



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

*IVT Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik,
Strassen- und Eisenbahnbau*

Tägliche äquivalente Verkehrslast TF verschiedener Strassentypen in der Schweiz

**Trafic pondéral équivalent journalier TF
sur divers types de chaussée en Suisse**

Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau
IVT, der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich
Dr. Mazyar Shojaati, dipl. Ing. ETH
Luzia Seiler-Scherer, dipl. Ing. ETH
Dr. Markus Caprez, dipl. Ing. ETH

Viagroup S. A.: I. Scazziga, dipl. Ing. ETH

Heierli AG: F. L. Yang, dipl. Ing. ETH

Forschungsauftrag 14/96 auf Antrag der Schweizerische Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute, VSS

Zürich, Mai 2002

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	7
Summary	9
Résumé	11
1. Einleitung	13
1.1 Thematik	13
1.2 Auftrag	14
1.3 Analyse des Auftrags	15
1.4 Grundsätzliche Fragen	16
1.5 Zielsetzungen	18
1.6 Zusammenstellung der Grundlagen	19
1.7 Vorgehen	20
1.8 Abgrenzungen	21
2. Technische Grundlagen	23
2.1 Begriffe	23
2.2 AASHTO – Strassentest	25
2.3 Grundlagen der bisherigen Norm	27
2.4 Veränderte Randbedingungen	27
2.4.1 Gesetzliche Grundlagen	27
2.4.2 Entwicklung des Motorfahrzeugparks, Verkehrszusammensetzung	28
2.4.3 Verkehrsentwicklung (Frequenzen)	29
2.5 Forschungsergebnisse und Untersuchungen seit Erscheinen der Norm SN 640 320	32
2.5.1 Wägungen ISETH	32
2.5.2 Wägungen ASB	35
2.5.3 Querverteilungsstudien ISETH	35
2.5.4 Schweizerische Strassenverkehrszählung	36
2.5.5 Automatische Strassenverkehrszählung 1999	38
2.6 Weigh in motion (WIM)-Konzept	39
2.6.1 WIM-Verfahren	39
2.6.2 Fahrzeuggruppen	41
2.6.3 Fahrzeugklassierungen für WIM-Auswertungen	42
3. WIM – Messungen 2000, 28 t – Limite und die entsprechenden Umrechnungsfaktoren	47
3.1 Untersuchungsprogramm	47
3.2 Einfluss der Kalibrierung der WIM-Anlagen	48
3.3 Allgemein zu den Resultaten	49
3.4 Resultate der WIM-Messstation Gotthard	50

3.5	Resultate der WIM-Messstation Trübbach	54
3.6	Resultate der WIM-Messstation Denges	56
3.7	Resultate der WIM-Messstation Mattstetten	60
3.8	Resultate der WIM-Messstation Plazzas	62
3.9	Beurteilung der Resultate	64
3.10	Umrechnungsfaktor bei Hauptstrassen	68
4.	WIM – Messungen 2001, 34 t – Limite und die entsprechenden Umrechnungsfaktoren	71
4.1	Allgemein	71
4.2	Einfluss der Kalibrierung der WIM-Anlagen	71
4.3	Achslastverteilung	72
4.4	Resultate der WIM-Messstation Gotthard	73
4.5	Resultate der WIM-Messstation Trübbach	76
4.6	Resultate der WIM-Messstation Denges	80
4.7	Resultate der WIM-Messstation Mattstetten	84
4.8	Resultate der WIM-Messstation Plazzas	87
4.9	Beurteilung der Resultate	91
4.10	Umrechnungsfaktoren für 40 t – Limite	95
5.	Schlussfolgerungen	97
5.1	Allgemein	97
5.2	Beantwortung der grundsätzlichen Fragen	97
5.3	Ergebnisse	100
6.	Empfehlungen für das weitere Vorgehen	103
7.	Literaturverzeichnis	105
Anhang 1	Bestimmung der äquivalenten Lastfaktoren nach AASHTO	109
Anhang 2	WIM Daten, Klassifizierungssystem Golden River	119
Anhang 3	WIM Daten, Klassifizierungssystem PAT	121
Anhang 4	Umrechnungsfaktoren ohne Kalibrierfaktoren 2000	123
Anhang 5	Umrechnungsfaktoren mit Kalibrierfaktoren 2000	131
Anhang 6	Umrechnungsfaktoren ohne Kalibrierfaktoren 2001	139
Anhang 7	Umrechnungsfaktoren mit Kalibrierfaktoren 2001	149
Anhang 8	Hauptstrassenquerschnitte mit Kalibrierfaktoren 1995	159
Anhang 9	Hauptstrassenquerschnitte mit Kalibrierfaktoren 2000	165
Anhang 10	Achslastverteilung der verschiedenen Schwerfahrzeugtypen	171

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1.1: Vorgehen (schematisch)	20
Abbildung 2.1: Verkehrszuwachs seit 1970 auf ausgewählten Nationalstrassenabschnitten	30
Abbildung 2.2: Verkehrsentwicklung auf den Nationalstrassen (Mittelwert aller Zählstellen)	31
Abbildung 2.3: DTV-Werte 2000 für das Nationalstrassennetz (Quelle: ASTRA)	31
Abbildung 2.4: WIM Messstationen	40
Abbildung 3.1: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen im Gotthardtunnel (Mai 2000)	50
Abbildung 3.2: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Gotthard	52
Abbildung 3.3: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (September 2000)	52
Abbildung 3.4: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien im September 2000 im Gotthardtunnel	54
Abbildung 3.5: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (September 2000)	54
Abbildung 3.6: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Trübbach	56
Abbildung 3.7: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (Mai 2000)	56
Abbildung 3.8: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Denges	58
Abbildung 3.9: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Denges (September 2000)	59
Abbildung 3.10: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Denges	60
Abbildung 3.11: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (September 2000)	61
Abbildung 3.12: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Mattstetten	62
Abbildung 3.13: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (September 2000)	63
Abbildung 3.14: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Plazzas	64
Abbildung 4.1: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (März 2001)	73
Abbildung 4.2: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Gotthard	74
Abbildung 4.3: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (Juli 2001)	75
Abbildung 4.4: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Gotthard	76
Abbildung 4.5: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (März 2001)	76
Abbildung 4.6: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Trübbach	78
Abbildung 4.7: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (Juli 2001)	78
Abbildung 4.8: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Trübbach	79
Abbildung 4.9: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (nur Richtung Morges, März 2001)	80
Abbildung 4.10: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Denges	82
Abbildung 4.11: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (Juli 2001)	82
Abbildung 4.12: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Denges	83

Abbildung 4.13:	Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (März 2001)	84
Abbildung 4.14:	Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Mattstetten	85
Abbildung 4.15:	Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (Juli 2001)	86
Abbildung 4.16:	Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Mattstetten	87
Abbildung 4.17:	Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (März 2001)	87
Abbildung 4.18:	Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Plazzas	89
Abbildung 4.19:	Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (Juli 2000)	89
Abbildung 4.20:	Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Plazzas	90

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 2.1: AASHTO äquivalente Lastfaktoren	26
Tabelle 2.2: Durchschnittlicher Anteil der Fahrzeugkategorien am Gesamtverkehr	28
Tabelle 2.3: Entwicklung der DTV-Werte 1970-2000 für ausgewählte Strecken des Nationalstrassennetzes	29
Tabelle 2.4: Zusammenstellung der gewogenen Fahrzeuge	33
Tabelle 2.5: Zusammenstellung der Schädigungsfaktoren	34
Tabelle 2.6: Durchschnittliche Fahrzeugzusammensetzung für die ganze Schweiz im Jahre 2000	37
Tabelle 2.7: Fahrzeuganteil für bestimmte Strassen/Strassengruppen (2000)	37
Tabelle 2.8: Anforderung an die WIM-Messstationen in Abhängigkeit des Achstyps und der Genauigkeitsklasse	41
Tabelle 2.9: Golden River Klassierung	43
Tabelle 2.10: PAT Klassierung	45
Tabelle 3.1: Ausgewertete Zeitintervalle	47
Tabelle 3.2: Kalibrier- und Korrekturfaktoren der WIM-Anlagen im Jahre 2000	49
Tabelle 3.3: Resultate der Erhebungen beim Gotthard im Mai 2000	51
Tabelle 3.4: Resultate der Erhebungen beim Gotthard im September 2000	53
Tabelle 3.5: Resultate der Erhebungen beim Trübbach im September 2000	55
Tabelle 3.6: Resultate der Erhebungen bei Denges im Mai 2000	57
Tabelle 3.7: Resultate der Erhebungen bei Denges im September 2000	59
Tabelle 3.8: Resultate der Erhebungen bei Mattstetten im September 2000	61
Tabelle 3.9: Resultate der Erhebungen bei Plazzas im September 2000	63
Tabelle 3.10: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Schwerfahrzeugtypen bei einer 28 t Limite (Flexible Beläge, Autobahnen)	66
Tabelle 3.11: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Schwerfahrzeugtypen bei einer 28 t Limite (Starre Beläge, Autobahnen)	67
Tabelle 3.12: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugkategorien auf Hauptstrassen bei einer 28 t Limite	69
Tabelle 3.13: Umrechnungsfaktoren auf Hauptstrassen bei einer 28 t Limite	69
Tabelle 4.1: Kalibrierfaktoren der WIM-Anlagen im Jahre 2001	72
Tabelle 4.2: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche beim Gotthard (5. 3. - 9. 3. 2001)	73
Tabelle 4.3: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche beim Gotthard (23. 7. - 28. 7. 2001)	75
Tabelle 4.4: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Trübbach (5. 3. - 9. 3. 2001)	77
Tabelle 4.5: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Trübbach (23. 7. - 29. 7. 2001)	79
Tabelle 4.6: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Denges nur in Richtung Morges (5. 3. - 9. 3. 2001)	81
Tabelle 4.7: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Denges nur in Richtung Morges (23. 7. - 29. 7. 2001)	83
Tabelle 4.8: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Mattstetten (5. 3. - 9. 3. 2001)	84
Tabelle 4.9: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Mattstetten (23. 7. - 29. 7. 2001)	86
Tabelle 4.10: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Plazzas (5. 3. - 9. 3. 2001)	88
Tabelle 4.11: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Plazzas (23. 7. - 29. 7. 2001)	90
Tabelle 4.12: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Flexible Beläge)	93
Tabelle 4.13: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Starre Beläge)	94
Tabelle 4.14: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Flexible Beläge)	95
Tabelle 4.15: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Starre Beläge)	96

Liste der Abkürzungen

Alphabetisch gelistet nach Abkürzungen

AASHTO	American Association of State and Highway Transportation Officials
AG	Kanton Aargau
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BE	Kanton Bern
COST	Co-operation in the field of Scientific and Technical research
D	Plattendicke (starre Bauweise)
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
ESAL	Equivalent Single Axle Load
f_N	Schädigende Wirkung, Umrechnungsfaktor
Fz	Fahrzeug
k	Äquivalenzfaktor, Schädigungsfaktor, Umrechnungsfaktor
k_F	Umrechnungsfaktor für flexible Beläge
k_S	Umrechnungsfaktor für starre Beläge
kips	Kilopfund = 0.453 kg
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
LVC	Fahrzeugklassierung nach Längenklassen
m	Kalibrierfehler
n	Anzahl
N	Nationalstrassen
p	Achslast
p_t	Endbefahrbarkeitsindex
PW	Personenwagen
r	Relativer Fehler (WIM – Messungen)
s	Standardabweichung
SLF	Schweres Lastfahrzeug
SN	Schweizer Norm
SN	Stärkeindex
SO	Kanton Solothurn
t	Tonnen
TF	Tägliche äquivalente Verkehrslast
VRV	Verkehrsregelverordnung
VSS	Verein Schweizerischer Strassenfachleute
$W_{dyn.}$	Dynamisch gemessene Achslast (WIM)
$W_{stat.}$	Statisch gemessene Achslast
W_{20}	Gesamte äquivalente Verkehrslast während 20 Jahren
WIM	weigh-in-motion (Wägung während der Fahrt)
ZH	Kanton Zürich

Zusammenfassung

Bei der Oberbaudimensionierung wird in der Schweiz nach einer Methode gearbeitet, die aus grossen AASHTO-Strassentests in den Jahren 1958 - 1960 in den vereinigten Staaten hervorgegangen ist. Gemäss Schweizer Norm "Dimensionierung Strassenoberbau, SN 640 324 a" wird der erforderliche Stärkeindex aufgrund der Faktoren Verkehrslast und Tragfähigkeit des Unterbaus für eine Gebrauchsdauer von 20 Jahren bestimmt. Aus dem Stärkeindex werden die erforderlichen Dicken der verschiedenen Schichten bestimmt.

