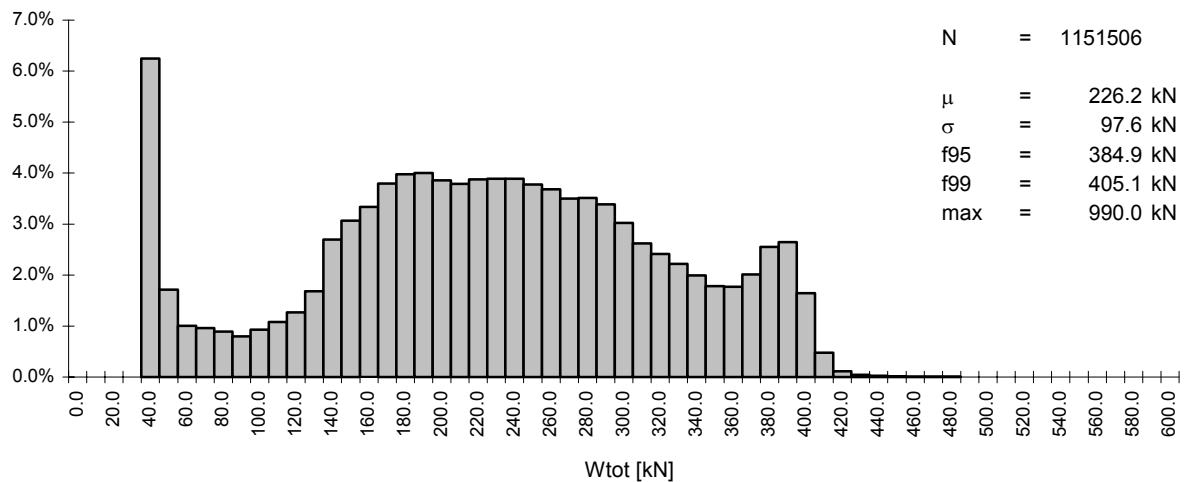
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

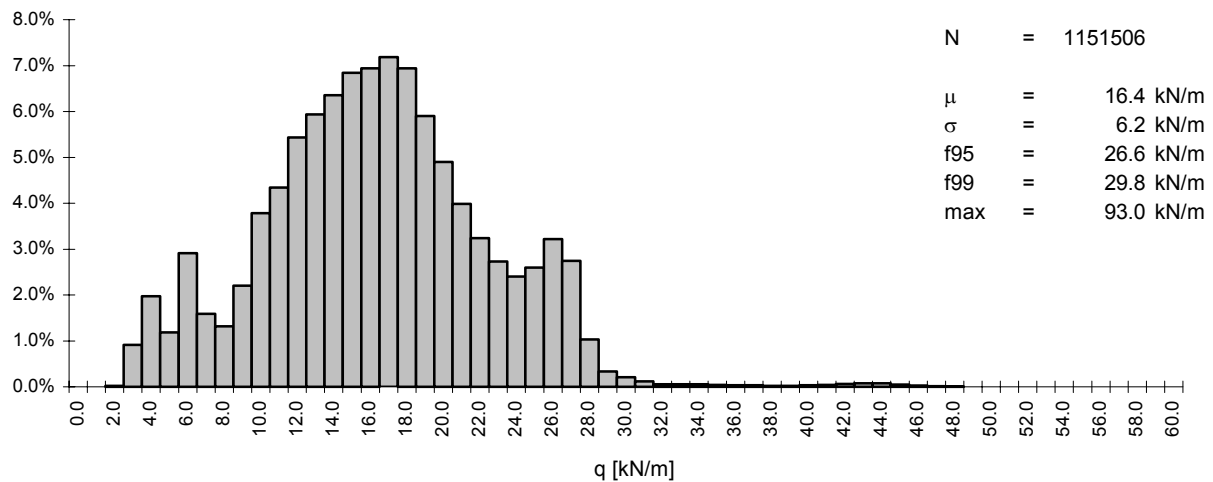
Gotthard 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



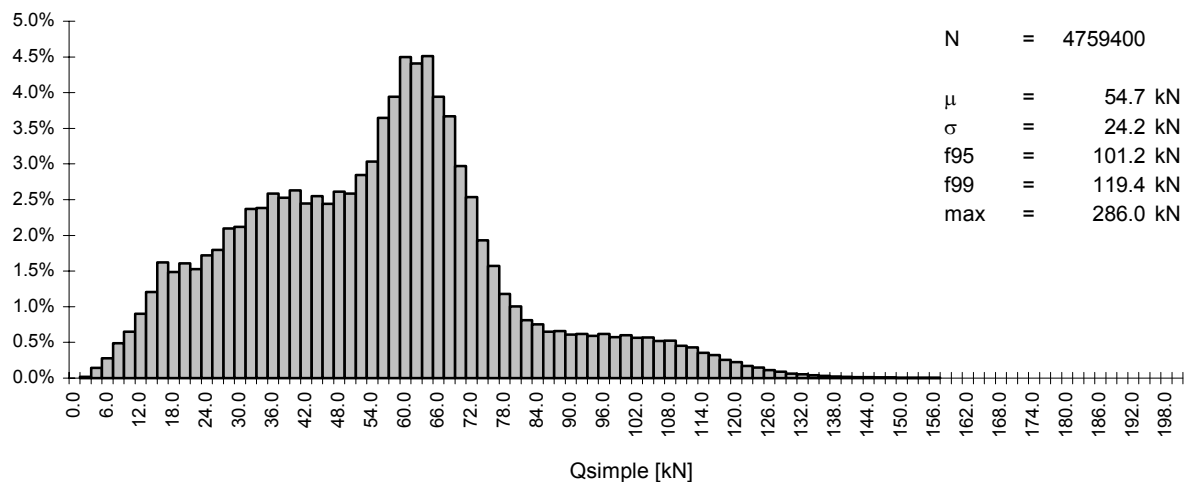
Gotthard 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2003

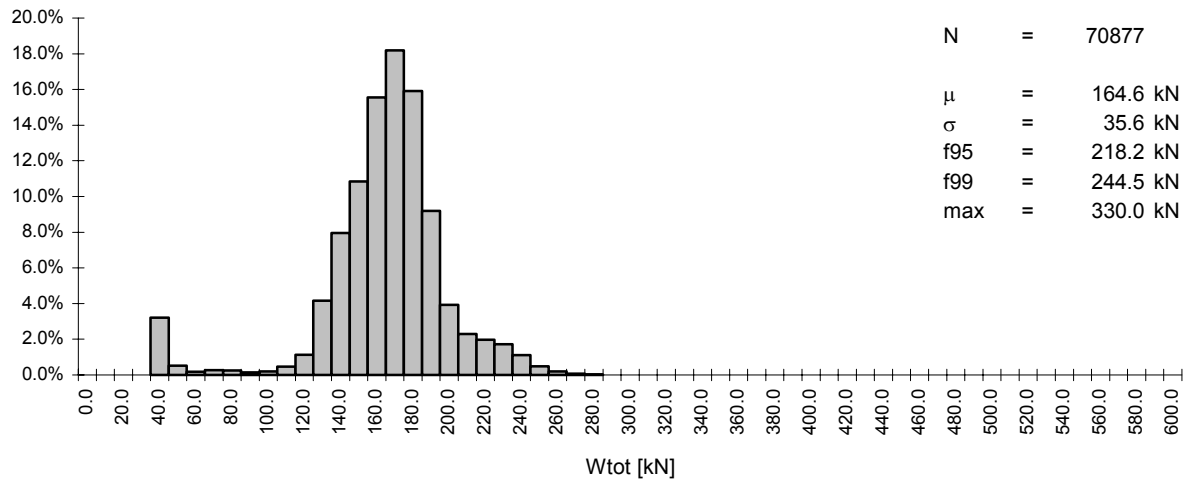
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



3.3.3 Reisecars und Busse (CB)

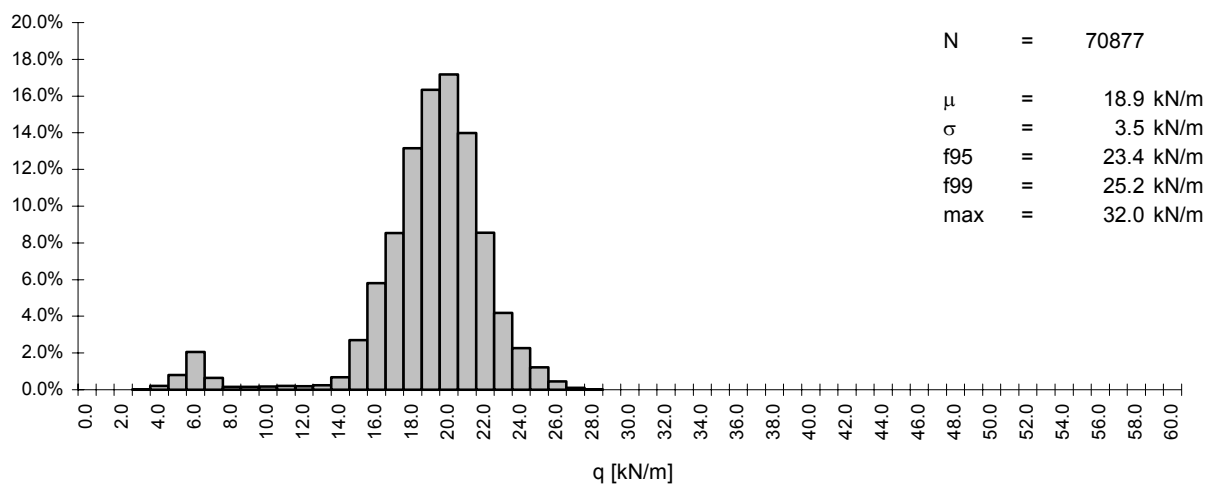
Gotthard 2003

Car / Bus / Gesamtgewicht



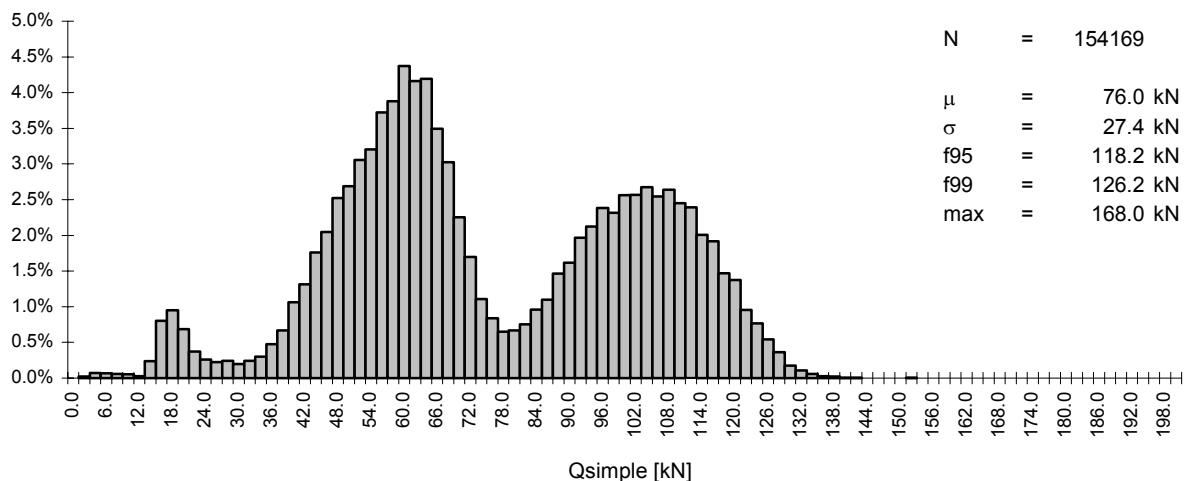
Gotthard 2003

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2003

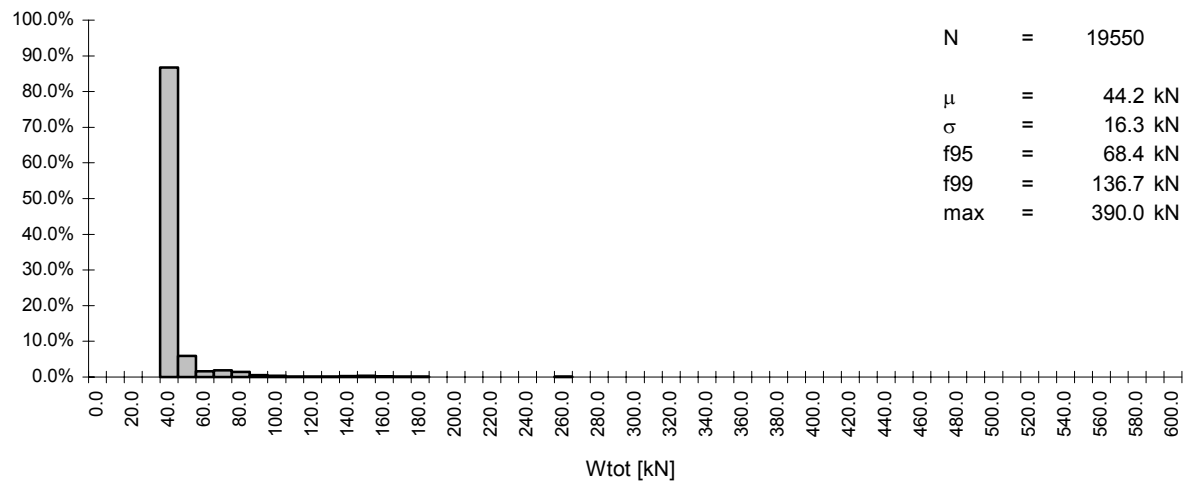
Car / Bus / alle Einzelachsen



3.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

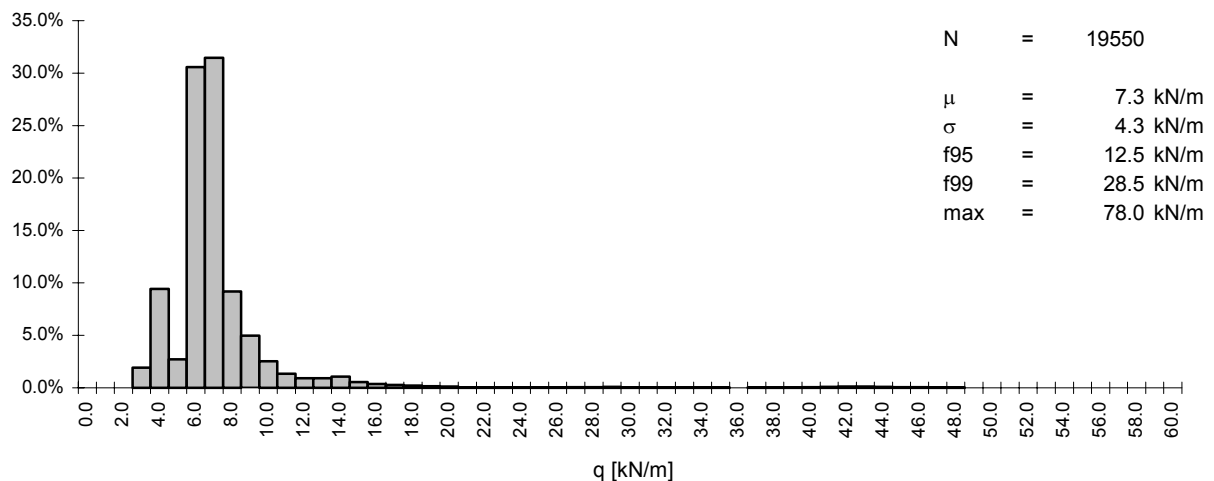
Gotthard 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



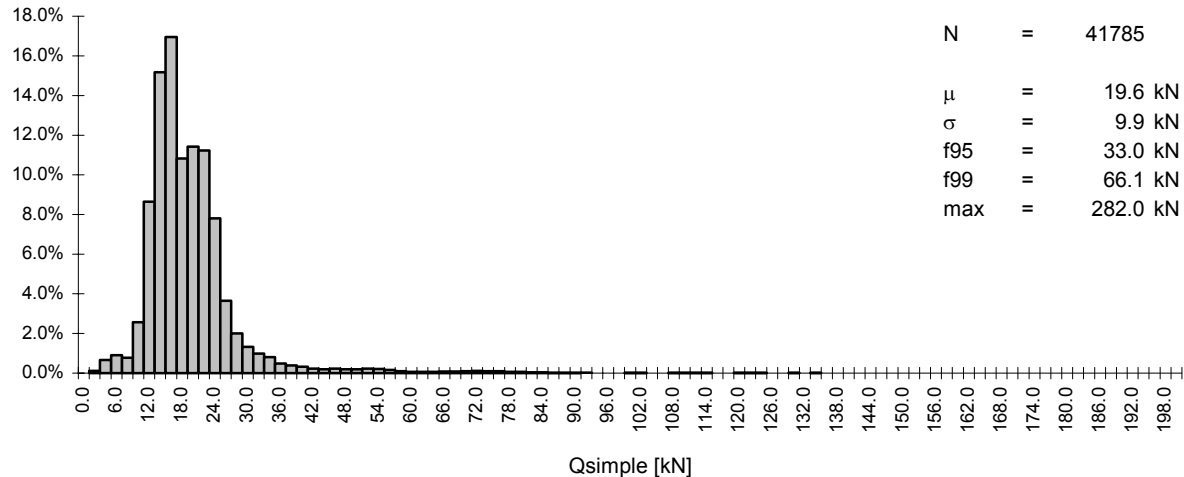
Gotthard 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Gotthard 2003

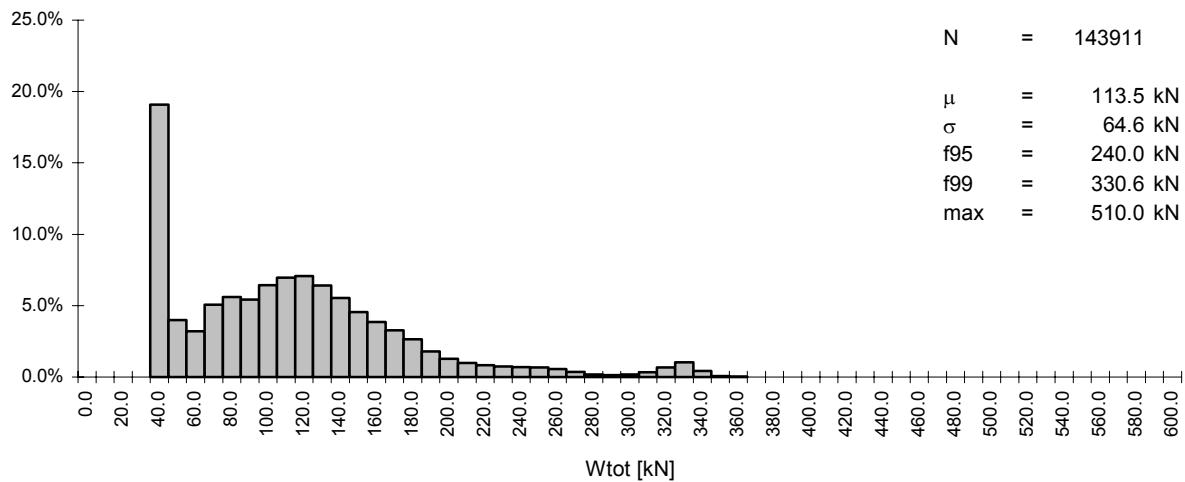
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



3.3.5 Lastwagen (LW)

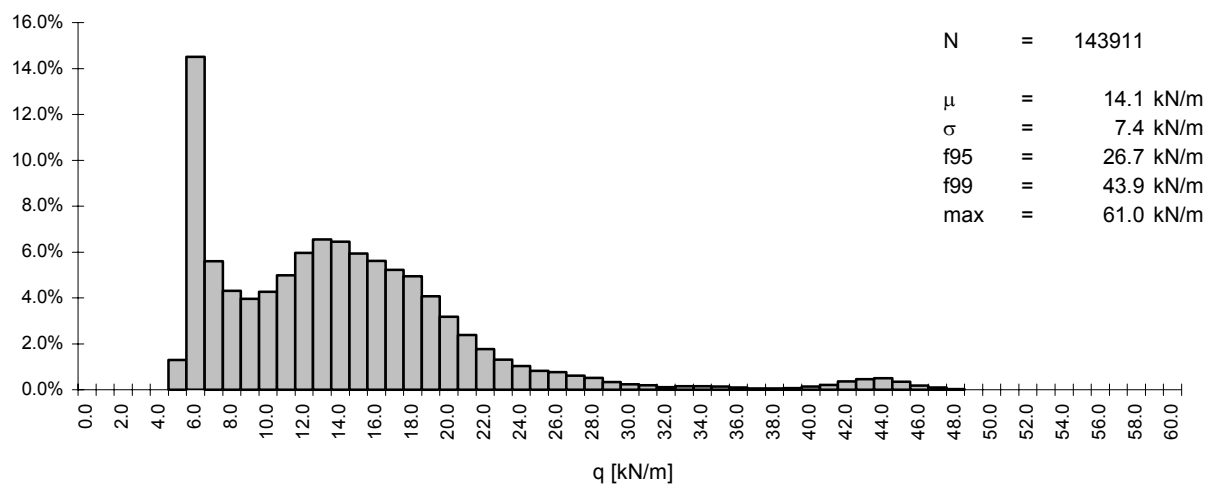
Gotthard 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



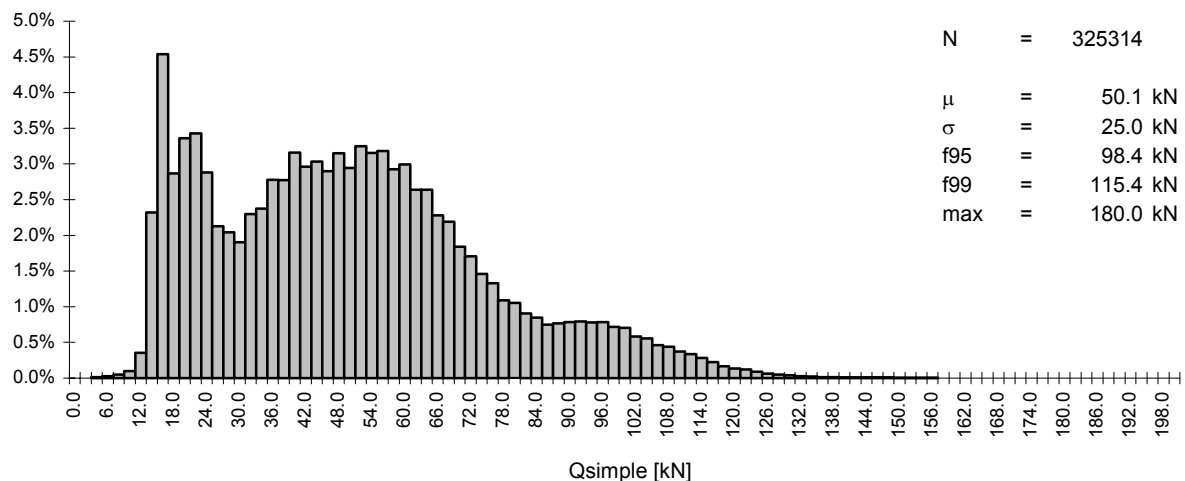
Gotthard 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



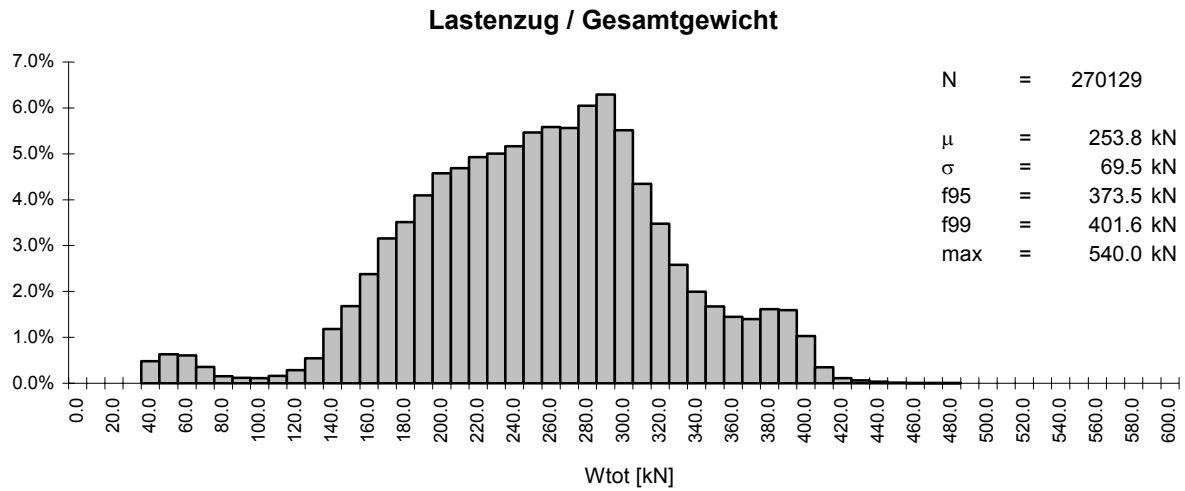
Gotthard 2003

Lastwagen / alle Einzelachsen

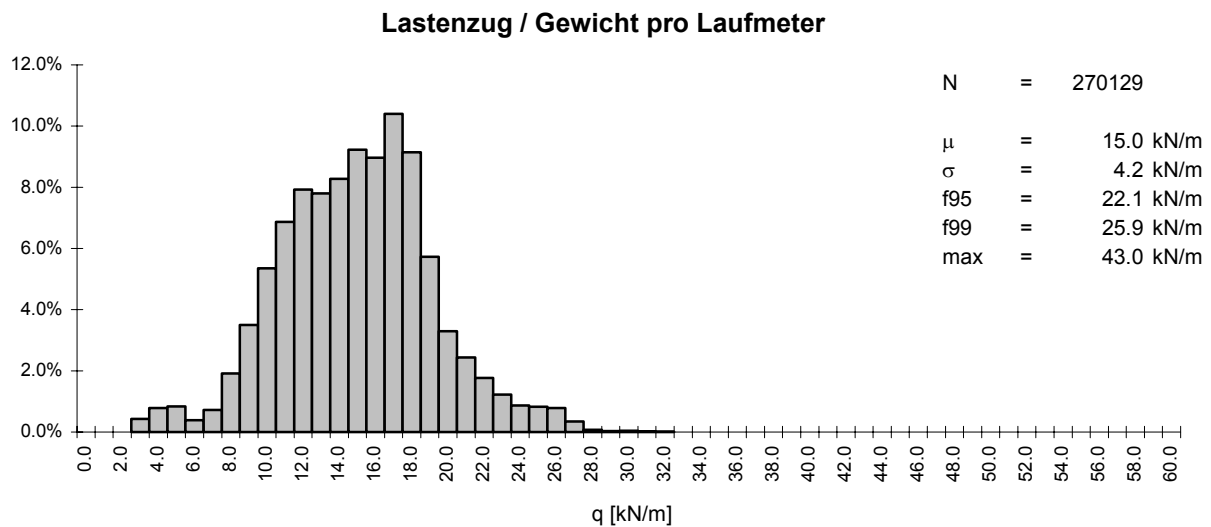


3.3.6 Lastenzüge (SZ)

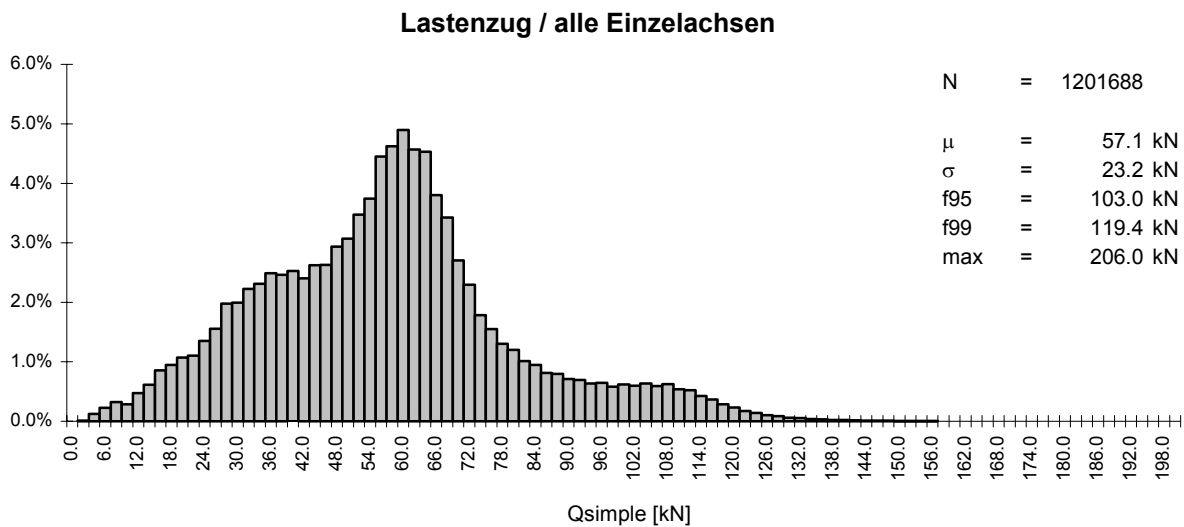
Gotthard 2003



Gotthard 2003

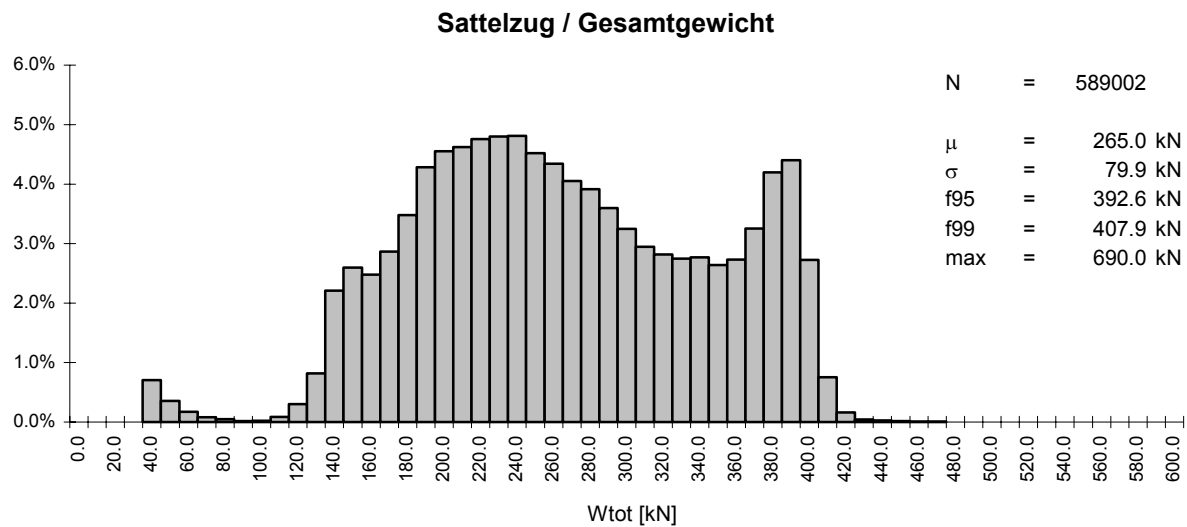


Gotthard 2003

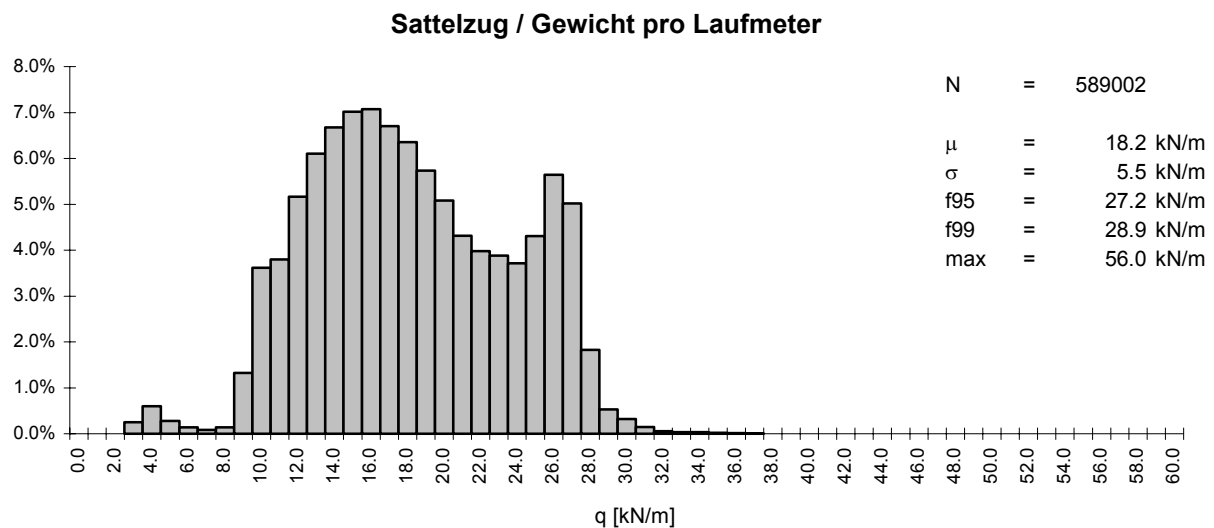


3.3.7 Sattelzüge (SZ)

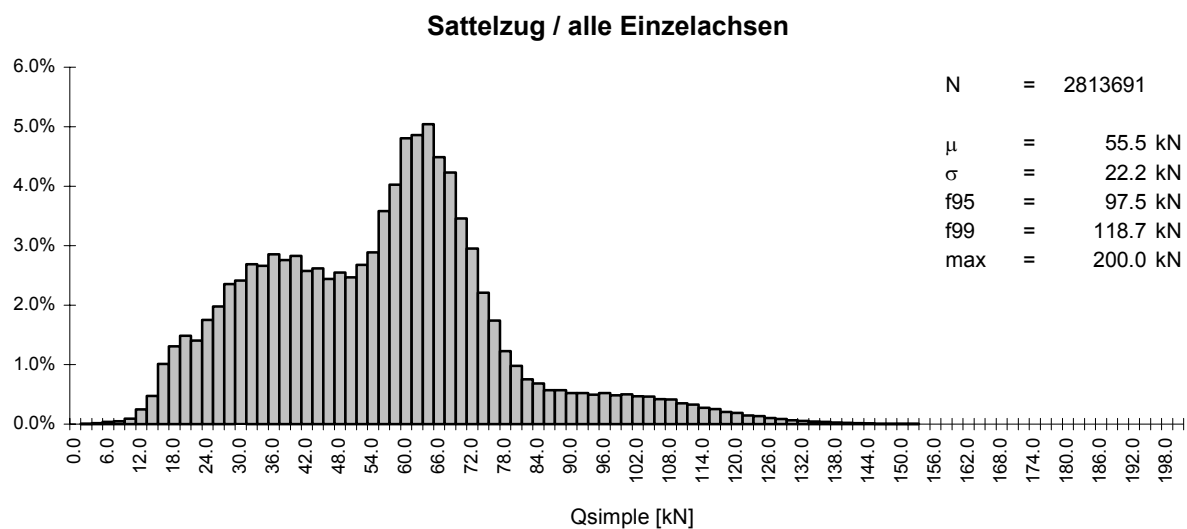
Gotthard 2003



Gotthard 2003



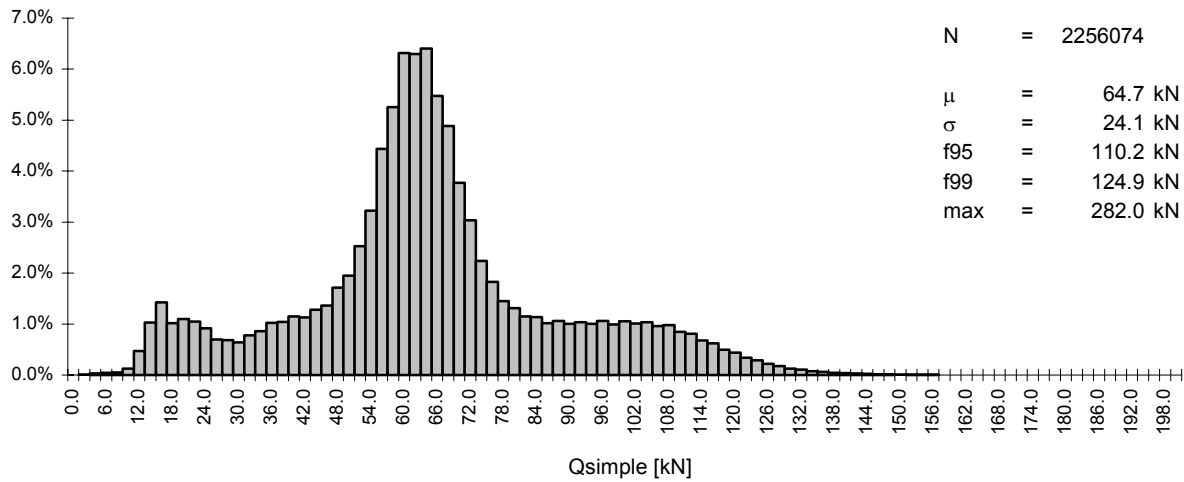
Gotthard 2003



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

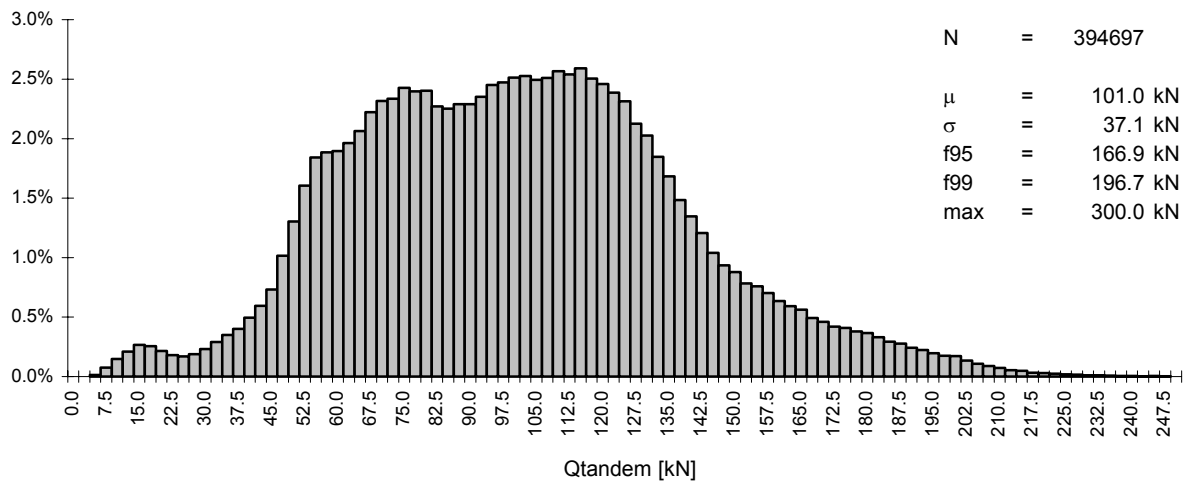
Gotthard 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



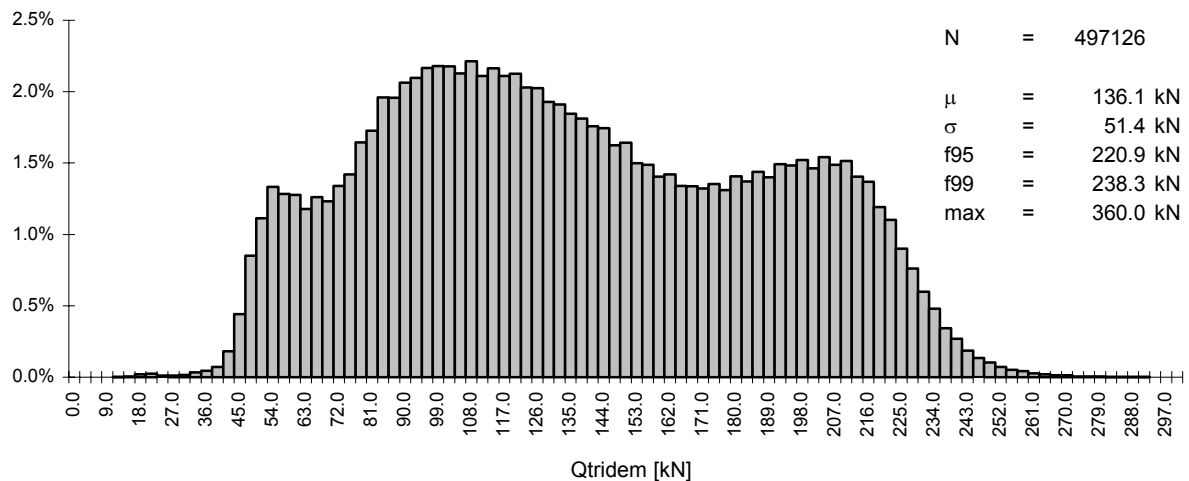
Gotthard 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



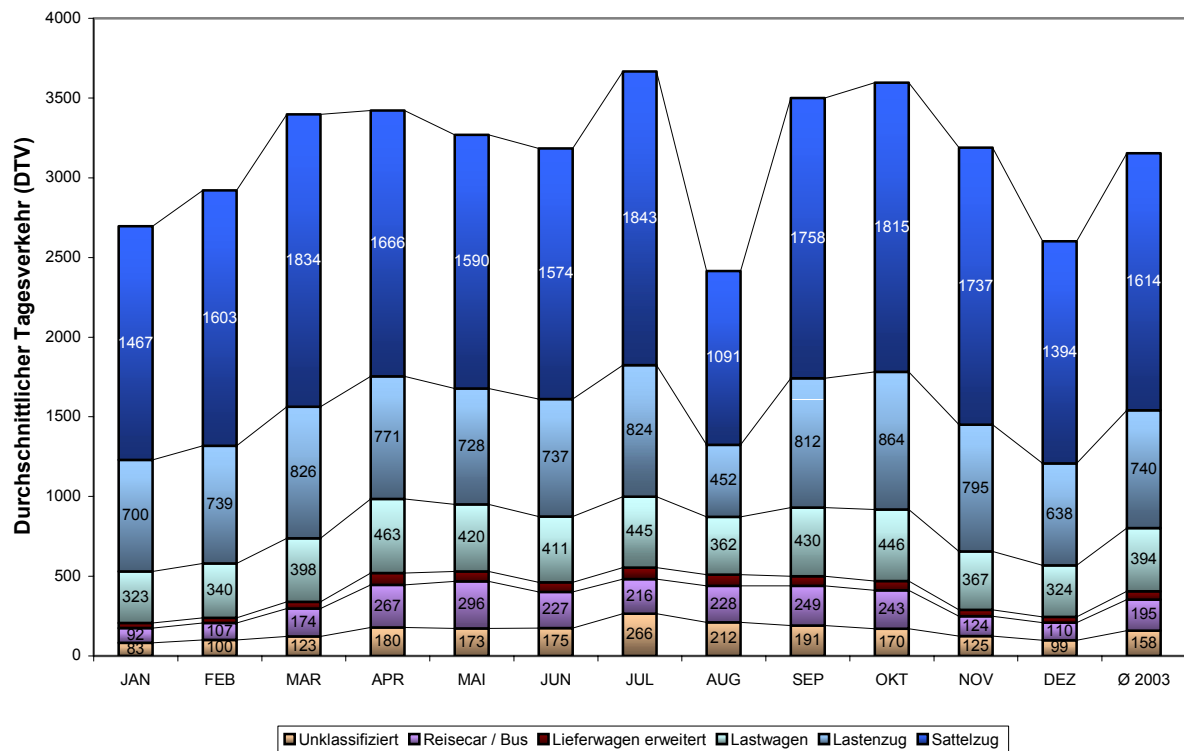
Gotthard 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

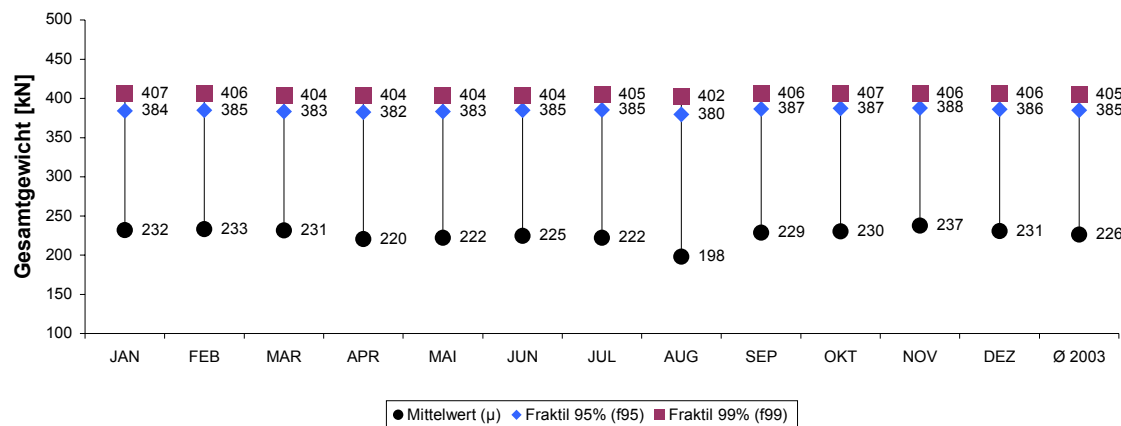


3.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

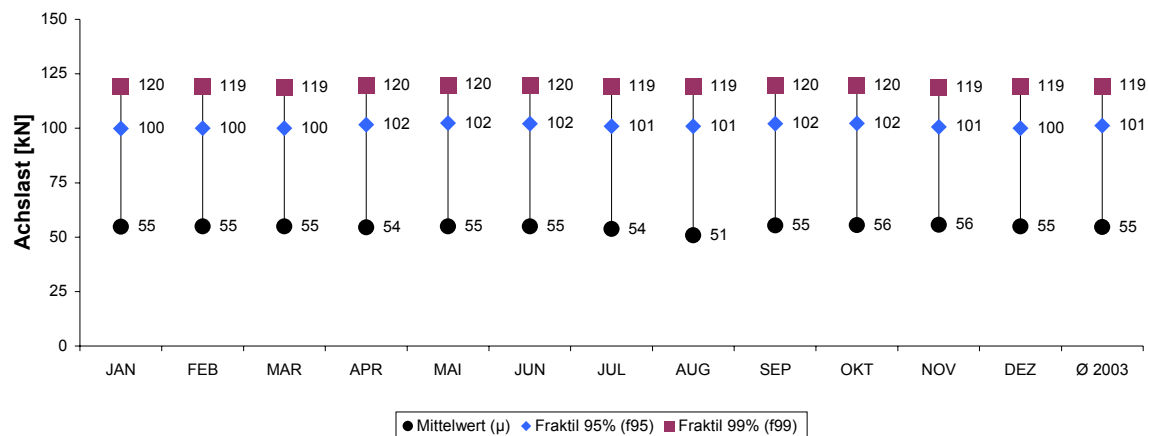
3.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



3.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



3.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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]	Fraktile 95% [kN]	Fraktile 99% [kN]
Einzelachse	64.7	64.7	101.2	124.9
Tandemachse	101.0	50.5	83.5	98.4
Tridemachse	136.1	45.4	73.6	79.4
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten rühren von den Einzelachsen her mit einer mittleren Achslast von 64.7 kN. Die Tandem- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.5 kN, respektive 45.4 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 (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	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	16.4 kN/m	26.6 kN/m	29.8 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.69 kN/m ²	7.60 kN/m ²	8.51 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	5'846	3	0.000	931	0	0.000	4	0.0002
2	0.006	113'768	683	0.001	3'727	3	0.000	144	0.0432
3	0.020	90'016	1800	0.003	3'044	9	0.001	301	0.2709
4	0.070	109'369	7656	0.008	6'058	48	0.002	739	1.478
5	0.150	167'734	25160	0.020	14'385	288	0.005	7326	36.63
6	0.290	490'909	142364	0.030	28'521	856	0.010	24878	248.78
7	0.530	605'299	320808	0.060	33'800	2028	0.020	18261	365.22
8	1.000	222'389	222389	0.100	37'758	3776	0.030	21897	656.91
9	1.520	121'084	184048	0.140	35'944	5032	0.040	38318	1532.72
10	2.400	116'080	278592	0.200	38'636	7727	0.060	32028	1921.68
11	3.660	108'922	398655	0.280	39'855	11159	0.080	32406	2592.48
12	5.400	68'746	371228	0.400	39'850	15940	0.110	42309	4653.99
13	7.760	25'877	200806	0.540	34'958	18877	0.140	29754	4165.56
14	10.870	7'355	79949	0.730	25'100	18323	0.190	27685	5260.15
15	14.910	2'019	30103	0.960	16'035	15394	0.240	33651	8076.24
16	20.060	512	10271	1.260	11'344	14293	0.300	21826	6547.8
17	26.540	109	2893	1.630	8'306	13539	0.380	20372	7741.36
18	34.590	24	830	2.080	6'221	12940	0.480	26804	12865.92
19	-	-	-	2.640	4'514	11917	0.590	20930	12348.7
20	-	-	-	3.300	3'027	9989	0.720	22347	16089.84
21	-	-	-	4.090	1'590	6503	0.880	29858	26275.04
22	-	-	-	5.030	916	4607	1.060	19715	20897.9
23	-	-	-	-	-	-	1.270	13745	17456.15
24	-	-	-	-	-	-	1.520	8394	12758.88
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2117	3831.77
26	-	-	-	-	-	-	2.140	824	1763.36
27	-	-	-	-	-	-	2.510	358	898.58
28	-	-	-	-	-	-	2.940	65	191.1
29	-	-	-	-	-	-	3.430	33	113.19
30	-	-	-	-	-	-	3.980	20	79.6
Summe		2'256'058	2'278'237		394'520	173'249		497'109	169'371

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'278'237 + 173'249 + 169'371 = 2'620'857 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = W/2 = 2'620'857/2 = 1'310'429 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 365 = 1'310'429/365 = 3590 \text{ ESAL}$$

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

3.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr am Gotthard unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 3.4.1). 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 3.4.2 und 3.4.3) bleiben über das ganze Jahr hindurch praktisch konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Im Jahr 2003 passierten pro Tag durchschnittlich 3'155 schwere Lastfahrzeuge die Zählstelle, währendem im Vorjahr 2'731 Fahrzeuge registriert wurden (siehe Bericht ICOM 446-6 [2], Abschnitt 5.2). Diese ausserordentliche Zunahme von 15.5% ist auf die Entschärfung der starken Einschränkungen des Verkehrs im Gotthardtunnel im Jahre 2002 zurückzuführen. Die mittlere Achslast aller schweren Lastfahrzeuge erhöht sich von 53.8 kN (2002) auf 54.7 kN (2003), was einer Zunahme von 1.7% entspricht.