Mit Schreiben vom 3. April 1996 erhielt das IVT der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit der Viagroup AG und dem Ingenieurbüro Heierli AG der Auftrag, die im In- und Ausland vorhandenen Resultate aus Achslastwägungen zu sammeln und auszuwerten. Gestützt darauf sind entsprechende Umrechnungsfaktoren k für verschiedene Strassentypen zu ermitteln.

Während der Bearbeitung dieser Forschungsarbeit wurde die alte Norm SN 640 320 von 1971 über die Berechnung der äquivalenten Verkehrslast für die Dimensionierung im Jahre 2000 revidiert (SN 640 320 a; Dimensionierung, Äquivalente Verkehrslast). Für die Berechnung der äquivalenten Verkehrslast eines Querschnittes sind in dieser Norm Umrechnungsfaktoren zur Bestimmung der äquivalenten Verkehrslast nach Schwerverkehrsklassen und nach Schwerfahrzeugkategorien, sowie durchschnittliche Umrechnungsfaktoren nach Strassentypen angegeben. Die äquivalenten Verkehrslasten ergeben sich jeweils aus dem Produkt des Umrechnungsfaktors mit der Anzahl der entsprechenden Schwerfahrzeuge. Die äquivalente Verkehrslast eines Querschnittes ergibt sich aus der Summe der äquivalenten Verkehrslasten aller Fahrzeugtypen.

Für diese Forschungsarbeit wurden die WIM – Daten von fünf Messstationen auf den schweizerischen Autobahnen: Gotthard, Trübbach, Denges, Mattstetten und Plazzas gemäss AASHTO ausgewertet und daraus die Umrechnungsfaktoren neu bestimmt. Für die Messungen 2000 galt immer noch die 28 t – Limite, während bei den Messungen 2001 Schwerfahrzeuge bis 34 t verkehrten. Für diese Forschungsarbeit wurden die WIM – Daten jährlich zweimal ausgewertet (Mai und September im 2000, März und Juli im 2001).

In dieser Forschungsarbeit wurden im Gegensatz zu der bestehenden Norm aufgrund des hohen Schädigungspotentials die Busse separat berücksichtigt. Unter Busse wird hier ausdrücklich der allgemeine Fernverkehr (Car) verstanden und nicht die öffentlichen Verkehrsmittel in den Städten und Agglomerationen.

Für Autobahnen und 40 t – Limite werden für verschiedenen Fahrzeugkategorien folgende Umrechnungsfaktoren vorgeschlagen.

Fahrzeug- kategorie	Bestehende Norm		Vorschlag	
	Flexibel	Starr	Flexibel	Starr
Lastwagen	1.0	1.3	0.9	1.0
Lastenzug	2.2	2.2	1.9	2.0
Sattelschlepper	1.4	1.4	1.7	2.0
Busse	-	-	2.3	2.3

Desweiteren werden aufgrund der gewonnenen Erkenntnissen aus dieser Forschungsarbeit folgende Umrechnungsfaktoren für verschiedene Strassentypen für 40 t – Limite vorgeschlagen.

Strassentyp	Bestehende Norm		Vorschlag	
	Flexibel	Starr	Flexibel	Starr
Transitautobahnen	1.5	1.5	1.6	1.7
Autobahnen	1.3	1.5	1.4	1.5
Hauptverkehrsstrassen	1.2	1.4	1.3	1.5
Verbindungsstrassen	1.0	1.3	1.0	1.3

Es wird empfohlen, dass die WIM – Daten mindestens für weitere fünf Jahren ausgewertet werden. Damit können endgültige Umrechnungsfaktoren, welche auch die 40 t – Limite decken, gesichert werden.

Summary

The Method, which was originally developed out of the results of the AASHTO road test in the USA (during 1958 to 1960), is generally used in Switzerland for the pavement design. The required «structural number», base on related specifications, is determined – as a function of traffic load and bearing capacity of subgrade – for a design period of 20 years. In this regard, the «structural number» determines the thickness of various layers.

On April 3, 1996, the IVT of the ETH Zurich, the Viagroup AG and the engineering office Heierli AG were requested by the federal ministry of roads to collect and evaluate the results of the Axle load weightings, both at home and abroad. Taking those results into consideration, the task is to study related conversion factors k for different road types.

As this research project progressed, the old Swiss specification SN 640 320 of 1971 was revised in 2000 (SN 640 320 a, pavement design traffic load). SN 640 320 a provides conversion factors for determining the equivalent traffic load for different classes of heavy traffic as well as for different categories of heavy vehicles. Moreover, the specification includes average conversion factors for different road types. The equivalent traffic load each case is accordingly defined as the product of conversion factor by the number of heavy vehicles. The equivalent traffic load of a given road is defined as the sum of equivalent traffic loads of all vehicle types of the road.

For this project, WIM data from five measuring stations on Swiss highways: Gotthard, Trübbach, Denges, Mattstetten and Plazzas have been evaluated according to AASHTO road test, and new conversion factors have been determined. For the year 2000 the 28 t – limit was still valid, whereas for the measurements of 2001 heavy vehicles up to 34 t were allowed. In each year data from two different weeks have been analyzed (May and September in 2000 and March and July in 2001).

Due to damaging potential of cars, in this report in contrary to the existing specification they have been considered separately. It should be emphasized that as car in this report only the common long-distance-transport is addressed. The public transport in cities and agglomerations is not included.

For 40 t – limit (highways) following conversion factors for different vehicle categories are recommended.

vehicle category	existing specification		suggestion	
	flexible pavement	rigid pavement	flexible	rigid
lorries	1.0	1.3	0.9	1.0
road trains	2.2	2.2	1.9	2.0
articulated vehicles	1.4	1.4	1.7	2.0
cars	-	-	2.3	2.3

Moreover, based on new perceptions of this report for 40 t – limit gross weight following conversion factors for different road tapes are recommended.

road type	Existing specification		suggestion	
	flexible pavement	rigid pavement	flexible	rigid
transit free ways	1.5	1.5	1.6	1.7
free ways	1.3	1.5	1.4	1.5
main roads	1.2	1.4	1.3	1.5
connecting roads	1.0	1.3	1.0	1.3

It is recommended to evaluate WIM data for a period of at least 5 years. In this way it will be possible to find out definitive conversion factors, which cover the 40 t – limit as well.

Resumé

Le dimensionnement des superstructures utilise la méthode du "Structural number". Cette méthode se base sur les résultats de l'AASHTO - test réalisé durant les années 1958-1960 aux USA. Selon la norme suisse "Dimensionnement Superstructure des routes, SN 640 324a", la valeur nécessaire de Structural Number est déterminée à partir du trafic pondéral sur une période d'utilisation de 20 ans et de la portance de l'infrastructure. Les épaisseurs des différentes couches sont déterminées de façon à obtenir la valeur de "Structural number nécessaire".

Le 3 avril 1996, l'office Fédéral des Routes a mandaté l'IVT de l'EPF Zurich, la société Viagroup SA et le bureau d'ingénieur Héierli SA pour assembler et exploiter les résultats existants des pesages de charge par essieu (WIM). Il s'agissait de déterminer des facteurs d'équivalence fN selon les différents types de routes en se basant sur ces résultats.

Parallèlement à ce travail de recherche, la norme SN 640 320 de 1971 a été révisée en 2000 (SN 640 320a, Dimensionnement, trafic pondéral équivalent). Pour le calcul du trafic pondéral équivalent d'une section, des facteurs d'équivalence par classe de véhicules lourds et par catégorie de poids lourds pour le calcul du trafic pondéral équivalent, ainsi que des facteurs d'équivalence moyens du trafic lourd selon le type de route, sont donnés dans cette norme. Le trafic pondéral équivalent est le résultat de la multiplication du facteur d'équivalence par le nombre des véhicules lourds correspondant. Le trafic pondéral équivalent total d'une section est la somme du trafic pondéral équivalent de toutes les catégories de poids lourds.

Les données WIM de cinq stations sur les autoroutes suisses, (Gotthard, Trübbach, Denges, Mattstetten et Plazzas) ont été exploitées conformément à AASHTO et des nouveaux facteurs d'équivalence ont été établis. Pour les mesures de l'année 2000, la limite du poids total était de 28 t. Cette limite a été élevée à 34 t en 2001. Pour ce travail de recherche, les données de WIM ont été exploitées deux fois par année (mai et septembre en 2000, mars et juillet en 2001).

Contrairement à la norme existante, les bus ont été considérés séparément dans ce travail de recherche à cause de leur potentiel de dommage plus élevé. On considère le bus comme moyen de transport à grande distance (car) et non comme moyen de transport public dans les villes et les agglomérations.

Pour les autoroutes et avec une charge limite de 40 t, les facteurs d'équivalence suivants sont proposés pour les catégories de poids lourds:

Catégories de poids lourds	Norme existante		suggestion	
	flexible	rigide	flexible	rigide
Camion	1.0	1.3	0.9	1.0
Camion remorque	2.2	2.2	1.9	2.0
Semi-remorque	1.4	1.4	1.7	2.0
Bus	-	-	2.3	2.3

En plus, et en se basant sur les enseignements tirés de ce travail de recherche, les facteurs d'équivalence suivants sont proposés selon le type de route pour une charge limite de 40 t:

Types de routes	Norme existante		suggestion	
	flexible	rigide	flexible	rigide
Autoroutes de transit	1.5	1.5	1.6	1.7
Autoroutes	1.3	1.5	1.4	1.5
Routes principale	1.2	1.4	1.3	1.5
Routes de liaison	1.0	1.3	1.0	1.3

L'ETH propose que les données WIM soient exploitées au moins pendant les cinq prochaines années, afin de pouvoir confirmer les facteurs d'équivalence obtenus pour une charge limite de 40 t.

1. Einleitung

1.1 Thematik

Der zunehmende Verkehr auf dem schweizerischen Strassennetz sowie die Zunahme des Schwerverkehrs in den letzten Jahren stellen immer höhere Anforderungen an die Strassen. Diese sollen trotz veränderten Rahmenbedingungen die Verkehrslasten möglichst effizient ohne bleibende Verformungen in den Untergrund weiterleiten und dabei eine hohe Dauerhaftigkeit aufweisen.