4 PLAZZASTUNNEL (A13)

4.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Plazzastunnel (A13) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
403 - Plazzas (A13)	2	365	keine	

4.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

4.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

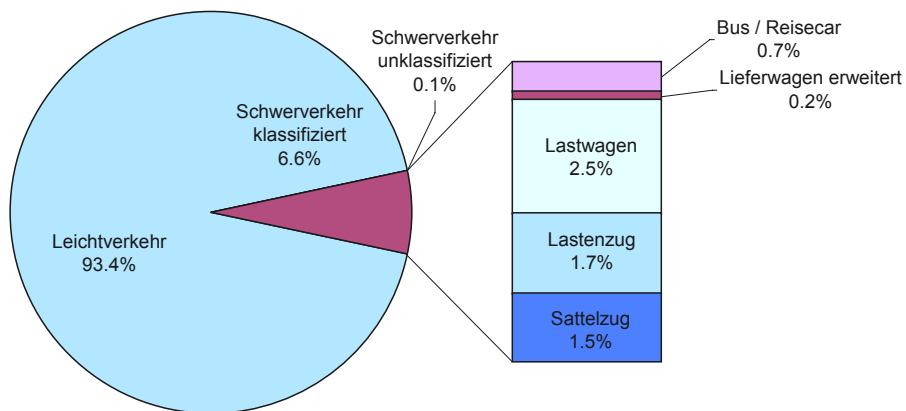
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Plazzas (A13) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 4.2.2 veranschaulicht.

Plazzas (A13) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	5'424'995	14'863	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	5'065'128	13'877	93.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	359'867	986	6.6	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	2'713	7	0.1	0.8
01 Bus / Reisecar	36'686	101	0.7	10.2
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	0	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	32	0	0.0	0.0
05 Lieferwagen	0	0	0.0	0.0
06 Lieferwagen mit Anhänger	9'523	26	0.2	2.6
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	135'703	372	2.5	37.7
09 Lastenzug	94'462	259	1.7	26.2
10 Sattelzug	80'748	221	1.5	22.4
Total	359'867	986	6.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	71'335	195	1.3	19.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	142'533	391	2.6	39.6
Fahrzeuge 18 - 28t	81'600	224	1.5	22.7
Fahrzeuge 28 - 40t	61'431	168	1.1	17.1
Fahrzeuge > 40t	2'968	8	0.1	0.8
Total	359'867	986	6.6	100.0

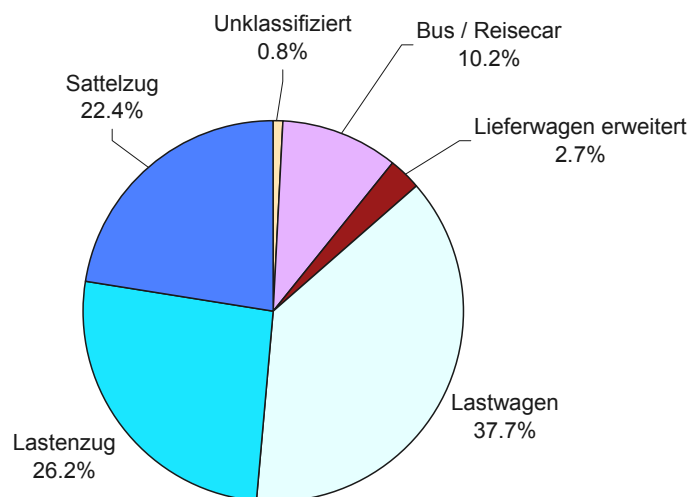
Tabelle 5: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Plazzas

4.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

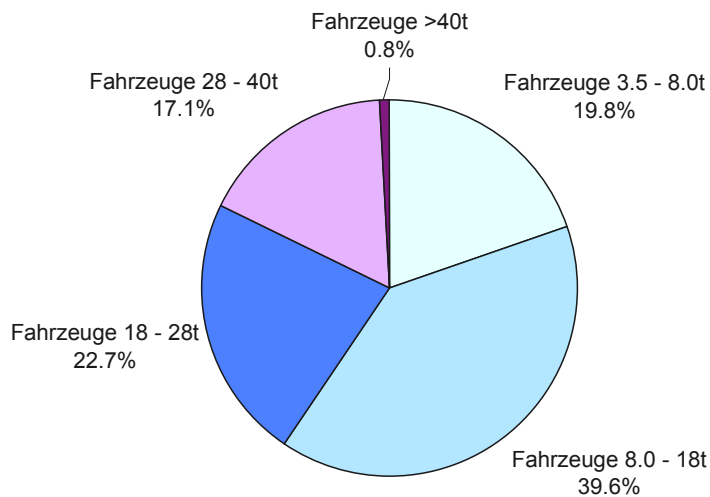
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



4.3 MESSDIAGRAMME

4.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Plazas (A13) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

- 4.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 4.3.3 Reisecars und Busse (CB)
- 4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 4.3.5 Lastwagen (LW)
- 4.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 4.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 4.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge $\geq 3.5t$)

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

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

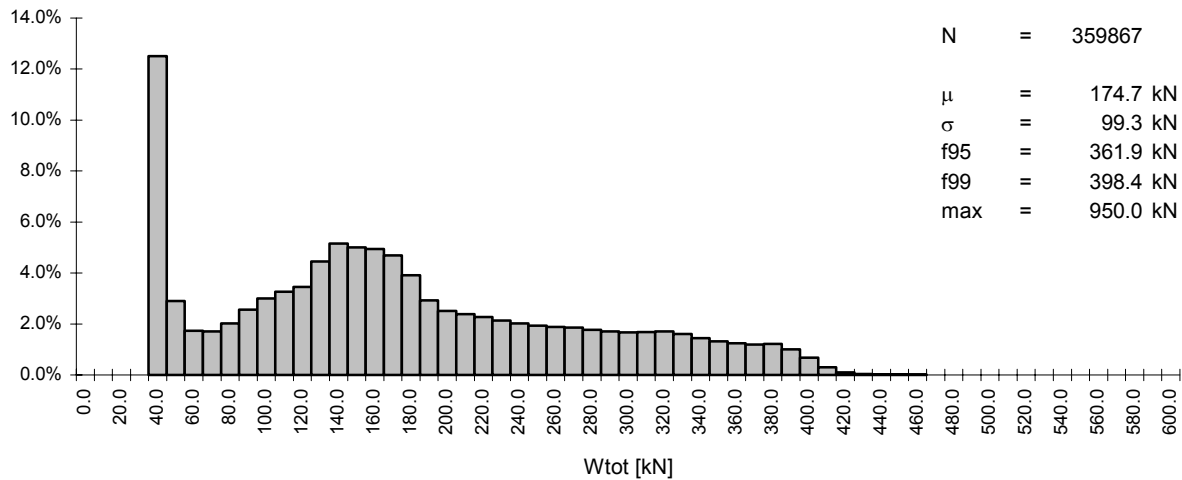
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5t$)

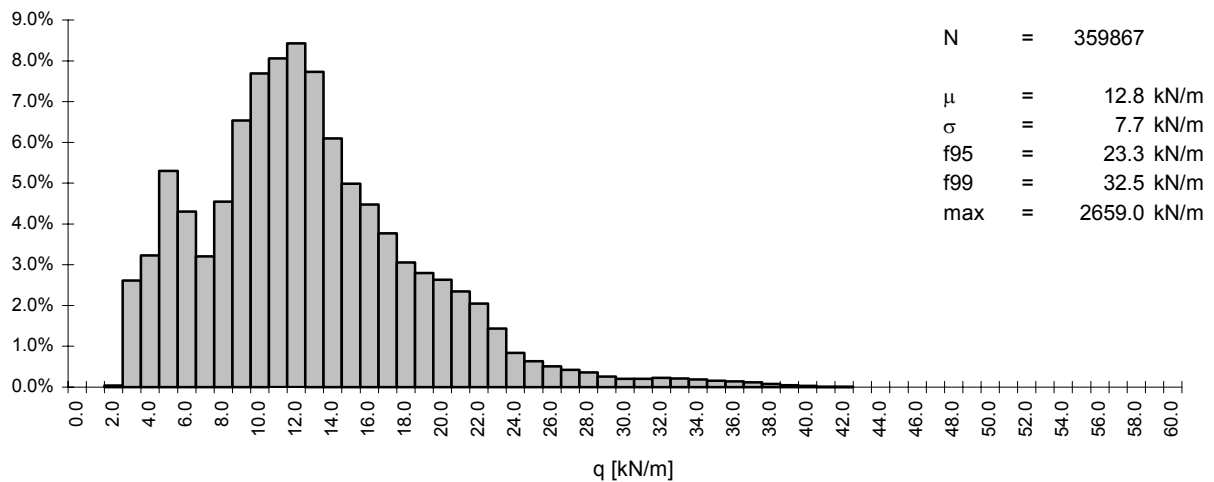
Plazzas 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



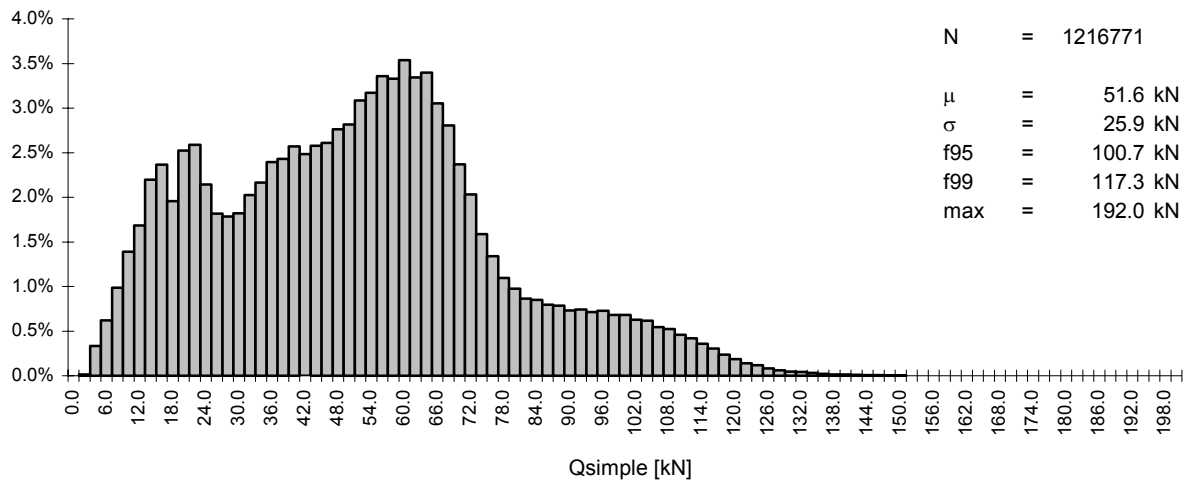
Plazzas 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



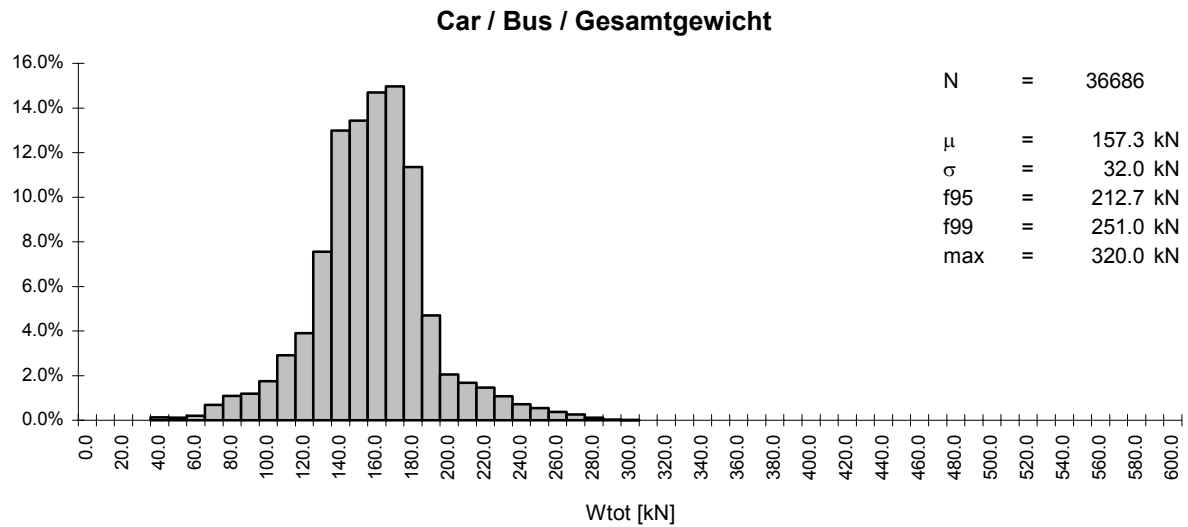
Plazzas 2003

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

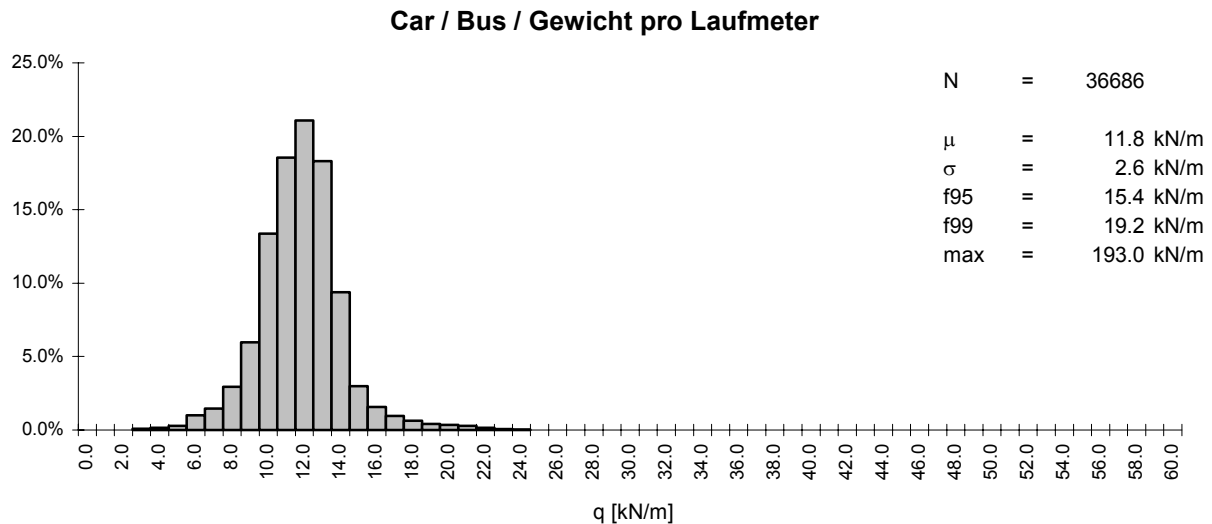


4.3.3 Reisecars und Busse (CB)

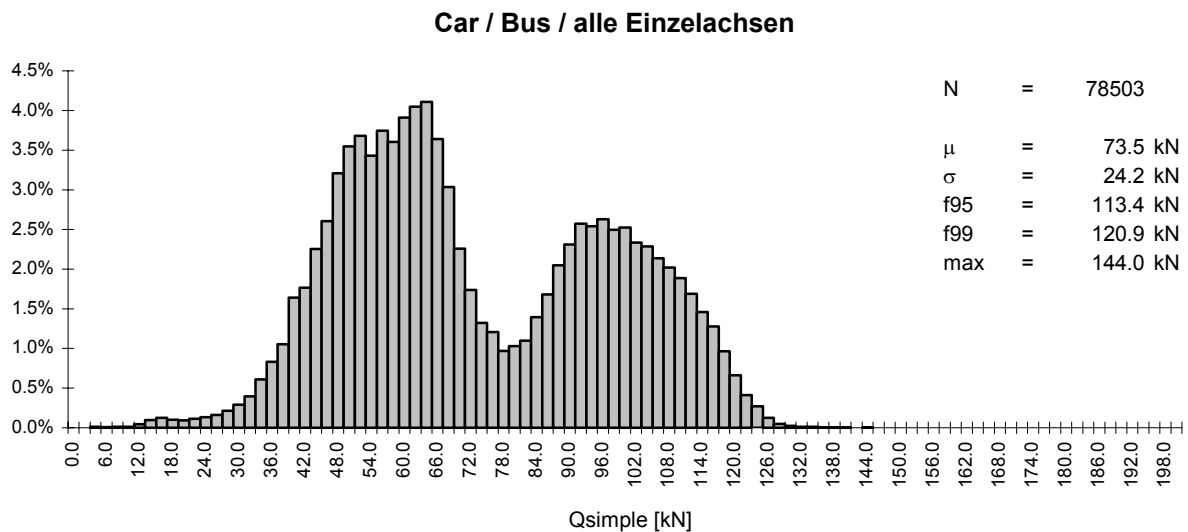
Plazas 2003



Plazas 2003



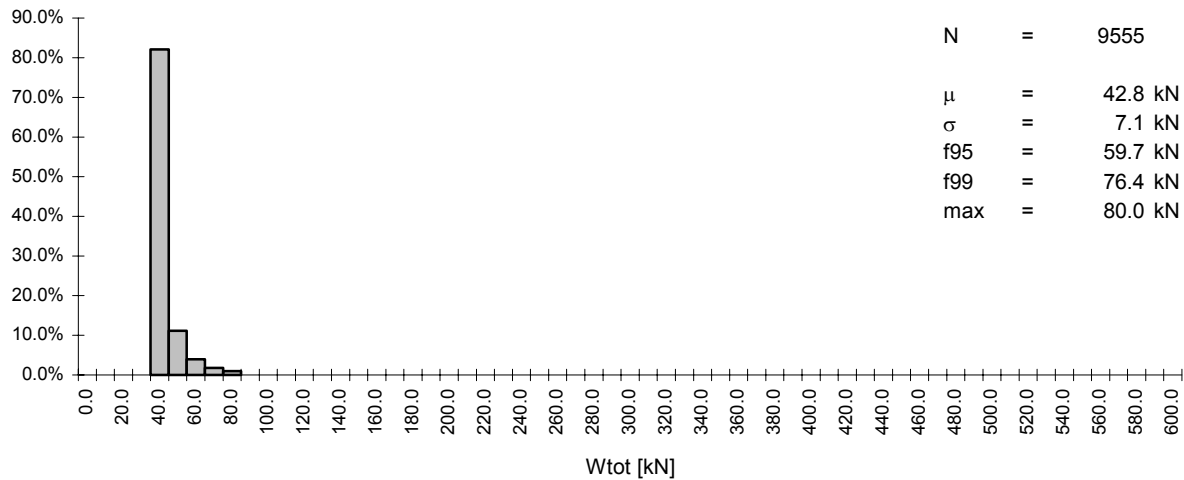
Plazas 2003



4.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

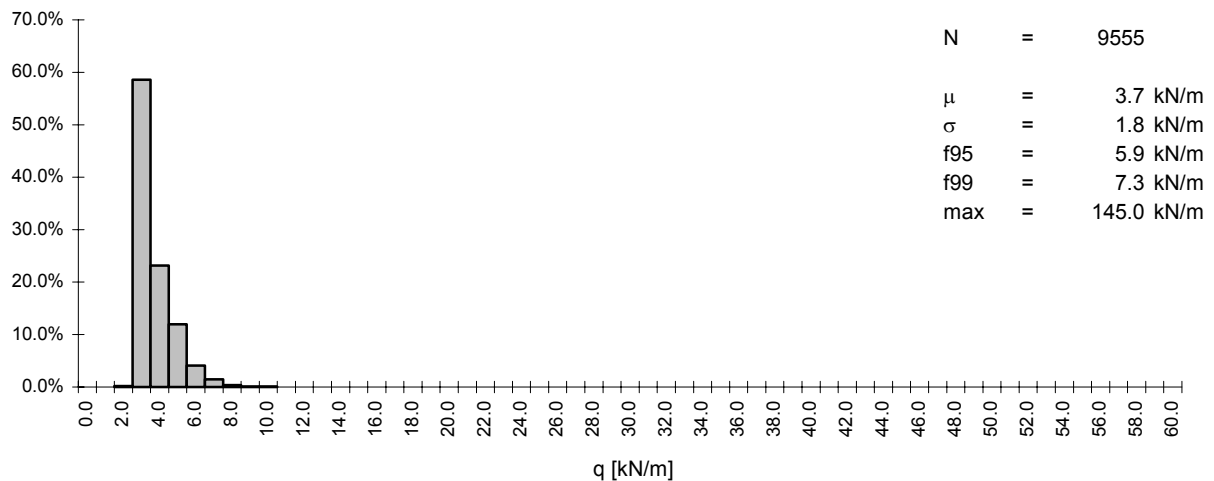
Plazzas 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



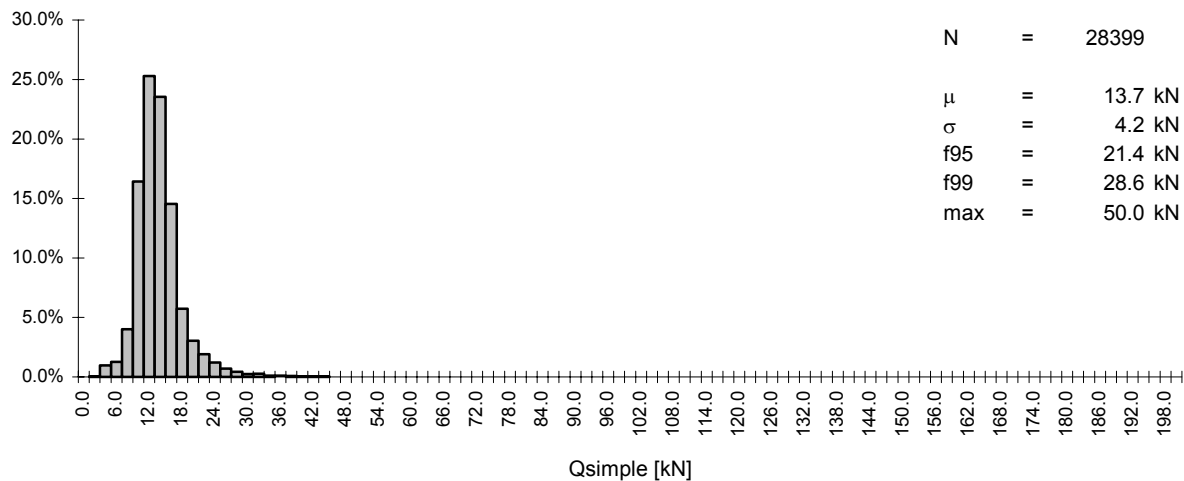
Plazzas 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2003

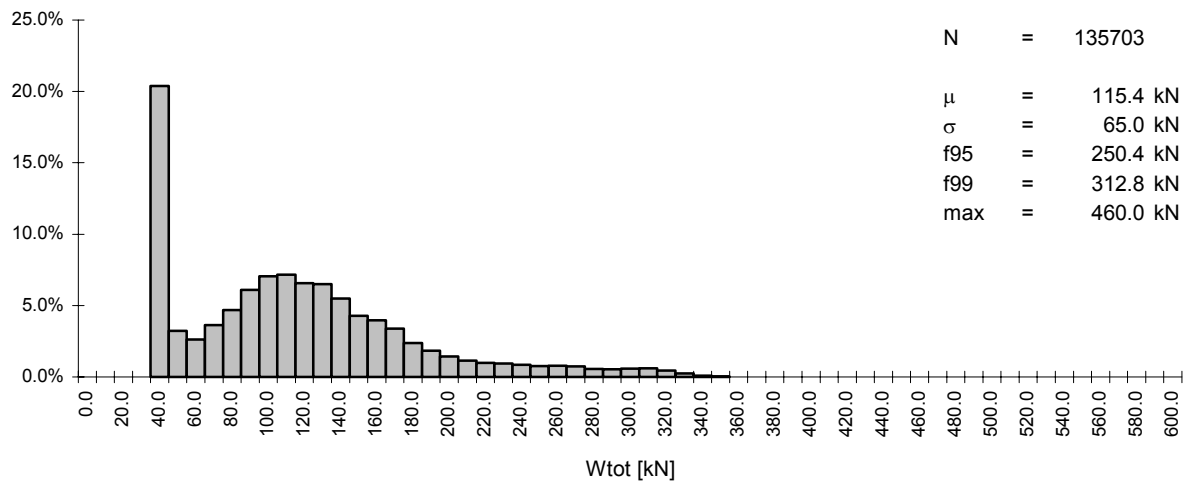
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



4.3.5 Lastwagen (LW)

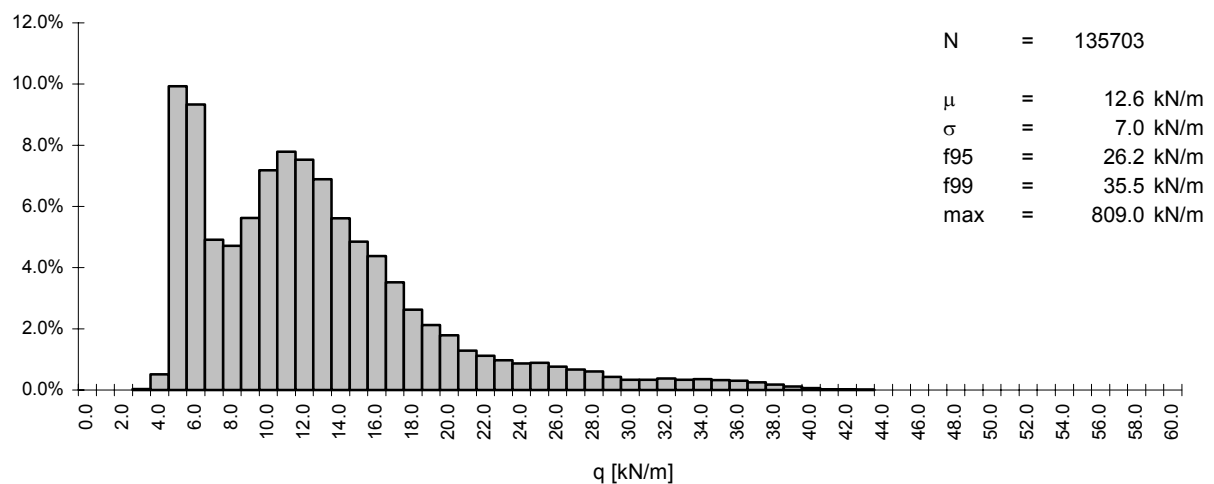
Plazzas 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



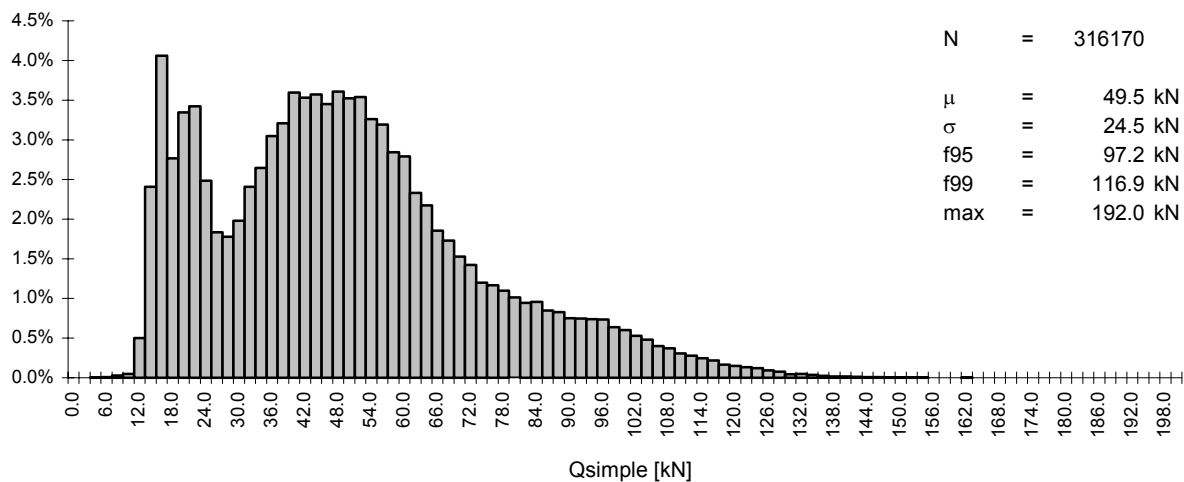
Plazzas 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Plazzas 2003

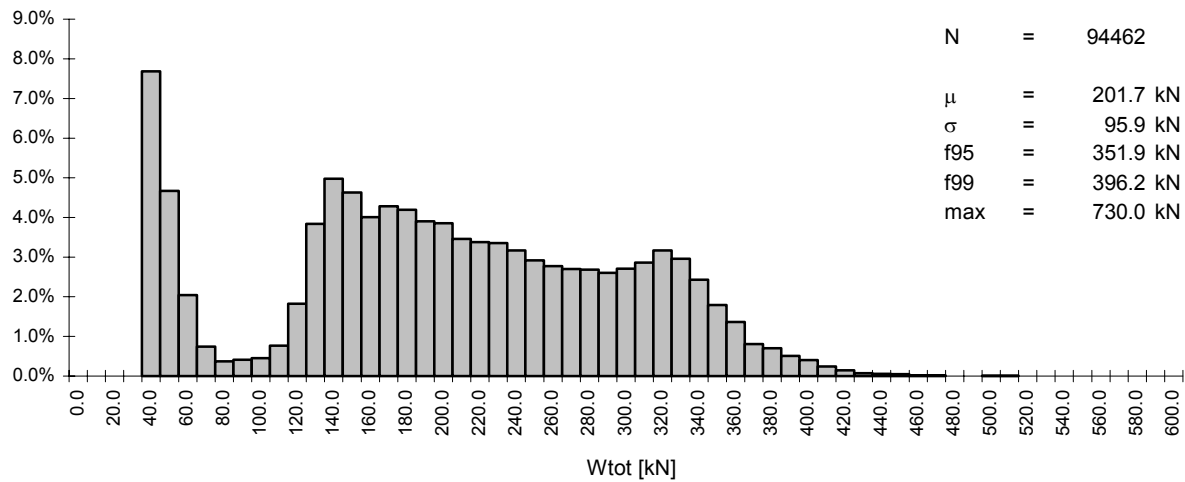
Lastwagen / alle Einzelachsen



4.3.6 Lastenzüge (LZ)

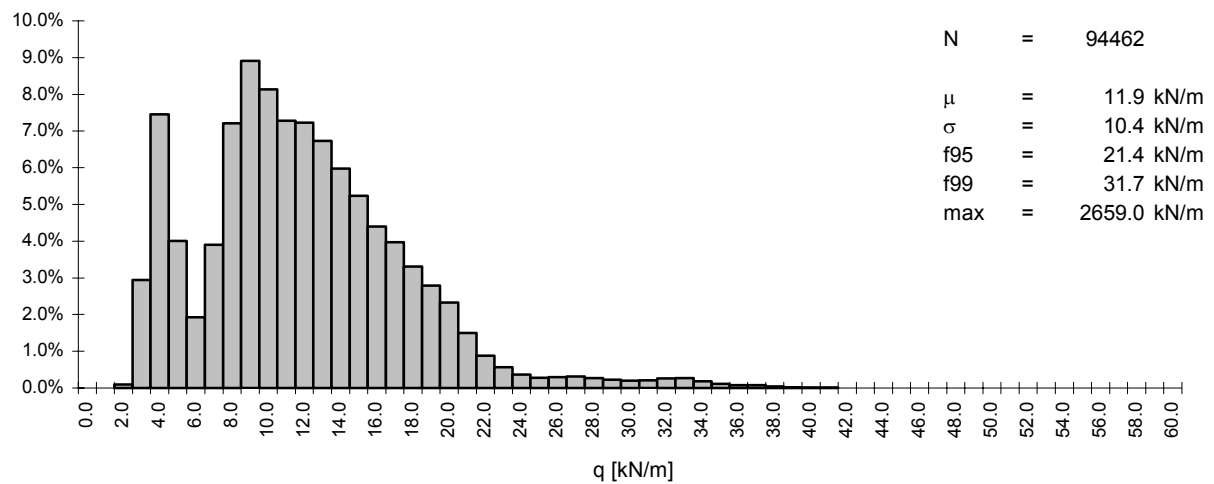
Plazzas 2003

Lastenzug / Gesamtgewicht



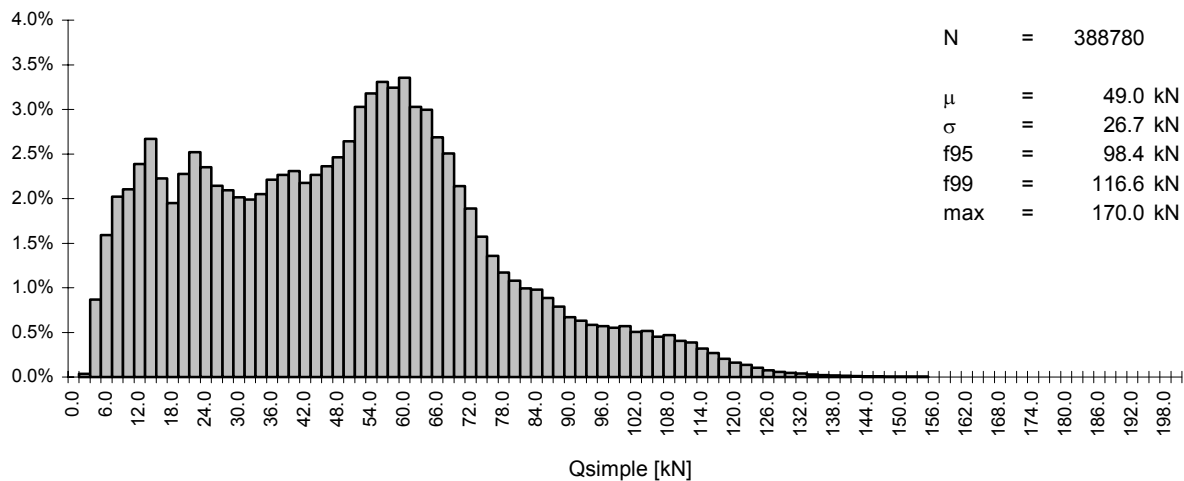
Plazzas 2003

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



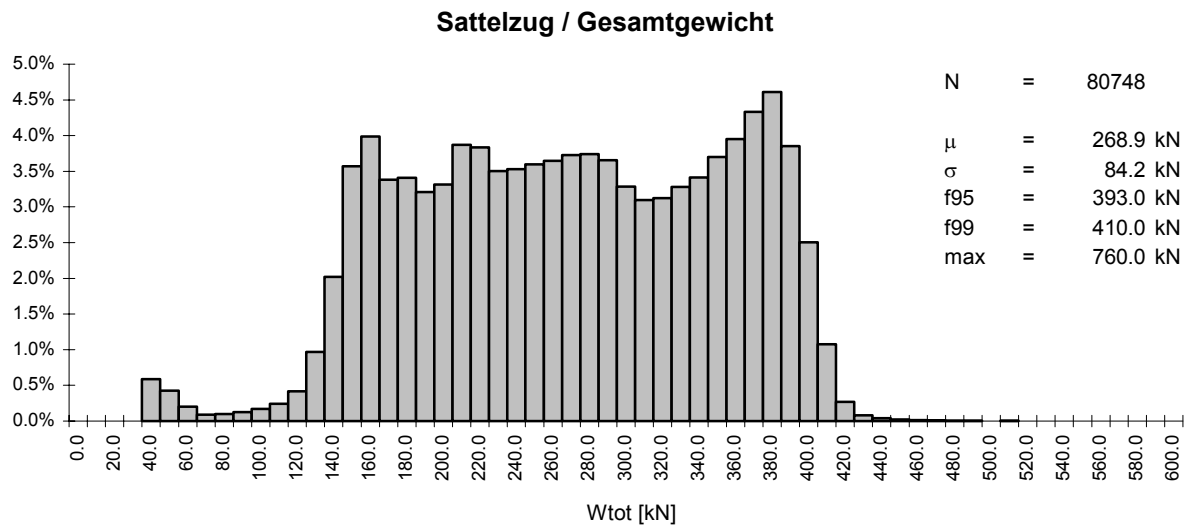
Plazzas 2003

Lastenzug / alle Einzelachsen

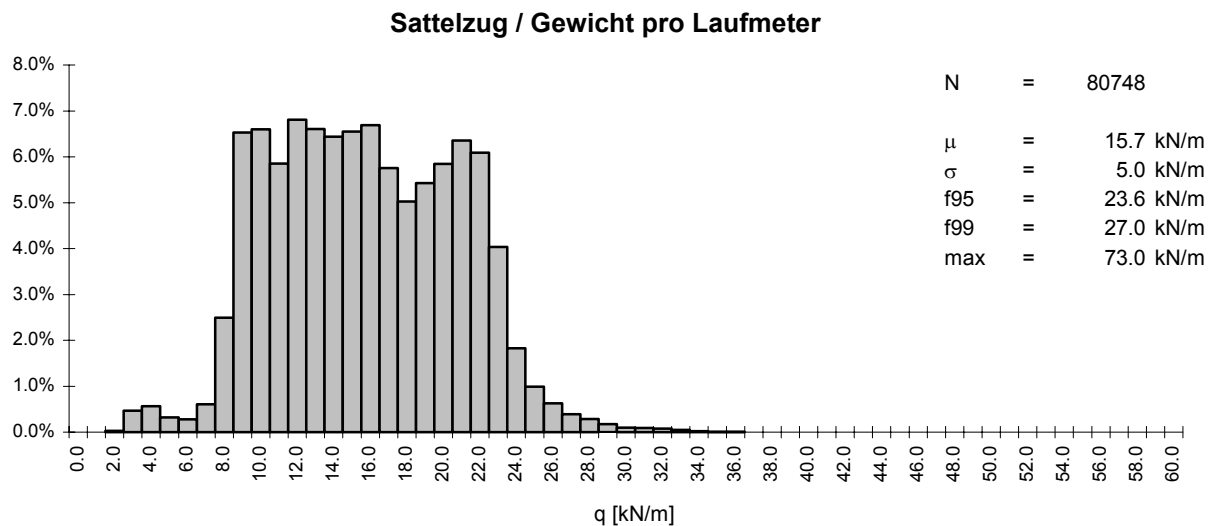


4.3.7 Sattelzüge (SZ)

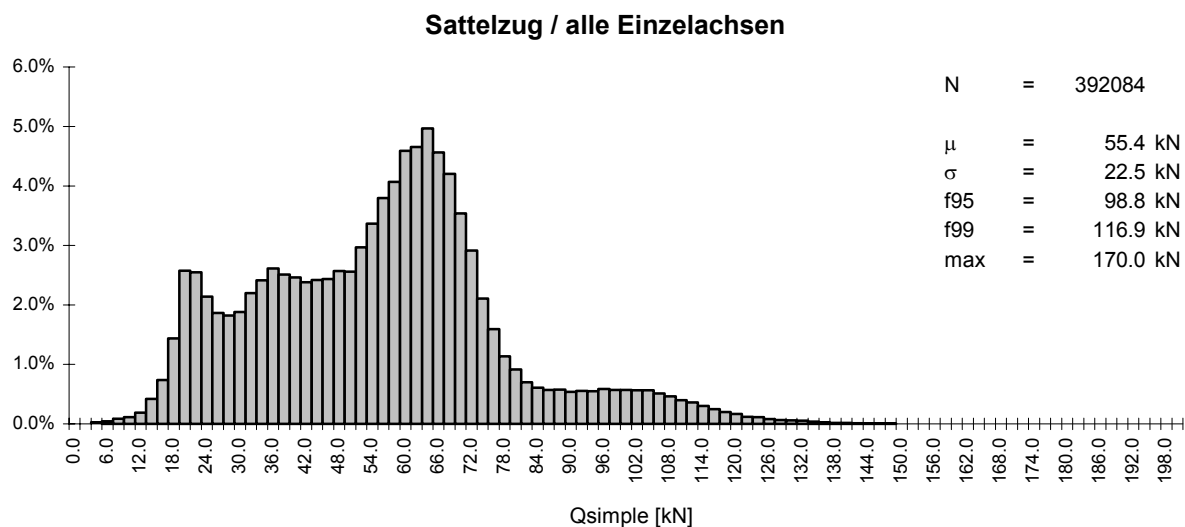
Plazzas 2003



Plazzas 2003



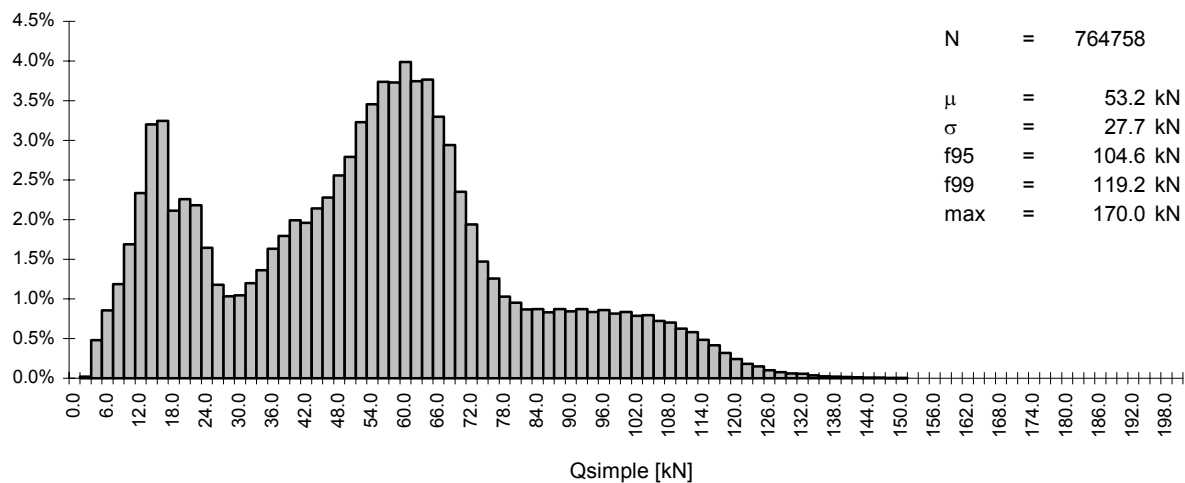
Plazzas 2003



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

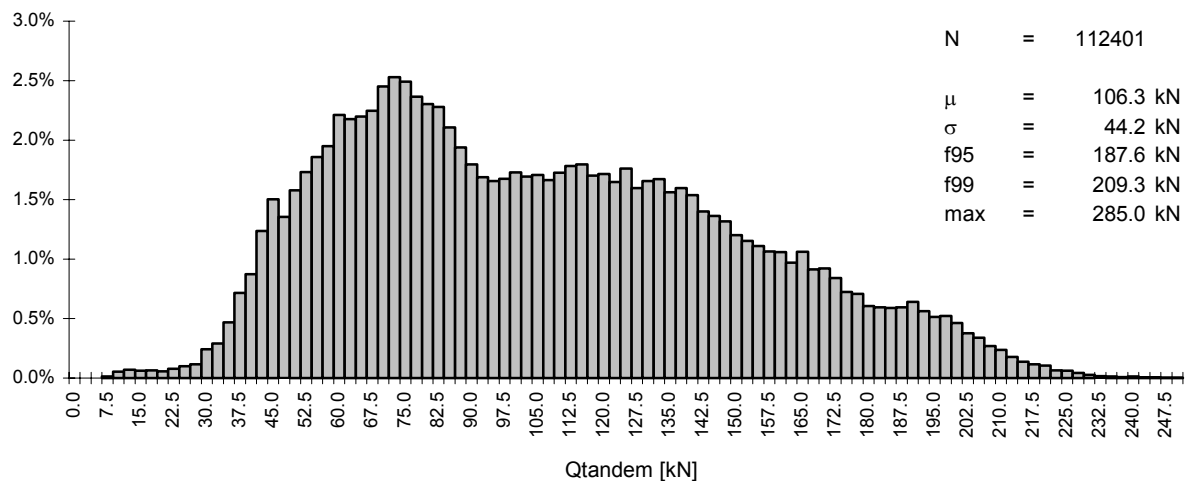
Plazzas 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



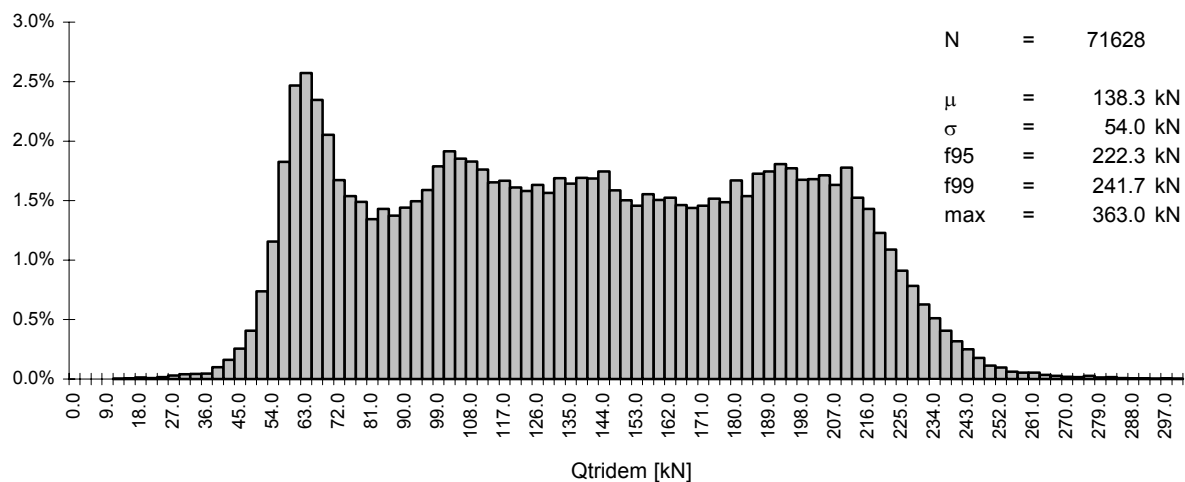
Plazzas 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



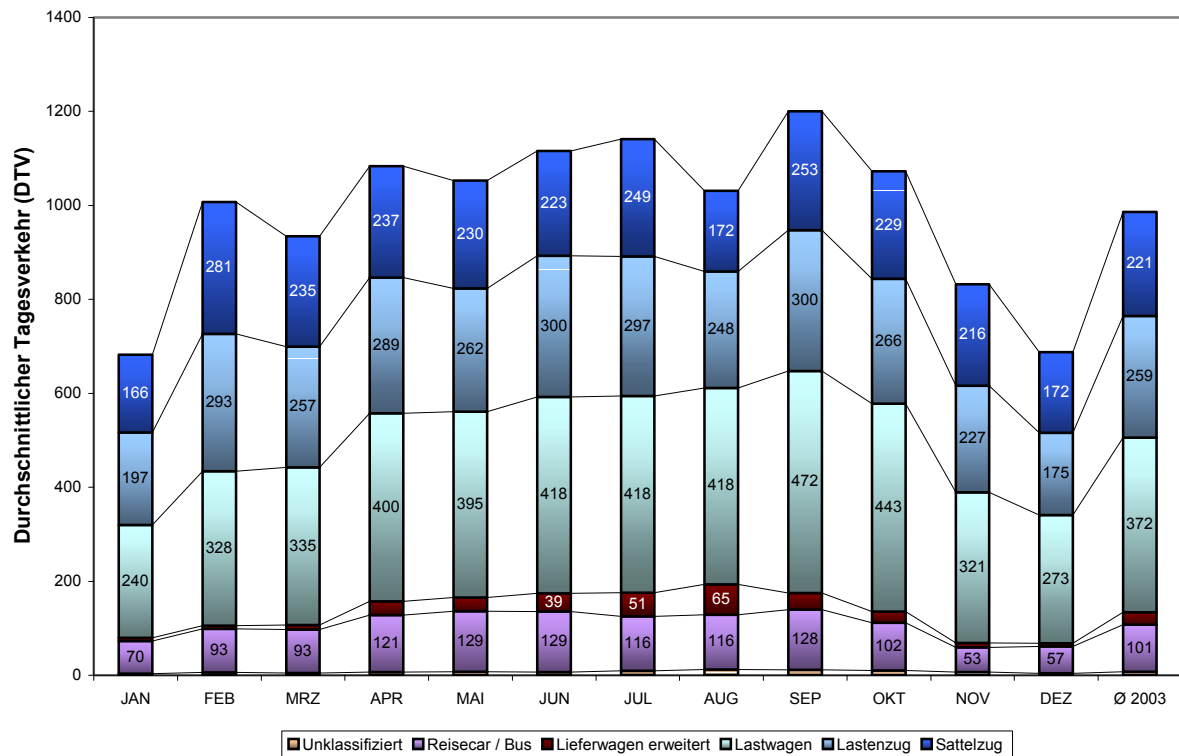
Plazzas 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

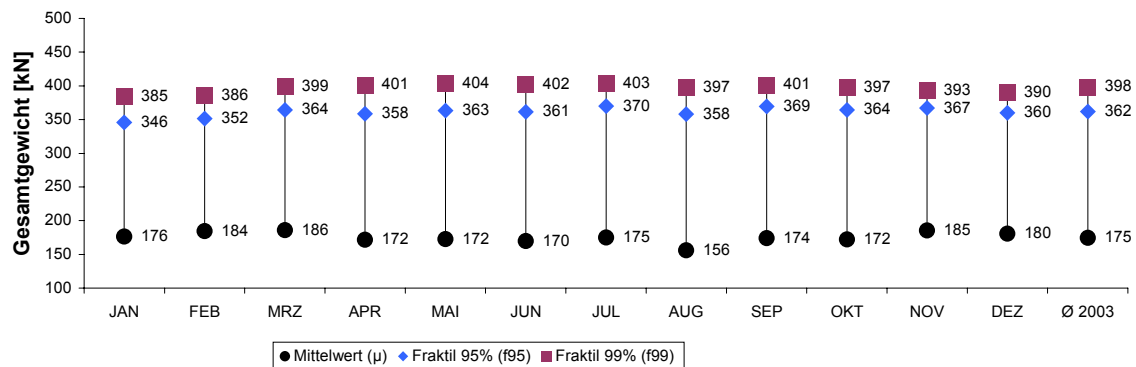


4.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

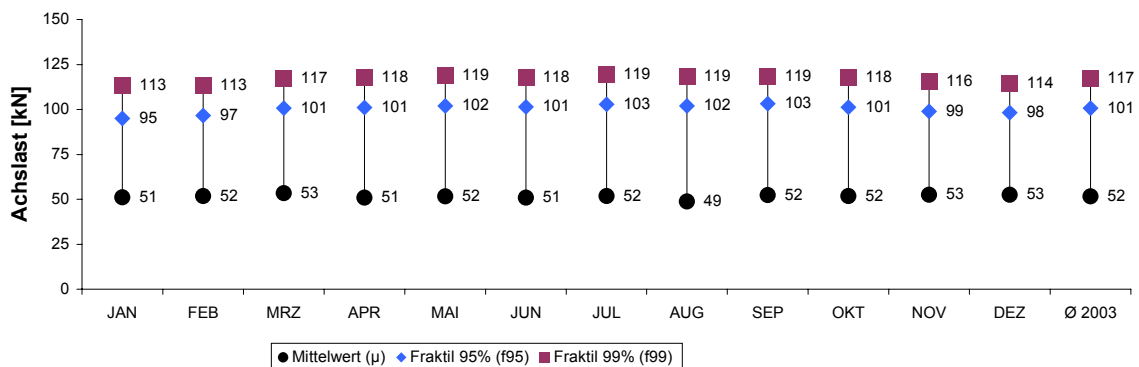
4.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



4.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



4.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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	53.2	53.2	104.6	119.2
Tandemachse	106.4	53.2	93.8	104.7
Tridemachse	138.3	46.1	74.1	80.6
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten rühren von den Einzelachsen (höchste Fraktilewerte) mit einer mittleren Achslast von 53.2 kN her. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 53.2 kN, respektive 46.1 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	12.8 kN/m	23.3 kN/m	32.5 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.66 kN/m ²	6.66 kN/m ²	9.29 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	32'376	16	0.000	76	0	0.000	0	0
2	0.006	100'578	603	0.001	286	0	0.000	13	0
3	0.020	54'183	1'084	0.003	604	2	0.001	68	0
4	0.070	61'034	4'272	0.008	2'638	21	0.002	133	0
5	0.150	89'718	13'458	0.020	6'380	128	0.005	589	3
6	0.290	138'744	40'236	0.030	8'714	261	0.010	4'430	44
7	0.530	123'097	65'241	0.060	10'201	612	0.020	4'994	100
8	1.000	50'872	50'872	0.100	10'891	1'089	0.030	3'365	101
9	1.520	32'764	49'801	0.140	9'130	1'278	0.040	4'004	160
10	2.400	32'241	77'378	0.200	7'584	1'517	0.060	3'489	209
11	3.660	27'729	101'488	0.280	7'630	2'136	0.080	4'007	321
12	5.400	15'612	84'305	0.400	7'859	3'144	0.110	4'792	527
13	7.760	4'335	33'640	0.540	7'486	4'042	0.140	3'421	479
14	10.870	1'172	12'740	0.730	7'157	5'225	0.190	3'598	684
15	14.910	242	3'608	0.960	5'938	5'700	0.240	4'669	1'121
16	20.060	46	923	1.260	4'930	6'212	0.300	3'235	971
17	26.540	15	398	1.630	4'347	7'086	0.380	3'170	1'205
18	34.590	0	0	2.080	3'232	6'723	0.480	4'391	2'108
19	-	-	-	2.640	2'720	7'181	0.590	3'587	2'116
20	-	-	-	3.300	2'315	7'640	0.720	3'762	2'709
21	-	-	-	4.090	1'371	5'607	0.880	4'871	4'286
22	-	-	-	5.030	601	3'023	1.060	2'996	3'176
23	-	-	-	-	-	-	1.270	1'994	2'532
24	-	-	-	-	-	-	1.520	1'331	2'023
25	-	-	-	-	-	-	1.810	387	700
26	-	-	-	-	-	-	2.140	154	330
27	-	-	-	-	-	-	2.510	96	241
28	-	-	-	-	-	-	2.940	41	121
29	-	-	-	-	-	-	3.430	20	69
30	-	-	-	-	-	-	3.980	10	40
Summe		764'758	540'064		112'090	68'627		71'617	26'374

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 540'064 + 68'627 + 26'374 = 635'065 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \times W = 0.5 \times 635'065 = 317'533 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 365 = 317'533 / 365 = 870 \text{ ESAL}$$

→ **Verkehrslastklasse T4 (schwer).**

4.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr der Station Plazzas (A13) unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 4.4.1). 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 37.7% (siehe Abschnitt 4.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 4.4.2 und 4.4.3) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Für eine Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Messdaten über mehrere Jahre ausgewertet werden.

5 DENGES (A1)

5.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (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	365	keine	

5.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

5.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

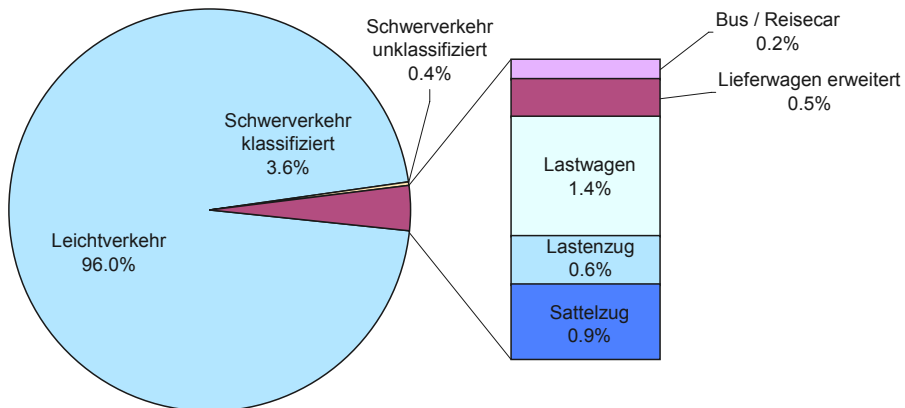
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Denges (A1) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 5.2.2 veranschaulicht.

Denges (A1) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	28'289'690	77'506	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	27'165'065	74'425	96.0	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'124'625	3'081	4.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	112'516	308	0.4	10.0
01 Bus / Reisecar	68'936	189	0.2	6.1
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	102	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	262	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	124'534	341	0.4	11.1
06 Lieferwagen mit Anhänger	4'151	11	0.0	0.4
07 Lieferwagen mit Auflieger	0	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	400'827	1'098	1.4	35.6
09 Lastenzug	161'842	443	0.6	14.4
10 Sattelzug	251'455	689	0.9	22.4
Total	1'124'625	3'081	4.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	307'489	842	1.1	27.3
Fahrzeuge 8.0 - 18t	460'955	1'263	1.6	41.0
Fahrzeuge 18 - 28t	213'926	586	0.8	19.0
Fahrzeuge 28 - 40t	120'433	330	0.4	10.7
Fahrzeuge > 40t	21'822	60	0.1	1.9
Total	1'124'625	3'081	4.0	100.0

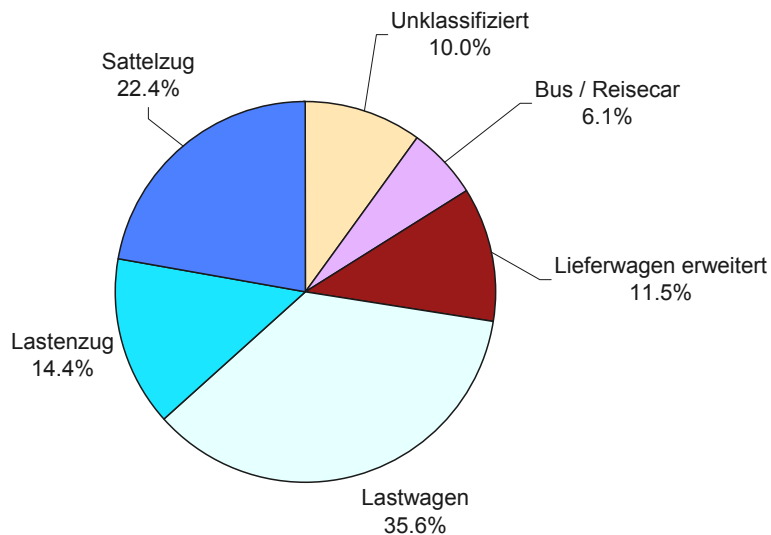
Tabelle 6: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Denges

5.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

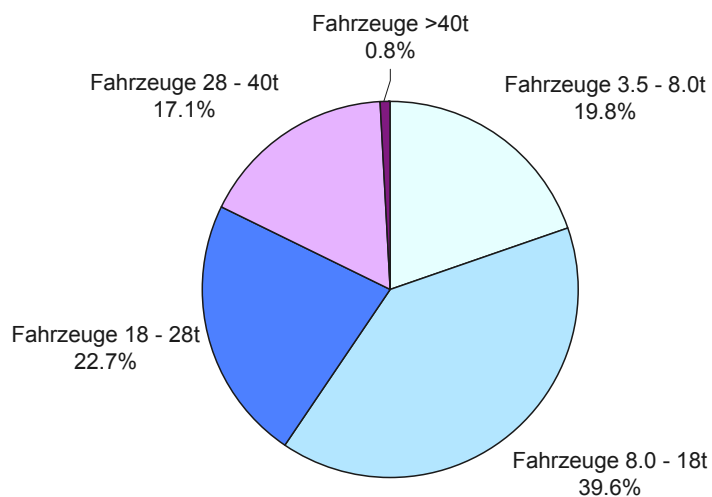
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



5.3 MESSDIAGRAMME

5.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Denges (A1) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

- 5.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 5.3.3 Reisecars und Busse (CB)
- 5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)
- 5.3.5 Lastwagen (LW)
- 5.3.6 Lastenzüge (LZ)
- 5.3.7 Sattelzüge (SZ)
- 5.3.8 Achslasten Schwerverkehr (alle klassifizierten Fahrzeuge $\geq 3.5t$)

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt: ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

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

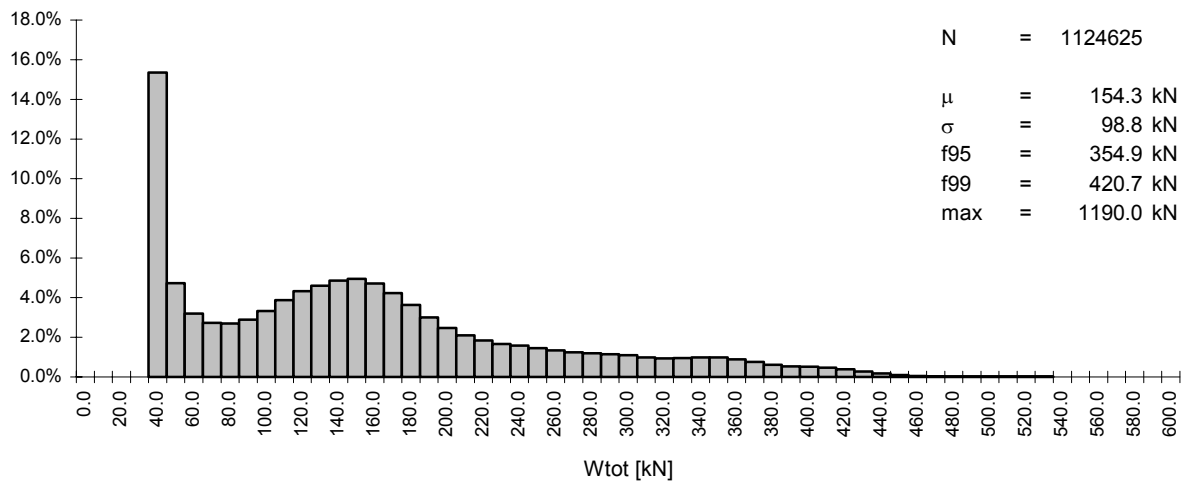
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

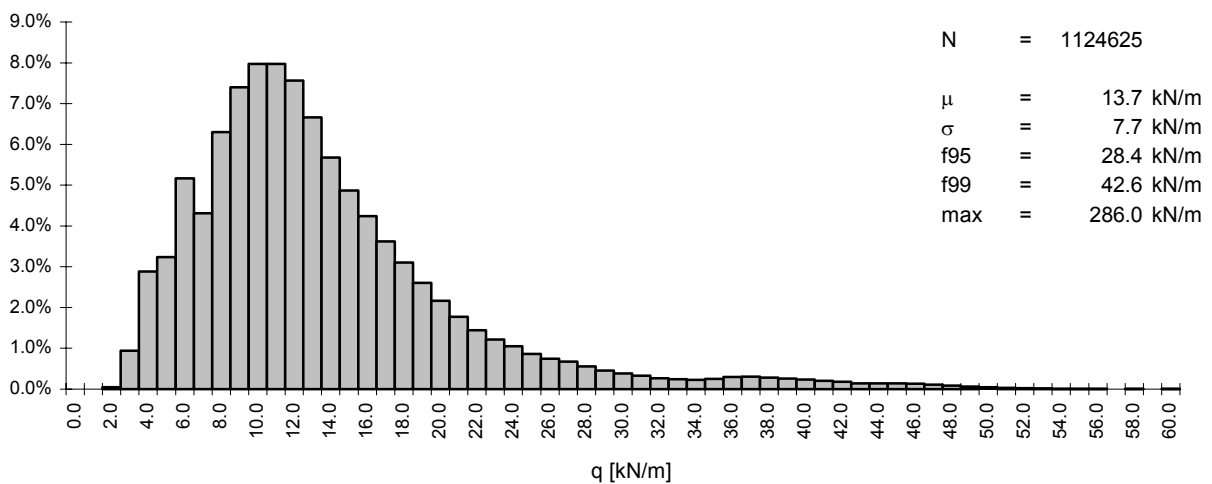
Denges 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



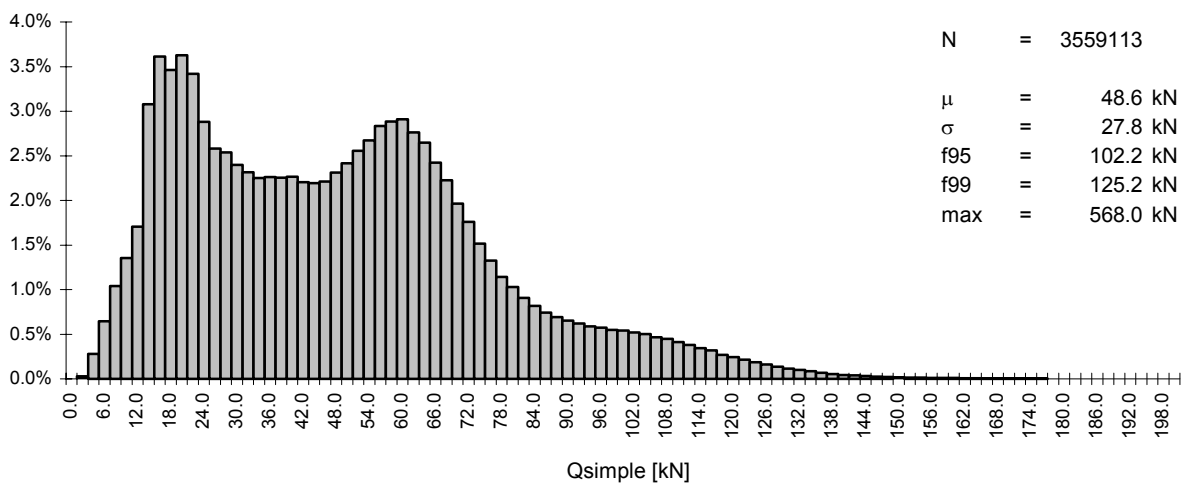
Denges 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



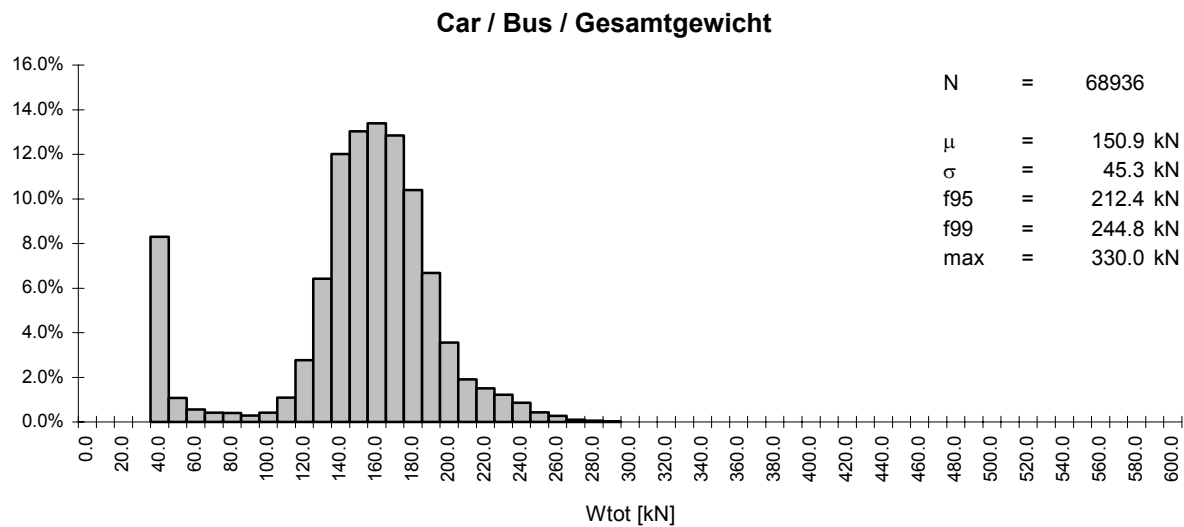
Denges 2003

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

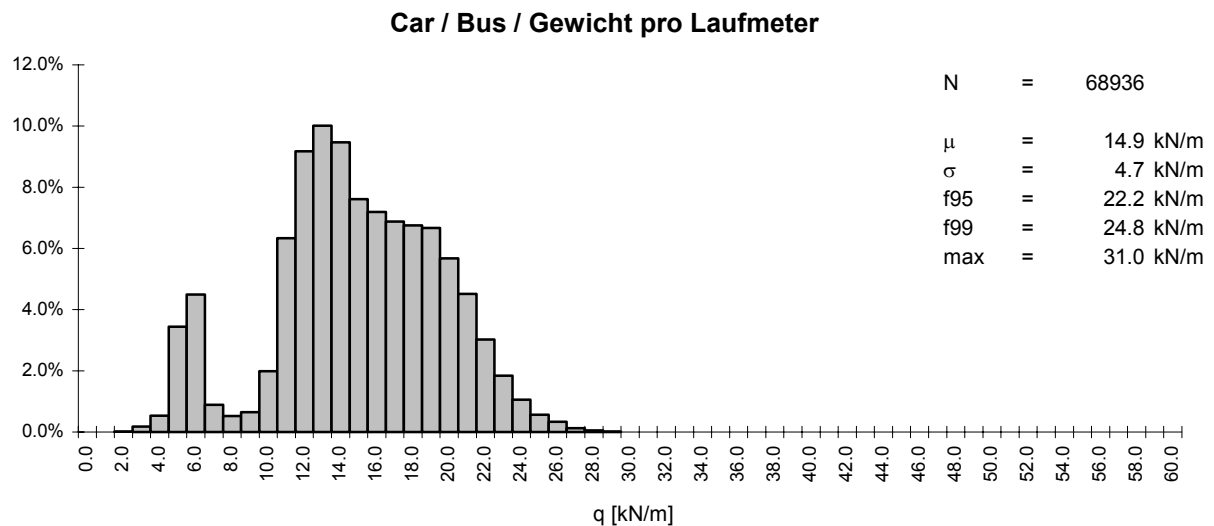


5.3.3 Reisecars und Busse (CB)

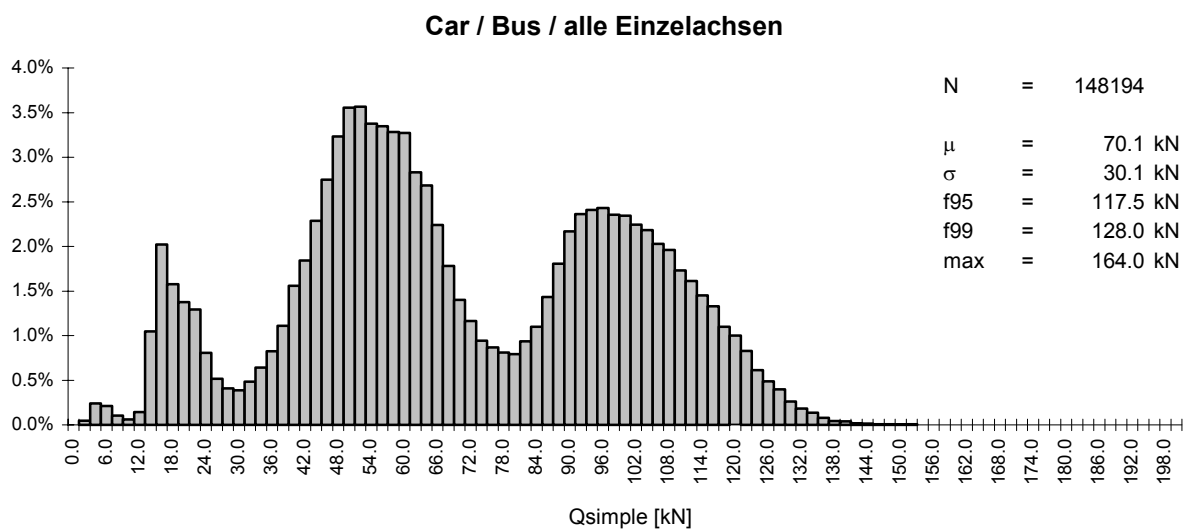
Denges 2003



Denges 2003



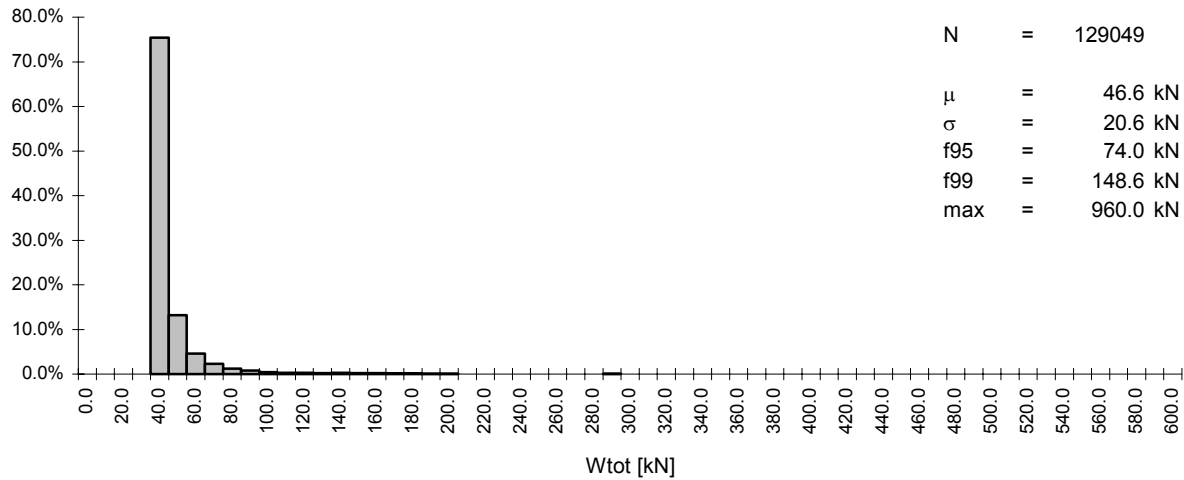
Denges 2003



5.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

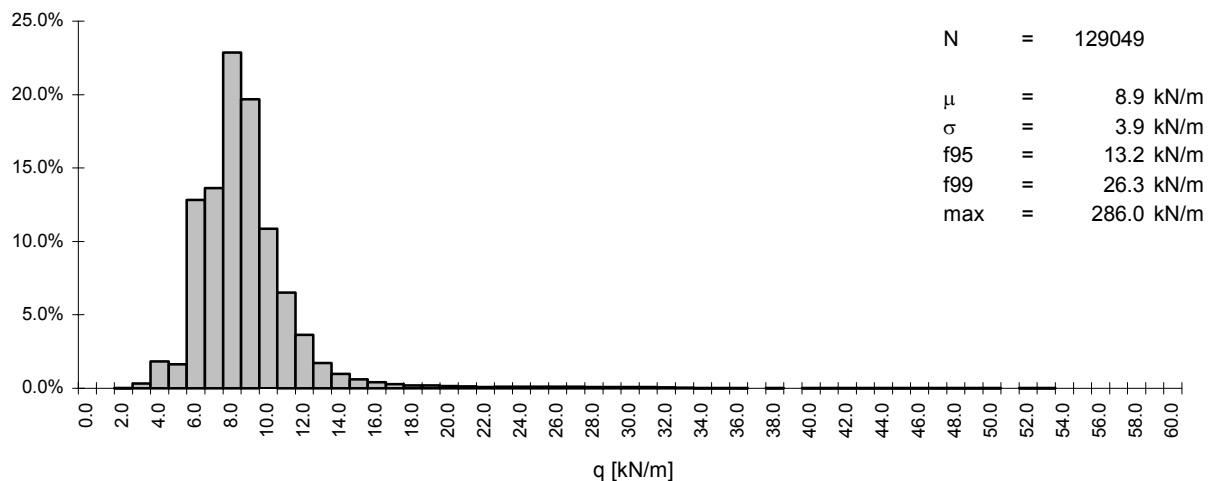
Denges 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



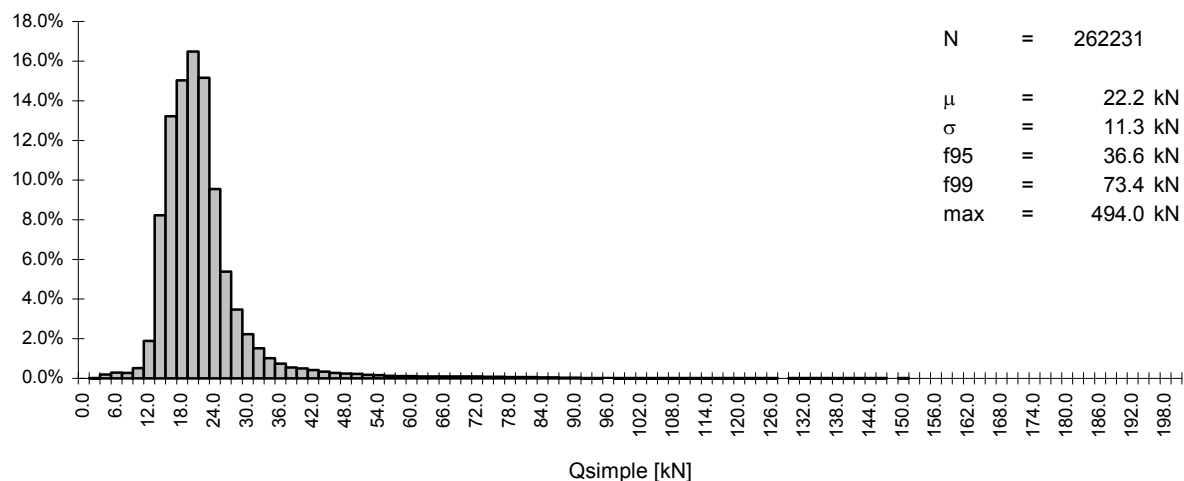
Denges 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2003

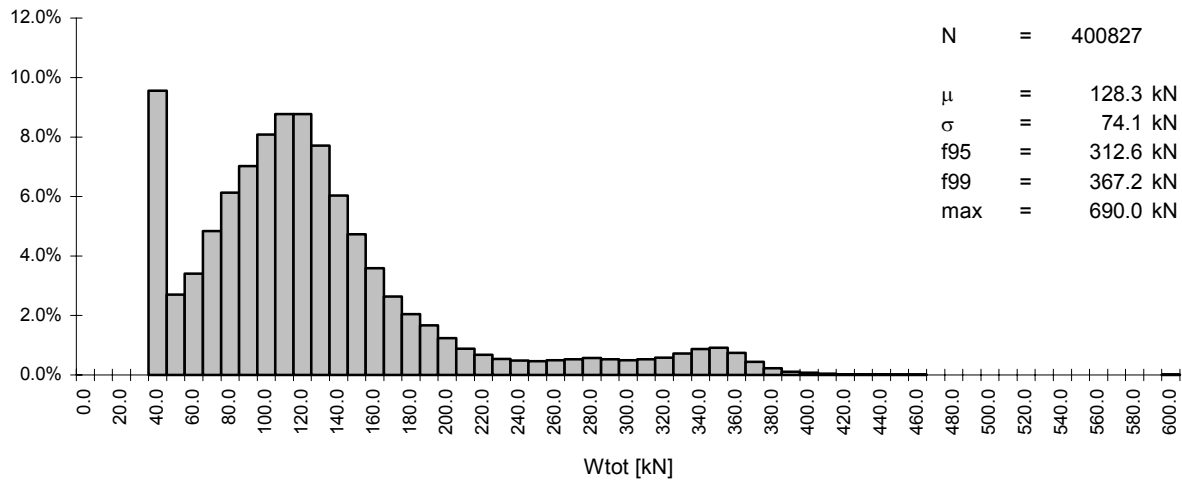
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



5.3.5 Lastwagen (LW)

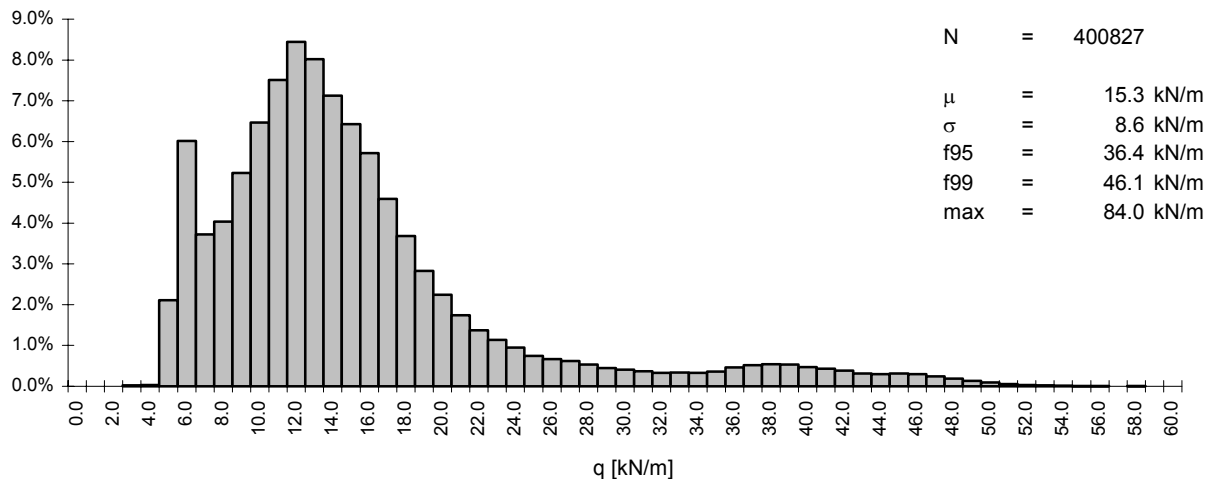
Denges 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



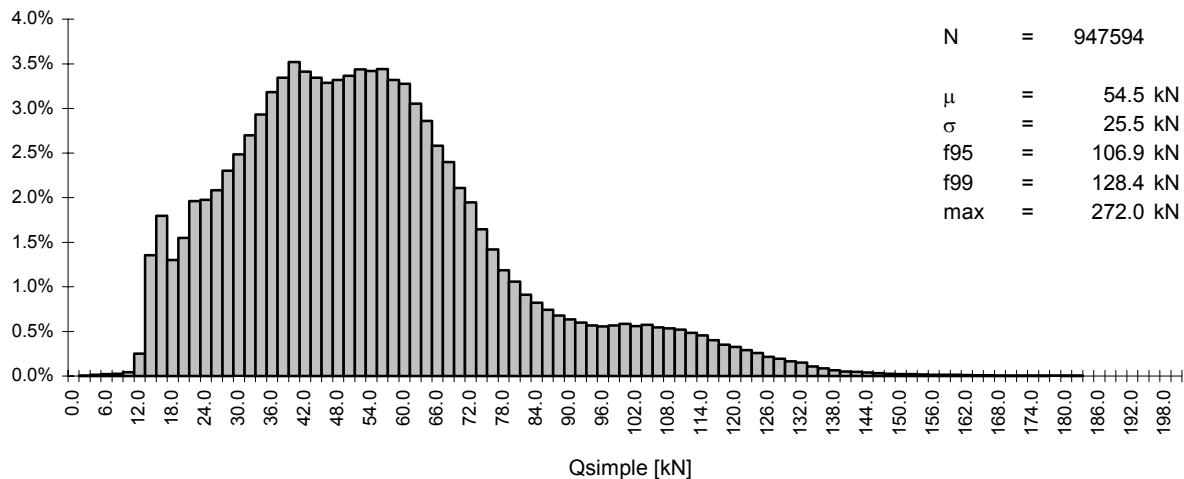
Denges 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