Für die Dimensionierung der Strassen ist dies von entscheidender Bedeutung. Die ersten Ansätze für eine moderne Dimensionierung des Strassenoberbaus gehen auf die 60er Jahre und die Grossversuche des AASHTO (American Association of State and Highway Transportation Officials) [01] in den Vereinigten Staaten zurück. Dabei wurde anhand von Grossversuchen auf empirischer Basis eine Dimensionierungsmethode entwickelt, bei welcher die erforderlichen Schichtdicken in Abhängigkeit von der Qualität der Materialien, von der Tragfähigkeit des Untergrundes und von der Verkehrsbelastung ermittelt werden.

Bei dieser Methode beruht die Berücksichtigung der Verkehrsbelastung auf der Umsetzung eines der wesentlichen Erkenntnisse aus dem Grossversuch, der Tatsache nämlich, dass die schädigende Wirkung unterschiedlicher Achslasten mit der vierten Potenz der entsprechenden Achslasten wachsen (sog. Gesetz der vierten Potenz). Das Verhältnis der schädigenden Wirkung der vorhandenen Achslast zu derjenigen der normierten Achslast entspricht ungefähr der vierten Potenz des Achslastverhältnisses. In der praktischen Umsetzung wird, die aus unterschiedlich schweren Achslasten zusammengesetzte Verkehrsmenge mit entsprechenden Umrechnungsfaktoren, den sogenannten Achslastkoeffizienten, in eine äquivalente Anzahl «Standardachslasten» (8.16 t) umgerechnet. Diese Achslastkoeffizienten bringen das Verhältnis der vierten Potenz zum Tragen.

Die Dimensionierungsnormen der VSS beruhen seit 1971 auf den Ergebnissen des AASHTO-Strassentests und haben demzufolge das Konzept der genannten Art der Berücksichtigung der Verkehrsbelastung übernommen. Auch die neue Norm SN 640 320 a [17], welche neu für eine bestimmte Anzahl von Standardfällen einen Dimensionierungskatalog festlegt, hat im Grundsatz die Anwendbarkeit der Achslastkoeffizienten nicht in Frage gestellt.

Die AASHTO Methode ist eine empirische Methode, bei der die verschiedenen Achslasten mit einer sogenannten Normachslast von 8.16 t (18 kips) verglichen werden. Das Gesetz der vierten Potenz bringt es mit sich, dass die Wirkung von leichten Fahrzeugen (PW, Lieferwagen, usw.) aus der Sicht der Dimensionierung und vor allem im Vergleich zu der schädigenden Wirkung des Schwerverkehrs praktisch vernachlässigt werden kann.

Da die Bestimmung der einzelnen Achslasten sowohl kosten- als auch zeitaufwendig ist, wurde versucht, eine Korrelation zwischen der Anzahl Schwerfahrzeuge und der Anzahl Achslasten zu definieren. Bis zur Normrevision im Dezember 2000 wurde die Korrelation konstant mit einem einheitlichen Umrechnungsfaktor von 1.2 angenommen. Es wurde also davon ausgegangen, dass jedes Schwerfahrzeug im Durchschnitt der Wirkung von 1.2 Normachslasten zu 8.16 t entspricht. Dieser Wert wurde aufgrund weniger Stichproben Ende der 60er Jahre in der Schweiz ermittelt.

Seither hat sich nicht nur die gesamte Verkehrsmenge, sondern vor allem auch die Zusammensetzung des Motorfahrzeugparks des inländischen Transportgewerbes und der im Transit verkehrten Fahrzeuge erheblich gewandelt, mit einer deutlichen Tendenz zur Verwendung schwerer Fahrzeuge mit höheren Achslasten. Dies wurde unter anderem auch durch die gesetzlichen Vorschriften, nämlich die Erhöhung der gesetzlich zulässigen Achslasten begünstigt. Auch die vermehrte Verwendung von Single Reifen mit einem höheren Druck anstelle von Zwillingsreifen haben einen negativen Einfluss auf die schädigende Wirkung. Der Grossversuch von AASHTO berücksichtigte nicht die Art der Bereifung. Diese Problematik ist nicht Bestandteil dieser Forschungsarbeit.

Nicht zuletzt wird die Aufhebung der 28 t Limite und die Einführung der LSVA (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe), zusammen mit den erwarteten Umlagerungseffekten im internationalen Gütertransport die schädigende Wirkung des Schwerverkehrs erhöhen. Da die LSVA – Gebühr in Abhängigkeit des zulässigen Gesamtgewichtes erhoben wird, hat die Einführung der LSVA zur Folge, dass die schweren Lastfahrzeuge stärker ausgelastet werden.

Diese stetigen Veränderungen der Verkehrsbelastung haben dazu geführt, dass die in der Norm SN 640 320 [10] vorgeschlagenen Richtwerte überholt waren und im Dezember 2000 eine revidierte Version der oben genannten Norm SN 640 320 a [17] herausgegeben wurde. Diese Norm legt neu sowohl Äquivalenzfaktoren nach Schwerverkehrsklassen, wie auch Äquivalenzfaktoren nach schweren Lastfahrzeugkategorien (SLF-Kategorien) fest. Ausserdem wurden durchschnittliche Äquivalenzfaktoren des Schwerverkehrs nach Strassentypen bestimmt.

1.2 Auftrag

Das Bundesamt für Strassen hat mit Schreiben vom 3. April 1996 dem IVT der ETH Zürich den folgenden Forschungsauftrag erteilt (FA 14 / 96, VSS 1996/032, 2321.01 – Tägliche äquivalente Verkehrslast TF verschiedener Strassentypen in der Schweiz):

«Das Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Hönggerberg», 8093 Zürich, wird beauftragt, in Zusammenarbeit mit der Viagroup AG und dem Ingenieurbüro Heierli AG, beide in Zürich, die im In- und Ausland vorhandenen Resultate aus Achslastwägungen zu sammeln und auszuwerten.

Gestützt darauf sind entsprechende Umrechnungsfaktoren k für verschiedene Strassentypen zu ermitteln. Die neuen Messungen sind so anzulegen, dass alle Strassentypen genügend repräsentiert sind. Ziel der Untersuchung ist es, Empfehlungen der f_N -Werte (k -Werte) für verschiedene Strassentypen in der Schweiz sowie einen Normtext für die Revision der aus dem Jahre 1971 stammenden Norm SN 640 320 "Äquivalente Verkehrslast" zu erarbeiten».

1.3 Analyse des Auftrags

Der Auftrag verlangt eine genaue Untersuchung der Achslastkombinationen und ihrer schädigenden Wirkung für verschiedene Strassentypen. Da der bisherige einheitliche Umrechnungsfaktor von 1.2 nicht für alle Strassentypen (vor allem nicht für die Hochleistungsstrassen) genügend aussagekräftig ist, soll aufgrund der vorhandenen und der neu zu schaffenden Messdaten neue Umrechnungsfaktoren für verschiedene Strassentypen bestimmt werden. Dabei sollen einerseits die Achslasten bei unterschiedlichen Strassentypen erhoben und mit Hilfe der Resultate der Grossversuche des AASHTO die äquivalenten Achslasten bestimmt werden. In diesem Zusammenhang muss darauf geachtet werden, dass die höheren Achslasten einen wesentlich grösseren Einfluss auf die schädigende Wirkung der schweren Lastfahrzeuge ausüben und bei der Festlegung der Umrechnungsfaktoren von grosser Bedeutung sind. Andererseits sollen die Verkehrserhebungen Auskünfte über die Zusammensetzung des Schwerverkehrs liefern. Aus den äquivalenten Verkehrslasten und der Verkehrszusammensetzung bei den verschiedenen Strassentypen können die neuen Umrechnungsfaktoren festgelegt werden.

Der Auftrag verlangt weiter die Ausarbeitung von Empfehlungen für die Revision der Norm SN 640 320 «Äquivalente Verkehrslast» aus dem Jahre 1971. Nun haben im Verlauf der Projektbearbeitungszeit zwei Faktoren dazu beigetragen, dass diese Teilaufgabe nicht entsprechend dem Wortlaut des Auftrages erfüllt werden kann:

1. Die Verfügbarkeit von Ergebnissen aus automatischen, dynamischen Zählstellen für die Erhebung von Verkehrslasten (sog. WIM-Zählstellen, WIM: weigh-in-motion), auf welche diese Forschungsarbeit im Wesentlichen beruht, hat sich infolge verzögerter Inbetriebnahme zeitlich verschoben.
2. Die Fachkommission 5 der VSS hat anhand von Daten zweier WIM-Stationen [18] eine erste Normrevision in die Wege geleitet und im Dezember 2000 die neue Norm SN 640 320a „Dimensionierung: Äquivalente Verkehrslast“ herausgegeben.

1.4 Grundsätzliche Fragen

Aus dem Auftrag und der Auftragsanalyse geht hervor, dass für die Lösung der gestellten Aufgaben folgende Fragen zu beantworten sind:

1 Welche Faktoren beeinflussen die Umrechnungsfaktoren bei den verschiedenen Strassentypen?

Die verschiedenen Strassentypen werden aufgrund der örtlichen Gegebenheiten sowie aufgrund ihrer Funktion unterschiedlich beansprucht. Daraus folgt, dass die Umrechnungsfaktoren bei den verschiedenen Strassentypen jeweils von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst werden.

Die Antwort zu dieser Frage ist für die Wahl der Faktoren, die bei der Festlegung der Umrechnungsfaktoren zu berücksichtigen sind, massgebend.

2 Ist eine einheitliche Betrachtung unterschiedlicher Strassentypen möglich?

Die Alte Norm «Äquivalente Verkehrslast» legte einen einzigen Umrechnungsfaktor für alle Strassentypen fest. Aus diesem Grund ist die Berechnung des TF «tägliche äquivalente Verkehrslast» nach der alten Norm sehr einfach.

Die Antwort zu dieser Frage ist im Hinblick auf eine mögliche einheitliche Betrachtung aller Strassentypen von Bedeutung. Zu beachten ist, dass einfachheitshalber ein einzelner Umrechnungsfaktor anzustreben ist.

3 Welche Fahrzeugtypen sind für die Festlegung der Umrechnungsfaktoren von Bedeutung?

Bekanntlich ist die schädigende Wirkung der verschiedenen Achslasten keine lineare, sondern eine Potenz Funktion der jeweiligen Achslasten. Gemäss Grossversuch AASHTO, besteht zwischen den Achslasten und ihrer schädigenden Wirkung das folgende vereinfachte Verhältnis [03]:

$$f_E = (P_i / P)^{4.3} \qquad \text{Gleichung 1}$$

Dabei sind: f_E = Lastäquivalenzfaktor, P_i = aktuelle Achslast und P = Normachslast = 81.6 kN

Dies zeigt, dass mit der Zunahme der Achslasten ihre schädigende Wirkung drastisch zunimmt. Nicht nur die Grösse der schädigenden Wirkung eines bestimmten Fahrzeugtyps, sondern auch die Häufigkeit seines Vorkommens ist für die Bestimmung des Umrechnungsfaktors für den jeweiligen Querschnitt von Bedeutung.

Die Antwort zu der Frage 3 ist im Hinblick auf die Wahl der Fahrzeuge, die den Umrechnungsfaktor massgeblich beeinflussen, wichtig.

4 Welche Querschnitte sollen erhoben werden? Welches sind die Kriterien zur Wahl eines Querschnittes?

Die Verkehrszusammensetzung und die Verkehrsmengen sind unterschiedlich bei den verschiedenen Strassenquerschnitten. In Abhängigkeit der Lage der Strasse und ihrer Funktion, Bevölkerungsdichte, wirtschaftliche Bedeutung der umgebenden Agglomerationen usw. wird ein bestimmter Querschnitt mehr oder weniger belastet. Die Querschnitte sind derart zu wählen, dass damit ein Grossteil des schweizerischen Strassennetzes repräsentiert wird.