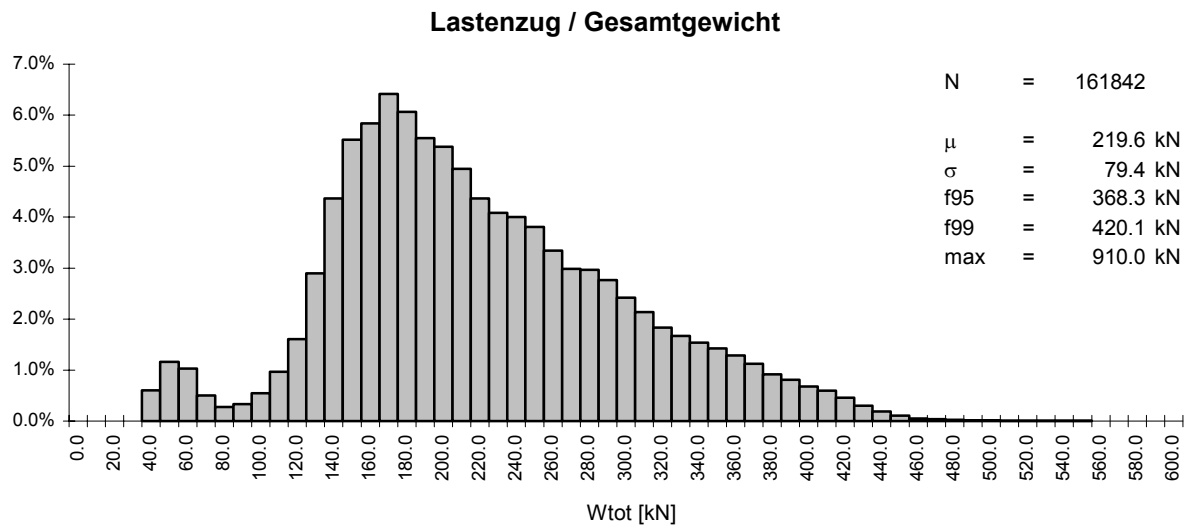
Denges 2003

Lastwagen / alle Einzelachsen

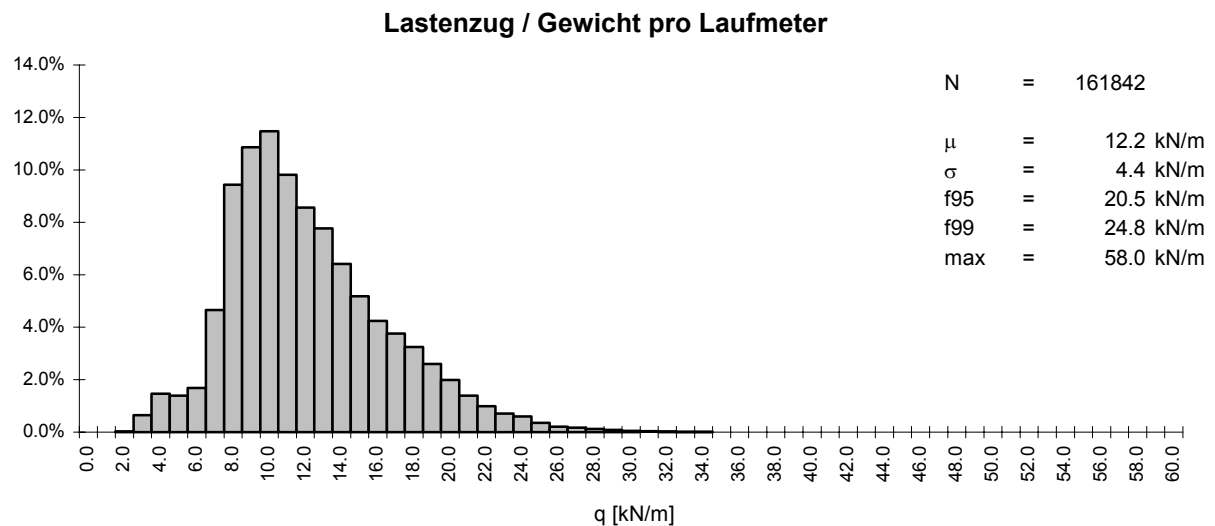


5.3.6 Lastenzüge (LZ)

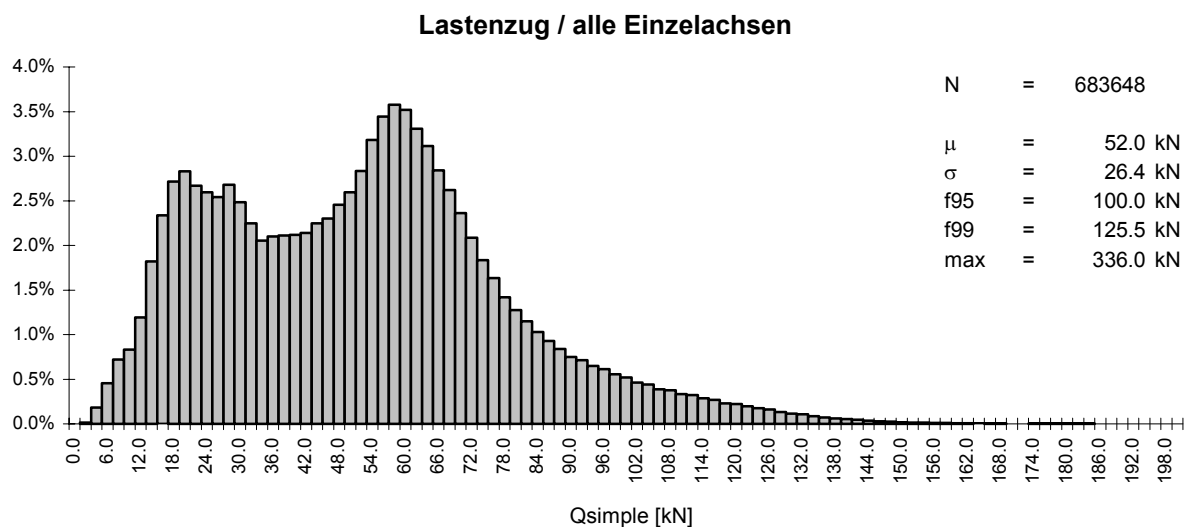
Denges 2003



Denges 2003



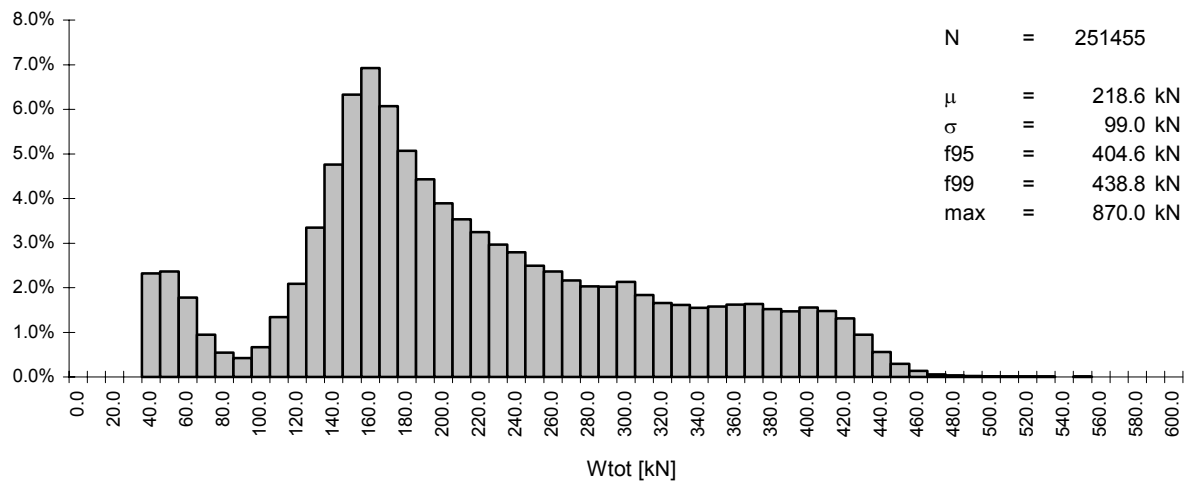
Denges 2003



5.3.7 Sattelzüge (SZ)

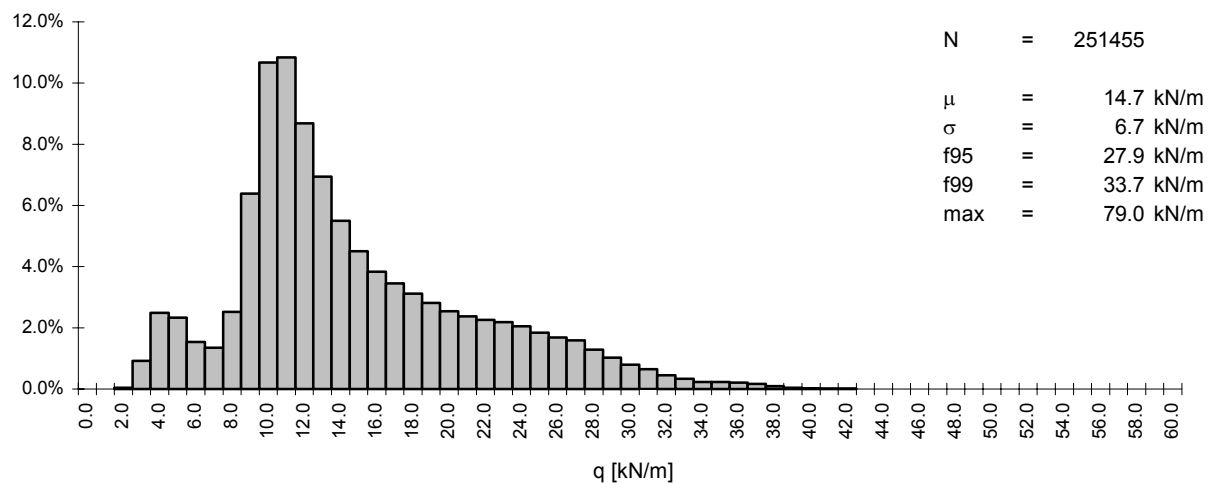
Denges 2003

Sattelzug / Gesamtgewicht



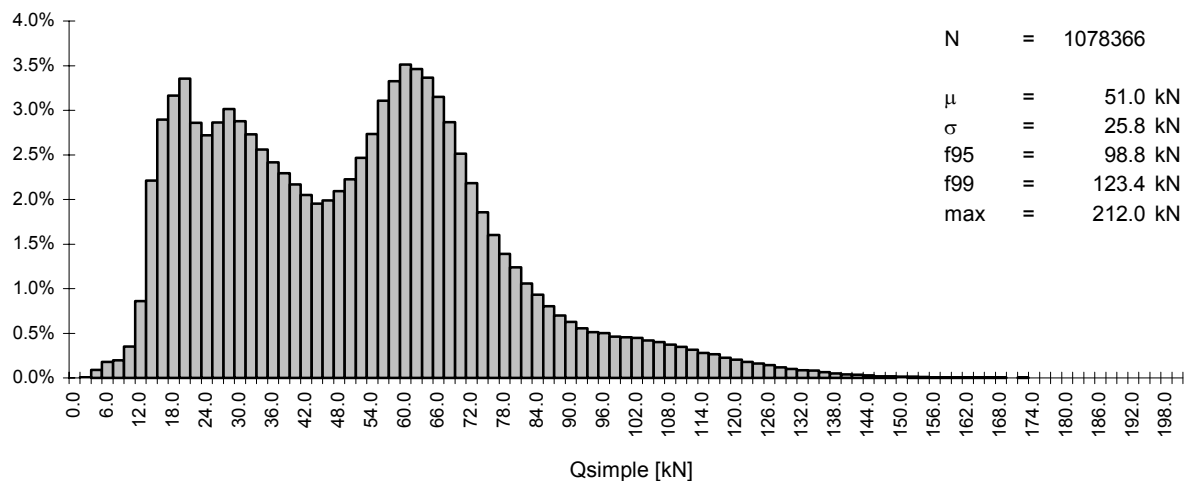
Denges 2003

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Denges 2003

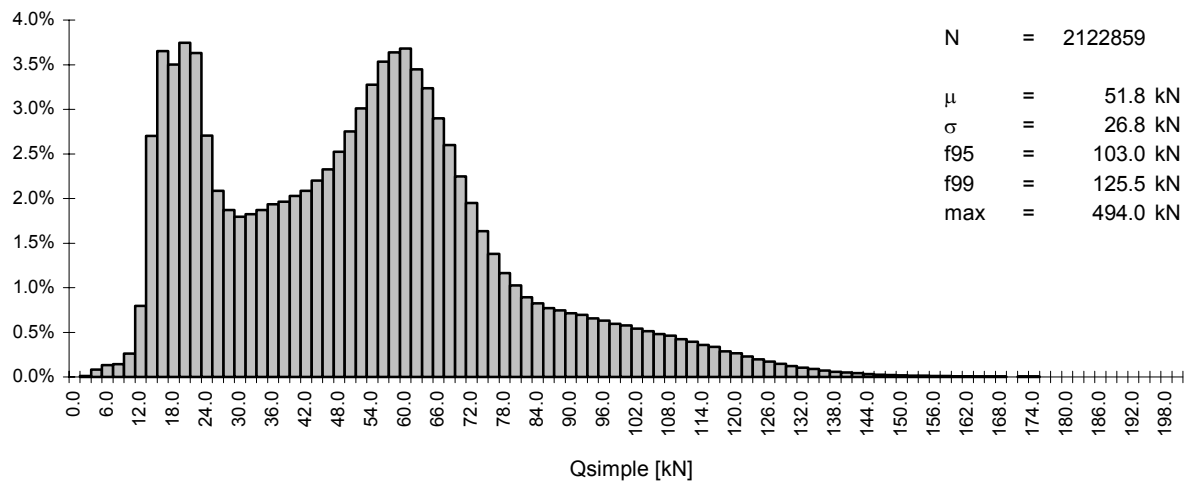
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

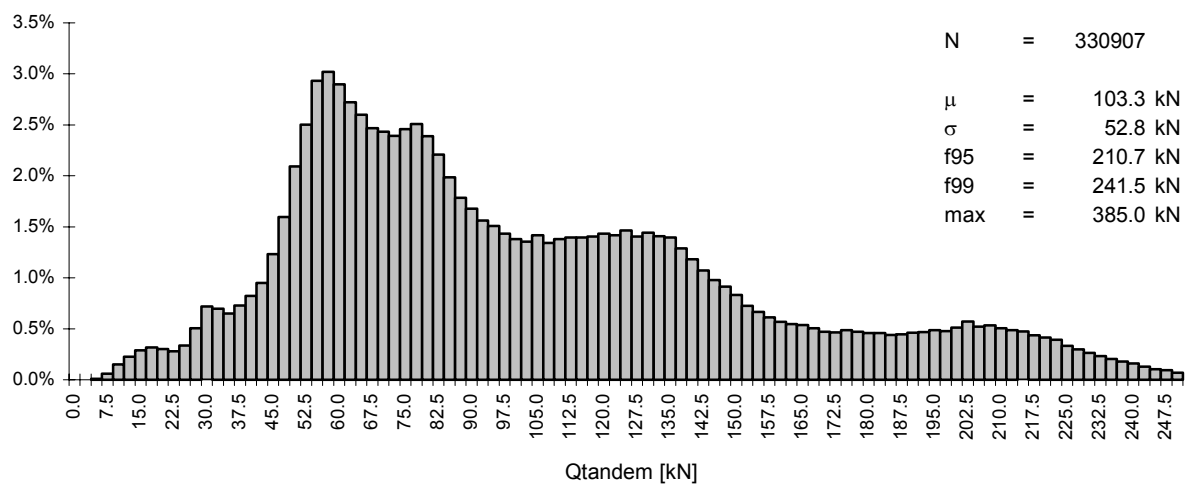
Denges 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



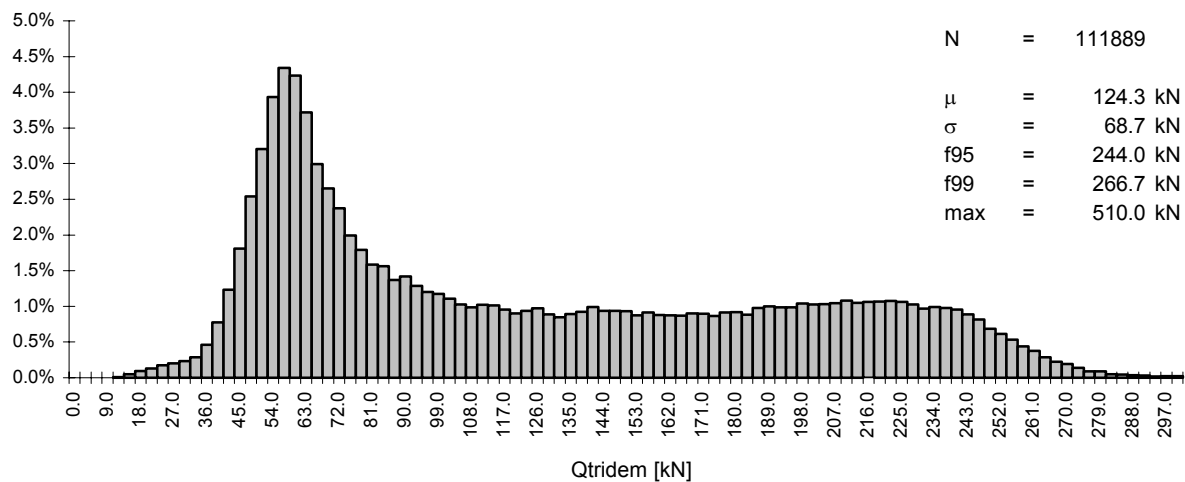
Denges 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



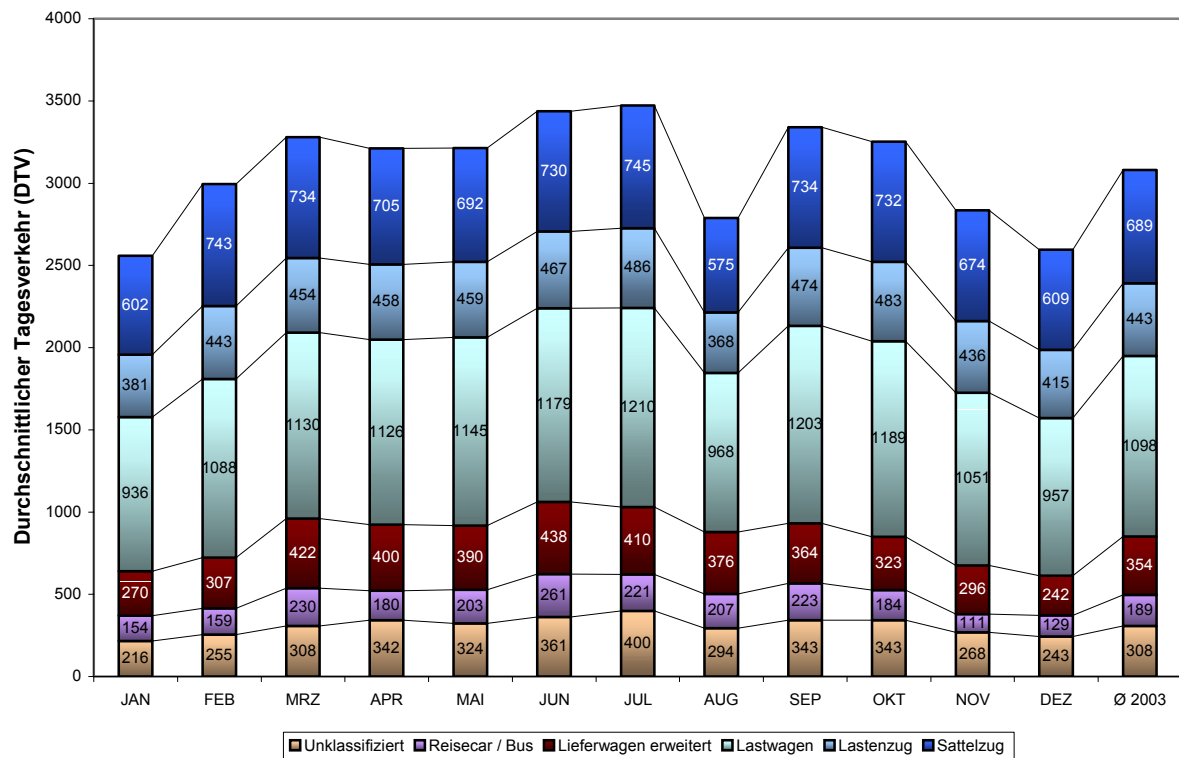
Denges 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

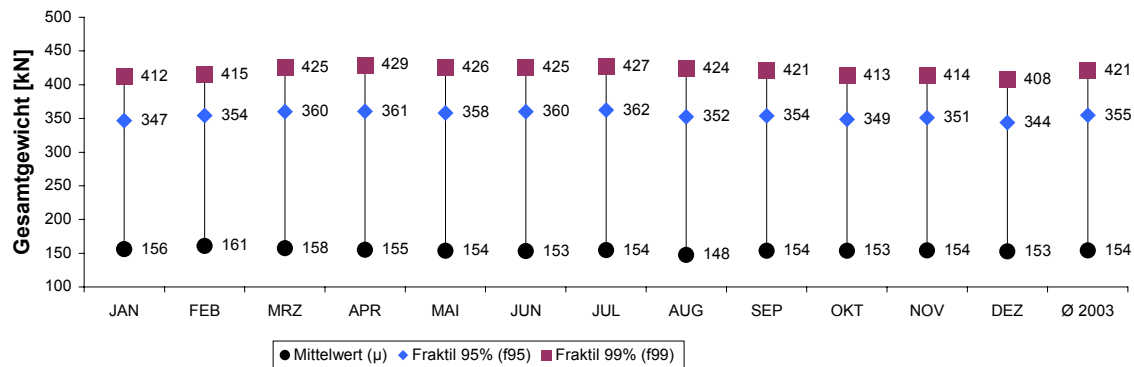


5.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

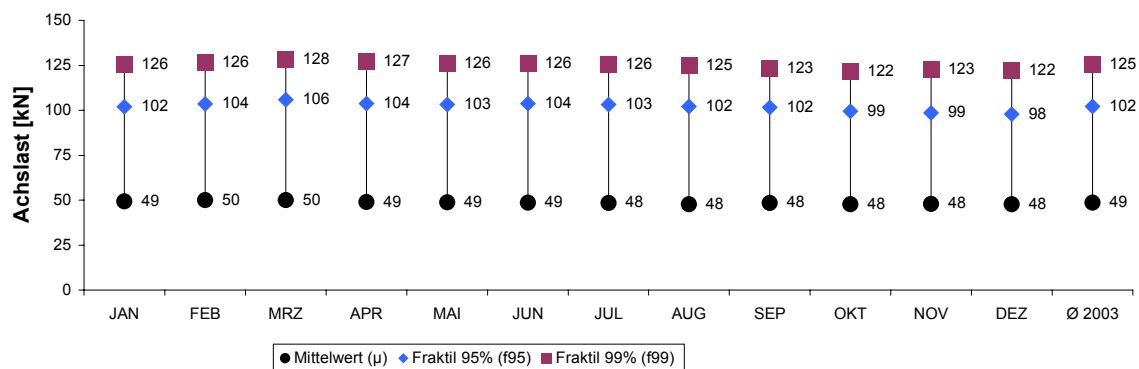
5.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



5.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



5.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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	103.0	125.5
Tandemachse	103.3	51.7	105.4	120.8
Tridemachse	124.3	41.4	81.3	88.9
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 rühren von den Einzel- und Doppelachsen her mit einer mittleren Achslast von 51.8 kN, respektive 51.7 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 41.4 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Doppelachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ kN und mehr als 99% unter dem Wert von $Q_{k1} = 150$ kN.

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	13.7 kN/m	28.4 kN/m	42.6 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.91 kN/m ²	8.11 kN/m ²	12.2 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen 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	13'440	7	0.000	726	0	0.000	2	0
2	0.006	305'683	1'834	0.001	3'745	3	0.000	171	0
3	0.020	256'668	5'133	0.003	6'085	18	0.001	824	1
4	0.070	204'302	14'301	0.008	9'580	77	0.002	1'704	3
5	0.150	252'401	37'860	0.020	19'427	389	0.005	6'248	31
6	0.290	363'804	105'503	0.030	37'556	1'127	0.010	17'578	176
7	0.530	306'423	162'404	0.060	33'837	2'030	0.020	10'478	210
8	1.000	151'901	151'901	0.100	32'265	3'227	0.030	6'893	207
9	1.520	83'892	127'516	0.140	25'323	3'545	0.040	6'642	266
10	2.400	66'894	160'546	0.200	19'474	3'895	0.060	4'096	246
11	3.660	51'416	188'183	0.280	18'173	5'088	0.080	3'489	279
12	5.400	34'812	187'985	0.400	18'626	7'450	0.110	4'350	479
13	7.760	18'405	142'823	0.540	18'953	10'235	0.140	3'131	438
14	10.870	7'892	85'786	0.730	17'462	12'747	0.190	2'977	566
15	14.910	3'065	45'699	0.960	12'557	12'055	0.240	4'247	1'019
16	20.060	1'206	24'192	1.260	8'494	10'702	0.300	2'980	894
17	26.540	410	10'881	1.630	6'811	11'102	0.380	2'958	1'124
18	34.590	136	4'704	2.080	6'226	12'950	0.480	4'023	1'931
19	-	-	-	2.640	5'965	15'748	0.590	3'200	1'888
20	-	-	-	3.300	6'428	21'212	0.720	3'368	2'425
21	-	-	-	4.090	7'046	28'818	0.880	4'674	4'113
22	-	-	-	5.030	6'003	30'195	1.060	3'559	3'773
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'536	4'491
24	-	-	-	-	-	-	1.520	4'354	6'618
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'670	4'833
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'777	3'803
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'213	3'045
28	-	-	-	-	-	-	2.940	357	1'050
29	-	-	-	-	-	-	3.430	143	490
30	-	-	-	-	-	-	3.980	108	430
Summe		2'122'750	1'457'259		320'762	192'613		111'750	44'826

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'457'259 + 192'613 + 44'826 = 1'694'698 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.5 \times W = 0.5 \times 1'694'698 = 847'349 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 365 = 847'349 / 365 = 2'321 \text{ ESAL}$$

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

5.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr der Station Denges (A1) unterliegt einer mässigen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 5.4.1). In den Wintermonaten (November bis Februar) sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs feststellbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs variiert nur geringfügig. Die Fahrzeugkategorie „Lastwagen“ kommt am häufigsten vor mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 35.6%. Auffallend sind die relativ hohen Anteile der Kategorien „Lieferwagen erweitert“ und „Unklassifiziert“.

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (siehe Diagramme 5.4.2 und 5.4.3) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Für eine Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Messdaten über mehrere Jahre ausgewertet werden.

6 TRÜBBACH (A13)

6.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Trübbach (A13) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

Die Gerätestörungen vom 23.08 bis 05.10 können zur Generierung von nicht existierenden „Phantomachsen“ führen, was sich vor allem durch einen erhöhten Anteil an unklassifizierbaren Fahrzeugen bemerkbar macht (siehe Diagramme des Abschnitts 6.2.2). Die Resultate der klassifizierten Fahrzeuge sind weniger beeinträchtigt durch die Gerätestörungen und können normal ausgewertet werden.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
407 - Trübbach (A13)	2x2	363	20.08 und 15.09	- Gerätestörungen vom 23.08 bis 5.10 - die Tagesdaten vom 13.11 sind nicht vollständig

6.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

6.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

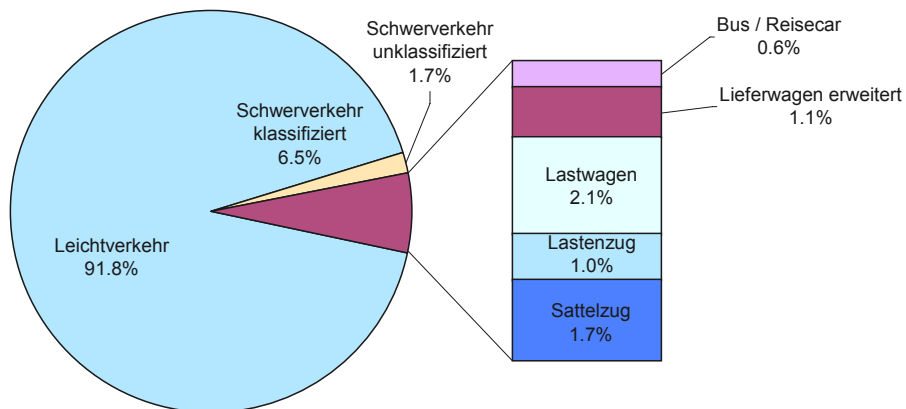
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Trübbach (A13) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 6.2.2 veranschaulicht.

Trübbach (A13) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 363)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	10'986'921	30'267	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	10'089'208	27'794	91.8	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	897'713	2'473	8.2	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	183'163	505	1.7	20.4
01 Bus / Reisedar	65'356	180	0.6	7.3
02 Motorrad	67	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	6'368	18	0.1	0.7
04 Personenwagen mit Anh.	3'199	9	0.0	0.4
05 Lieferwagen	95'990	264	0.9	10.7
06 Lieferwagen mit Anhänger	10'832	30	0.1	1.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	2'112	6	0.0	0.2
08 Lastwagen	230'240	634	2.1	25.6
09 Lastenzug	109'855	303	1.0	12.2
10 Sattelzug	190'531	525	1.7	21.2
Total	897'713	2'473	8.2	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	312'257	860	2.8	34.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	314'890	867	2.9	35.1
Fahrzeuge 18 - 28t	159'905	441	1.5	17.8
Fahrzeuge 28 - 40t	96'427	266	0.9	10.7
Fahrzeuge >40t	14'234	39	0.1	1.6
Total	897'713	2'473	8.2	100.0

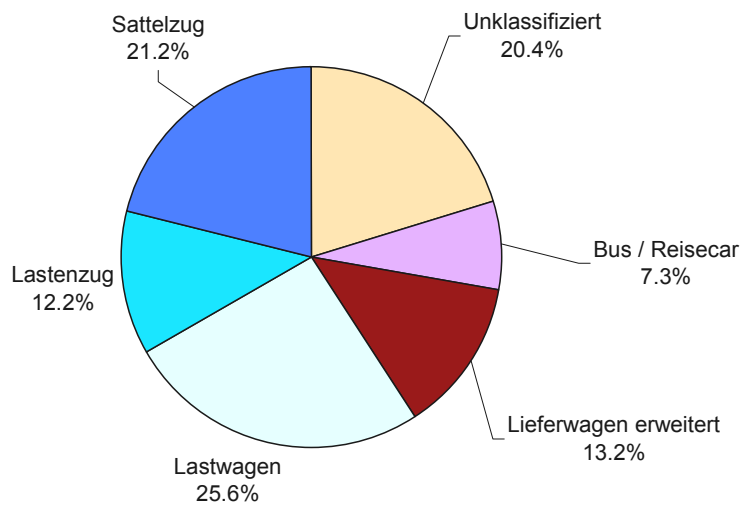
Tabelle 7: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Trübbach

6.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

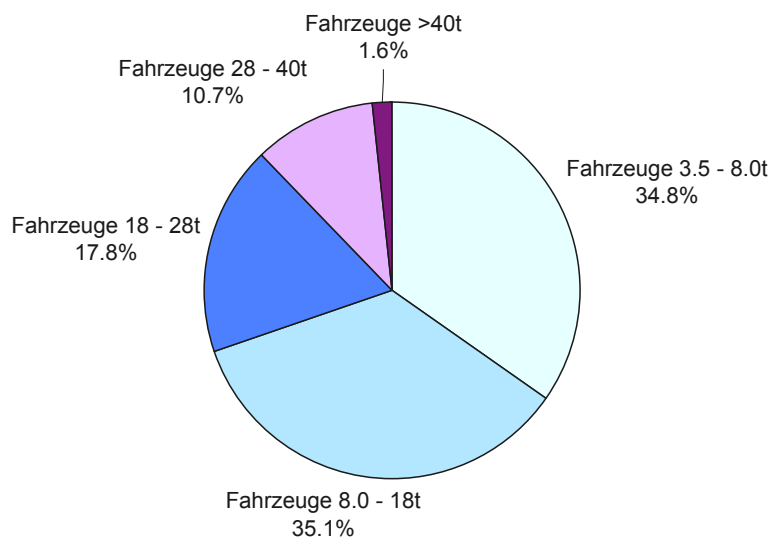
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



6.3 MESSDIAGRAMME

6.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Trübbach (A13) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

- 6.3.2 Gesamtschwerverkehr (alle Fahrzeuge $\geq 3.5t$)
- 6.3.3 Reiscars 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 werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt: ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

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

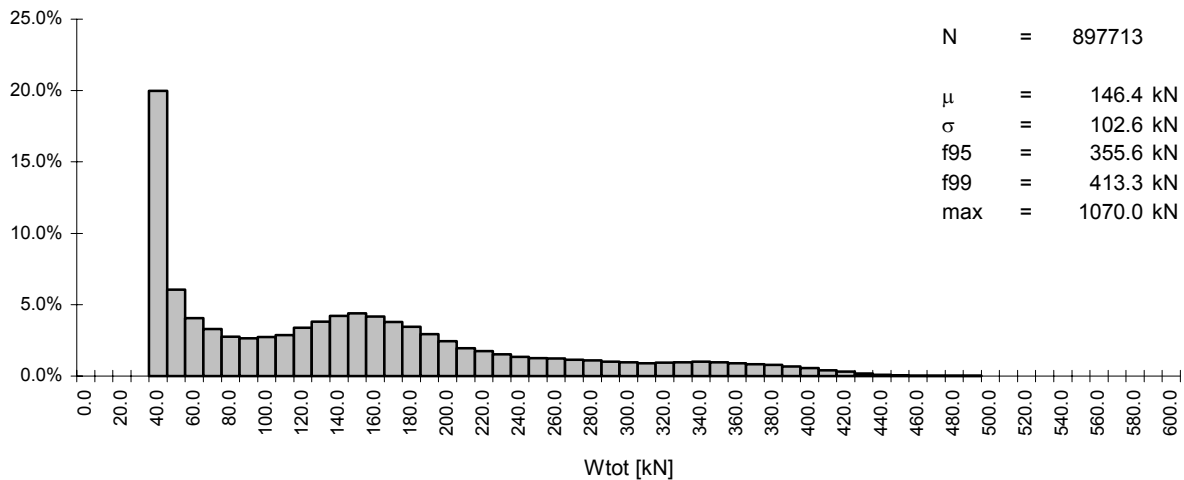
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

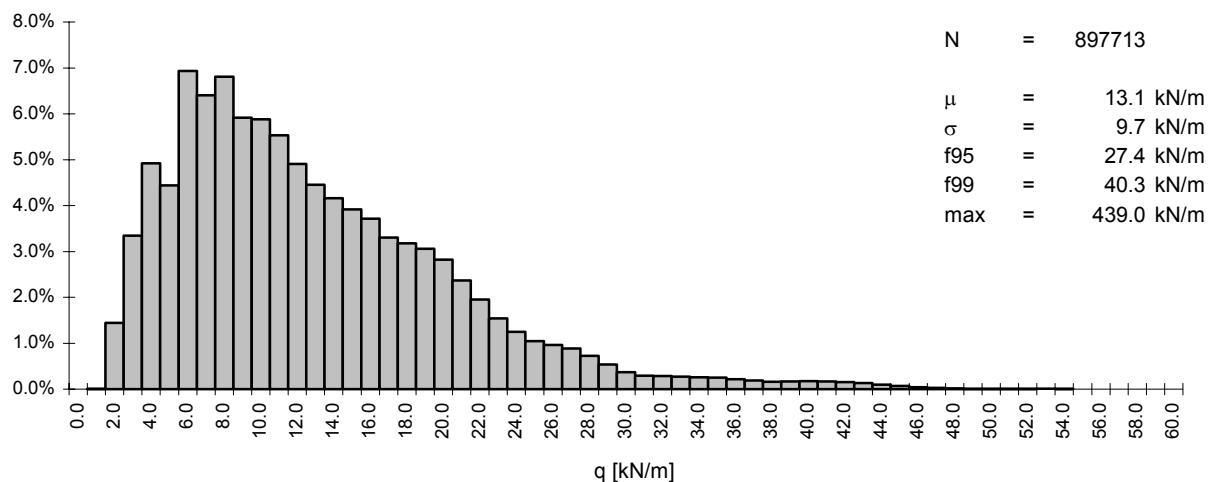
Trübbach 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



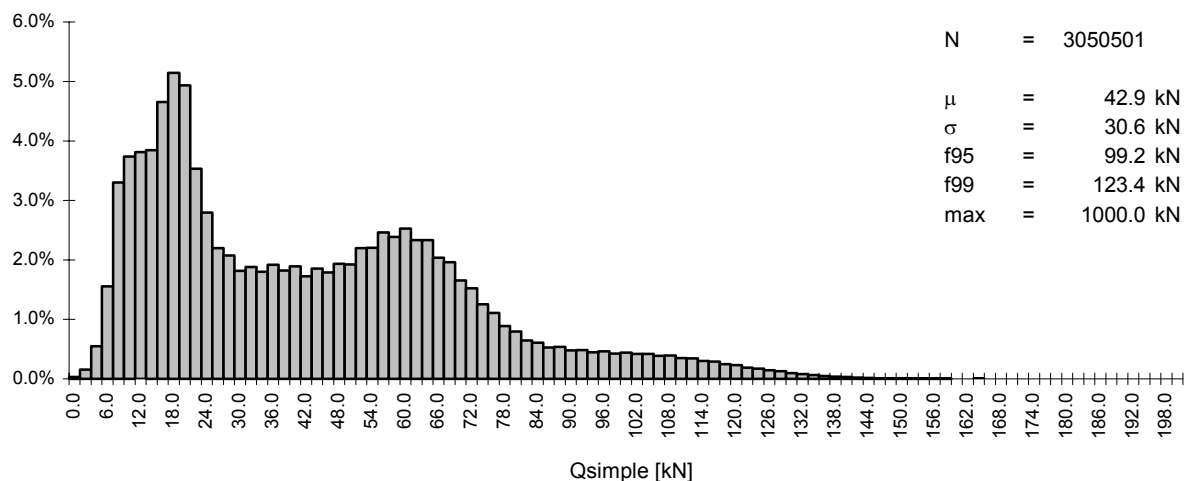
Trübbach 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



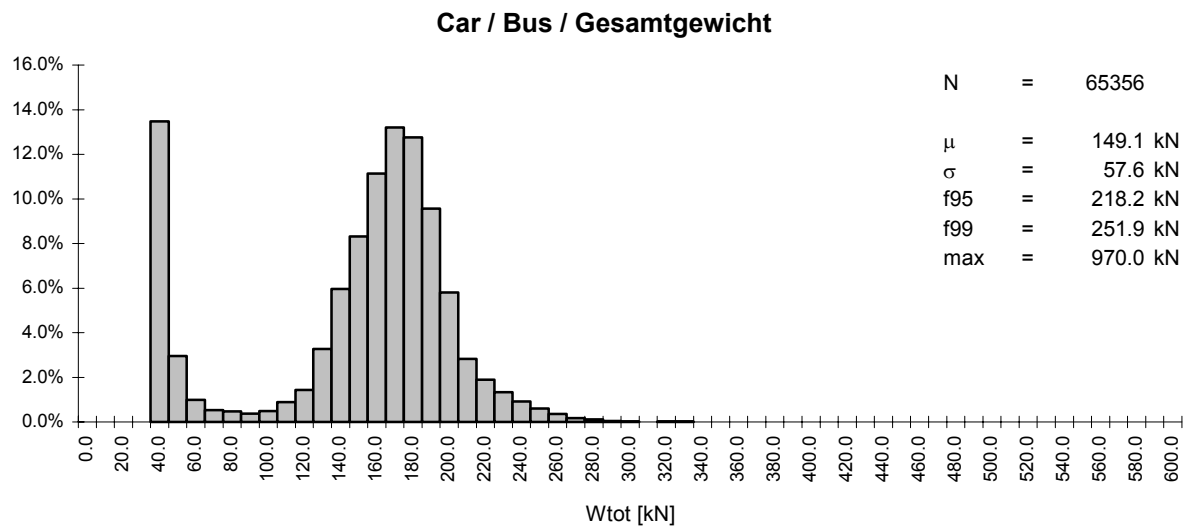
Trübbach 2003

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

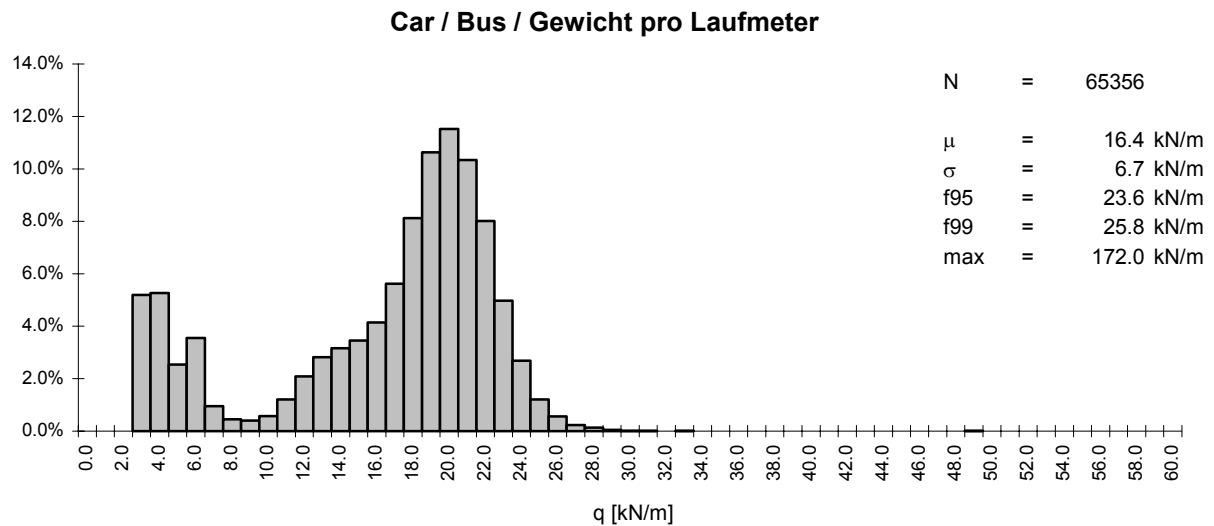


6.3.3 Reisecars und Busse (CB)

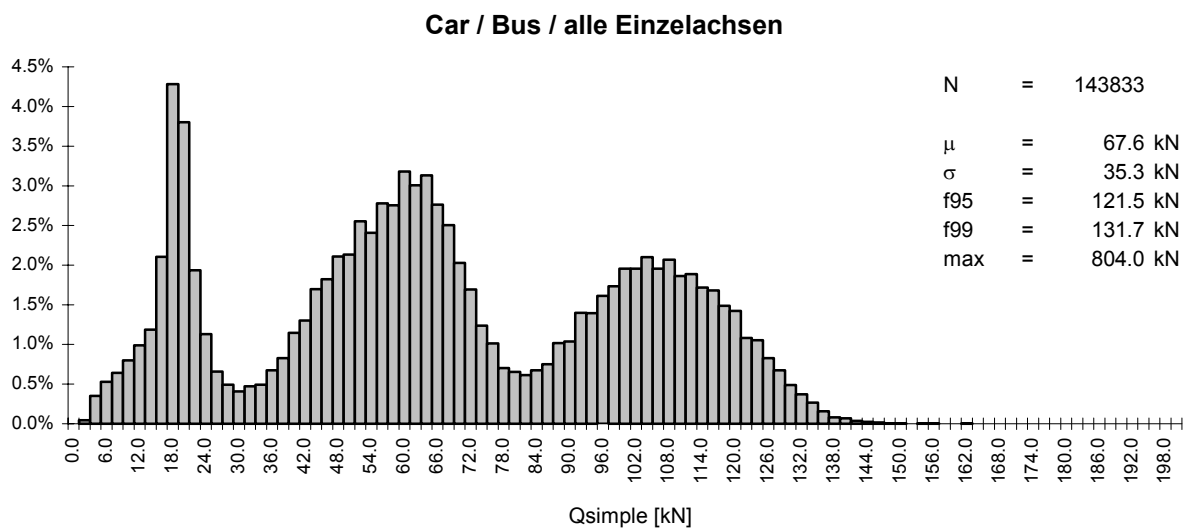
Trübbach 2003



Trübbach 2003



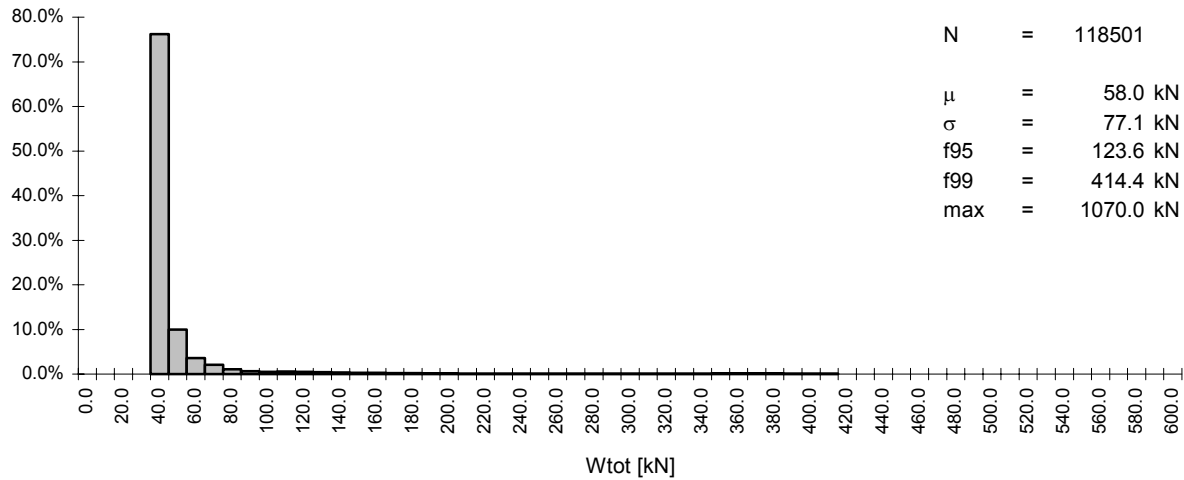
Trübbach 2003



6.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

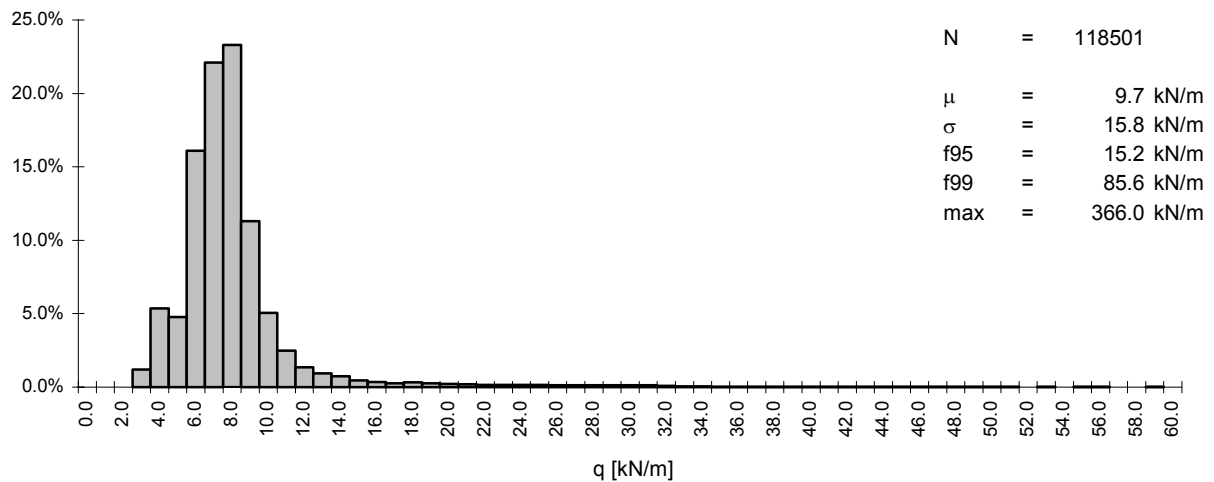
Trübbach 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



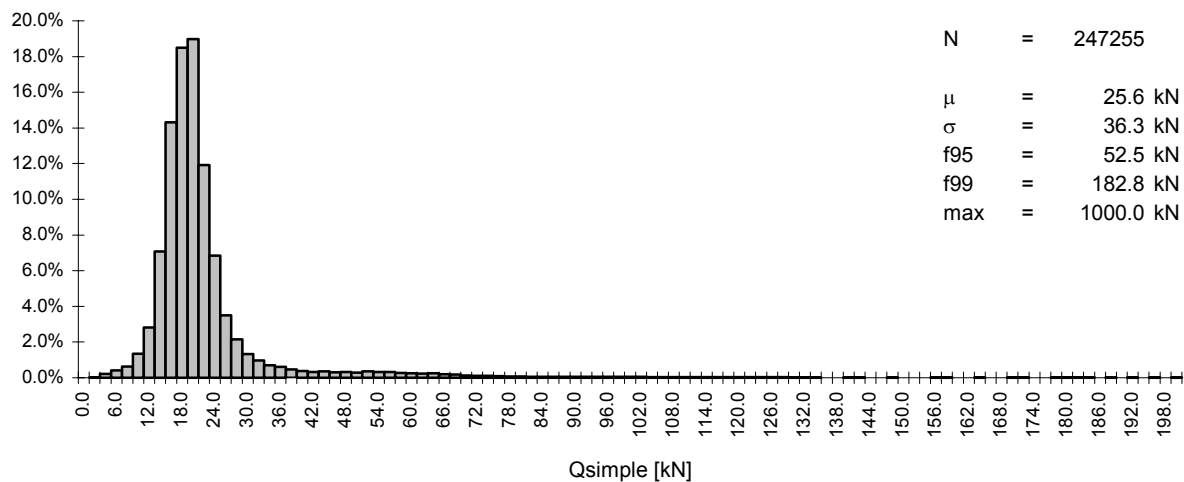
Trübbach 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2003

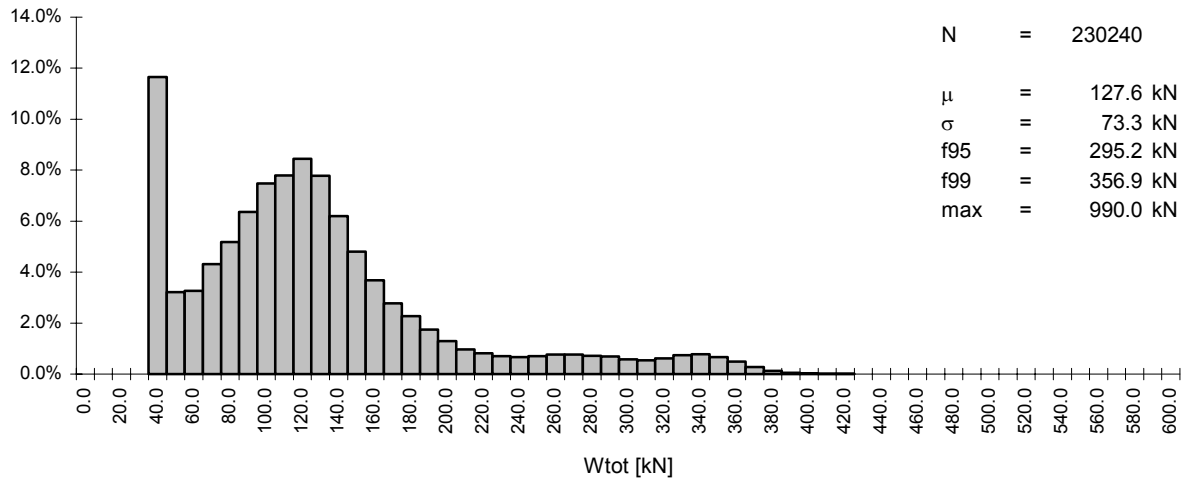
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



6.3.5 Lastwagen (LW)

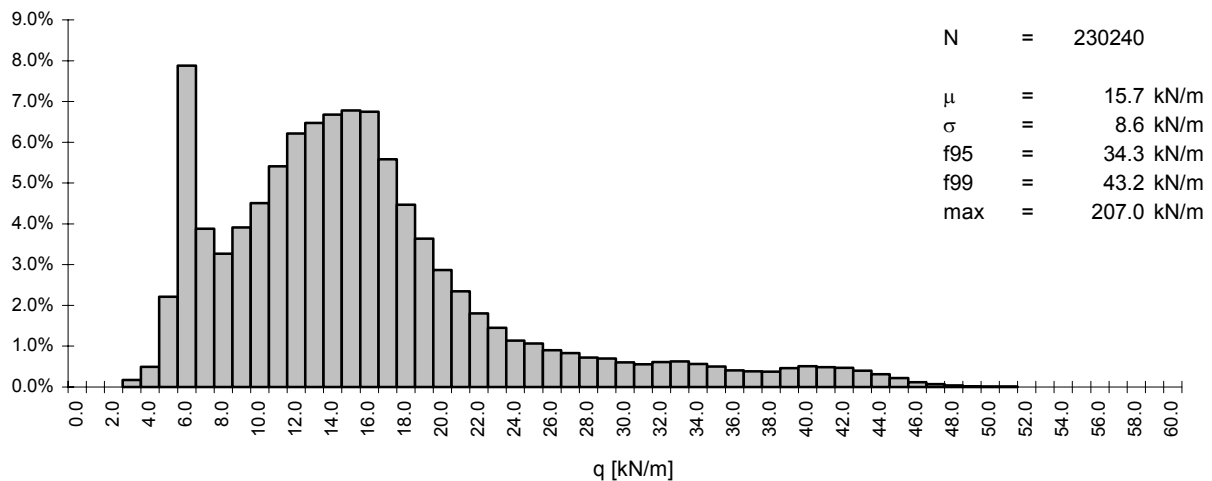
Trübbach 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



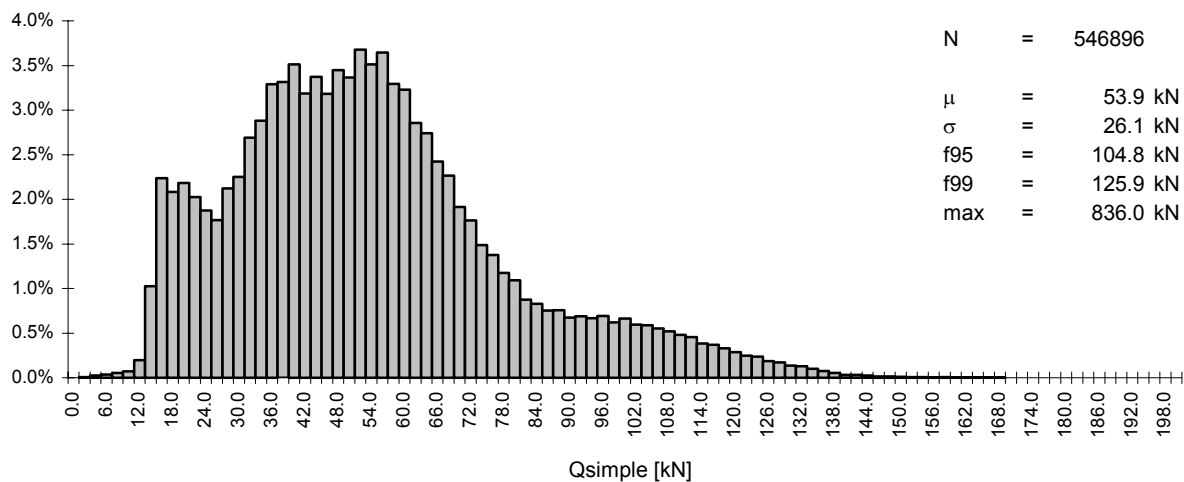
Trübbach 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



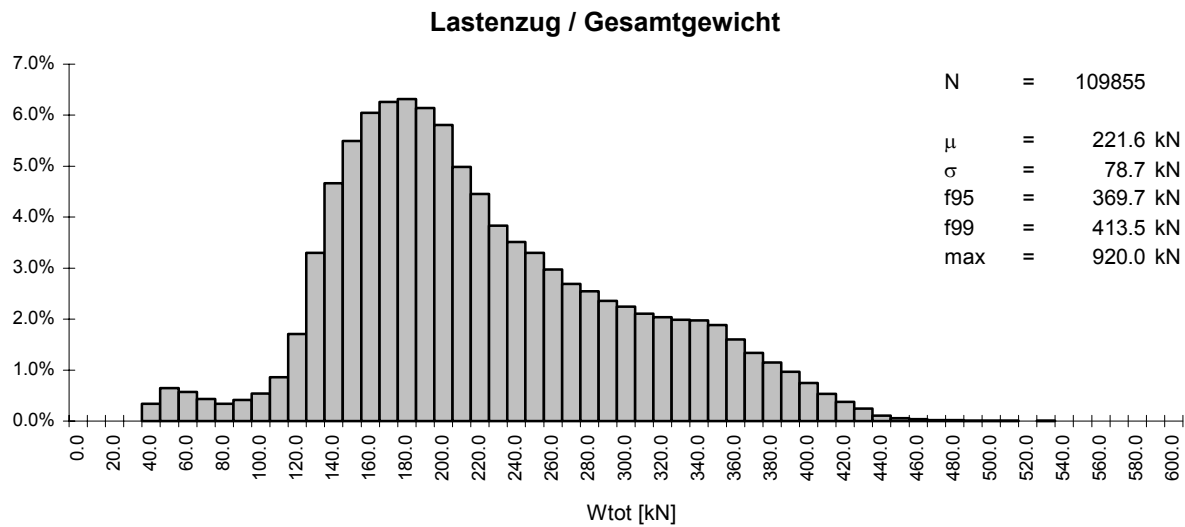
Trübbach 2003

Lastwagen / alle Einzelachsen

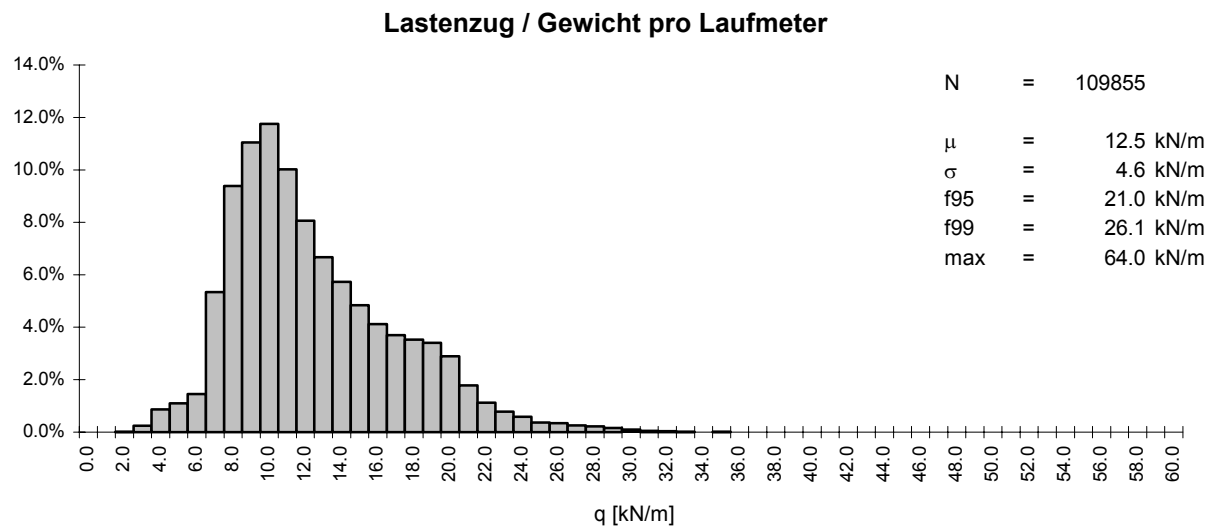


6.3.6 Lastenzüge (LZ)

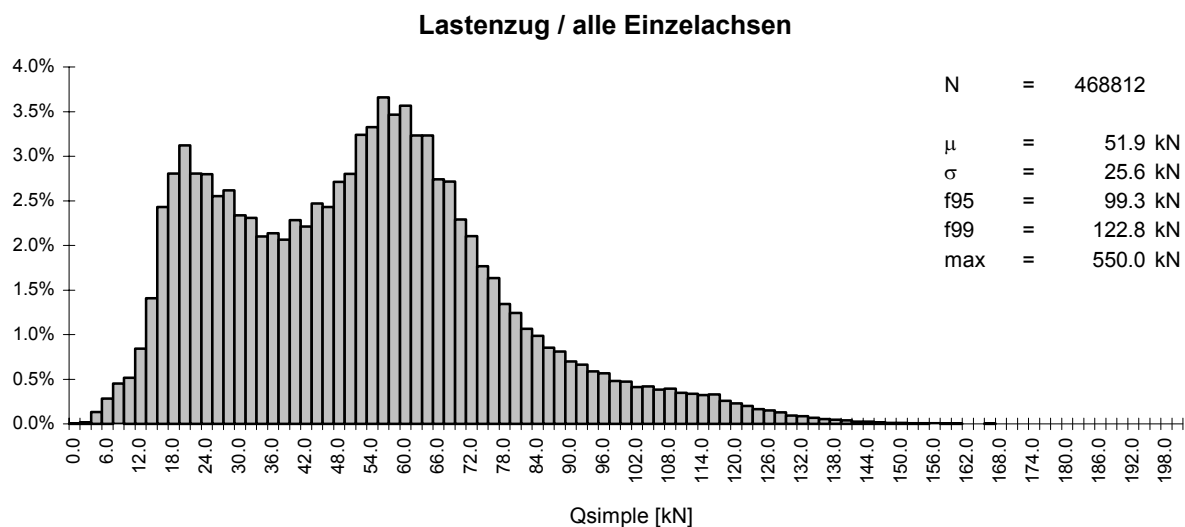
Trübbach 2003



Trübbach 2003



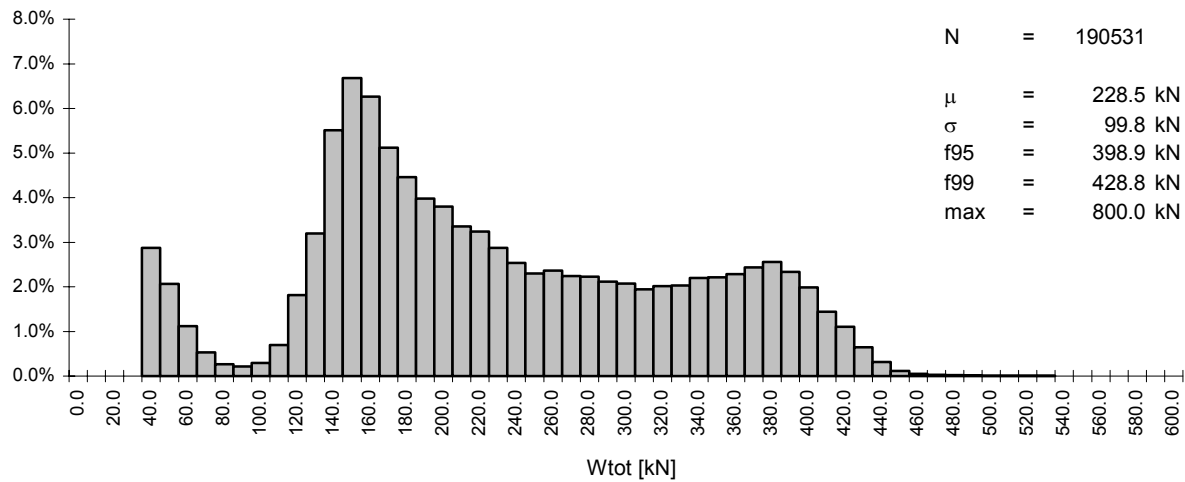
Trübbach 2003



6.3.7 Sattelzüge (SZ)

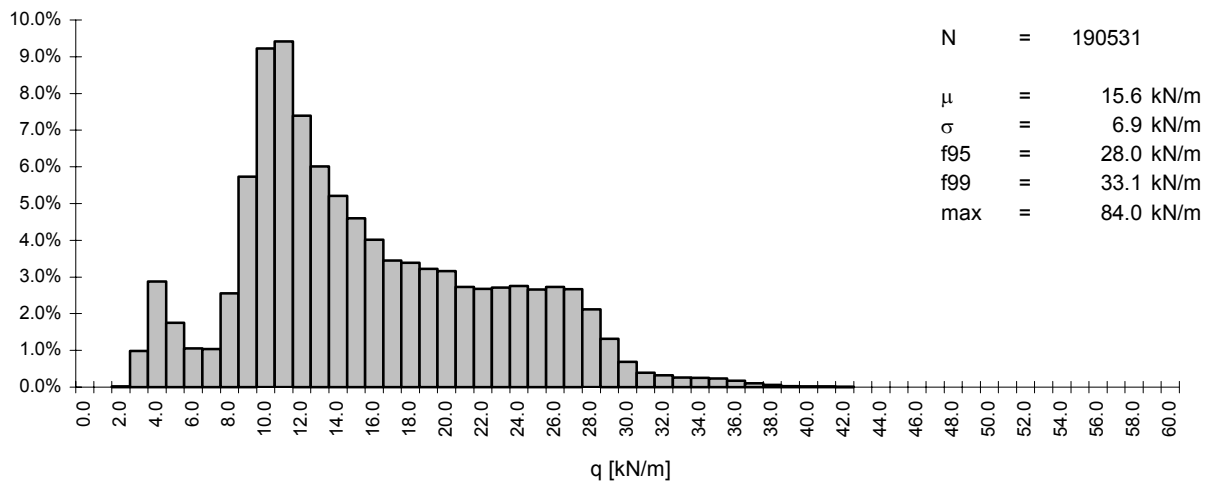
Trübbach 2003

Sattelzug / Gesamtgewicht



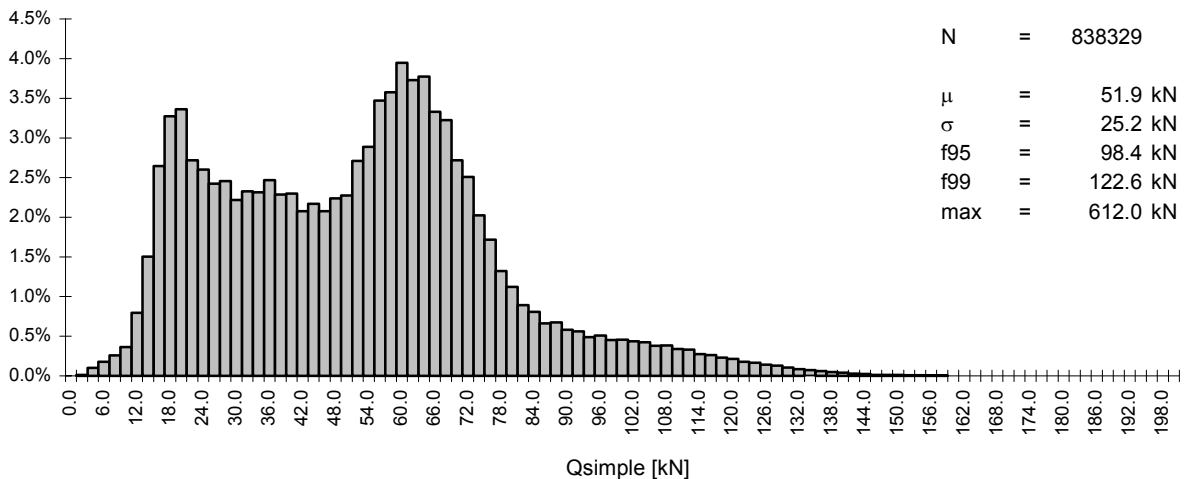
Trübbach 2003

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Trübbach 2003

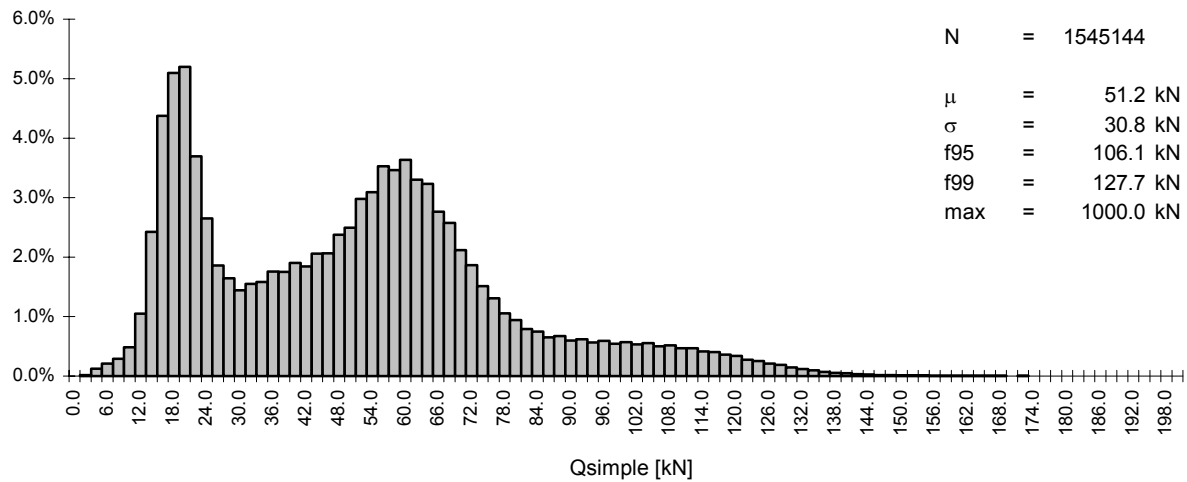
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

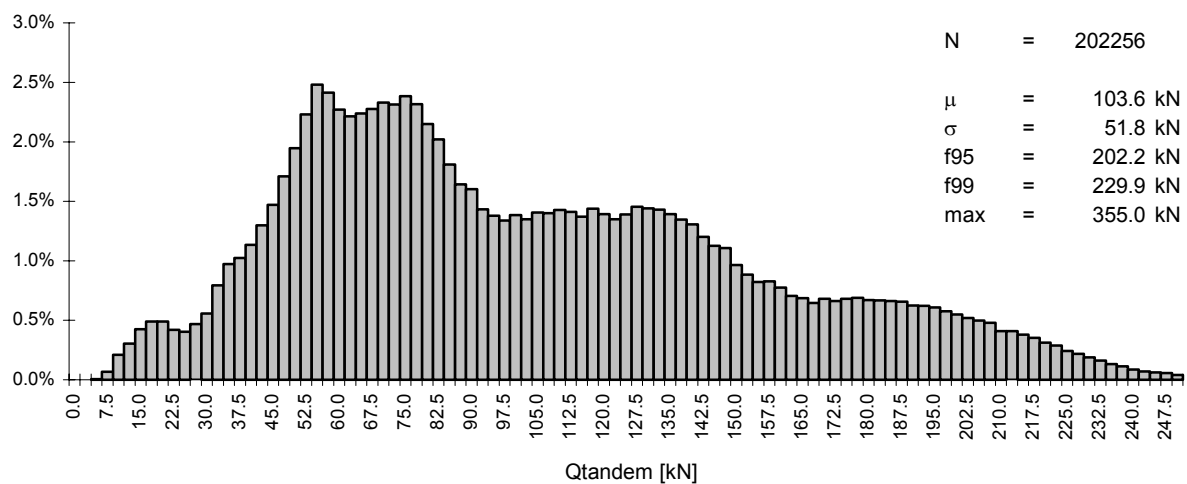
Trübbach 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



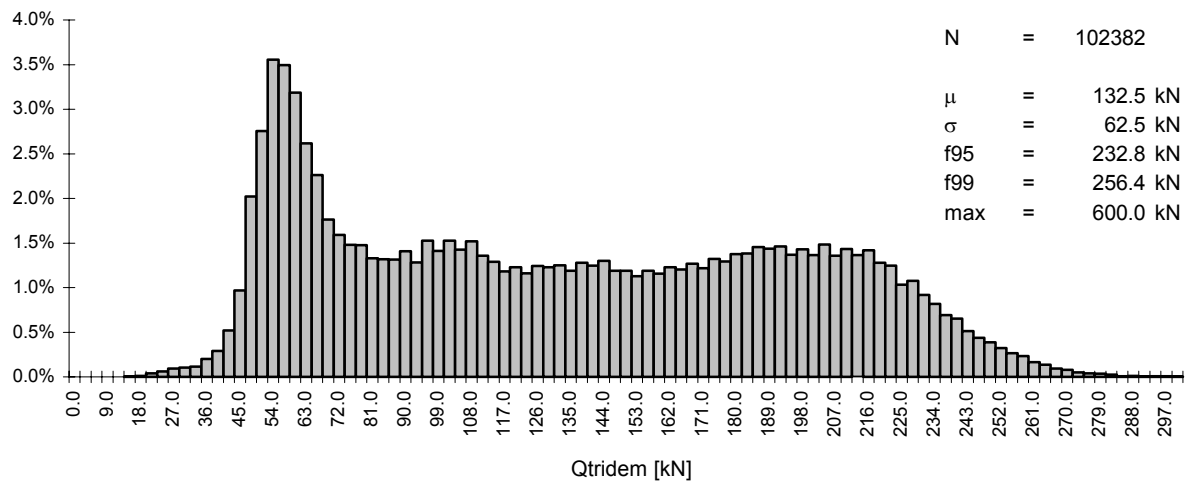
Trübbach 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



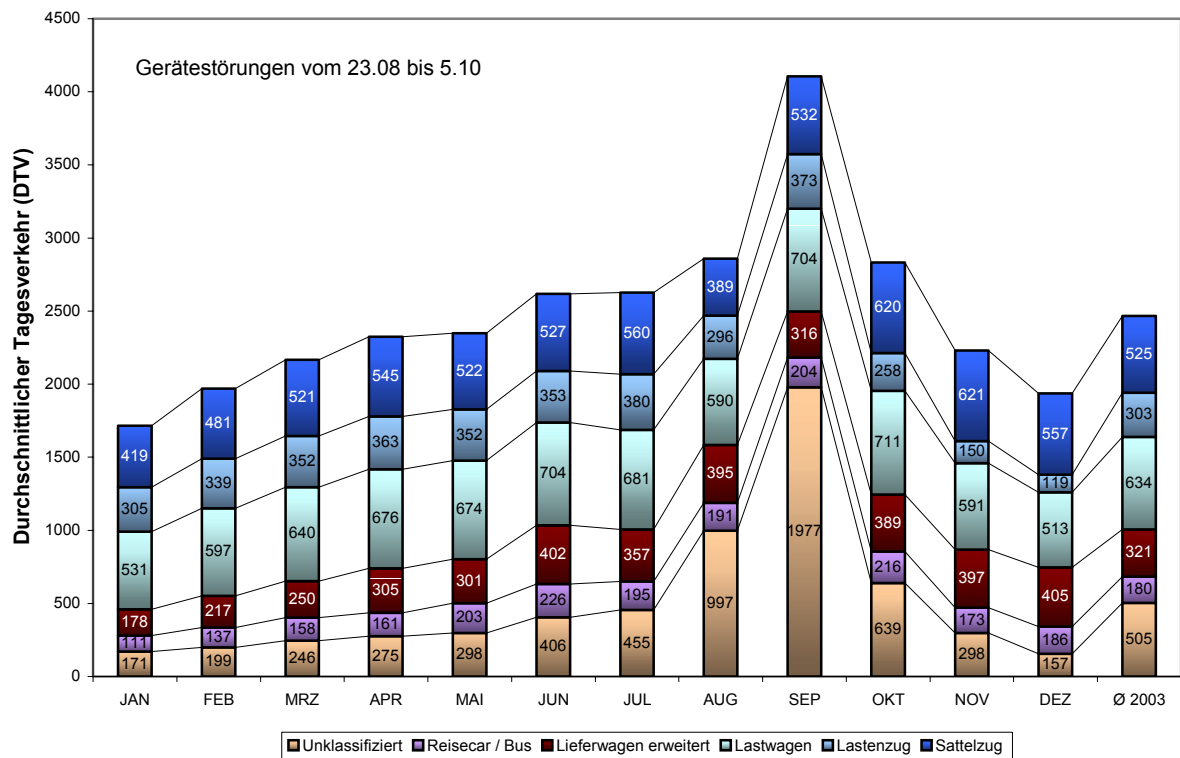
Trübbach 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

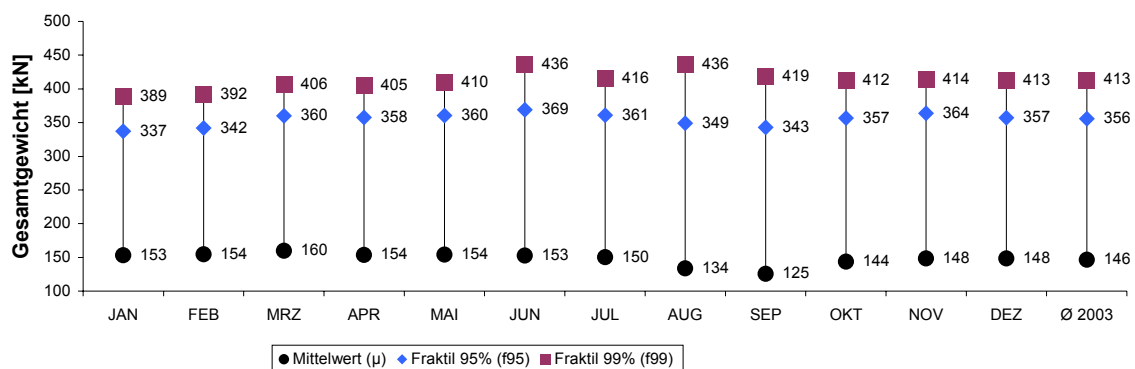


6.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

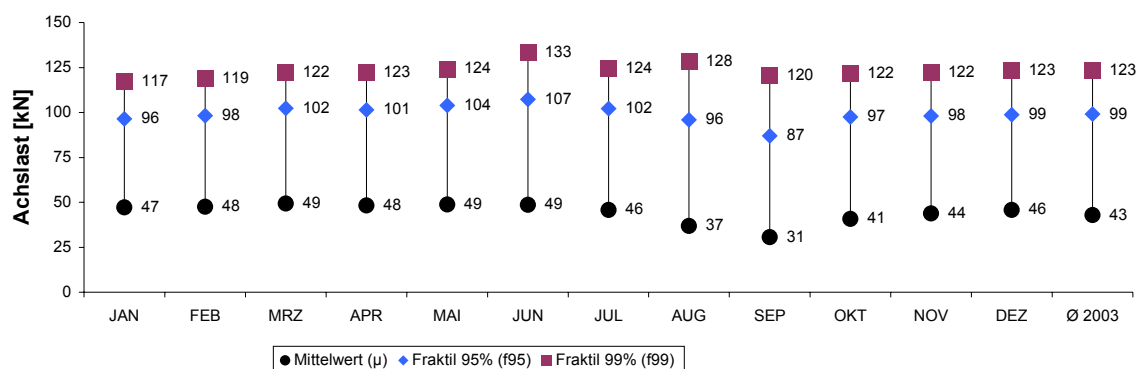
6.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



6.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



6.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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	51.2	51.2	106.1	127.7
Tandemachse	103.6	51.8	101.1	115.0
Tridemachse	132.5	44.2	77.6	85.5
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 rühren von den Einzel- und Doppelachsen mit einer mittleren Achslast von 51.2 kN, respektive 51.8 kN her. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 44.2 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	13.1 kN/m	27.4 kN/m	40.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.74 kN/m ²	7.83 kN/m ²	11.5 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

Somit liegen 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	17'329	9	0.000	567	0	0.000	0	0
2	0.006	280'362	1'682	0.001	3'452	2	0.000	17	0
3	0.020	174'526	3'491	0.003	3'741	11	0.001	301	0
4	0.070	131'964	9'237	0.008	7'944	64	0.002	621	1
5	0.150	167'421	25'113	0.020	12'993	260	0.005	3'588	18
6	0.290	257'928	74'799	0.030	19'006	570	0.010	13'302	133
7	0.530	216'310	114'644	0.060	18'327	1'100	0.020	6'800	136
8	1.000	103'185	103'185	0.100	18'537	1'854	0.030	4'655	140
9	1.520	53'336	81'071	0.140	14'311	2'004	0.040	5'504	220
10	2.400	44'564	106'954	0.200	11'196	2'239	0.060	4'321	259
11	3.660	39'732	145'419	0.280	11'295	3'163	0.080	4'581	366
12	5.400	30'536	164'894	0.400	11'355	4'542	0.110	5'183	570
13	7.760	16'543	128'374	0.540	11'392	6'152	0.140	3'720	521
14	10.870	6'035	65'600	0.730	11'072	8'083	0.190	3'807	723
15	14.910	1'592	23'737	0.960	8'903	8'547	0.240	5'047	1'211
16	20.060	521	10'451	1.260	6'697	8'438	0.300	3'561	1'068
17	26.540	236	6'263	1.630	5'490	8'949	0.380	3'788	1'439
18	34.590	170	5'880	2.080	5'457	11'351	0.480	5'334	2'560
19	-	-	-	2.640	5'270	13'913	0.590	4'377	2'582
20	-	-	-	3.300	4'755	15'692	0.720	4'364	3'142
21	-	-	-	4.090	3'854	15'763	0.880	5'779	5'086
22	-	-	-	5.030	2'938	14'778	1.060	4'163	4'413
23	-	-	-	-	-	-	1.270	3'436	4'364
24	-	-	-	-	-	-	1.520	3'157	4'799
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'371	2'482
26	-	-	-	-	-	-	2.140	840	1'798
27	-	-	-	-	-	-	2.510	485	1'217
28	-	-	-	-	-	-	2.940	128	376
29	-	-	-	-	-	-	3.430	44	151
30	-	-	-	-	-	-	3.980	21	84
Summe		1'542'290	1'070'804		198'552	127'472		102'295	39'860

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'070'804 + 127'472 + 39'860 = 1'238'136 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'238'136 = 557'161 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 363 = 557'161 / 363 = 1'535 \text{ ESAL}$$

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

6.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr der Zählstelle Trübbach (A13) 2003 unterliegt einer starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 6.4.1). Der überdurchschnittlich starke Anstieg des Schwerverkehrs sowie der hohe Anteil an unklassifizierten Fahrzeugen in den Monaten August bis Oktober sind auf die im Abschnitt 6.1 erwähnten Gerätestörungen zurückzuführen.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Für die Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Messdaten über mehrere Jahre ausgewertet werden.

7 MONTE CENERI (A2)

7.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Monte Ceneri (A2) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
408 - Ceneri (A2)	2x2	365	keine	- die Tagesdaten vom 26.08 sind nicht vollständig - Gerätestörungen vom 13.07 bis 23.07

7.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

7.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

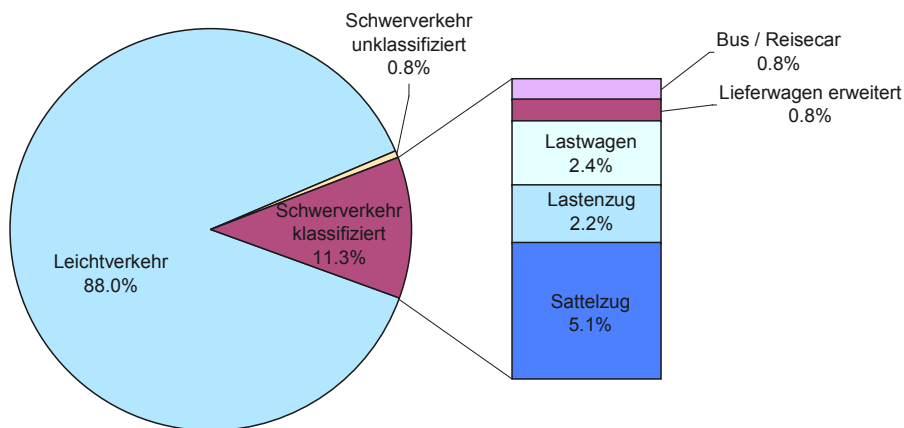
Der gemessene, durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Ceneri (A2) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 7.2.2 veranschaulicht.