Die Antwort zu dieser Frage ermöglicht eine Unterteilung des schweizerischen Strassennetzes in Gebiete mit der gleichen schädigenden Wirkung der Schwerfahrzeuge, bzw. in Gebiete mit den gleichen Umrechnungsfaktoren. Dabei sollte betont werden, dass einerseits einfachheitshalber die Anzahl der Umrechnungsfaktoren so klein als möglich gehalten werden sollten und, dass andererseits Gebiete oder Strassentypen mit unterschiedlichem Schädigungsbild unterschiedlichen Umrechnungsfaktoren zugeteilt werden.

5 Ist eine richtungsabhängige Betrachtung der Strassenquerschnitte notwendig? Bei welchen Querschnitten sollen richtungsabhängige Umrechnungsfaktoren eingeführt werden?

Ist die Belastung der Strassen in beiden Richtungen ziemlich gleich, so ist die Bildung eines Mittelwertes der schädigenden Wirkung der Achslasten beider Richtungen sinnvoll. Beim Vorhandensein spezieller Gegebenheiten, wie zum Beispiel Ladungsterminals, Industrie-Zulieferungen, Kiesgruben, evtl. Transit-routen usw. kommt es vor, dass die Strasse in einer Richtung stärker belastet wird, als in der anderen Richtung. In solchen Fällen ist eine einheitliche Betrachtung des Querschnittes nicht mehr genügend aussagekräftig.

Die Antwort zu dieser Frage ermöglicht eine bessere und differenziertere Betrachtung der Strassenquerschnitte und der damit verbundener schädigender Wirkung der Verkehrslasten in verschiedenen Richtungen.

6 Welche Einflüsse haben die Einführung der LSVA und die Erhöhung des maximal zugelassenen Höchstgewichtes auf die schädigende Wirkung des Schwerverkehrs?

Sowohl die Leistungsabhängige Schwer Verkehrs Abgabe (LSVA) als auch die Erhöhung des maximal zugelassenen Gesamtgewichtes bewirkt eine Erhöhung der Anzahl Achsen wie auch des Achsgewichtes. Da die LSVA in Abhängigkeit des zulässigen Gesamtgewichtes erhoben wird, werden die schweren Lastfahrzeuge stärker ausgelastet. Mit der Erhöhung des maximal zugelassenen Gesamtgewichtes auf 40 Tonnen, werden mehr schwere Lastfahrzeuge, vor allem im internationalen Transitverkehr, auf dem schweizerischen Autobahnnetz verkehren. Die Antwort zu dieser Frage ist im Hinblick auf eine mögliche erhöhte schädigende Wirkung des Transitverkehrs und damit ein höherer Umrechnungsfaktor für die Transitachsen von Bedeutung.

1.5 Zielsetzungen

Aufgrund der Auftragsanalyse und der gestellten Fragen können die Ziele dieser Forschungsarbeit wie folgt formuliert werden:

- Untersuchung der Verkehrszusammensetzung des schweizerischen Autobahnnetzes bzw. der Hauptstrassen
- Festlegung der Umrechnungsfaktoren für verschiedene schwere Lastfahrzeuge
- Festlegung der Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Querschnitte des schweizerischen Strassennetzes
- Untersuchung des Einflusses von Gesetzänderungen auf die Umrechnungsfaktoren
- Untersuchung der Einflussfaktoren, welche die Umrechnungsfaktoren beeinflussen
- Beurteilung der neuen VSS Norm «Äquivalente Verkehrslast» auf ihre Gültigkeit unter Berücksichtigung der neuen Gesetzgebung

Die Erfüllung dieser Ziele kann als Grundlage zur Beantwortung der Fragen 1 bis 6 dienen.

1.6 Zusammenstellung der Grundlagen

Neben den oben aufgeführten spezifischen Ziele sind die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit auch aus der Sicht eines konkreten Beitrages zum allgemeinen Kenntnisstand bezüglich der gewichtsmässigen Verkehrsbelastung anzusehen. Aus der Tatsache heraus, dass die Zusammensetzung des Schwerverkehrs einen wichtigen Faktor bezüglich der zu erwartenden äquivalenten Verkehrsbelastung darstellt, sind die Daten zur Zusammensetzung des Schwerverkehrs von höchstem Interesse. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass im Rahmen der alle 5 Jahre stattfindenden detaillierten Verkehrserhebungen, immer an den jeweiligen Hauptzählstellen auch eine Unterscheidung der unterschiedlichen Verkehrsmittel nach folgenden Kategorien vorgenommen wird:

- Personenwagen (PW)
- Lieferwagen
- Lastwagen (LW)
- Lastenzüge LZ)
- Sattelschlepper (SS)
- Busse
- Motorräder

Die oben aufgeführten Kategorien wurden je nach Erhebungsjahr in unterschiedlicher Zusammensetzung verwendet.

Wenn auch eine solche Typisierung die für eine verfeinerte Auswertung wichtige Unterscheidung der Kategorie « Lastwagen» in Fahrzeuge mit 2, 3 oder 4 Achsgruppen unterlässt, liefern diese Grundlagen doch wertvolle Hinweise für die Unterscheidung von Strassengruppen verschiedener Verkehrszusammensetzungen. Die entsprechenden publizierten Zahlen (in Berichten des Bundesamtes für Statistik) sind also als eine wichtige Quelle für die Festlegung von «Strassengruppen» zu betrachten und entsprechend anzuwenden.

Weitere Unterlagen zur Beurteilung der heutigen Situation im absoluten Sinne, sowie im Vergleich zu den Verhältnissen am Anfang der 70-er Jahre, liefern auch die Statistiken über die Entwicklung des Motorfahrzeugparks. In dieser Statistik widerspiegeln sich die Veränderungen im Nutzfahrzeugpark und daraus können ebenfalls, unter Berücksichtigung durchschnittlicher Verkehrsleistungen einzelner Fahrzeugtypen, wie sie über Umfragen bei den betroffenen Organisationen (Fachverbänden, einzelne grössere Transportunternehmen) in Erfahrung zu bringen sind, Schlüsse über die im Verlaufe der letzten 25 Jahre eingetretenen Veränderungen in der Verkehrsbelastung gezogen werden.

1.7 Vorgehen

Die Untersuchung wurde in zwei Teile unterteilt. Bei den Nationalstrassen wurde auf Basis der Messdaten der WIM-Messstationen einerseits die Zusammensetzung des Schwerververkehrs und andererseits die Achslasten der verschiedenen Fahrzeugtypen erfasst und die schädigende Wirkung der relevanten Fahrzeugtypen bei fünf verschiedenen Stationen (siehe Abschnitt 2.6) bestimmt.

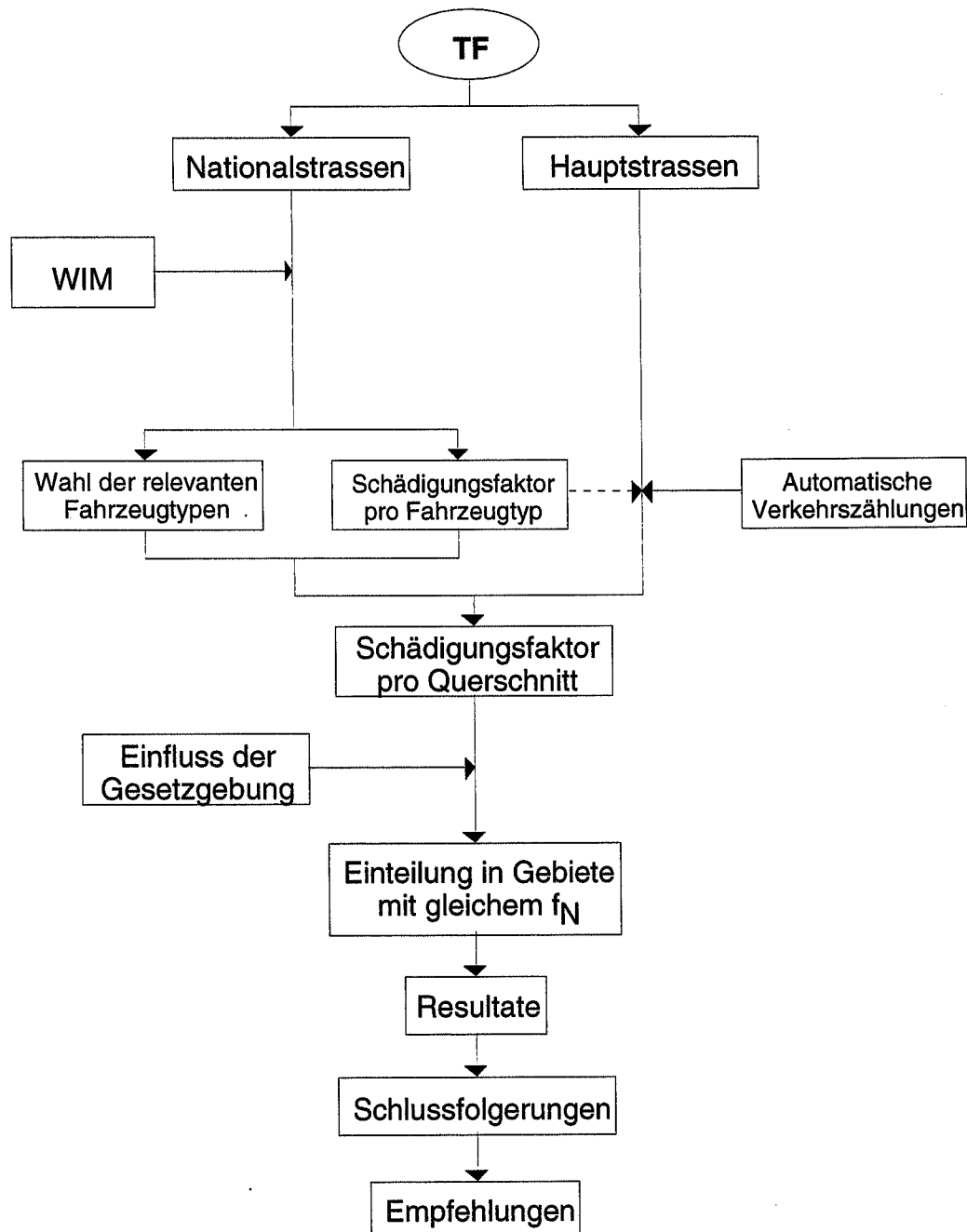


Abbildung 1.1: Vorgehen (schematisch)

Für die Verkehrszusammensetzung auf den Hauptstrassen wurde die schweizerische Verkehrszählung des Bundesamtes für Statistik [08] [19] als Basis genommen. Danach wurde, unter der Annahme, dass die schädigende Wirkung verschiedener Fahrzeugtypen auf den Hauptstrassen denjenigen auf den Nationalstrassen entsprechen, die Umrechnungsfaktoren für verschiedene Querschnitte der Schweiz in der Umgebung der WIM-Stationen bestimmt und beurteilt.

Als nächster Schritt wurde der Einfluss der Gesetzgebung auf die schädigende Wirkung des Schwerverkehrs untersucht. Wie oben erwähnt (vgl. Abschnitt 1.4), bewirken sowohl die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) als auch die Erhöhung des maximal zugelassenen Gesamtgewichtes eine Erhöhung der Anzahl Achsen wie auch des Achsgewichtes. Diese Tatsachen wurden bei der Beurteilung der zukünftigen globalen Umrechnungsfaktoren berücksichtigt. Aufgrund dieser Untersuchung wurde alsdann das schweizerische Strassennetz in verschiedene Gruppen mit gleicher schädigender Wirkung bzw. mit gleichen Umrechnungsfaktoren unterteilt.