Ceneri (A2) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 365)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	13'412'655	36'747	100.0	
Leichtverkehr (<3.5t)	11'798'727	32'325	88.0	
Schwerverkehr (≥3.5t)	1'613'928	4'422	12.0	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	103'852	285	0.8	6.4
01 Bus / Reisedar	107'256	294	0.8	6.6
02 Motorrad	0	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	130	0	0.0	0.0
04 Personenwagen mit Anh.	250	1	0.0	0.0
05 Lieferwagen	108'592	298	0.8	6.7
06 Lieferwagen mit Anhänger	3'720	10	0.0	0.2
07 Lieferwagen mit Auflieger	4	0	0.0	0.0
08 Lastwagen	322'333	883	2.4	20.0
09 Lastenzug	290'346	795	2.2	18.0
10 Sattelzug	677'445	1'856	5.1	42.0
Total	1'613'928	4'422	12.0	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	254'568	697	1.9	15.8
Fahrzeuge 8.0 - 18t	443'814	1'216	3.3	27.5
Fahrzeuge 18 - 28t	503'173	1'379	3.8	31.2
Fahrzeuge 28 - 40t	381'830	1'046	2.8	23.7
Fahrzeuge >40t	30'543	84	0.2	1.9
Total	1'613'928	4'422	12.0	100.0

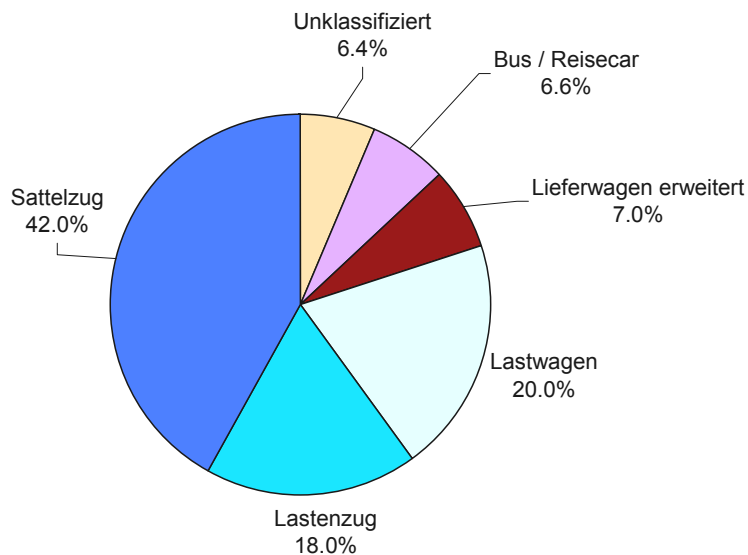
Tabelle 8: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Ceneri

7.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

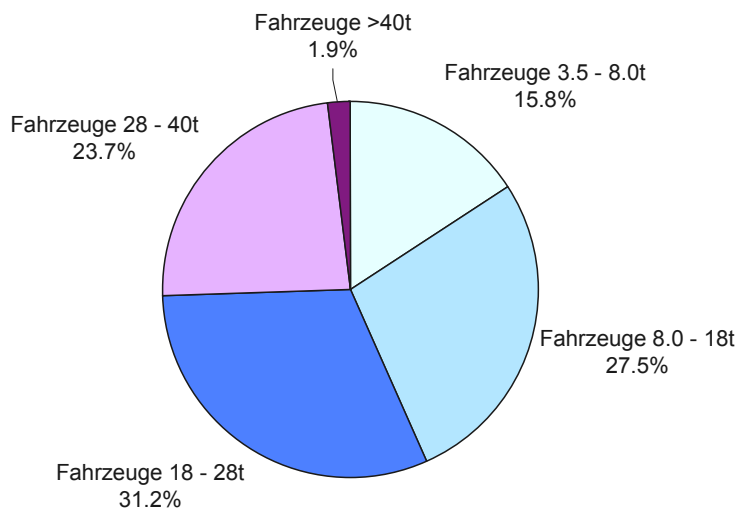
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



7.3 MESSDIAGRAMME

7.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Ceneri (A2) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

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

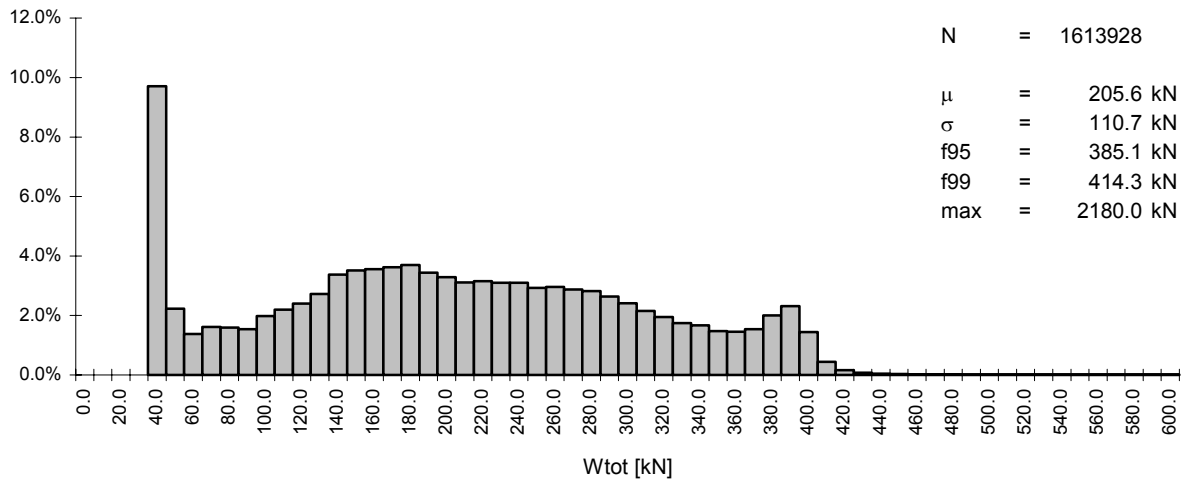
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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 $\geq 3.5\text{t}$)

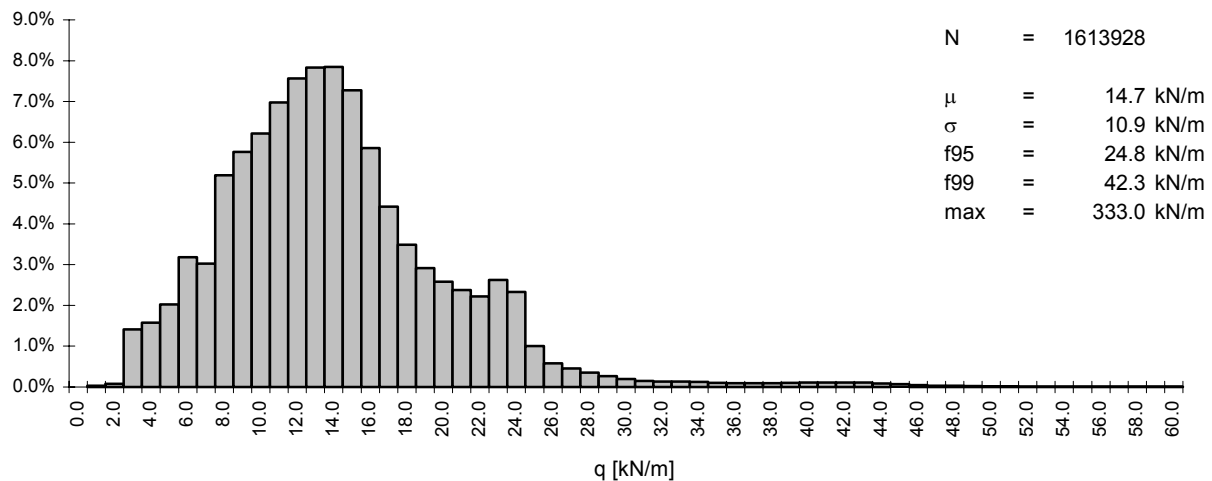
Ceneri 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



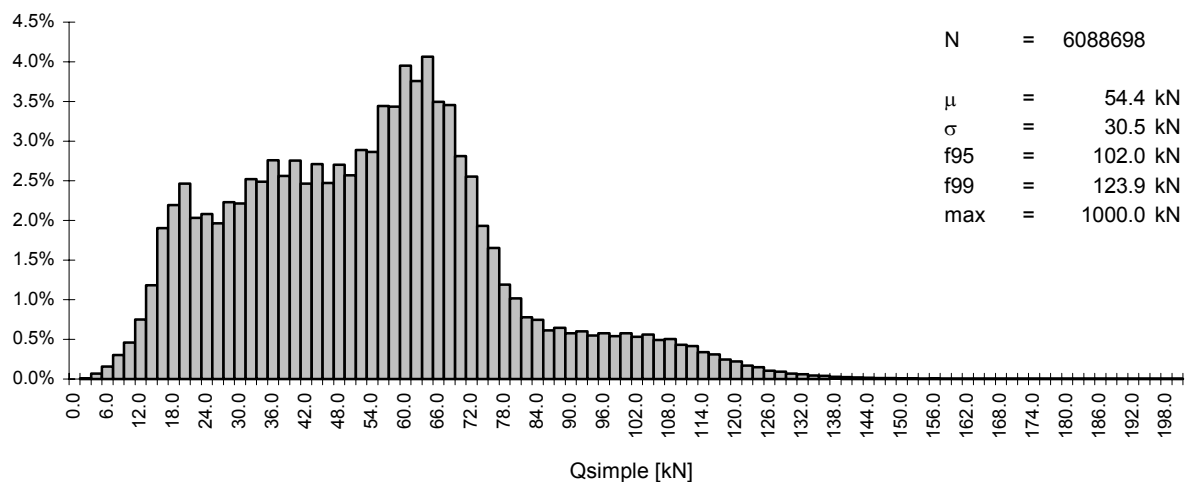
Ceneri 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



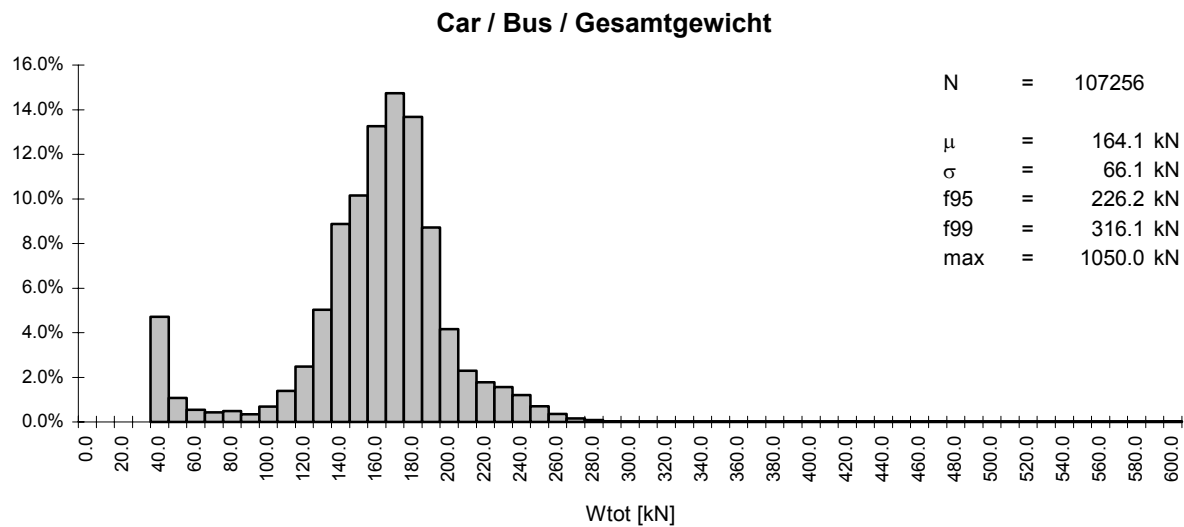
Ceneri 2003

Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)

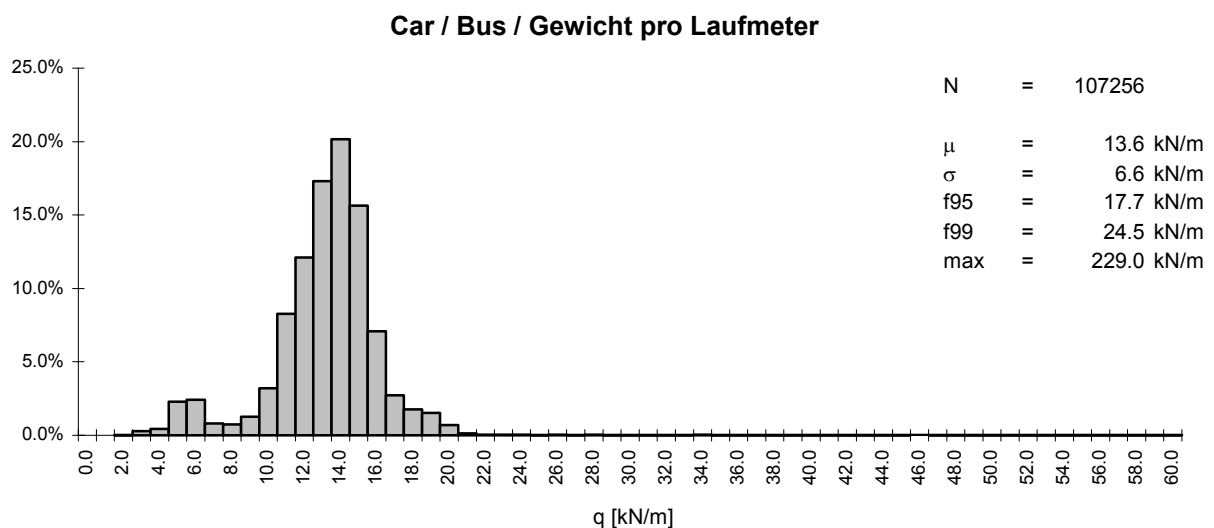


7.3.3 Reisecars und Busse (CB)

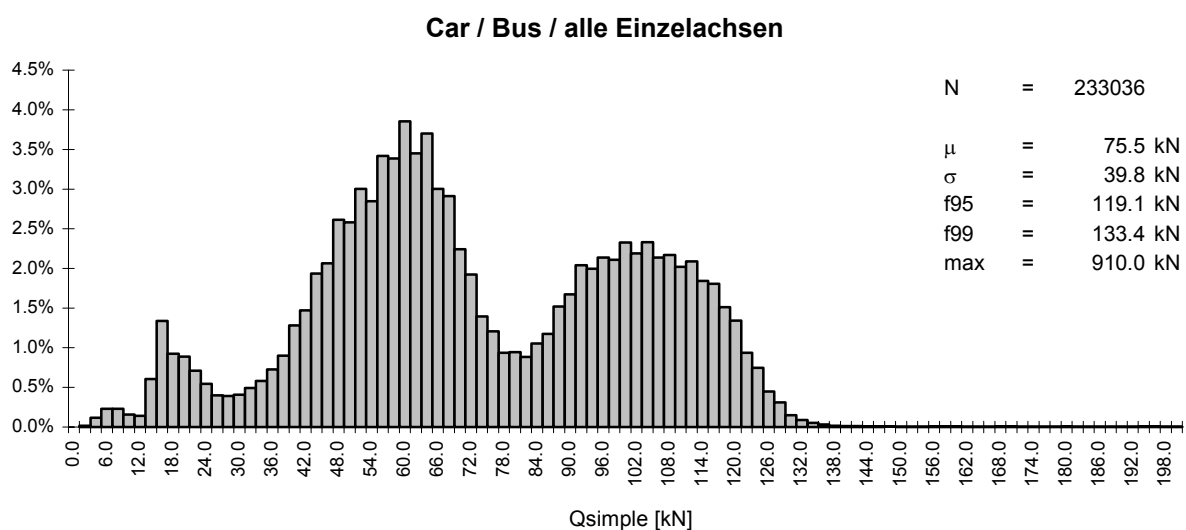
Ceneri 2003



Ceneri 2003



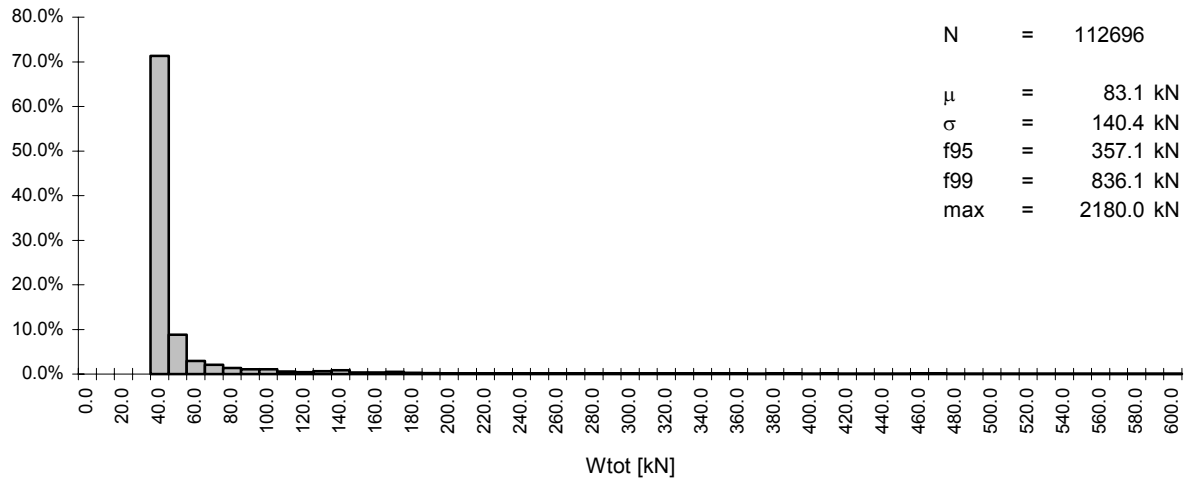
Ceneri 2003



7.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

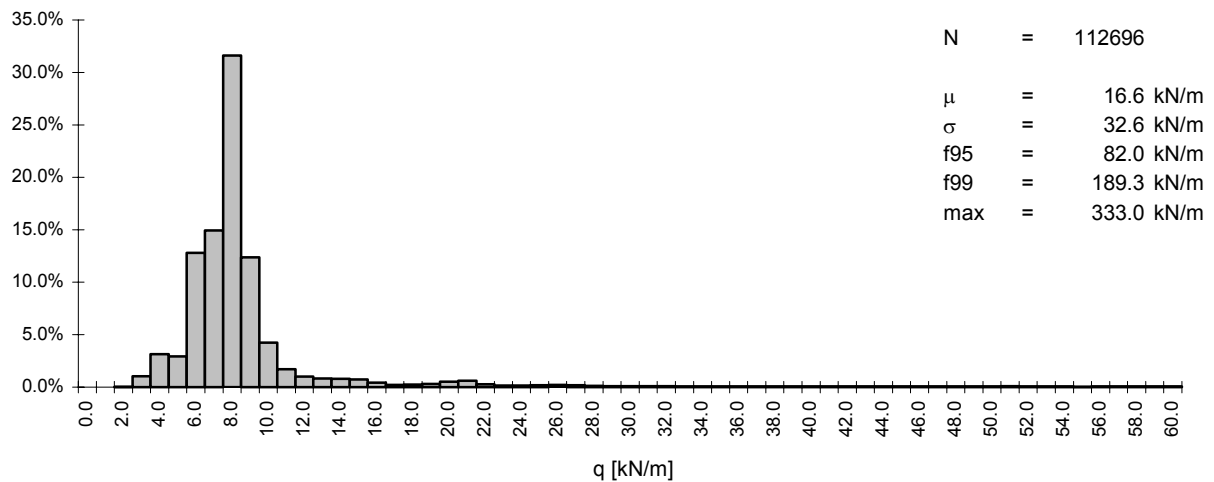
Ceneri 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



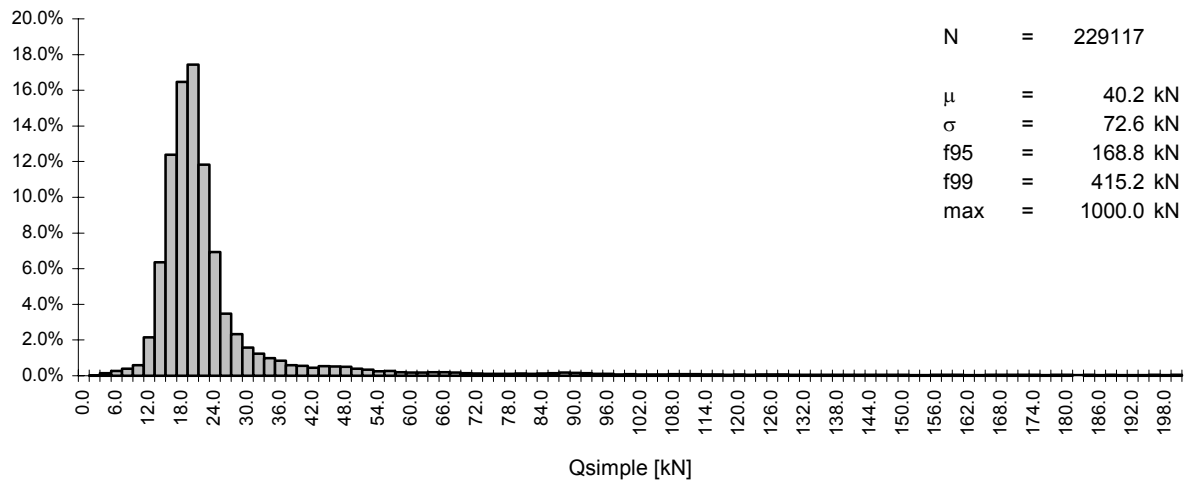
Ceneri 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Ceneri 2003

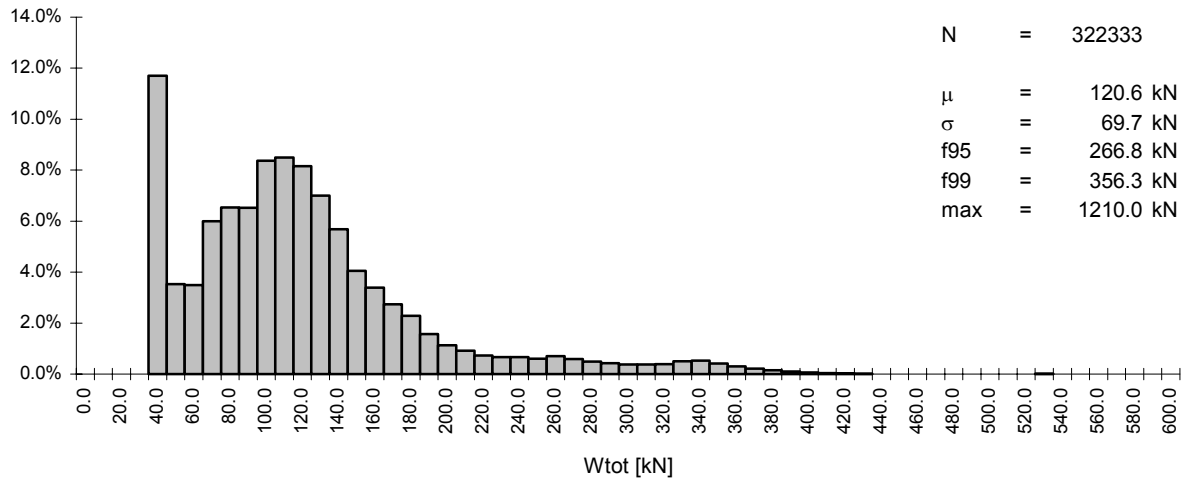
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



7.3.5 Lastwagen (LW)

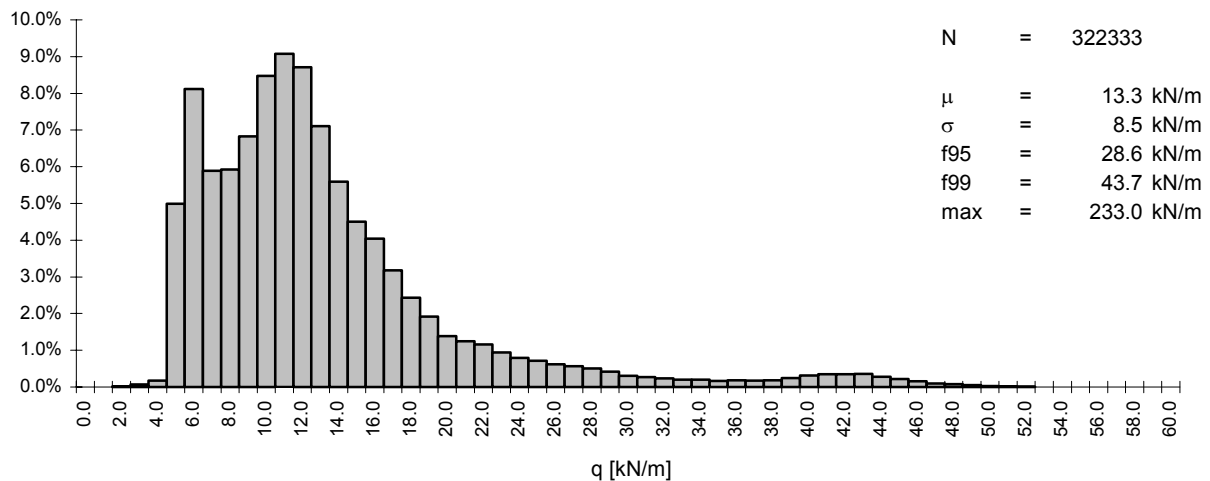
Ceneri 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



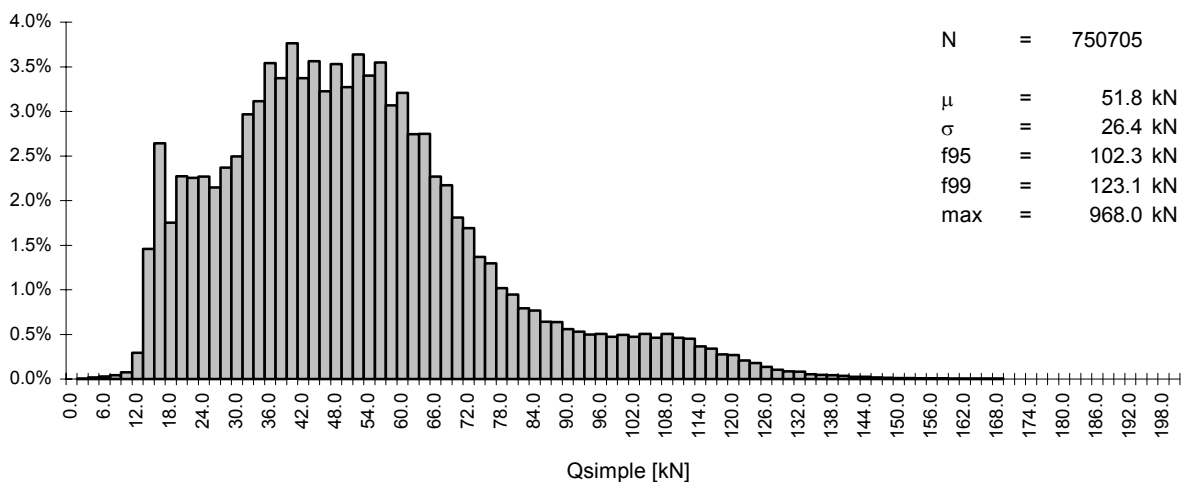
Ceneri 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Ceneri 2003

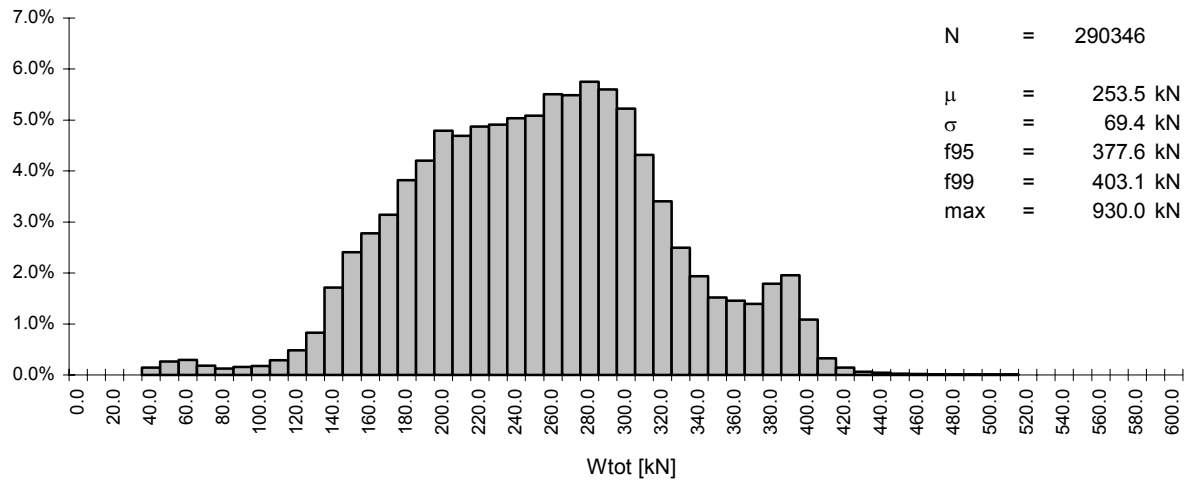
Lastwagen / alle Einzelachsen



7.3.6 Lastenzüge (LZ)

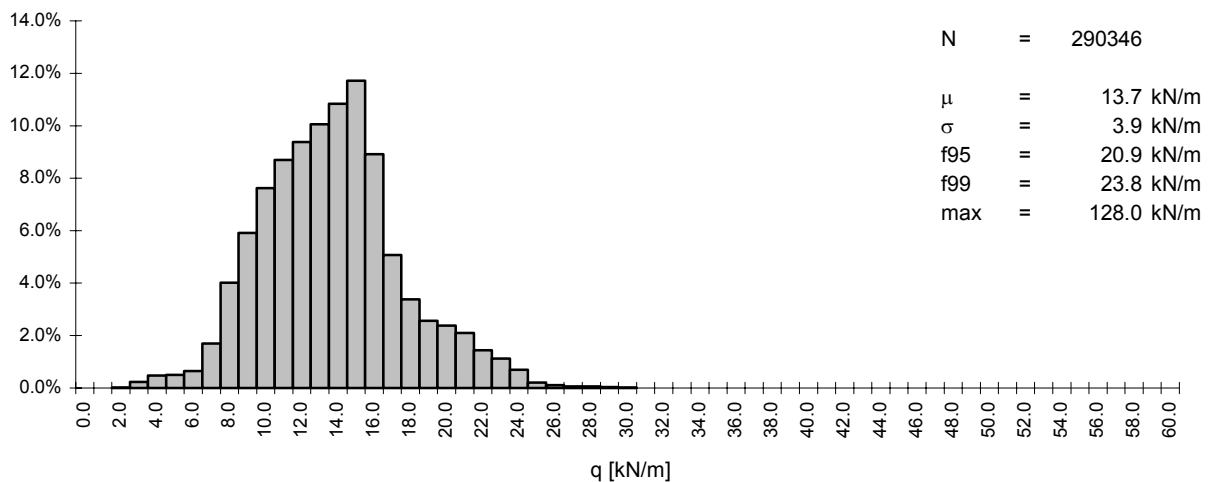
Ceneri 2003

Lastenzug / Gesamtgewicht



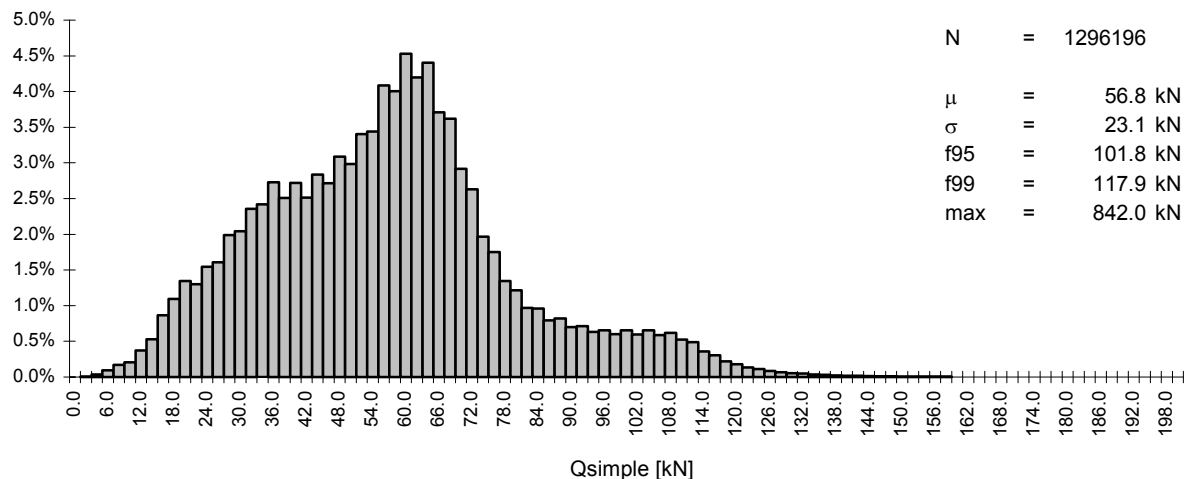
Ceneri 2003

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



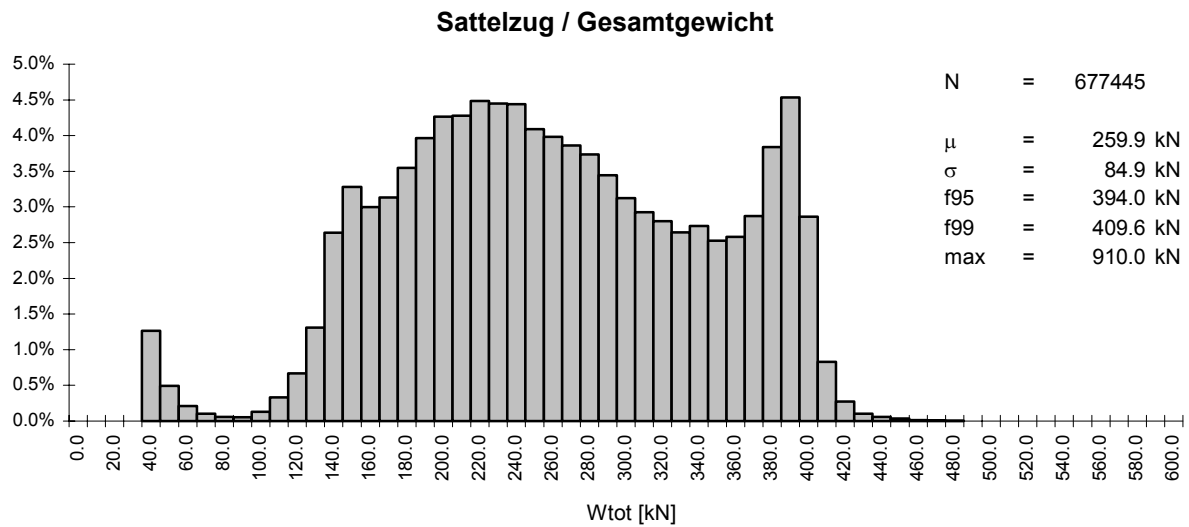
Ceneri 2003

Lastenzug / alle Einzelachsen

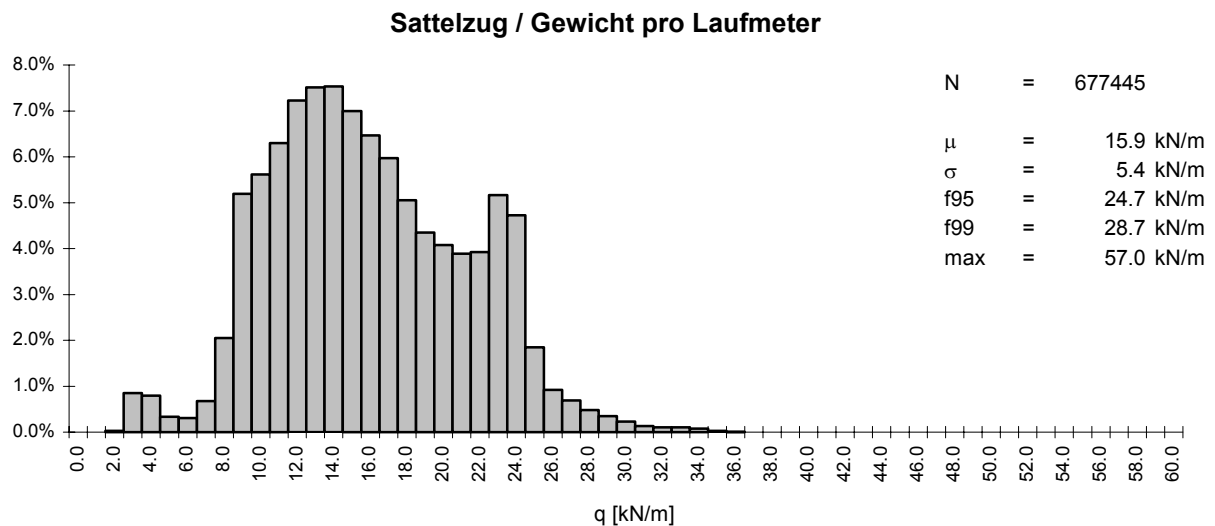


7.3.7 Sattelzüge (SZ)

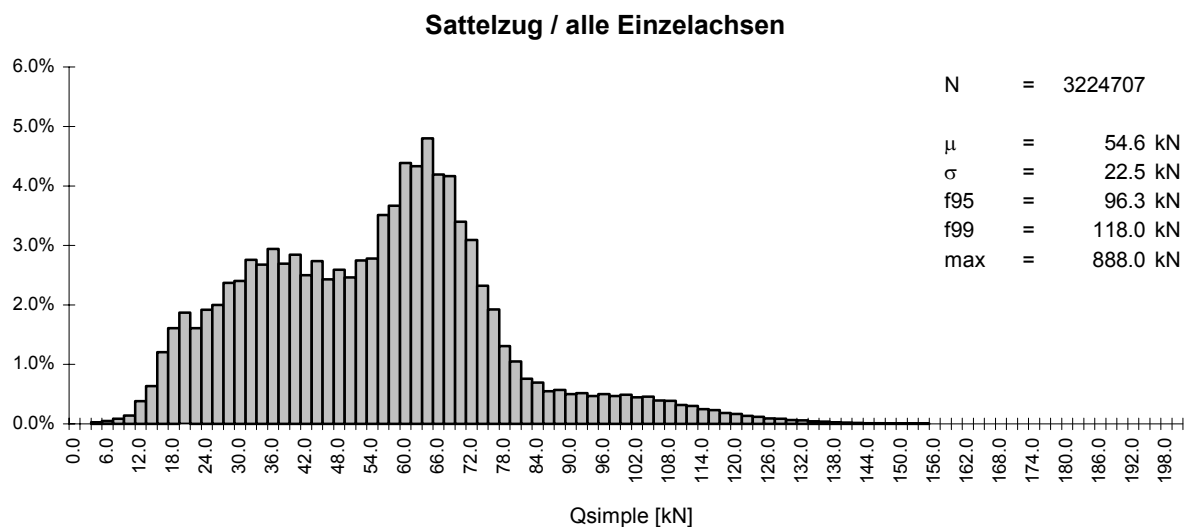
Ceneri 2003



Ceneri 2003



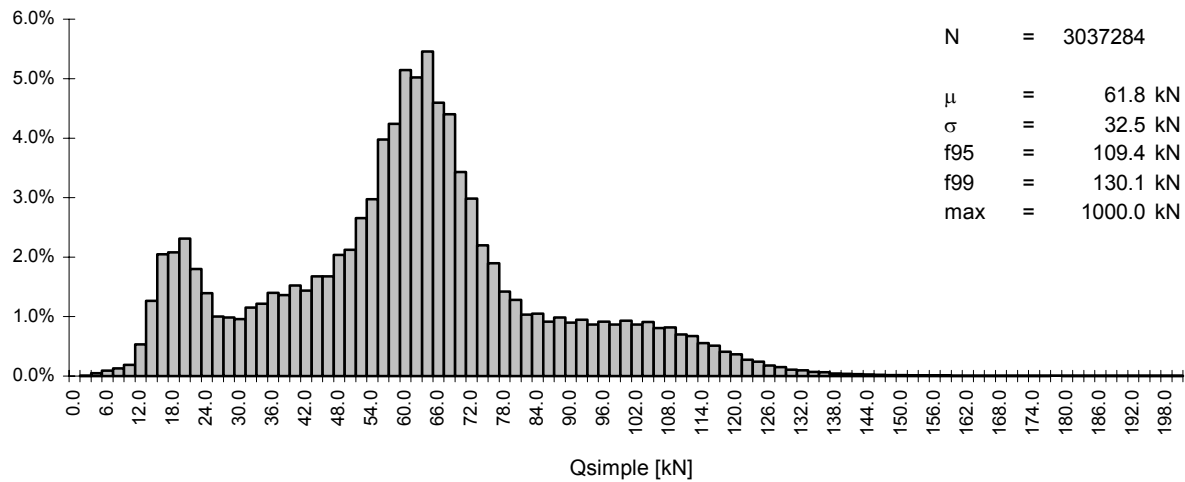
Ceneri 2003



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

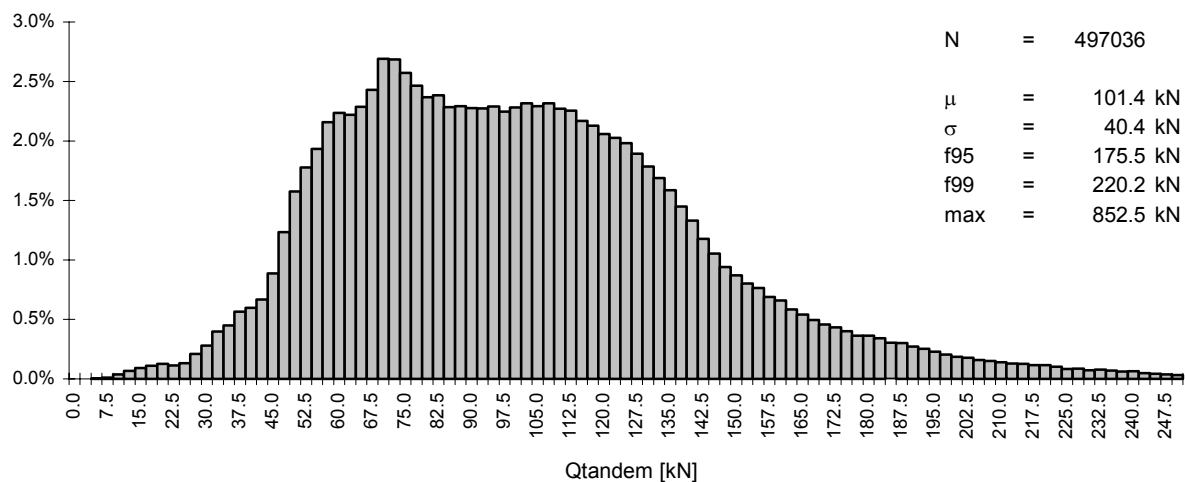
Ceneri 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



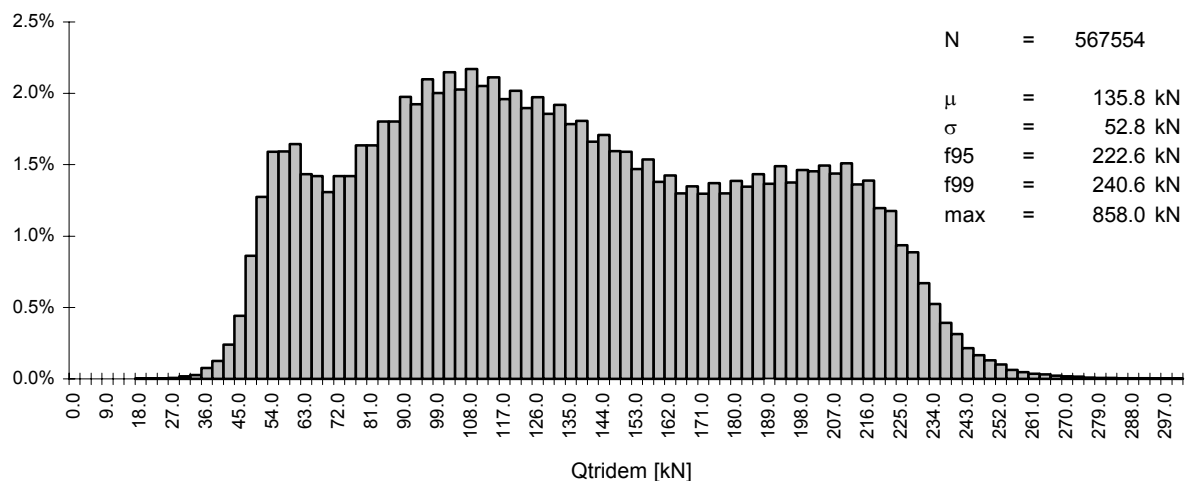
Ceneri 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



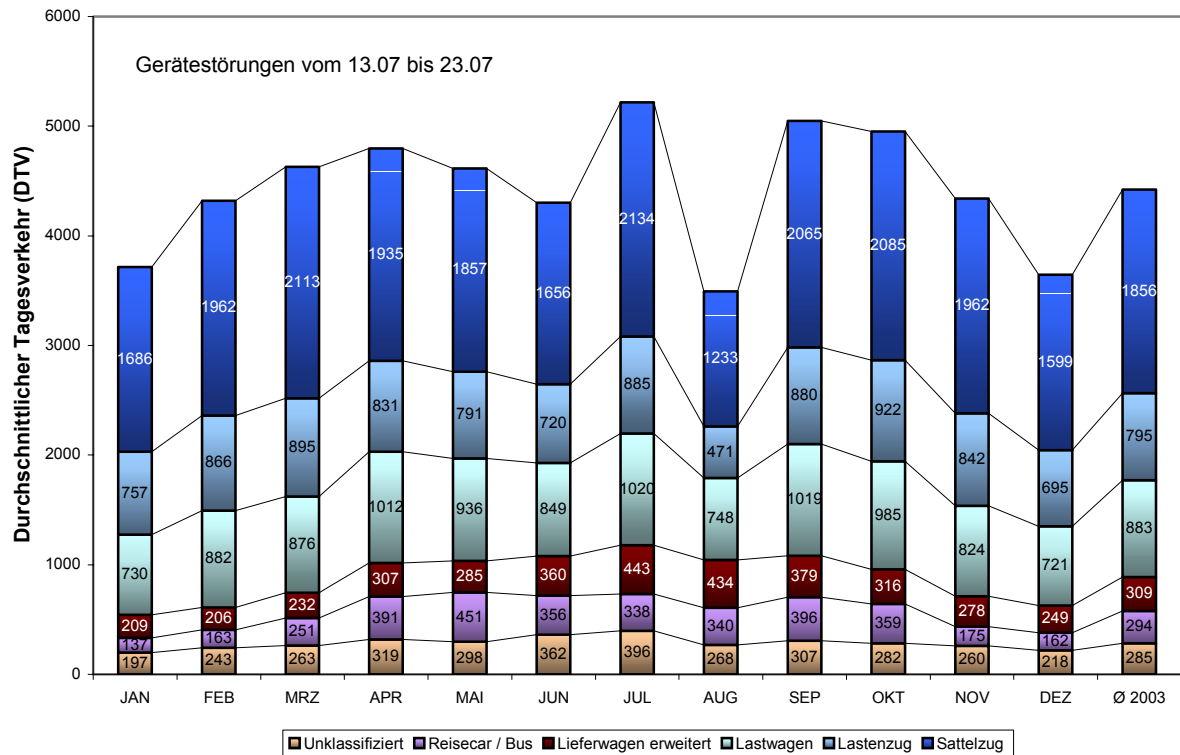
Ceneri 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

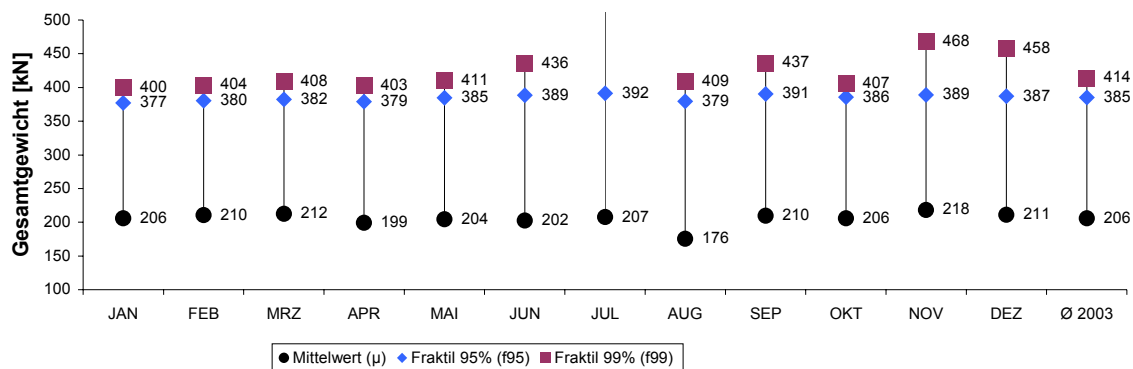


7.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

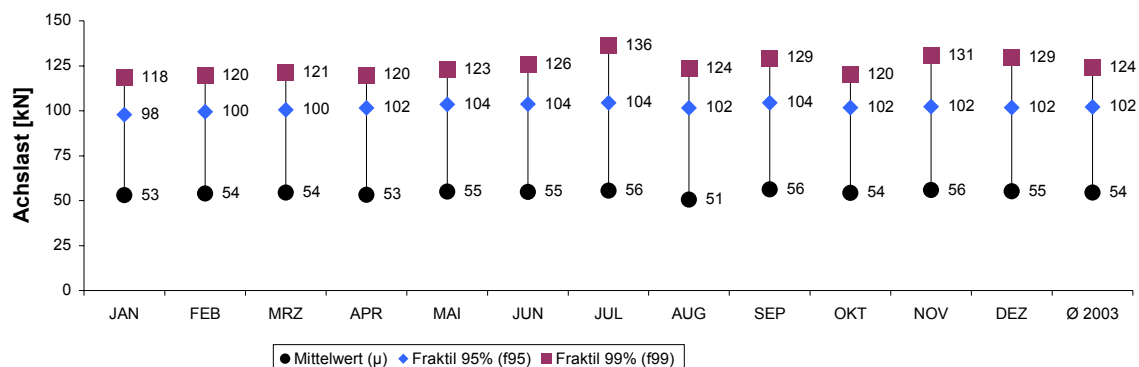
7.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



7.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



7.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten 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 konstruktive Bemessung von Tragwerken 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	61.8	61.8	109.4	130.8
Tandemachse	101.4	50.7	87.8	110.1
Tridemachse	135.8	45.3	74.2	80.2
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 rühren von den Einzelachsen her (höchste Fraktilewerte) mit einer mittleren Achslast von 61.8 kN. Die Doppel- und Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 50.7 kN, respektive 45.3 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 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	14.7 kN/m	24.8 kN/m	42.3 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	4.20 kN/m ²	7.09 kN/m ²	12.1 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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 [t]	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	13'984	7	0.000	245	0	0.000	0	0
2	0.006	250'048	1'500	0.001	1'965	1	0.000	10	0
3	0.020	186'200	3'724	0.003	3'652	11	0.001	160	0
4	0.070	201'928	14'135	0.008	9'992	80	0.002	1'307	3
5	0.150	271'743	40'761	0.020	21'690	434	0.005	8'755	44
6	0.290	576'842	167'284	0.030	40'291	1'209	0.010	34'627	346
7	0.530	695'731	368'737	0.060	47'872	2'872	0.020	23'622	472
8	1.000	297'057	297'057	0.100	50'155	5'016	0.030	25'407	762
9	1.520	147'992	224'948	0.140	45'918	6'429	0.040	40'954	1'638
10	2.400	137'350	329'640	0.200	45'197	9'039	0.060	34'207	2'052
11	3.660	124'317	455'000	0.280	45'722	12'802	0.080	36'022	2'882
12	5.400	76'140	411'156	0.400	42'802	17'121	0.110	46'223	5'085
13	7.760	29'036	225'319	0.540	38'188	20'622	0.140	32'513	4'552
14	10.870	9'522	103'504	0.730	30'089	21'965	0.190	31'278	5'943
15	14.910	3'214	47'921	0.960	20'110	19'306	0.240	37'211	8'931
16	20.060	1'338	26'840	1.260	14'468	18'230	0.300	24'896	7'469
17	26.540	814	21'604	1.630	10'310	16'805	0.380	23'120	8'786
18	34.590	663	22'933	2.080	7'745	16'110	0.480	30'393	14'589
19	-	-	-	2.640	6'056	15'988	0.590	23'532	13'884
20	-	-	-	3.300	4'333	14'299	0.720	24'562	17'685
21	-	-	-	4.090	3'108	12'712	0.880	33'470	29'454
22	-	-	-	5.030	2'411	12'127	1.060	22'405	23'749
23	-	-	-	-	-	-	1.270	17'018	21'613
24	-	-	-	-	-	-	1.520	10'779	16'384
25	-	-	-	-	-	-	1.810	2'905	5'258
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'193	2'553
27	-	-	-	-	-	-	2.510	600	1'506
28	-	-	-	-	-	-	2.940	167	491
29	-	-	-	-	-	-	3.430	89	305
30	-	-	-	-	-	-	3.980	53	211
Summe		3'023'919	2'762'072		492'319	223'176		567'478	196'645

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 2'762'072 + 223'176 + 196'645 = 3'181'893 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 3'181'893 = 1'431'852 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 365 = 1'431'852 / 365 = 3'923 \text{ ESAL}$$

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

7.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr der Station Ceneri (A2) unterliegt einer relativ starken saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 7.4.1). In den Wintermonaten (November bis Februar) sowie im Ferienmonat August ist ein deutlicher Rückgang des Schwerverkehrs feststellbar.

Die Zusammensetzung des Schwerverkehrs bleibt relativ konstant. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Fahrzeugkategorie „Sattelzüge“ mit einem mittleren Anteil am Schwerverkehr von 42.0%.

Die Schwankungen des Gesamtgewichtes und der mittleren Achslasten aller schweren Lastfahrzeuge (siehe Diagramme 7.4.2 und 7.4.3) in der zweiten Jahreshälfte sind überdurchschnittlich hoch. Diese Unregelmässigkeiten sind möglicherweise auf Gerätestörungen am Zählerstandort zurückzuführen.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Für eine Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Messdaten über mehrere Jahre ausgewertet werden.

8 OBERBÜREN (A1)

8.1 VORHANDENE MESSDATEN

Die Vorhandenen WIM-Messdaten des Jahres 2003 (Schwerverkehr beide Richtungen) für den Zählerstandort Oberbüren (A1) sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

WIM - Anlage	Fahrstreifen	Messtage	Messunterbrüche	Bemerkungen
410 - Oberbüren (A1)	2x2	364	17.10	- die Tagesdaten vom 22.07, 12.08, 11.11 und 12.11 sind nicht vollständig - Gerätestörungen auf Fahrstreifen 1 vom 01.10 bis 31.10

8.2 ÜBERSICHT MESSRESULTATE

8.2.1 Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV)

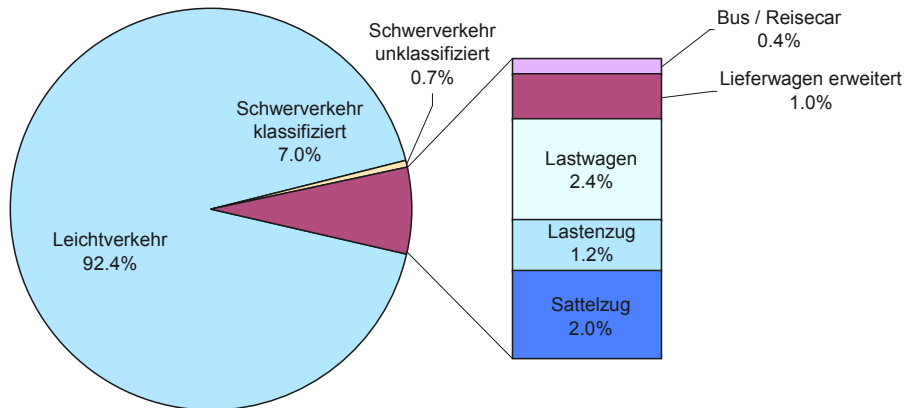
Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) der Station Oberbüren (A1) im Verlaufe des Jahres 2003 ist in der Tabelle 9 zusammengefasst. Die Zusammensetzung des Verkehrs wird in den Diagrammen des Abschnitts 8.2.2 veranschaulicht.

Oberbüren (A1) 2003	Gesamtverkehr (N)	Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, 364)	Anteil am Gesamtverkehr [%]	Anteil am Schwerverkehr [%]
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs				
Gesamtverkehr	17'236'492	47'353	100.0	
Leichtverkehr (< 3.5t)	15'922'881	43'744	92.4	
Schwerverkehr (≥ 3.5t)	1'313'611	3'609	7.6	100
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie				
00 Unklassifiziert	114'185	314	0.7	8.7
01 Bus / Reiseкар	66'435	183	0.4	5.1
02 Motorrad	95	0	0.0	0.0
03 Personenwagen	13'726	38	0.1	1.0
04 Personenwagen mit Anh.	6'962	19	0.0	0.5
05 Lieferwagen	124'338	342	0.7	9.5
06 Lieferwagen mit Anhänger	26'684	73	0.2	2.0
07 Lieferwagen mit Auflieger	7'489	21	0.0	0.6
08 Lastwagen	405'260	1'113	2.4	30.9
09 Lastenzug	200'763	552	1.2	15.3
10 Sattelzug	347'674	955	2.0	26.5
Total	1'313'611	3'609	7.6	100.0
Aufteilung Schwerverkehr nach Gesamtgewicht				
Fahrzeuge 3.5 - 8.0t	371'826	1'022	2.2	28.3
Fahrzeuge 8.0 - 18t	504'957	1'387	2.9	38.4
Fahrzeuge 18 - 28t	285'628	785	1.7	21.7
Fahrzeuge 28 - 40t	134'508	370	0.8	10.2
Fahrzeuge >40t	16'692	46	0.1	1.3
Total	1'313'611	3'609	7.6	100.0

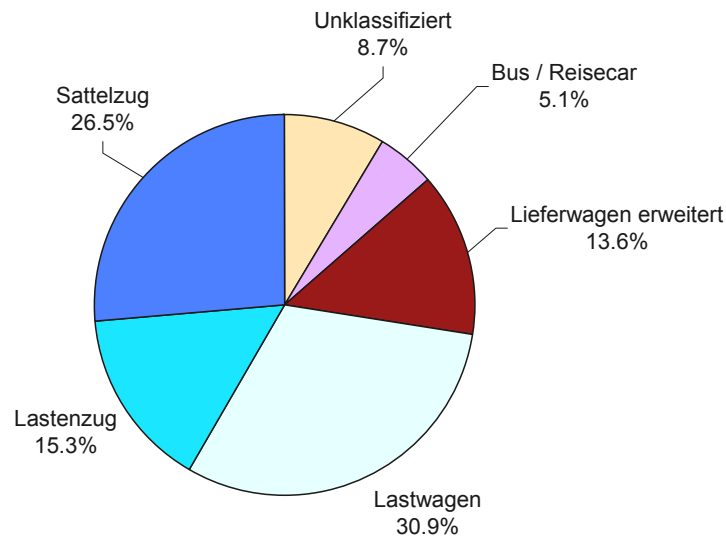
Tabelle 9: Durchschnittlicher Tagesverkehr der Zählstelle Oberbüren

8.2.2 Mittlere Zusammensetzung des Verkehrs

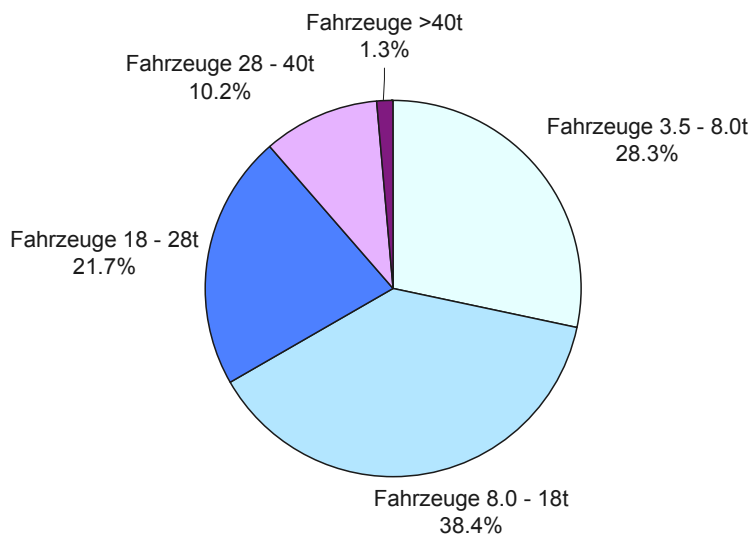
Zusammensetzung des Gesamtverkehrs



Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen



8.3 MESSDIAGRAMME

8.3.1 Einleitung

Die Messdiagramme der Station Oberbüren (A1) 2003 sind folgendermassen strukturiert:

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

Einige Präzisierungen zu den Diagrammen:

- Für jede Fahrzeugkategorie werden 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 aufgrund des Gesamtgewichtes (GW-TOT) und der totalen Länge (LENGTH) der Fahrzeuge ermittelt: ($q = \text{GW-TOT} / \text{LENGTH}$).

Die Achslasten der Diagramme des Abschnitts 8.3.8 werden anhand der gemessenen Gesamtlasten der Achsentypen bestimmt (siehe Abschnitt 1.5).

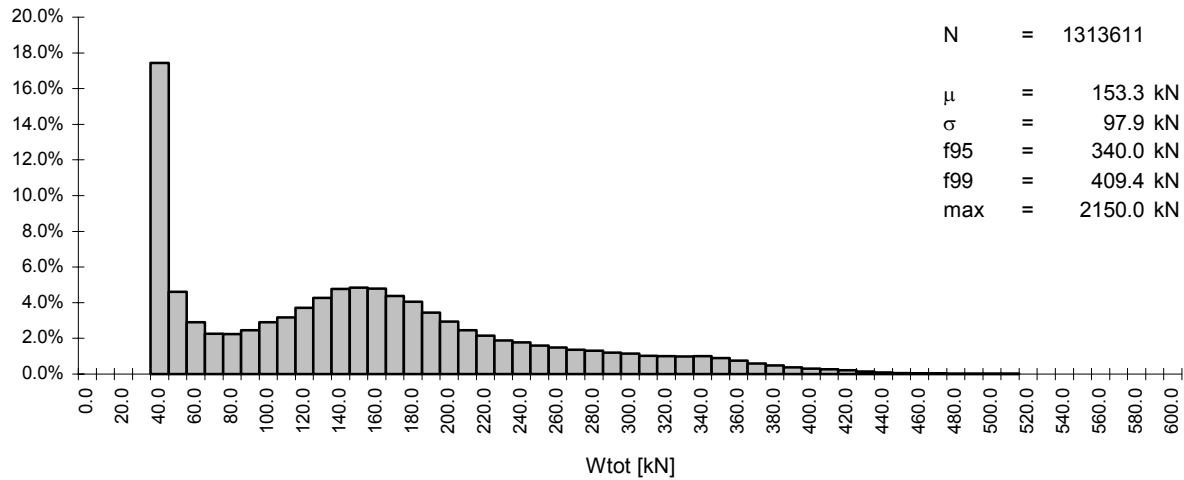
Kommentar zu den Legenden der Diagramme:

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

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

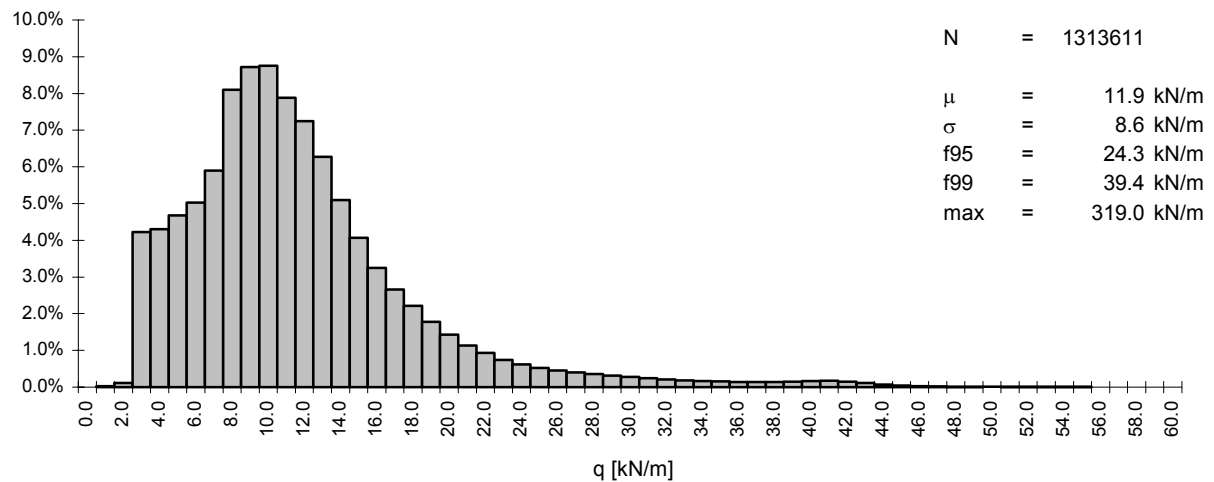
Oberbüren 2003

Alle Fahrzeuge / Gesamtgewicht



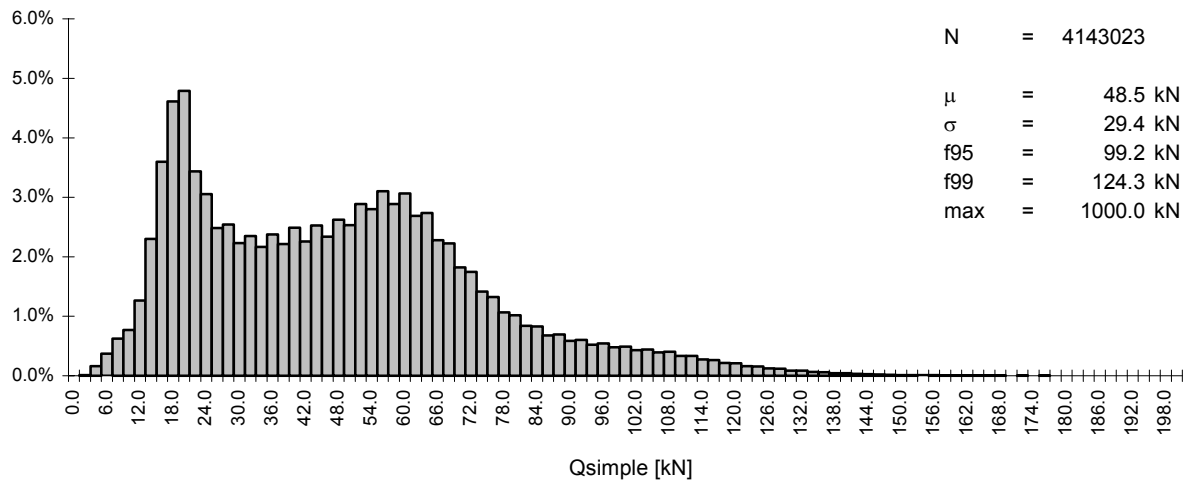
Oberbüren 2003

Alle Fahrzeuge / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

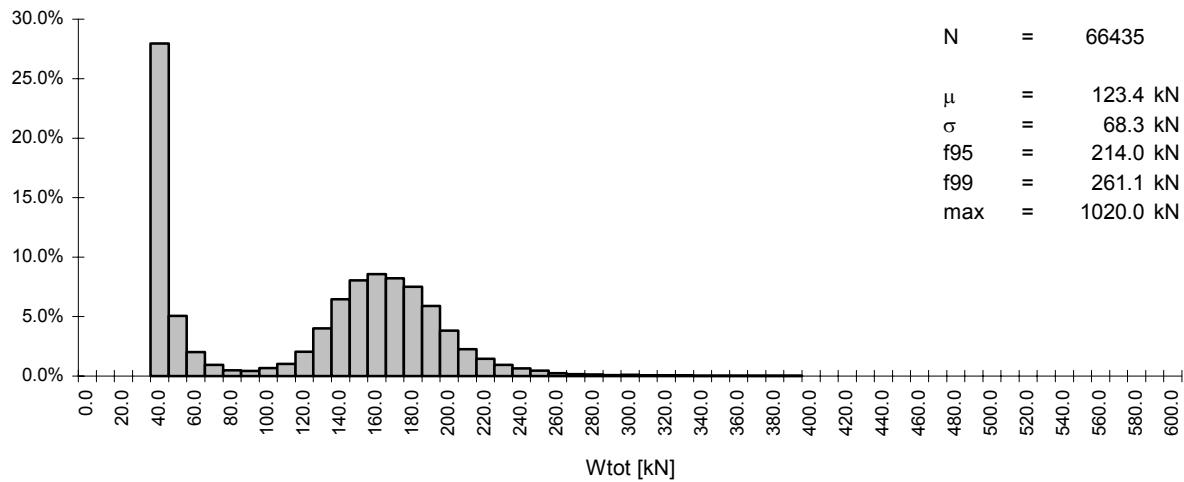
Alle Achsen (Fahrzeuge mit 1 bis 8 Achsen)



8.3.3 Reisecars und Busse (CB)

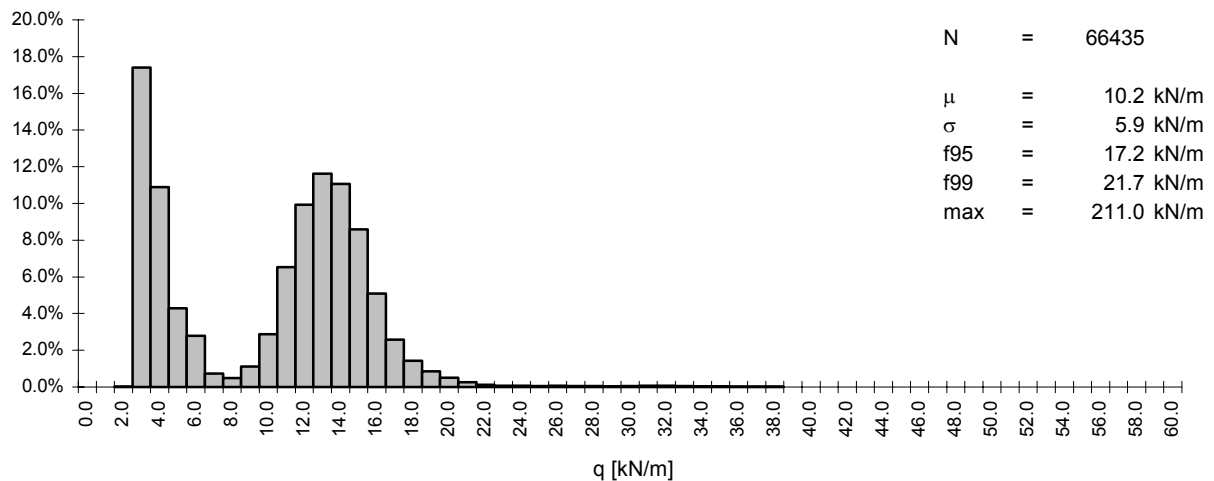
Oberbüren 2003

Car / Bus / Gesamtgewicht



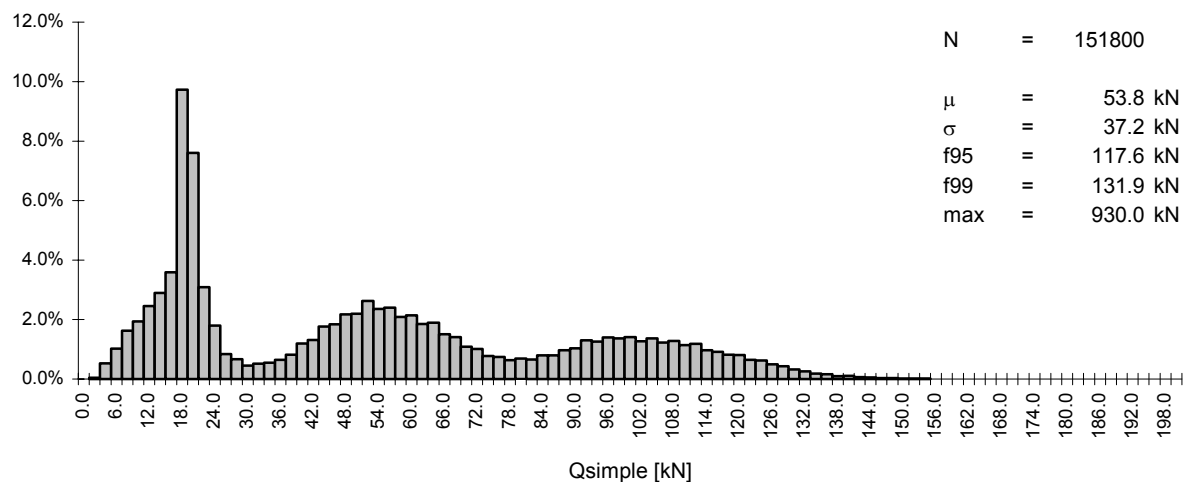
Oberbüren 2003

Car / Bus / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

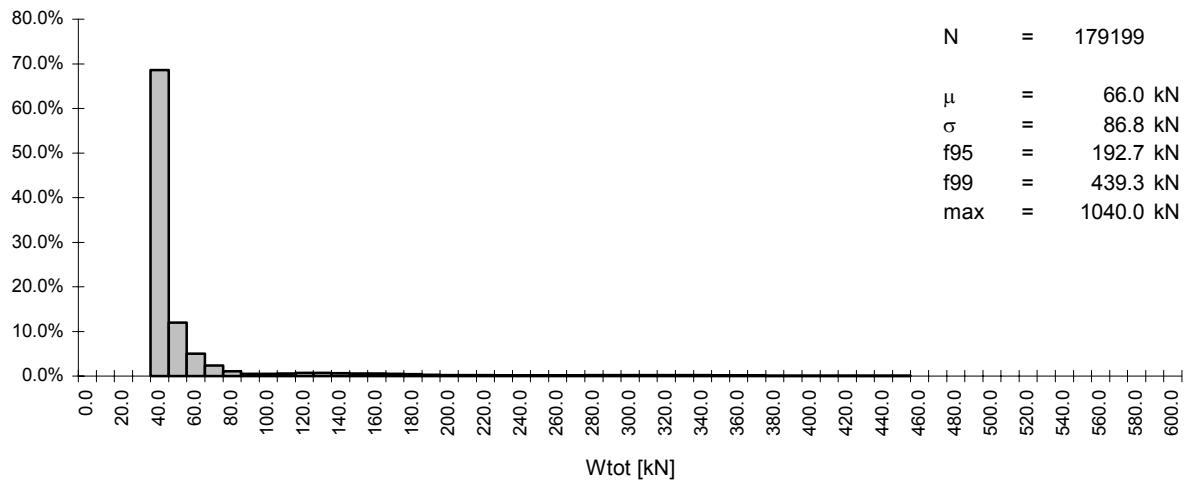
Car / Bus / alle Einzelachsen



8.3.4 Lieferwagen erweitert (LIE)

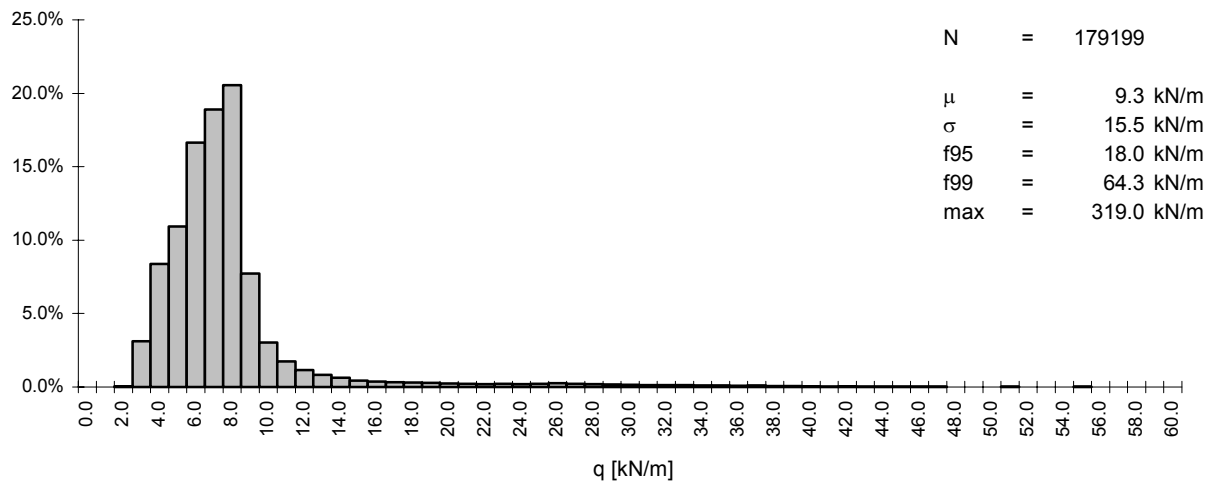
Oberbüren 2003

Lieferwagen erweitert / Gesamtgewicht



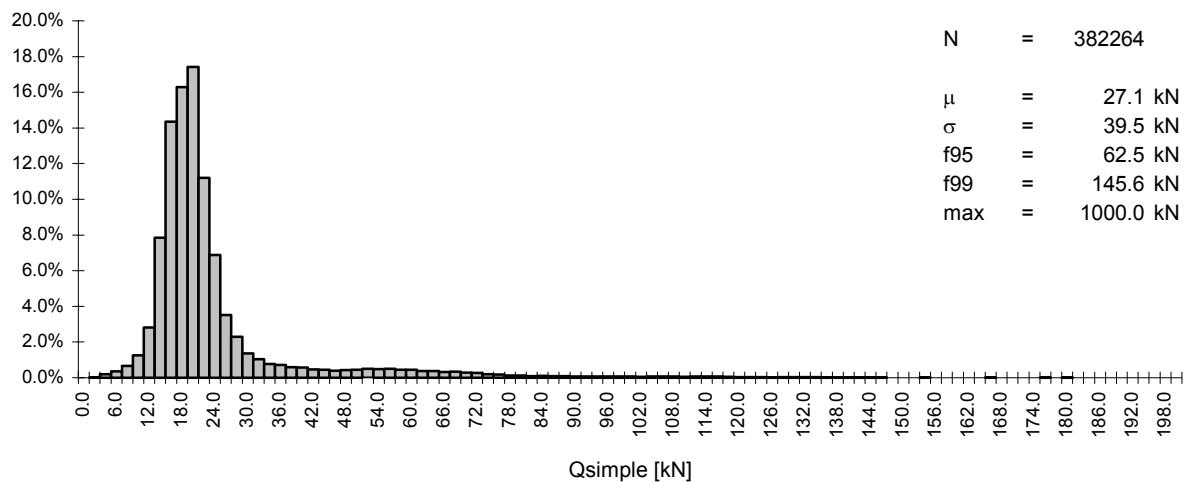
Oberbüren 2003

Lieferwagen erweitert / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

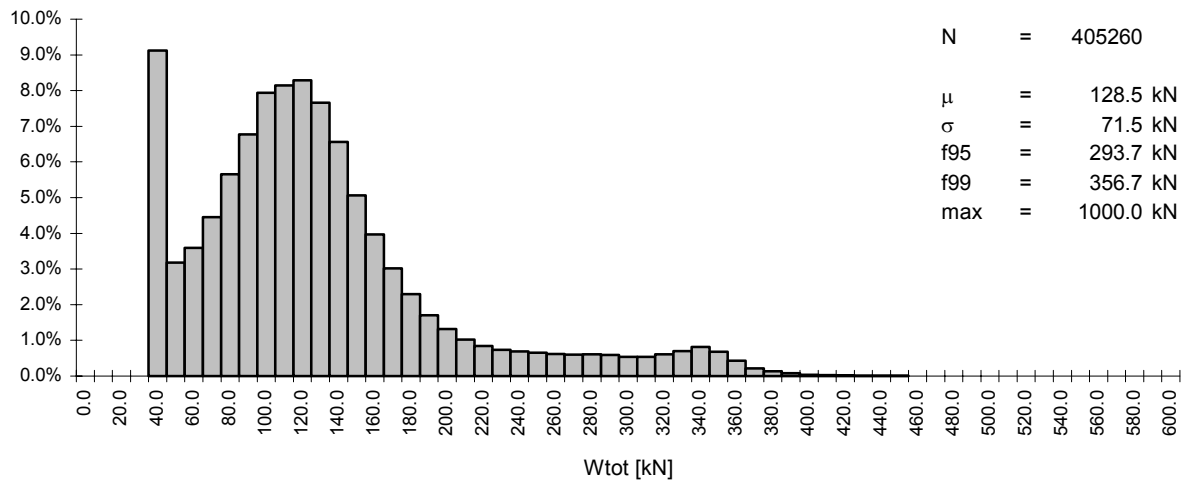
Lieferwagen erweitert / alle Einzelachsen