In einem letzten Schritt wurden die Resultate zusammengefasst, Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen für die Korrektur der heute gültigen Norm gemacht. Abbildung 1.1 zeigt das Vorgehen schematisch.

1.8 Abgrenzungen

Als schwere Lastfahrzeuge werden in diesem Bericht alle Nutzfahrzeuge für den Gütertransport mit dem Gesamtgewicht grösser als 3.5 Tonnen bezeichnet.

Die Personenwagen und die Lieferwagen (bis 3.5 Tonnen) verursachen infolge der geringen Achsgewichte eine sehr geringe Schädigung (4. Potenz). Im Verhältnis zu der schädigenden Wirkung der schweren Lastfahrzeuge ist diese vernachlässigbar und wird in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

Bei der Untersuchung wird angenommen, dass die verschiedenen schweren Lastfahrzeuge auf den Hauptstrassen die gleichen Gewichtsverhältnisse und damit die gleiche schädigende Wirkung wie diejenigen auf den Nationalstrassen aufweisen.

Die angegebenen Umrechnungsfaktoren sind für sogenannte durchschnittliche Querschnitte berechnet. Beim Vorhandensein von besonderen Belastungsquellen (wie zum Beispiel Zufahrten zu Kiesvorbereitungsanlagen, öffentlicher Verkehr usw.), müssen spezielle Erhebungen durchgeführt werden.

Für diese Forschungsarbeit wurden keine ausländischen Daten ausgewertet, da einerseits genügend schweizerische Fahrzeugdaten zur Verfügung standen und

andererseits die gesetzlichen und örtlichen Rahmenbedingungen im Ausland nicht den schweizerischen Verhältnissen entsprechen.

2. Technische Grundlagen

2.1 Begriffe

- **Verkehrslast**

Die Verkehrslast ist die Summe aller Achslasten der Fahrzeuge, die auf einen zu dimensionierenden Fahrstreifen eines Strassenabschnittes während einer bestimmten Zeitdauer einwirken. Die Verkehrslast enthält somit keine Angaben über den Einfluss der Abfolge der Achslasten und der Lasteinwirkungszeit.

- **Äquivalente Verkehrslast**

Anzahl von Referenzachsdurchgängen auf einem Fahrstreifen an einem bestimmten Tag i .

- **Tägliche äquivalente Verkehrslast**

Mittlere tägliche Anzahl von Referenzachsdurchgängen auf einem Fahrstreifen während der gesamten für die Dimensionierung massgebenden Gebrauchsperiode von n Jahren (berechnet für 7 Tage pro Woche und unter Berücksichtigung der Verkehrszunahme). Beispielsweise bezeichnet TF20 die tägliche mittlere äquivalente Verkehrslast während 20 Jahren.

- **Gesamte äquivalente Verkehrslast**

Gesamte Anzahl von Referenzachsdurchgängen auf einem Fahrstreifen während einer Gebrauchsdauer von n Jahren. Beispielsweise bezeichnet W20 die gesamte äquivalente Verkehrslast während 20 Jahren.

- **Achse**

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 mit maximalem Abstand gemäss [06]

- **Referenzachse**

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

- **Schwere Lastfahrzeuge und Schwerverkehr**

Als schwere Lastfahrzeuge werden Güterfahrzeuge bezeichnet, deren zulässiges Gesamtgewicht mehr als 3.5 t beträgt. Aus der Sicht der Beanspruchung und des Verhaltens der Strassen sind schwere Fahrzeuge für den Personentransport den schweren Lastfahrzeugen gleichzusetzen. Im vorliegenden Bericht werden unter dem Begriff «Schwerverkehr» alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3.5 t betrachtet. Die Ermittlung der Schwerverkehrsmenge kann auch durch die Erhebung der Anzahl Fahrzeuge mit einer Länge grösser als 6 m geschätzt werden.

- **Schwerverkehrsklasse und SLF-Kategorie**

Eine Schwerverkehrsklasse ist eine Gruppe von Schwerfahrzeugen, die bezüglich Grösse, Anzahl und Anordnung der Achsen vergleichbar sind und daher eine ähnliche Beanspruchung der Strasse bewirken. Diese Klassen dienen somit der Klassierung der Verkehrsbeanspruchung aufgrund visueller Verkehrszählungen oder anderer Verkehrserhebungen. Eine SLF- Kategorie (schwere Lastfahrzeuge) nach Norm [20] setzt sich aus verschiedenen Schwerverkehrsklassen zusammen.
- **Motorräder**

Motorräder, Motordreiräder, Roller (ohne Motorfahräder)
- **Personenwagen**

Personenwagen, Personenwagen mit Anhänger, Kombibusse
- **Cars, Busse**

Cars (Gesellschaftswagen), Busse (inkl. Linienbusse)
- **Lieferwagen**

Leichte Motorwagen (auch mit Anhänger) zum Warentransport bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht von 3.5 t
- **Lastwagen**

Schwere Motorwagen zum Warentransport mit einem Gesamtgewicht über 3.5 t ohne Anhänger und ohne Auflieger
- **Lasten- und Sattelzüge**

Schwere Motorwagen zum Warentransport mit einem Gesamtgewicht über 3.5 t mit Anhänger oder Auflieger
- **Äquivalenzfaktor (k)**

Der Äquivalenzfaktor auch Schädigungsfaktor oder Umrechnungsfaktor genannt, ist die Anzahl Referenzachsen, die einem Schwerfahrzeug entsprechen.

 - k_F Äquivalenzfaktor für flexible Beläge
 - k_S Äquivalenzfaktor für starre Beläge
- **Strassentypen**

Strassen können nach verkehrs- oder nutzungsorientierten Kriterien in Kategorien unterteilt werden. Für diese Forschungsarbeit wurde die verkehrsorientierte Sicht als massgebend betrachtet und gewählt. Die verkehrsorientierten Strassen bilden das übergeordnete Netz und ermöglichen rasche, sichere, leistungsfähige und wirtschaftliche Transporte. Sie werden gemäss [26] unterschieden in :

 - Hochleistungsstrassen (HLS)
 - Hauptverkehrsstrassen (HVS)
 - Hauptsammelstrassen (HSS)

2.2 AASHTO – Strassentest (American Association of State and Highway Transportation Officials)

Die Berücksichtigung der Verkehrsbelastung anhand der täglichen äquivalenten Verkehrslast TF ist ein gemeinsames Merkmal vieler heute weit verbreiteten empirischen Methoden der Oberbaudimensionierung. Obwohl in den letzten Jahren andere Dimensionierungsmethoden rechnerischer Art wie zum Beispiel «nach der Mehrschichtentheorie» weiter entwickelt wurden, stellen die Ergebnisse des AASHTO-Versuches heute immer noch die Basis vieler gebräuchlicher Dimensionierungsmethoden dar. Zur Bearbeitung der Forschungsarbeit wurden neben den Ergebnissen des AASHTO-Versuches auch andere Hilfsmittel wie die Resultate der Strassenverkehrszählungen benützt. Im folgenden werden die Grundlagen der Forschungsarbeit näher beschrieben.

Das Hauptziel des AASHTO – Strassentests bestand darin, die massgebenden Korrelationen zwischen der Gebrauchsdauer des Strassenoberbaus unterschiedlicher Oberbautypen und der Verkehrsbelastung zu bestimmen [1].

Beim Test wurden verschiedene Oberbauvarianten sowohl der flexiblen wie auch der starren Bauweise untersucht. Desweiteren wurden die Einflüsse der Einzel- und Doppelachslastkonfigurationen untersucht.

Obwohl der Strassentest die umfassendste Entwicklung der Beziehungen zwischen Verhalten, Schichtdicke und Verkehrsbelastung darstellte, waren die Ergebnisse durch die Zielsetzung des Versuchs begrenzt. So mussten für die Vorbereitung der Dimensionierungsmethode in den Richtlinien einige Annahmen getroffen werden, damit die Testgleichungen für gemischte Verkehrsverhältnisse und für Situationen mit anderen Untergrundmaterialien und bei anderen Klimaverhältnissen angewendet werden können [2].

Die statistische Auswertung des Versuchs ergab, dass die schädigende Wirkung des Verkehrs von folgenden Faktoren abhängt [3]:

1. **Zahl** der Lastwechsel: lineare Zunahme
2. **Grösse** der Achslasten: Die Schädigung nimmt mit der Achslast sehr stark zu

Bei der Dimensionierung nach dem AASHTO-Strassentest werden die verschiedenen Achslasten unter Berücksichtigung ihrer schädigenden Wirkung mit der Referenzachslast (8.16 t) verglichen und als äquivalente Verkehrslasten dargestellt.

Weil die angegebenen Gleichungen des AASHTO - Strassentests aufgrund der Versuchsergebnisse empirisch hergeleitet wurden, soll bei der Benutzung dieser Gleichungen (siehe Abschnitt 9.1) die Achslasten in Kilo Pounds eingesetzt werden. Da die schädigende Wirkung einer Achslast von mehreren Faktoren abhängig ist, ist die Berechnung der äquivalenten Lastfaktoren aufwendig. Tabelle 2.1 zeigt die äquivalenten Lastfaktoren für einen Stärkeindex SN = 3, einen Endbefahrbarkeitsindex

$P_t = 2.5$ und eine Plattendicke $D = 10$ Zoll (1 Zoll = 25.4 mm). Die Berechnung der äquivalenten Lastfaktoren wird in Anhang 1 näher beschrieben.

Zur Berechnung der äquivalenten Lastfaktoren in den Kapiteln 3 und 4 wurden die Achslasten zwischen null und einer Tonne als 0.5 t, die zwischen einer und zwei Tonnen als 1.5, usw. angenommen (siehe Tabelle 2.1). Tabelle 2.1 dient als Grundlage für die Berechnung der Umrechnungsfaktoren in den Kapiteln 3 und 4. Bei einer nächsten Revision der bestehenden Norm SN 640 320 a [17] sollte die Tabelle 2.1 der Norm – Tabelle 2 ersetzen.