8.3.5 Lastwagen (LW)

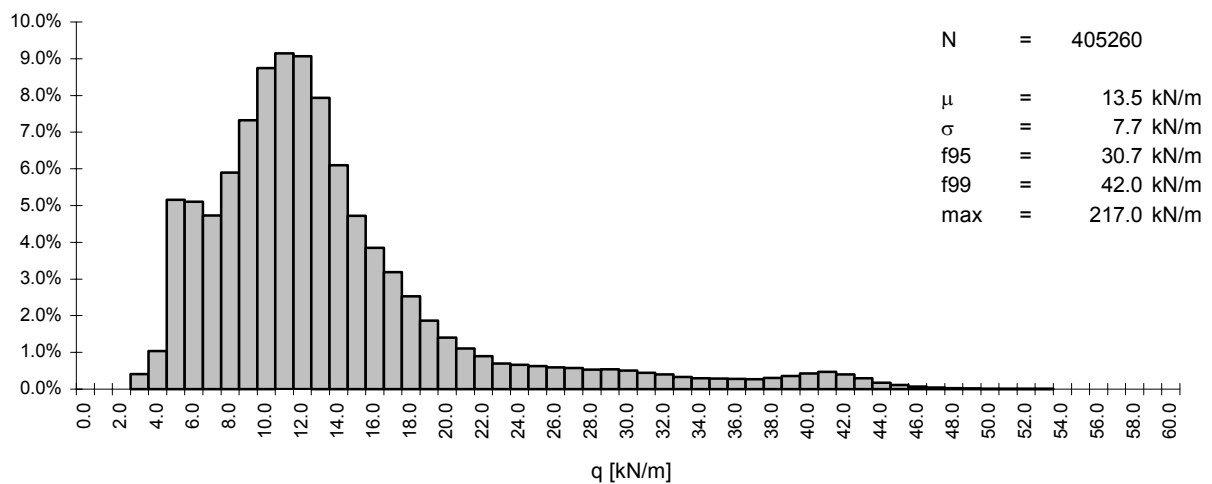
Oberbüren 2003

Lastwagen / Gesamtgewicht



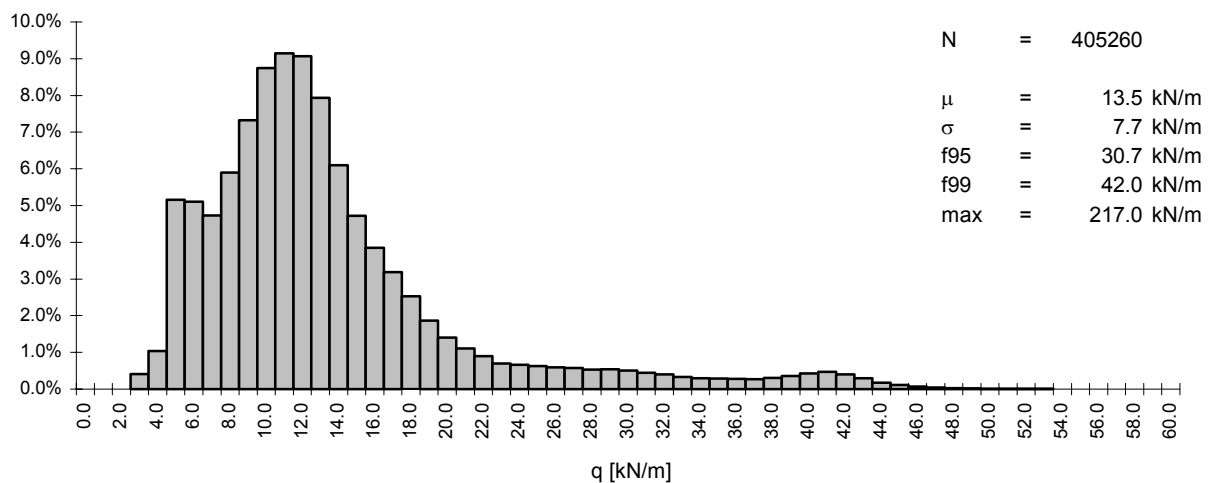
Oberbüren 2003

Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

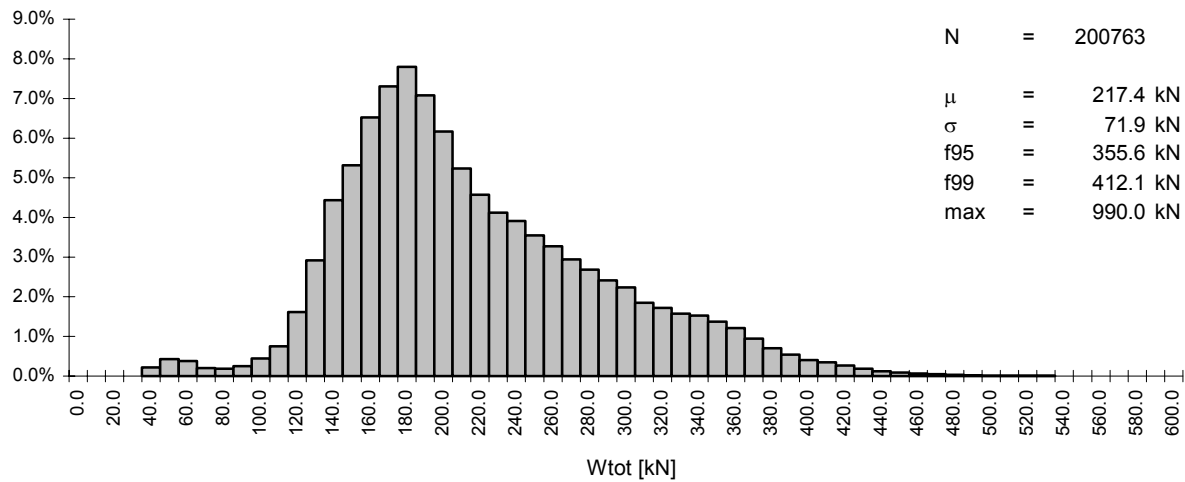
Lastwagen / Gewicht pro Laufmeter



8.3.6 Lastenzüge (LZ)

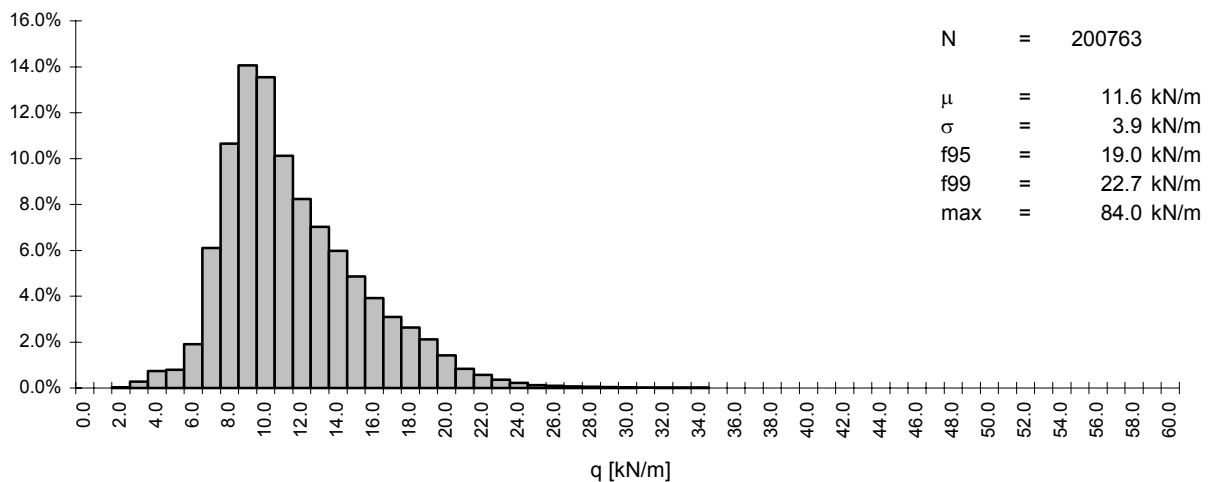
Oberbüren 2003

Lastenzug / Gesamtgewicht



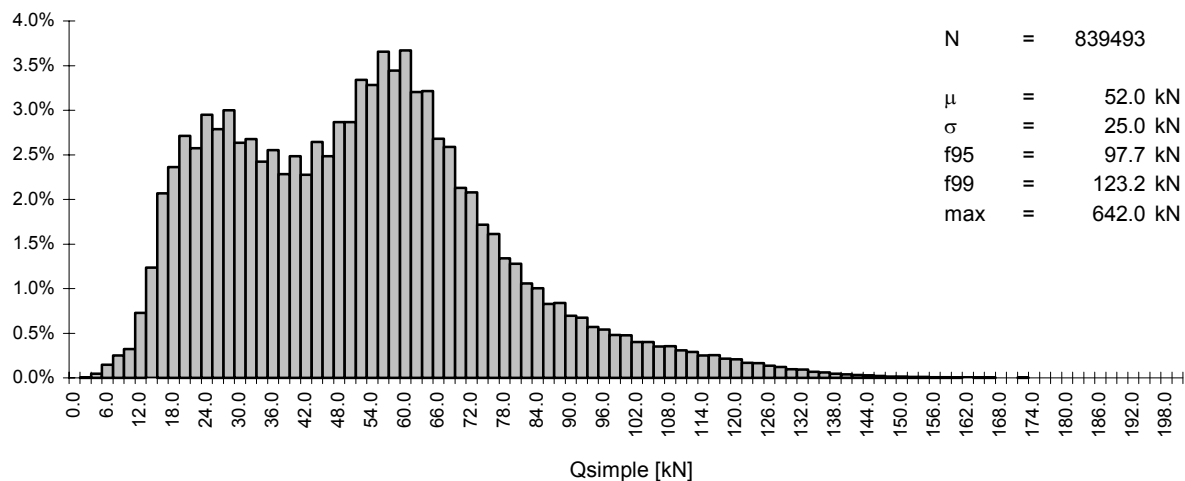
Oberbüren 2003

Lastenzug / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

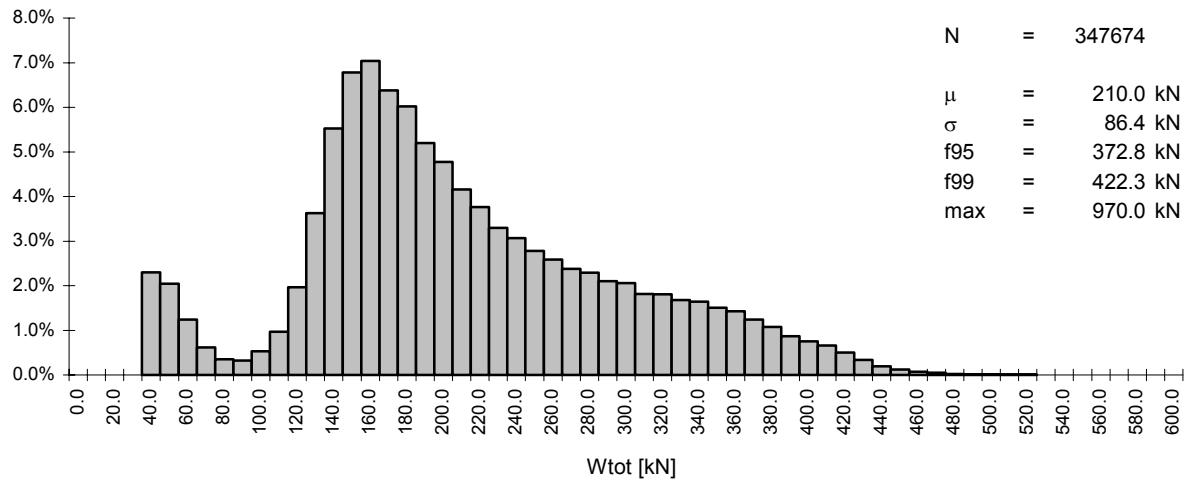
Lastenzug / alle Einzelachsen



8.3.7 Sattelzüge (SZ)

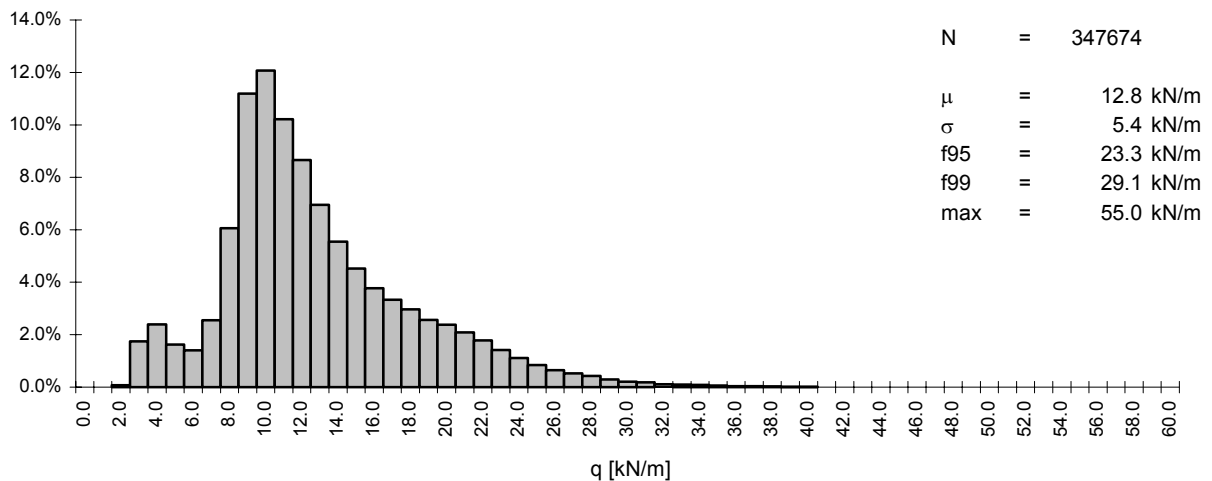
Oberbüren 2003

Sattelzug / Gesamtgewicht



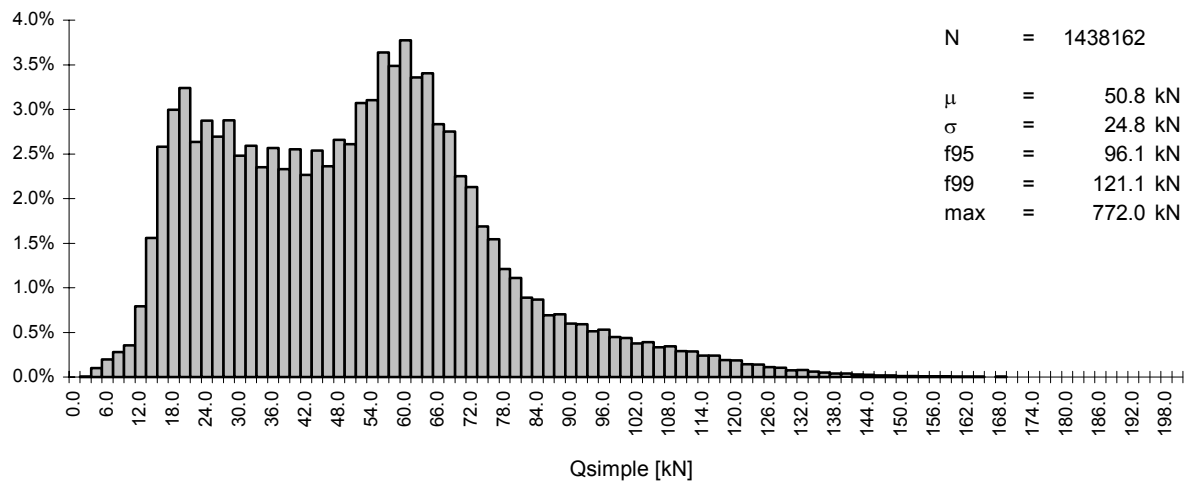
Oberbüren 2003

Sattelzug / Gewicht pro Laufmeter



Oberbüren 2003

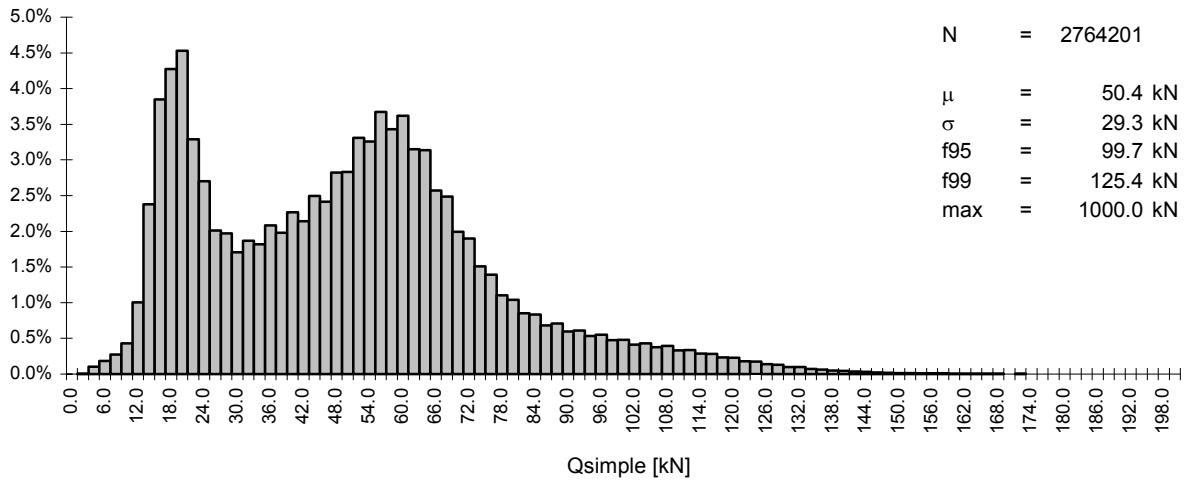
Sattelzug / alle Einzelachsen



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

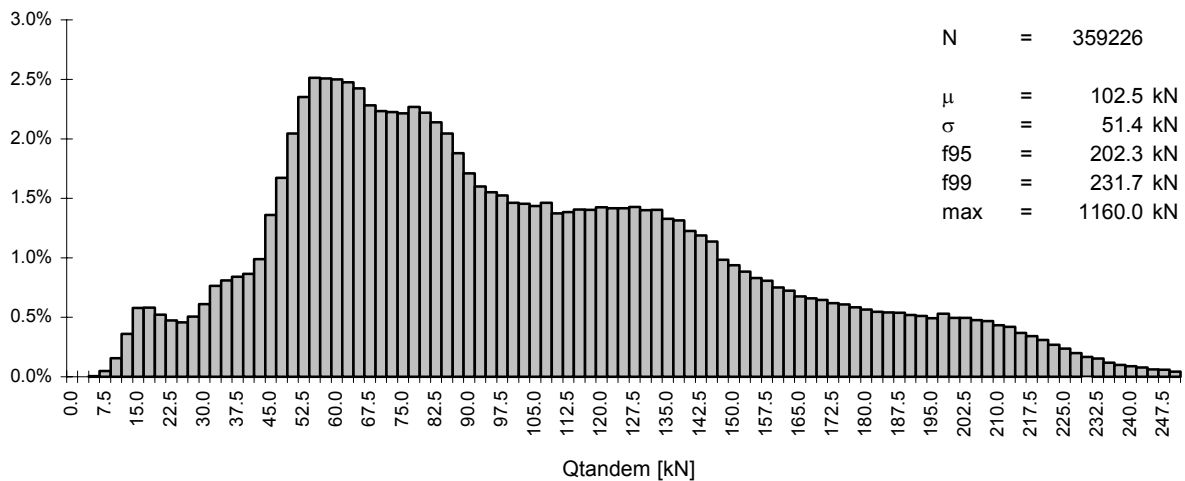
Oberbüren 2003

Alle Einzelachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



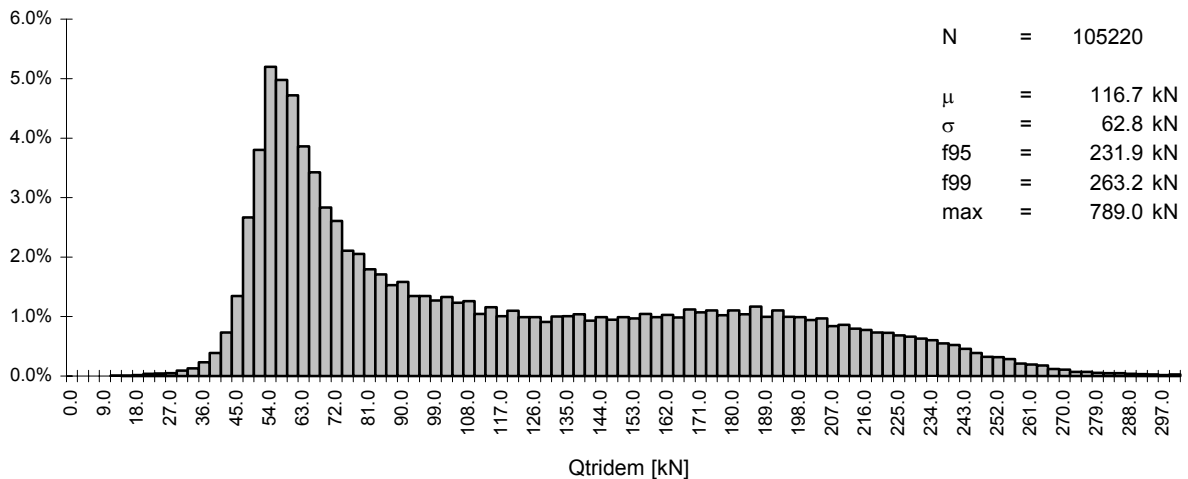
Oberbüren 2003

Alle Tandemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)



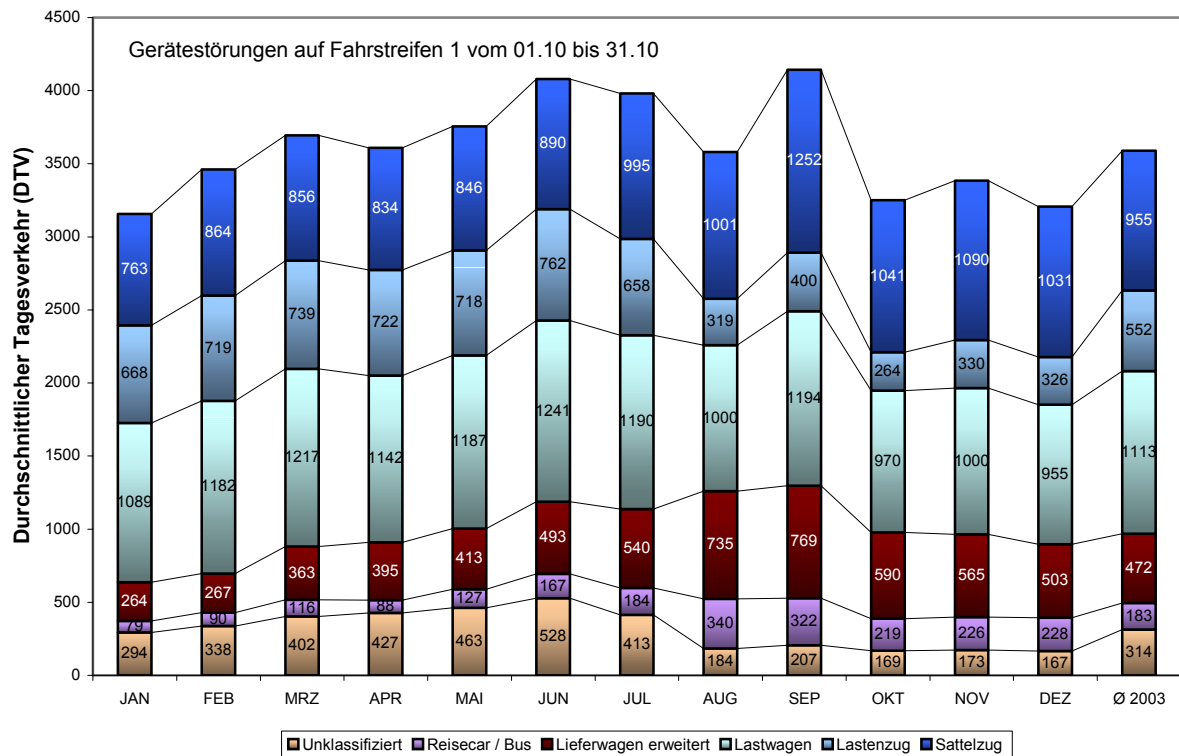
Oberbüren 2003

Alle Tridemachsen (klassifizierte Fahrzeuge)

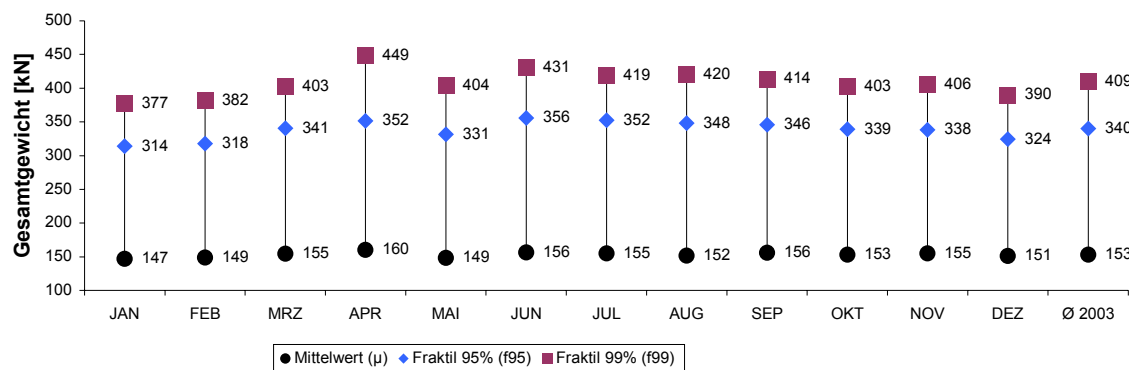


8.4 JÄHRLICHE ENTWICKLUNG DES SCHWERVERKEHRS

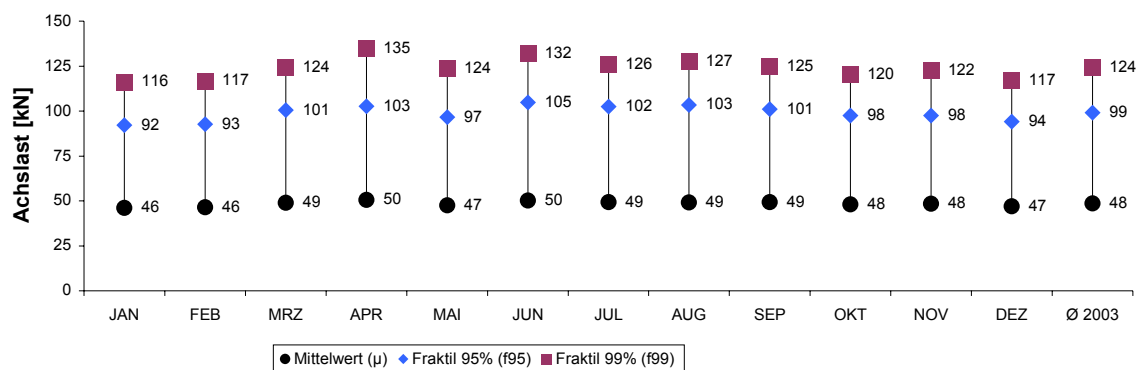
8.4.1 Entwicklung des Schwerververkehrs



8.4.2 Entwicklung des Gesamtgewichtes aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



8.4.3 Entwicklung der mittleren Achslasten aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



8.5 AUSWERTUNG DER MESSDATEN

8.5.1 Vergleich der gemessenen Lasten mit der Norm SIA 261

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

a) Konzentrierte Lasten

Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 8.3.8 dargestellt. Zum besseren Vergleich mit den Normlasten werden die charakteristischen Werte des Lastmodells 1 mit dem Faktor 1.8 reduziert (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	50.4	50.4	99.7	125.4
Tandemachse	102.5	51.3	101.2	115.9
Tridemachse	116.7	38.9	77.3	87.7
SIA 261 Q_{k1}	$\alpha_{Q1} \times Q_{k1} / \Phi = 0.9 \times 300 / 1.8 = 150$			
SIA 261 Q_{k2}	$\alpha_{Q2} \times Q_{k2} / \Phi = 0.9 \times 200 / 1.8 = 111$			

Die lokal aggressivsten Lasten rühren von den Einzel- und Tandemachsen her mit einer mittleren Achslast von 50.4 kN, respektive 51.3 kN. Die Tridemachsen weisen eine mittlere Last pro Einzelachse von 38.9 kN auf.

Für den Vergleich mit den Normlasten sind die Fraktilewerte der Einzel- und Tandemachslasten massgebend. Über 95% der gemessenen Achslasten liegen unter dem Wert von $Q_{k2} = 111$ kN und mehr als 99% unter dem Wert von $Q_{k1} = 150$ kN.

b) Gleichmässig verteilte Lasten

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

Verteilte Last	Mittelwert μ	Fraktile 95 %	Fraktile 99%
Gewicht pro Laufmeter	11.9 kN/m	24.3 kN/m	39.4 kN/m
Auf 3.5 m verteilt	3.40 kN/m ²	6.94 kN/m ²	11.3 kN/m ²
SIA 261: $\alpha_{q1} \times q_{k1}$	$0.9 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 8.1 \text{ kN/m}^2$		

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

8.5.2 Einwirkungen auf den Strassenbelag

Die Einwirkungen auf den Strassenbelag werden anhand der äquivalenten Verkehrslast gemäss untenstehender Tabelle bestimmt. Die gemessenen Achslasten der verschiedenen Achsentypen sind in den Diagrammen des Abschnitts 8.3.8 dargestellt.

Achslast	Einzelachse			Tandemachse			Tridemachse		
[t]	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni	ki	ni	ki x ni
1	0.001	27'502	14	0.000	755	0	0.000	56	0
2	0.006	443'121	2'659	0.001	7'328	5	0.000	1'153	0
3	0.020	322'824	6'456	0.003	7'352	22	0.001	2'136	2
4	0.070	276'964	19'387	0.008	11'782	94	0.002	1'979	4
5	0.150	351'297	52'695	0.020	21'799	436	0.005	2'648	13
6	0.290	477'996	138'619	0.030	35'466	1'064	0.010	6'385	64
7	0.530	368'701	195'412	0.060	33'828	2'030	0.020	7'759	155
8	1.000	191'893	191'893	0.100	32'071	3'207	0.030	7'786	234
9	1.520	101'300	153'976	0.140	27'922	3'909	0.040	9'425	377
10	2.400	73'283	175'879	0.200	22'041	4'408	0.060	6'973	418
11	3.660	53'719	196'612	0.280	20'574	5'761	0.080	5'927	474
12	5.400	37'645	203'283	0.400	20'171	8'068	0.110	6'456	710
13	7.760	19'960	154'890	0.540	20'340	10'984	0.140	4'580	641
14	10.870	9'046	98'330	0.730	18'928	13'817	0.190	4'380	832
15	14.910	3'271	48'771	0.960	15'247	14'637	0.240	5'955	1'429
16	20.060	1'161	23'290	1.260	11'745	14'799	0.300	4'452	1'335
17	26.540	471	12'500	1.630	9'698	15'808	0.380	4'068	1'546
18	34.590	294	10'169	2.080	8'525	17'732	0.480	4'466	2'144
19	-	-	-	2.640	7'694	20'312	0.590	2'651	1'564
20	-	-	-	3.300	7'275	24'008	0.720	2'257	1'625
21	-	-	-	4.090	6'716	27'468	0.880	2'659	2'340
22	-	-	-	5.030	5'159	25'950	1.060	1'785	1'892
23	-	-	-	-	-	-	1.270	1'678	2'131
24	-	-	-	-	-	-	1.520	2'131	3'239
25	-	-	-	-	-	-	1.810	1'513	2'738
26	-	-	-	-	-	-	2.140	1'282	2'744
27	-	-	-	-	-	-	2.510	1'215	3'050
28	-	-	-	-	-	-	2.940	546	1'604
29	-	-	-	-	-	-	3.430	323	1'107
30	-	-	-	-	-	-	3.980	256	1'019
Summe		2'760'448	1'684'834		352'416	214'519		104'882	35'435

Bestimmung der Verkehrslastklasse:

$$W = \sum n_i \times k_i = 1'684'834 + 214'519 + 35'435 = 1'934'788 \text{ ESAL}$$

$$W_1 = 0.45 \times W = 0.45 \times 1'934'788 = 870'655 \text{ ESAL}$$

$$TF = W_1 / 364 = 870'655 / 364 = 2'392 \text{ ESAL}$$

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

8.5.3 Entwicklung des Schwerverkehrs

Monatliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Der Schwerverkehr der Station Oberbüren (A1) unterliegt einer relativ schwachen saisonalen Schwankung (siehe Diagramm 8.4.1). In den Monaten Oktober bis Januar ist ein moderater 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 30.9% (siehe Abschnitt 8.2.2).

Das Gesamtgewicht und die mittleren Achslasten aller Fahrzeuge (siehe Diagramme 8.4.2 und 8.4.3) bleiben relativ konstant.

Jährliche Entwicklung des Schwerverkehrs

Für eine Einschätzung der jährlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Messdaten über mehrere Jahre ausgewertet werden.

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 zur Anzahl schwerer Lastfahrzeuge pro Tag am Zählerstandort.

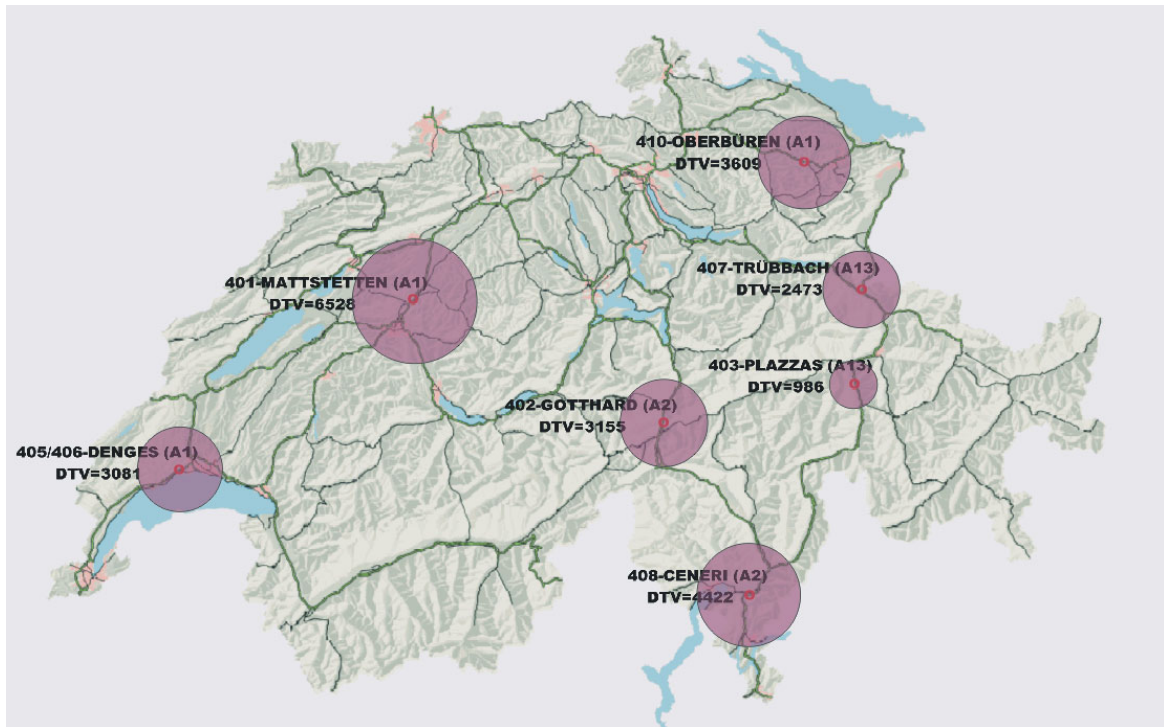


Abbildung 4: WIM-Anlagen: Durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV, Schwerverkehr) 2003

Tagesverkehr DTV	Mattstetten	Gotthard	Plazzas	Denges	Trübbach	Ceneri	Oberbüren
Gesamtverkehr	71'552	16'420	14'863	77'506	30'267	36'747	47'353
Schwerverkehr	6'528	3'155	986	3'081	2'473	4'422	3'609
% Schwerverkehr	9.1	19.2	6.6	4.0	8.2	12.0	7.6

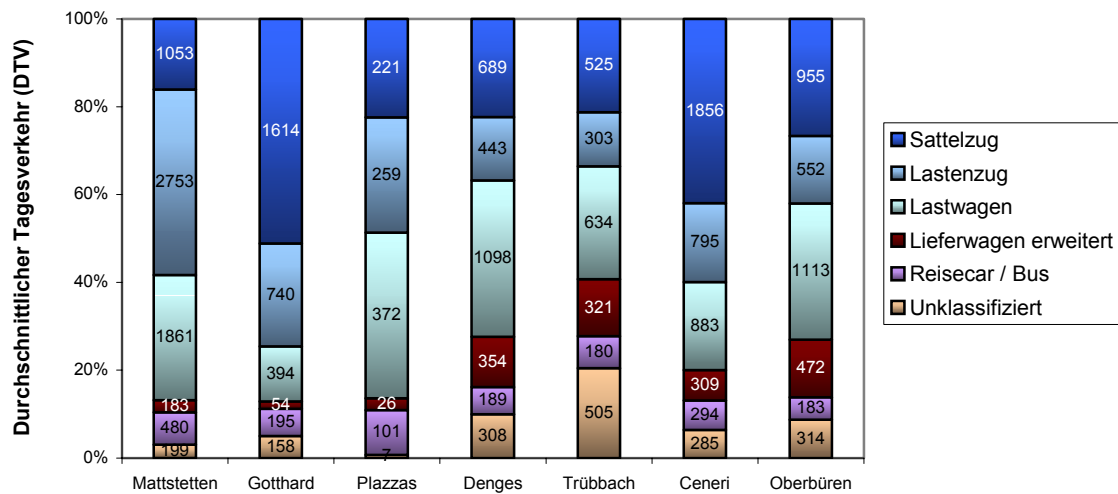
Am Zählerstandort Mattstetten (A1) ist das Schwerverkehrsaufkommen am grössten mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr von 6'528 Fahrzeugen. Am geringsten ist das Schwerverkehrsaufkommen im Plazzastunnel (A13) mit 986 Fahrzeugen pro Tag.

Den höchsten Schwerverkehrsanteil im Vergleich zum Gesamtverkehr wird auf der A2, an den Standorten Gotthardtunnel (19.2%) und Ceneri (12.0%), gemessen. Auf der A1, am Zählerstandort Denges (4.0%), ist der Schwerverkehrsanteil am geringsten.

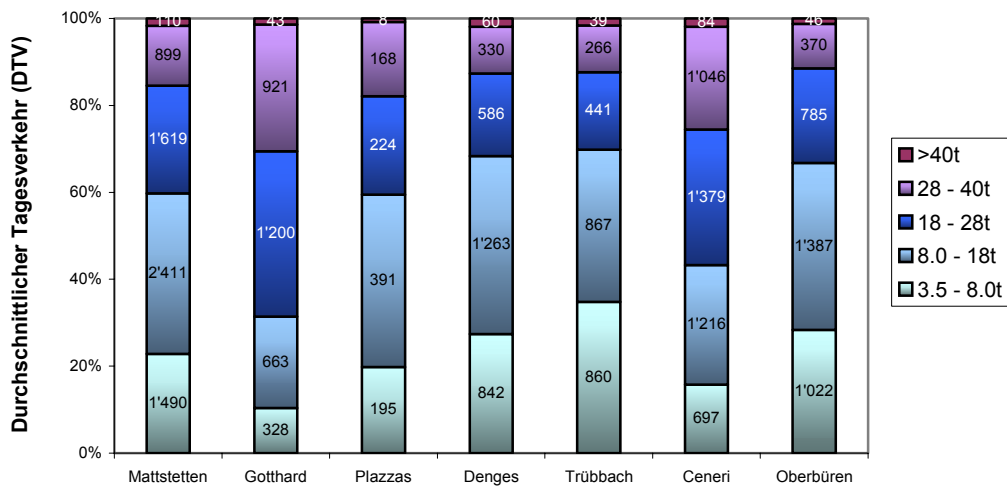
Die mittlere Zusammensetzung des Schwerverkehrs aufgeteilt nach Fahrzeugkategorie und nach Gewichtsklassen sowie die gemessenen Achslasten der sieben Zählerstandorte sind in den Diagrammen des Abschnitts 9.2 dargestellt.

9.2 ZUSAMMENSETZUNG DES SCHWERVERKEHRS UND MITTLERE ACHSLASTEN

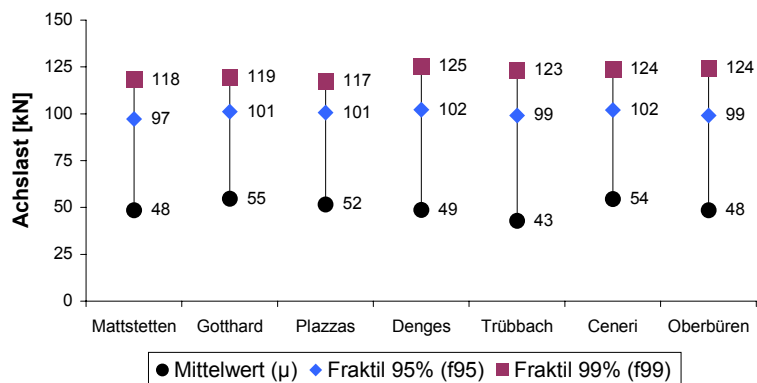
Aufteilung Schwerverkehr nach Fahrzeugkategorie



Aufteilung Schwerverkehr nach Gewichtsklassen

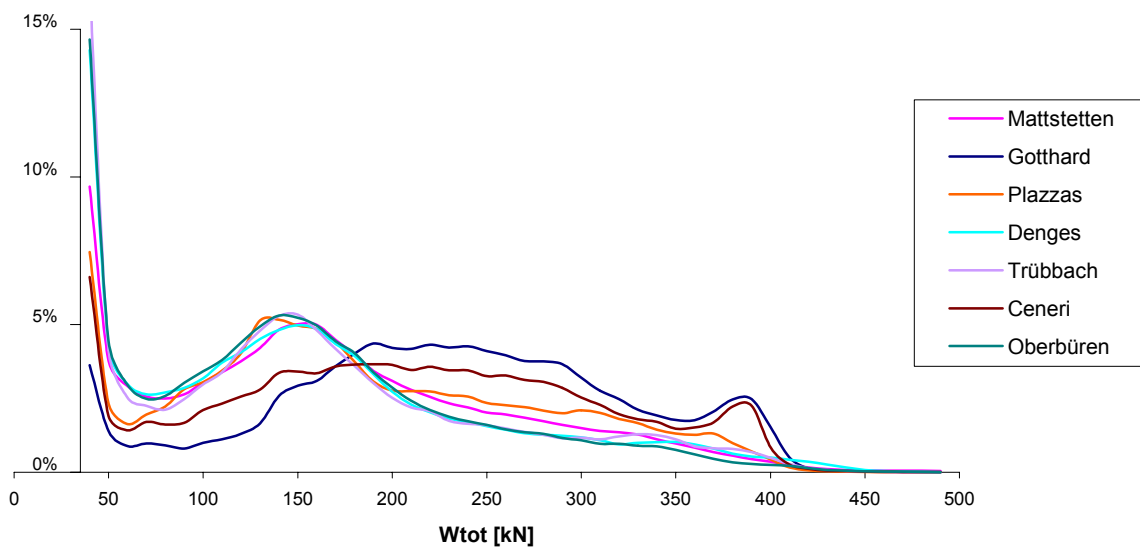


Mittlere Achslast aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



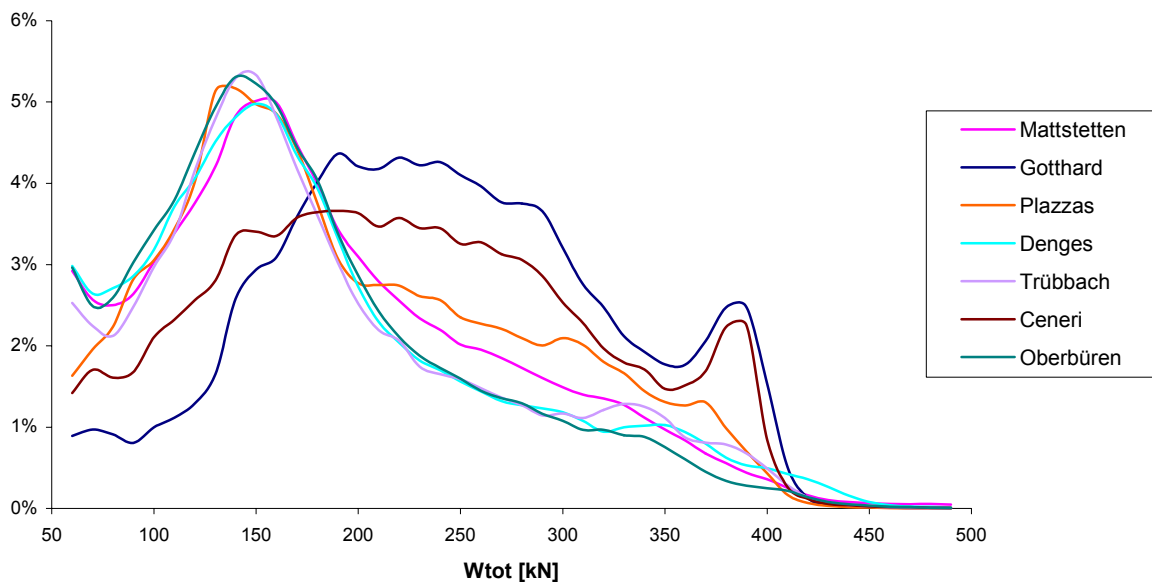
9.3 VERTEILUNG DES GESAMTGEWICHTS

Verteilung des Gesamtgewichts aller Fahrzeuge $\geq 3.5t$



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

Verteilung des Gesamtgewichts aller Fahrzeuge $\geq 6.0t$



10 SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Das Programm TrafficAnalyst eignet sich gut zur Aufbereitung und Auswertung der vorhandenen WIM-Messdaten. Die Auswertung nach Fahrzeugkategorie erleichtert die Charakterisierung des Schwerverkehrs und verschafft einen guten Überblick über die Zusammensetzung des Schwerverkehrs am Zählerstandort. Ausserdem wird dadurch ein Vergleich zu Zählerstandorten ermöglicht welche nicht mit WIM-Anlagen ausgestattet sind.
- Die gemessenen Verkehrslasten können anhand der Fraktilwerte (f95 / f99) 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 ausreichend.
- Die Auswirkungen auf den Strassenbelag und auf Fahrbahnübergänge können anhand der äquivalenten Verkehrslast ermittelt werden. Die resultierenden Verkehrslastklassen T4 (schwer) bis T6 (extrem schwer) weisen auf eine starke Beanspruchung des Strassenbelags hin.
- Zur Einschätzung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung des Schwerverkehrs müssen die Erhebungen des Schwerverkehrs über mehrere Jahre ausgewertet werden. Die Vergleichszahlen aus den Jahren 2002 und 2003 der Standorte Mattstetten (A1) und Gotthard (A2) deuten auf eine Zunahme des Schwerverkehrs sowie der mittleren Achslasten hin.

MOOR HAUSER & PARTNER AG

Bern, 20. Juni 2006

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.

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

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

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

A3 AUFLISTUNG FAHRZEUGTYPEN WIM-ANLAGEN

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	0	0.000	67	0.007	0	0.000	95	0.007
Personenwagen (PW)																
03	100	o-----o	0	0.000	24	0.002	0	0.000	102	0.009	6368	0.709	130	0.008	13726	1.045
Personenwagen mit Anhänger (PW+)																
04	101	o-----o + ---o---	22513	0.985	185	0.016	24	0.007	262	0.023	1966	0.219	250	0.015	4472	0.340
04	102	o-----o + ---oo--	847	0.037	0	0.000	8	0.002	0	0.000	1233	0.137	0	0.000	2490	0.190
Car / Bus (CB)																
01	520	o-----o	124573	5.452	59366	5.156	31565	8.771	59091	5.254	53731	5.985	89912	5.571	51157	3.894
01	521	o-----o + ---o---	14947	0.654	255	0.022	23	0.006	635	0.056	1946	0.217	759	0.047	4187	0.319
01	522	o-----o + ---oo--	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	779	0.087	0	0.000	2915	0.222
01	530	o-----oo	27854	1.219	11244	0.976	5088	1.414	8733	0.777	8183	0.912	15405	0.955	7439	0.566
01	531	o-----oo + ---o---	98	0.004	223	0.019	0	0.000	468	0.042	682	0.076	1177	0.073	710	0.054
01	532	o-----oo + ---oo--	0	0.000	12	0.001	0	0.000	9	0.001	14	0.002	3	0.000	13	0.001
01	540	o-----ooo	453	0.020	0	0.000	10	0.003	0	0.000	21	0.002	0	0.000	14	0.001
01	570	o-----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	5716	0.250	16655	1.446	0	0.000	124534	11.073	95990	10.693	108592	6.728	124338	9.465
Lieferwagen mit Anhänger (LI+)																
06	211	o-----o + ---o---	32909	1.440	2685	0.233	9289	2.581	4133	0.368	9123	1.016	3719	0.230	18904	1.439
06	212	o-----o + ---oo--	1903	0.083	1	0.000	234	0.065	18	0.002	1709	0.190	1	0.000	7780	0.592
Lieferwagen mit Auflieger (LA)																
07	119	o-----o + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	113	0.013		0.000	834	0.063
07	120	o-----o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000		0.000	0	0.000
07	121	o-----o + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	189	0.021		0.000	716	0.055
07	122	o-----o + ---o-o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	353	0.039	3	0.000	1866	0.142
07	126	o-----o + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	462	0.051		0.000	1818	0.138
07	129	o-----o + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	817	0.091		0.000	1266	0.096
07	131	o-----oo + ---o---	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	112	0.012	1	0.000	241	0.018
07	132	o-----oo + ---o-o	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	27	0.003		0.000	119	0.009
07	136	o-----oo + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	35	0.004		0.000	618	0.047
07	139	o-----oo + ---ooo	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	4	0.000		0.000	11	0.001
Lastwagen (LW)																
08	219	o-----o	244677	10.709	33241	2.887	31902	8.865	49478	4.400	35202	3.921	49258	3.052	50075	3.812
08	220	o-----o	308488	13.502	80146	6.960	71973	20.000	257623	22.907	135806	15.128	197490	12.237	259348	19.743
08	230	o-----oo	47573	2.082	23177	2.013	18600	5.169	37768	3.358	29653	3.303	43909	2.721	48060	3.659
08	240	o-----ooo	1361	0.060	62	0.005	527	0.146	535	0.048	563	0.063	599	0.037	836	0.064
08	250	oo-----o	5401	0.236	379	0.033	292	0.081	3744	0.333	2395	0.267	1222	0.076	3246	0.247
08	260	oo-----oo	43728	1.914	6906	0.600	12409	3.448	51679	4.595	26621	2.965	29855	1.850	43695	3.326
Lastenzug (LZ)																
09	419	o-----o + ---oo--	3460	0.151	5420	0.471	159	0.044	4319	0.384	1599	0.178	2451	0.152	2209	0.168
09	421	o-----o + ---o---	43044	1.884	0	0.000	5228	1.453	0	0.000	102	0.011	0	0.000	308	0.023
09	422	o-----o + o-----o	472472	20.679	53955	4.686	36656	10.186	95729	8.512	66505	7.408	57654	3.572	145941	11.110
09	423	o-----o + o-----oo	16104	0.705	11613	1.009	3190	0.886	3851	0.342	5248	0.585	13772	0.853	6513	0.496
09	424	o-----o + o-----ooo	1172	0.051	0	0.000	8	0.002	0	0.000	0	0.000	0	0.000	3	0.000
09	426	o-----o + ---oo--	337462	14.770	90532	7.862	36938	10.264	26809	2.384	12937	1.441	97467	6.039	16728	1.273
-	427	o-----o + --ooo--	0	0.000	30029	2.608	0	0.000	8842	0.786	5431	0.605	35005	2.169	3860	0.294
09	428	o-----o + oo-----oo	1124	0.049	0	0.000	270	0.075	0	0.000	17	0.002	0	0.000	90	0.007
09	431	o-----oo + ---o---	2642	0.116	0	0.000	197	0.055	0	0.000	33	0.004	0	0.000	345	0.026
09	432	o-----oo + o-----o	60370	2.642	28458	2.471	8348	2.320	17341	1.542	13835	1.541	31233	1.935	19531	1.487
09	433	o-----oo + o-----oo	1716	0.075	950	0.083	229	0.064	1295	0.115	602	0.067	2038	0.126	800	0.061
09	434	o-----oo + o-----ooo	168	0.007	0	0.000	2	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	436	o-----oo + ---oo--	11266	0.493	49172	4.270	2979	0.828	3656	0.325	3402	0.379	50725	3.143	3927	0.299
09	438	o-----oo + oo-----oo	438	0.019	0	0.000	79	0.022	0	0.000	8	0.001	0	0.000	69	0.005
09	441	o-----ooo + ---o---	813	0.036	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.000	0	0.000
09	442	o-----ooo + o-----o	779	0.034	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	18	0.001
09	443	o-----ooo + o-----oo	93	0.004	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	444	o-----ooo + o-----ooo	27	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
09	446	o-----ooo + ---oo--	454	0.020	0	0.000	1	0.000	0	0.000	7	0.001	0	0.000	5	0.000
09	448	o-----ooo + oo-----oo	45	0.002	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	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---	10742	0.470	7441	0.646	942	0.262	18472	1.643	11469	1.278	13518	0.838	19182	1.460
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---	39090	1.711	4468	0.388	2003	0.557	15747	1.400	12368	1.378	5618	0.348	42532	3.238
10	322	o-----o + ---o-o-o	27741	1.214	2957	0.257	706	0.196	4245	0.377	11639	1.297	3223	0.200	50665	3.857
10	326	o-----o + -----oo	41124	1.800	105022	9.120	5293	1.471	106928	9.508	54229	6.041	121641	7.537	125997	9.592
10	329	o-----o + -----ooo	237432	10.392	466272	40.492	70820	19.679	100958	8.977	95113	10.595	531054	32.904	98545	7.502
10	331	o-----oo + ---o---	958	0.042	285	0.025	23	0.006	852	0.076	1210	0.135	277	0.017	778	0.059
10	332	o-----oo + ---o-o-o	1515	0.066	88	0.008	59	0.016	154	0.014	2335	0.260	95	0.006	6352	0.484
10	336	o-----oo + -----oo	4775	0.209	1706	0.148	646	0.180	2545	0.226	1742	0.194	1124	0.070	2963	0.226
10	339	o-----oo + -----ooo	5152	0.225	763	0.066	256	0.071	1554	0.138	426	0.047	895	0.055	660	0.050
		Schwerverkehr klassifiziert	2215134	96.95	1093692	94.98	357154	99.25	1012109	90.00	714550	79.60	1510076	93.57	1199426	91.31
		Schwerverkehr unklassifiziert	69625	3.05	57814	5.02	2713	0.75	112516	10.00	183163	20.40	103852	6.43	114185	8.69
		Schwerverkehr Total	2284759	100.00	1151506	100.00	359867	100.00	1124625	100.00	897713	100.00	1613928	100.00	1313611	100.00
		N: Anzahl gemessener Fahrzeuge des betreffenden Fahrzeugtypes im Verlaufe des Jahres 2003														
		?: Anteil des betreffenden Fahrzeugtypes am Gesamtschwerverkehr														
		*: Geräte störung am Zählerstandort wurde festgestellt														

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.