Achslast [t]	Flexible Beläge, SN = 3 Zoll			Starre Beläge, D = 10 Zoll		
	Einzel	Tandem	Tridem	Einzel	Tandem	Tridem
0,5	0,00006	0,00002	0,00001	0,00004	0,00002	0,00002
1,5	0,0017	0,0002	0,0001	0,0011	0,0003	0,0002
2,5	0,01	0,001	0,0004	0,007	0,001	0,001
3,5	0,04	0,004	0,001	0,028	0,005	0,002
4,5	0,11	0,011	0,003	0,08	0,012	0,005
5,5	0,24	0,024	0,006	0,18	0,026	0,010
6,5	0,43	0,05	0,011	0,37	0,052	0,02
7,5	0,73	0,08	0,020	0,69	0,09	0,03
8,5	1,16	0,13	0,032	1,19	0,16	0,05
9,5	1,79	0,19	0,050	1,92	0,25	0,08
10,5	2,67	0,28	0,073	2,95	0,38	0,12
11,5	3,88	0,38	0,103	4,35	0,56	0,17
12,5	5,52	0,52	0,14	6,17	0,79	0,25
13,5	7,68	0,68	0,19	8,48	1,10	0,34
14,5	10,48	0,89	0,25	11,34	1,49	0,46
15,5	14,08	1,13	0,31	14,82	1,99	0,61
16,5	18,61	1,43	0,39	19,01	2,59	0,79
17,5	24,25	1,79	0,49	24,02	3,32	1,01
18,5	31,19	2,22	0,59	29,98	4,19	1,28
19,5	39,65	2,73	0,72	37,06	5,21	1,60
20,5	49,86	3,33	0,86	45,42	6,40	1,97
21,5	62,08	4,04	1,02	55,26	7,77	2,41
22,5	76,57	4,88	1,21	66,79	9,34	2,92
23,5	93,65	5,84	1,42	80,24	11,12	3,50
24,5	113,63	6,96	1,66	95,85	13,12	4,16
25,5	136,88	8,26	1,93	113,87	15,37	4,90
26,5	163,76	9,74	2,24	134,57	17,89	5,74
27,5	194,68	11,43	2,58	158,23	20,71	6,67
28,5	230,08	13,36	2,97	185,16	23,86	7,71
29,5	270,40	15,55	3,40	215,68	27,36	8,85

Tabelle 2.1: AASHTO äquivalente Lastfaktoren

2.3 Grundlagen der bisherigen Norm

Die bis vor kurzem noch gültige Norm SN 640 320 «Dimensionierung - Äquivalente Verkehrsbelastung» wurde 1972 im Rahmen der damals neu erschienenen Normengruppe «Dimensionierung» herausgegeben. Diese Normengruppe bildeten die Grundlagen der Bemessung von Schichtdicken des Oberbaus von sowohl die flexiblen als auch die starren Bauweisen. Diese basierten grundsätzlich auf die Ergebnisse des AASHTO-Strassentests. Dabei wurden in den Normen für die entsprechenden Bauweisen die Berechnungsgrundlagen aus den AASHTO-Ergebnissen übernommen und ebenso, in weiteren Normen, auch die weiteren Grundlagen wie die Bestimmung der äquivalenten Verkehrsbelastung und der Befahrbarkeit der Strassenoberfläche als Dimensionierungskriterium beschrieben. Die in der Norm enthaltene Aussage, wonach im Normalfall mit 1.2 Referenzachslasten pro schwerem Lastfahrzeug gerechnet werden kann, ist einerseits aus heutiger Sicht grundsätzlich in Frage zu stellen und andererseits erscheint eine solche Aussage zu wenig differenziert. So ist die Annahme durchaus berechtigt, dass je nach Strassenart - was immer darunter verstanden werden kann - die Zusammensetzung des Schwerverkehrs und demzufolge die durchschnittliche Verkehrslast (durchschnittlich im Sinne des Bezugs auf eine schwere Lastfahrzeugeinheit) sowohl nach oben, als auch nach unten korrigiert werden kann.

Die eigentlichen Bemessungsnormen wurden im Jahre 1988 nach einer Revisionsarbeit neu herausgegeben. Dabei wurde an der ursprünglichen Berechnungsgrundlage im wesentlichen festgehalten, die Art der Präsentation mit einem «Bemessungskatalog» hingegen neu konzipiert. Die Norm von 1971 SN 640 321 "Befahrbarkeit der Strassenoberfläche" blieb unverändert bestehen. Die Norm von 1971 SN 640 320 «Äquivalente Verkehrsbelastung» wurde im Dezember 2000 durch die Norm SN 640 320 a ersetzt. Diese neue Norm beruht auf der Auswertung zweier WIM-Stationen am Gotthard und in Denges/VD. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen haben sich seit dem 1. Januar 2001 mit der Aufhebung der 28 Tonnen Limite geändert. Es fahren neu mehr schwere Lastfahrzeuge auf dem schweizerischen Nationalstrassennetz. Aufgrund dieser Änderungen drängt sich eine Überprüfung der neuen Norm zweifellos auf.

2.4 Veränderte Randbedingungen

2.4.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Verkehrsregelverordnung VRV (Art. 67) [6] unterscheidet für die höchstzulässige Achslasten folgende Kategorien:

- **Einzelachslasten**

Einzelachslast der angetriebenen Achsen:	11.5 t
Einzelachslast generell:	10.0 t

- **Tandemachslast**
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand < 1.0 m: 11.5 t
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand < 1.3 m: 16.0 t
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand < 1.8 m: 18.0 t
 - mit Luftfederung unter bestimmten Bedingungen: 19.0 t
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand > 1.8 m: 20.0 t

- **Tridemachslast**
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand < 1.3 m: 21.0 t
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand < 1.4 m: 24.0 t
 - Tandemachslast mit einem Achsabstand > 1.4 m: 27.0 t

Um eine klare Erkennung der verschiedenen Konfigurationen zu ermöglichen, ist es sinnvoll, bei den WIM (weigh-in-motion) Auswertungen (siehe Kapitel 2.6) sowohl die Tandem- als auch die Tridemachsen mit einem Achsabstand von weniger als 1.8 m zu definieren. Somit wird bei einer Tridemachse mit Achsabständen von 1.4 und 1.5 m die Achse richtig erkannt. Wenn aber die Tridemachse mit Achsabständen von weniger als 1.4 m definiert werden, wird im oberen Beispiel die Tridemachse als eine Einzel- und einer Tandemachse erkannt.

2.4.2 Entwicklung des Motorfahrzeugparks, Verkehrszusammensetzung

Die Zusammensetzung des Verkehrs hat sich im Laufe der letzten Jahre ständig verändert. Sie ist von vielen Einflüssen wie die technischen Entwicklungen, die wirtschaftlichen Anforderungen der Industrie, die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die örtlichen Gegebenheiten usw. abhängig.

Tabelle 2.2 zeigt den durchschnittlich prozentualen Anteil der verschiedenen Fahrzeugkategorien am Gesamtverkehr für das Jahr 1995 und 2000. Diese durchschnittlichen Werte können lokal stark variieren.

Fahrzeugkategorie	An allen Tagen im 1995 [%]	An allen Tagen im 2000 [%]
Motorräder	1.7	2.0
Personenwagen	89.3	88.7
Cars, Busse	0.5	0.5
Lieferwagen	3.4	3.4
Lastwagen	2.6	2.5
Lasten- und Sattelzüge	2.5	2.9

Tabelle 2.2: Durchschnittlicher Anteil der Fahrzeugkategorien am Gesamtverkehr

Im Zuge der Aufhebung der 28t-Limite ist ab dem 1.1.2001 mit einer Veränderung der Zusammensetzung des Verkehrs zu rechnen. Das klassische Transitzfahrzeug (Sattelzug mit Tridemachse) wird erfahrungsgemäss zunehmen. Dies ist schon jetzt an der Gotthardroute zu beobachten.

Desweiteren ist ein vermehrtes Aufkommen von Single Reifen anstelle von Zwillingsreifen zu beobachten. Mit dieser Problematik befasst sich im Rahmen europäischer Forschungsprojekte auch die COST-Aktion 334 (effects of wide single tyres and dual tyres).

2.4.3 Verkehrsentwicklung (Frequenzen)

Seit dem Erscheinen der Norm über die äquivalente Verkehrslast anfangs der 70-er Jahre, hat eine sehr grosse Zunahme des Verkehrs (inklusive Schwerverkehr), insbesondere auf den Nationalstrassen stattgefunden. In Tabelle 2.3 sind für verschiedene Abschnitte des Nationalstrassennetzes mit einer relativ frühen Verkehrseröffnung die DTV-Jahresmittelwerte mit 5jährigem Intervall angegeben. Abbildung 2.1 zeigt den Zuwachs seit 1970 graphisch.

Jahr	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2000 /1970
Strecke									
N3 AG		10300	14300	18500	21100	25700	28600	44200	4.29
N1 SO		18900	30000	36200	44000	52500	61500	69900	3.70
N6 BE		16100	23500	30150	34600	41100	44900	51800	3.22
N1 AG		14800	30250	35700	36000	43800	48900	51400	3.47
N3 ZH		14800	25800	31700	37300	41550	42200	47100	3.18
N1 BE	9100	18900	30000	36200	44000	52500	73900	88700	4.69
Summe		93800	153850	188450	217000	257150	300000	353100	3.76
2000/19xx		3.76	2.30	1.87	1.63	1.37	1.18	1.00	
19xx/1970		1.00	1.64	2.01	2.31	2.74	3.20	3.76	

Tabelle 2.3: Entwicklung der DTV-Werte 1970-2000 für ausgewählte Strecken des Nationalstrassennetzes

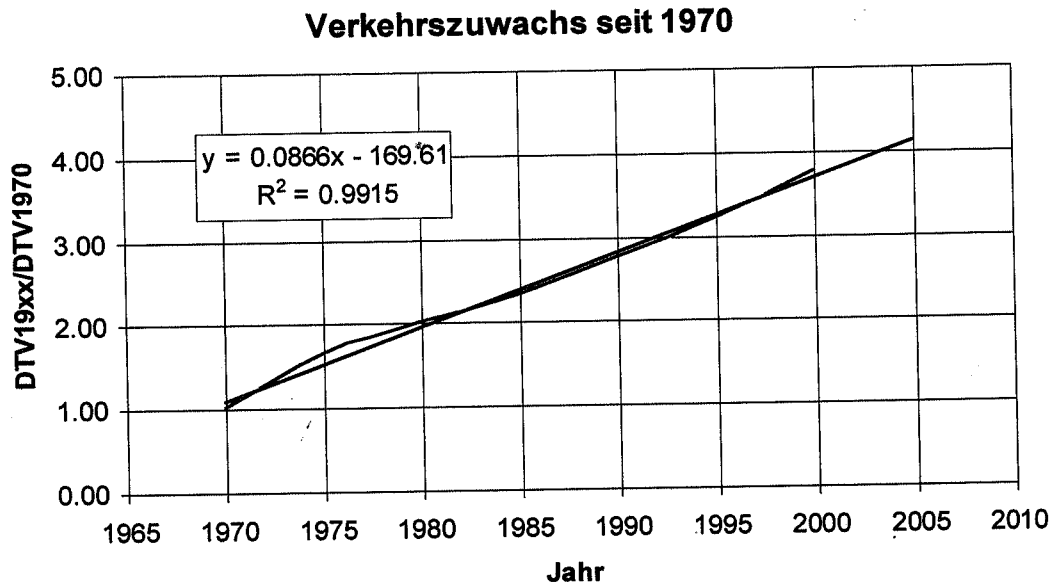


Abbildung 2.1: Verkehrszuwachs seit 1970 auf ausgewählten Nationalstrassenabschnitten

Bei einem Blick in die nahe Zukunft lässt sich ableiten, dass eine Gebrauchsdauer von einem Jahr im Jahre 2004, einer solchen von vier Jahren im Jahre 1970 entsprochen hätte. Anders ausgedrückt heisst das, dass ein Belag aus dem Jahre 1970 bei der heutigen Verkehrsbelastung bei Ablauf der Garantiezeit bereits sanierungsbedürftig wäre.

In Abbildung 2.2 wird die Entwicklung der Verkehrsbelastung auf den Nationalstrassen anhand des Mittelwertes aller verfügbaren automatischen Zählstellen dargestellt, ergänzt, um die Angaben der Entwicklung der Anteile an Zählstellen, wo die Verkehrsbelastung 50'000 Fahrzeuge pro Tag übersteigt.

Die zuletzt veröffentlichten Daten für das Jahr 2000 sind in Abbildung 2.3 enthalten.

Verkehrsentwicklung auf den Nationalstrassen

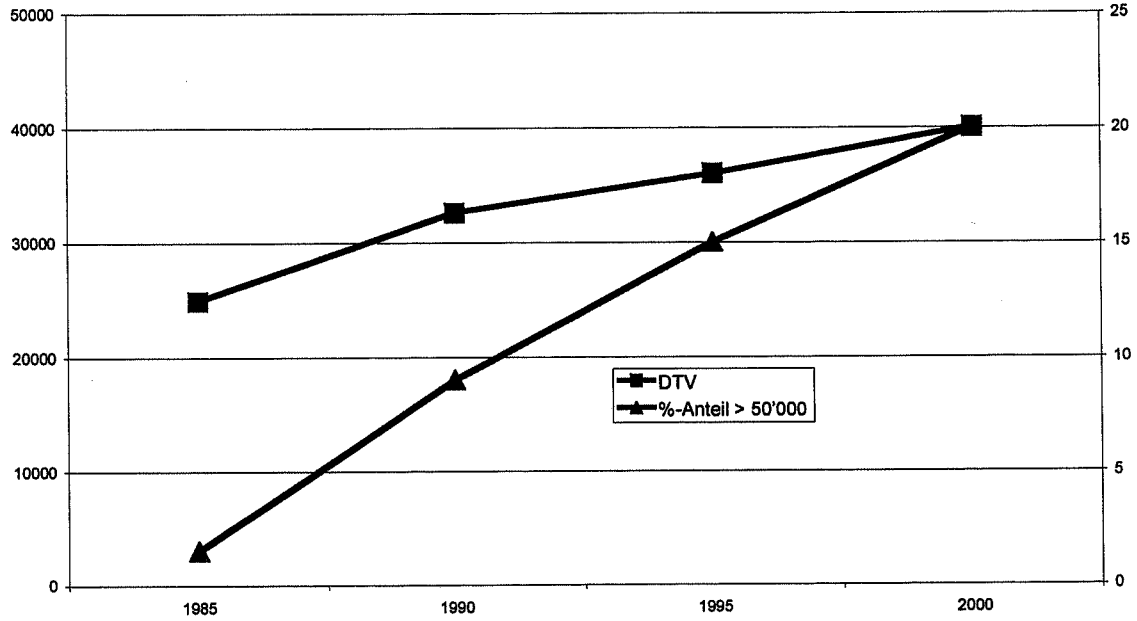


Abbildung 2.2: Verkehrsentwicklung auf den Nationalstrassen (Mittelwert aller Zählstellen)

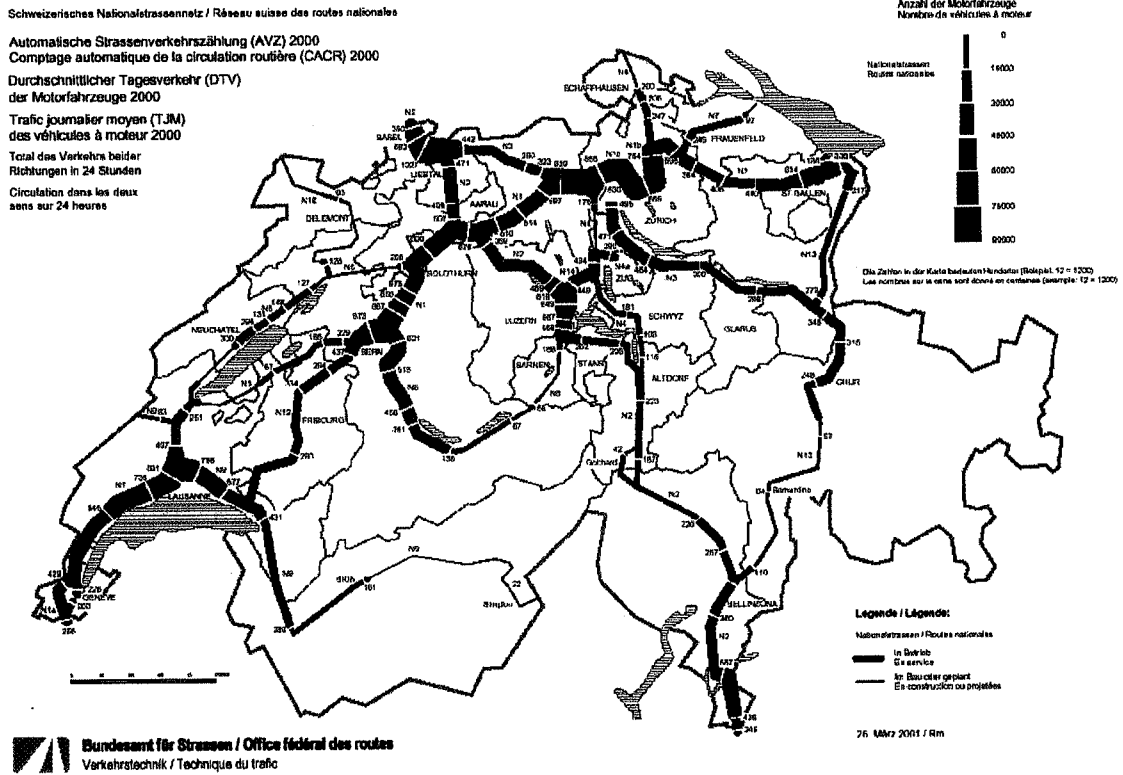


Abbildung 2.3: DTV-Werte 2000 für das Nationalstrassennetz (Quelle: ASTRA)

2.5 Forschungsergebnisse und Untersuchungen seit Erscheinen der Norm SN 640 320[10]

2.5.1 Wägungen ISETH

Die in den Jahren 1973 bis 1975 durchgeführten Wägungen hatten primär den Zweck, für die im Forschungsprogramm «Beobachtung des Verhaltens ausgewählter Strassenabschnitte» berücksichtigten Strecken genauere Angaben über die äquivalente Verkehrslast zu ermitteln. Die Wägungen wurden an einzelnen Querschnitten an jeweils einem Tag pro Fahrrichtung in der Zeit zwischen 08.00 und 17.00 Uhr durchgeführt. Die zu wägenden Fahrzeuge wurden mittels aufwendiger Signalisation unter Mitarbeit der Verkehrspolizei auf Rastplätze umgeleitet, wo sie im Schrittempo über eine transportable Achslastwaage fuhren und anschliessend die Fahrt unbehindert fortsetzen konnten. Bei der für die Wägungen eingesetzten Achslastwaage (im Besitze des ASB, Betreuung durch Eidg. Amt für Messwesen) handelte es sich um eine Kombination aus zwei auf Biegung beanspruchte Wägeplatten, bei welchen über Dehnmessstreifen auf die vertikale Belastung geschlossen wird. Die Auswertelektronik gestattete jeweils die Erfassung aller Einzelachslasten (Tandemachsen jeweils nach separaten Einzelachsen). Die Art der erfassten Fahrzeugtypen (Einzellastwagen, Lastenzug, Sattelschlepper, jeweils mit unterschiedlicher Achszahl) wurde von Hand erfasst. Insgesamt wurden im Rahmen dieser Untersuchungen anlässlich von 18 Zähltagen an 10 Querschnitten 8762 schwere Lastfahrzeuge gewogen.

Die Ergebnisse der im Rahmen des genannten Forschungsauftrages durchgeführten Wägungen sind im Bericht «Erhebungen über die Beanspruchung der Strassen durch schwere Motorwagen» [09] detailliert dargestellt und ausgewertet. Primär wurden im Sinne der Anwendung der Norm die TF – Werte für den betreffenden Abschnitt und die dabei auftretenden Umrechnungsfaktoren (Anzahl Normachslasten pro Schwerfahrzeug) ermittelt. Die weitere Interpretation der Ergebnisse dieser Forschungsarbeit hat zu den folgenden Erkenntnissen geführt:

- die Anzahl Normachslasten pro schweren Lastfahrzeug kann je nach Strecke sehr stark schwanken,
- ein Richtwert von ungefähr 1.2 Normachslasten pro Schwerfahrzeug wird unter bestimmten Voraussetzungen der Verkehrszusammensetzung erreicht,
- lokale Besonderheiten und die Zusammensetzung des Schwerverkehrs sind die wichtigsten Einflussfaktoren.

Diese Feststellungen sind im wesentlichen die Folgen der unterschiedlichen Streubreite der Gesamtgewichte verschiedener Fahrzeugtypen, welche wiederum von den unterschiedlichen Nutzlasten herrühren. So wurden beispielsweise im Rahmen der ETH-Wägungen Unterschiede im durchschnittlichen Gesamtgewicht von 2-achsigen Lastwagen ohne Anhänger zwischen 7.83 und 9.94 Tonnen festgestellt, also eine

Streubreite von 2.1 Tonnen, hingegen wurde bei den Sattelschleppern unterschiedliche Gesamtgewichte zwischen 10.33 und 23.02 Tonnen ermittelt, was einer Streubreite von 13 Tonnen gleichkommt.

Messstelle	Datum	Richtung	Lastwagen		Lastenzug		Sattelschlepper		Total	
			n	%	n	%	n	%	n	%
N6 Münsingen	1973	Thun	156	46	169	50	15	4	340	100
		Bern	180	54	138	41	16	5	334	100
N1 Suhr – Lenzburg	1974	Bern	98	42	119	51	15	7	232	100
		Zürich	378	38	483	49	122	13	983	100
N3 Thalwil	1974	Chur	242	50	192	40	47	10	481	100
		Zürich	260	53	171	35	61	12	492	100
T10 Malters	1974	Bern	99	61	51	32	12	7	162	100
		Luzern	95	55	62	36	15	9	172	100
Montagny		Cheseaux	61	62	33	33	5	5	99	100
N6 Münsingen	1975	Thun	197	59	115	34	23	7	335	100
		Bern	191	58	110	33	30	9	331	100
N3 Weesen	1975	Chur	245	57	126	29	57	13	428	100
		Zürich	274	52	194	36	62	12	530	100
N3 Mumpf	1975	Basel	129	27	305	65	39	8	473	100
		Zürich	147	24	391	65	66	11	604	100
N1 Lindenrain	1975	Zürich	379	43	431	48	77	9	887	100
		Bern	445	42	511	48	113	10	1069	100
Bülach	1975	Kloten	429	53	346	42	41	5	816	100

Tabelle 2.4: Zusammenstellung der gewogenen Fahrzeuge

Messstelle	Richtung	Lastwagen		Lastenzug		Sattelschlepper		Total	
		n	F _n /F _z	n	F _n /F _z	n	F _n /F _z	n	F _n /F _z
N6 Münsingen N1	Thun	156	0.58	169	1.54	15	1.43	340	1.09
	Bern	180	0.93	138	1.93	16	0.69	334	1.32
Suhr – Lenzburg N3	Bern	98	0.62	119	1.21	15	1.44	232	0.99
	Zürich	378	0.92	483	1.74	122	1.49	983	1.50
Thalwil T10	Chur	242	0.76	192	2.40	47	2.29	481	1.57
	Zürich	260	0.34	171	1.24	61	0.78	492	0.70
Malters	Bern	99	0.78	51	1.71	12	0.55	162	1.06
	Luzern	95	0.64	62	2.17	15	2.01	172	1.31
Montagny	Cheseaux	61	0.43	33	1.63	5	0.29	99	0.82
N6 Münsingen	Thun	197	0.64	115	1.11	23	1.24	335	1.16
	Bern	191	0.58	110	1.40	30	0.59	331	0.85
N3 Weesen	Chur	245	0.75	126	2.30	57	1.36	428	1.28
	Zürich	274	1.14	194	1.77	62	1.20	530	1.38
N3 Mumpf	Basel	129	0.35	305	0.55	39	0.62	473	0.50
	Zürich	147	0.92	391	3.42	66	2.90	604	2.75
N1 Lindenrain	Zürich	379	0.69	431	1.43	77	0.95	887	1.07
	Bern	445	0.60	511	1.84	113	1.09	1069	1.25
Bülach	Kloten	429	2.10	346	3.84	41	3.40	816	2.90

Tabelle 2.5: Zusammenstellung der Schädigungsfaktoren

Bei der Berücksichtigung aller gewogenen Fahrzeuge schwanken die Schädigungsfaktoren zwischen 0.5 und 2.9. Daraus ergeben sich folgende Werte:

Anzahl Daten, $n = 18$

Mittelwert des Schädigungsfaktor = 1.31

Standardabweichung = 0.62

Variationskoeffizient = 0.47

Bei Weglassung der Ergebnisse von Mumpf und Kloten, welche spezielle Situationen darstellten – Tankwagentransporte nach Basler Rheinhafen und Kiestransporte von den Kieswerken – kommt man zu folgenden Resultaten:

Anzahl Daten, $n = 15$

Mittelwert des Schädigungsfaktor = 1.16

Standardabweichung = 0.20

Variationskoeffizient = 0.22

Diese Resultate zeigen, dass der alte Umrechnungsfaktor von 1.2 in SN 640 320 [10] gut mit den oben angegebenen Wert en – aufgrund der Erhebungen von 1973 bis 1975 übereinstimmen.

Die Zunahme des schweren Verkehrs in den letzten Jahren, vor allem die Zunahme der schwereren Gütertransportfahrzeuge wie Anhängerzüge und Sattelschlepper, hat bewirkt, dass die Schädigungsfaktoren der einzelnen Fahrzeuge und die damit verbundenen Schädigungsfaktoren der verschiedenen Querschnitte ständig zunimmt. Unter den neuen Umständen ist der Umrechnungsfaktor von 1.2 eindeutig nicht mehr repräsentativ und es müssen neue Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugtypen, sowie für die verschiedenen Querschnitten festgelegt werden.

2.5.2 Wägungen ASB

In der gleichen Zeitperiode wie die oben erwähnten Wägungen durch die ETH Zürich fanden mit derselben Wäganlage weitere Wägungen statt, die vom ASB (Bundesamt für Strassen) in eigener Regie durchgeführt wurden, wobei sich mit den ETH-Wägungen teilweise auch Wiederholungsmessungen ergaben. Die Ergebnisse wurden im allgemeinen ähnlich ausgewertet (Bestimmung der jeweiligen TF-Werte und der Anzahl Normachslasten pro Schwerfahrzeug), eine weitergehende Analyse wie im Falle der von der ETH durchgeführten Wägungen, wurde hingegen nicht vorgenommen.

Die Ergebnisse dieser Wägungen sind in internen Berichten des ASB festgehalten und wurden 1974 erstmals veröffentlicht [28].

2.5.3 Querverteilungsstudien ISETH

Das Problem der Querverteilung der Verkehrsbelastung wurde in einer gesonderten Arbeit angegangen, deren Ergebnisse gleichzeitig mit den Ergebnissen der Untersuchungen über die Wägungen an den Messquerschnitten der Strecken aus dem Forschungsauftrag «Beobachtung des Verhaltens ausgewählter Strassenabschnitte» [27] veröffentlicht wurden.

Diese Arbeit hat aufgezeigt:

- wie die Querverteilung quantifiziert werden kann
- dass die Querverteilung von schweren Motorwagen in einer linearen Beziehung zur Strassenbreite gesetzt werden kann
- und schliesslich mit welchen Ansätzen eine Berücksichtigung unterschiedlicher Querverteilungen aus der Sicht der Dimensionierung möglich ist

2.5.4 Schweizerische Strassenverkehrszählung: Kategorienzählungen im 5 – Jahres – Rhythmus

Die Mengenanteile der Schwerfahrzeuge können aufgrund der veröffentlichten Zahlen der Verkehrsstatistik in Erfahrung gebracht werden, wobei unter diesem Begriff in der Schweiz sämtliche Gütertransportfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht > 3.5 t sowie Busse eingeschlossen werden. Jeweils alle 5 Jahre werden in der ganzen Schweiz speziell detaillierte Verkehrszählungen durchgeführt (sogenannte «UNO-Zählungen»), bei denen verschiedene Fahrzeugkategorien separat erfasst werden. Bei der zuletzt in der Schweiz durchgeführten Verkehrserhebung dieser Art wurden im Jahre 2000 folgende Fahrzeugkategorien separat erhoben:

- **Motorräder:** Motorräder ab 51 bis zu 400 cm³ Hubraum
Roller
Kabinenroller
Motordreiräder
- **Personenwagen:** Personenwagen
Personenwagen mit Anhängern
Kombiwagen, Jeeps
Lieferwagen zu Reisezwecken
Kombibusse bis max. 9 Sitzplätze
- **Cars, Busse** Cars (Gesellschaftswagen)
Cars mit Anhängern
Linienbusse
- **Lieferwagen** Lieferwagen bis zu 3.5 t zulässiges Gesamtgewicht
Lieferwagen mit Anhängern
- **Lastwagen** Lastwagen ohne Anhänger und ohne Auflieger
Spezialfahrzeuge ohne Anhänger und ohne Auflieger
- **Lasten- und Sattelzüge:** Lastwagen mit Anhängern oder mit Aufliegern
Spezialfahrzeuge mit Anhängern oder mit Aufliegern

Fahrzeugkategorie	an Werktagen %	an Sonn- und Feiertagen %	an allen Tagen %
Motorräder	1.5	3.6	2.0
Personenwagen	86.3	95.4	88.7
Cars, Busse	0.5	0.5	0.5
Lieferwagen	4.5	0.4	3.4
Lastwagen	3.3	0.1	2.5
Lasten- und Sattelzüge	3.9	0.0	2.9

Tabelle 2.6: Durchschnittliche Fahrzeugzusammensetzung für die ganze Schweiz im Jahre 2000

Tabelle 2.6 zeigt die durchschnittliche Fahrzeugzusammensetzung für die ganze Schweiz im Jahre 2000.

Gemäss diesen durchschnittlichen Gesamtergebnissen beträgt also der Schwerverkehrsanteil aller Strassen (aller Zählstellen) im Mittel 5.4 % oder besser 5.9 %, wenn auch die Kategorie der Busse und Cars mit den Lastwagen, Lasten- und Sattelzügen unter einer Sammelkategorie schwere Lastfahrzeuge zusammengezählt werden.

Der vorerst, vor allem unter Berücksichtigung gewisser subjektiver Eindrücke, die der durchschnittliche Automobilist bekommt, relativ niedrig erscheinende Anteil des Schwerverkehrs sieht schon etwas differenzierter aus, wenn eine Auswertung nach Strassengruppen oder gar nach einzelnen Strassenzügen vorgenommen wird, wie dies aus der nachfolgenden Tabelle 2.7 hervorgeht (mit Durchschnittswerten für alle Tage).

Strassengruppe	Schwerverkehr [%]
alle Zählstellen	5.9
alle Nationalstrassen	7.2
A1	7.4
A2	10.8

Tabelle 2.7: Fahrzeuganteil für bestimmte Strassen/Strassengruppen (2000)

Die oben erwähnten Werte sind Durchschnittswerte. Sie sind örtlich und zeitlich verschieden. Ausserdem soll an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, dass für die Dimensionierung der Strasse in erster Linie der Schwerverkehr infolge seines hohen Schädigungspotentials, infolge seiner hohen Achsgewichte massgebend ist.

2.5.5 Automatische Strassenverkehrszählung 1999 [7] Fahrzeuge nach Längenklassen (LVC)

An insgesamt 75 Messstationen für die Verkehrszählung auf dem Nationalstrassennetz sind zusätzliche Detektoren installiert, welche eine Fahrzeugeinteilung nach Längenklassen ermöglichen. Diese Klassen dienen der Unterscheidung von Fahrzeugkategorien. Die Erfassung erfolgt mit Hilfe der Messung der Fahrgeschwindigkeit und der Durchfahrtszeit der Fahrzeuge auf einer Induktionsschleufe.

Die Fahrzeuge werden wie folgt unterteilt:

- Klasse I:** Längenbegrenzung kleiner als 6.00 m
Fahrzeugkategorien: Motorräder, Personenwagen, Lieferwagen
- Klasse II:** Längenbegrenzung zwischen 6.00 und 12.50 m
Fahrzeugkategorien: Lastwagen, Gesellschaftswagen, Personenwagen mit Anhängern, Lieferwagen mit Anhängern, Sattelschlepper (Zugfahrzeuge ohne Auflieger)
- Klasse III:** Längenbegrenzung grösser als 12.5 m
Fahrzeugkategorien: Lastenzüge, Sattelzüge, überlange Fahrzeuge, Personenwagen mit Sportgeräte - Anhänger, Lieferwagen mit Sportgeräte - Anhänger, Gesellschaftswagen mit Anhängern, Gelenkbusse

Bei der Zuteilung der Fahrzeuge in den oben erwähnten Klassen können verschiedene Fehlerquellen auftreten:

- Vereinzelte Lastwagenlängen unter 6.00 m; diese werden als Personenwagen oder Lieferwagen aufgenommen
- Vereinzelte Lieferwagenlängen über 6.00 m; diese werden als Lastwagen aufgenommen
- Ein Teil der Lastenzüge unterschreitet den Grenzwert von 12.50 m und wird „falsch“ klassiert
- Fehlfunktionen am Messgerät
- Schräges Überfahren der Induktionsschleufen
- Digitalisieren der Messwerte

2.6 Weigh-in-motion (WIM)-Konzept

2.6.1 WIM-Verfahren

Für die Erfassung des Verkehrs auf dem schweizerischen Nationalstrassennetz wird das System WIM (weigh-in-motion, Wiegen während der Fahrt) benützt. Das Bundesamts für Strassen hat in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich unter Beizug der Ergebnisse der COST 323 (weigh in motion of road vehicles - WIM) ein WIM-Konzept für die Schweiz erstellt. Ziel ist der Aufbau eines Netzes zur Erfassung der Achslasten im Hinblick auf die Verkehrssicherheit (Erfassung stark überladener Fahrzeuge), die Strassenerhaltung (Einhaltung der Gewichtslimiten) und die Strassendimensionierung (Kenntnis der Fahrzeugkategorie und deren Achslasten). Im Zusammenhang mit der Erfassung des Strassengüterverkehrs und insbesondere des alpenquerenden Güterverkehrs sind Anlagen im Bereich der wichtigsten Alpenquerungen vorgesehen. Ergänzend sind Anlagen zur Erfassung des Ziel-, Quell- und Binnenverkehrs auf stark belasteten Nationalstrassen und im Bereich der Einfahrtsachsen der Schweiz geplant. Die gebauten Anlagen werden durch das Bundesamt für Strassen und die ETH Zürich in einem jährlichen Zyklus neu kalibriert und die Genauigkeitsklasse wird neu bestimmt. Zu diesem Zweck werden jeweils ungefähr 40 schwere Lastfahrzeuge aus dem Verkehr genommen, anschliessend werden die Achsabstände gemessen und mittels einer statischen Plattenwaage werden die Achsgewichte bestimmt. Diese Werte werden sodann mit den Werten der WIM-Anlage verglichen und der mittlere relative Fehler und die Standardabweichung ermittelt.

Die während dem ganzen Jahr von der WIM-Anlage ermittelten Daten werden vom Bundesamt für Strassen in einer zentralen Datenbank gespeichert und dienen als Grundlage für die eidgenössische Statistik, für Forschungszwecke und für diverse offene Fragen. Die für diese Forschungsarbeit ausgewerteten Daten stammen aus dieser Datenbank.

Die WIM-Messstation ist in der Lage, die Fahrzeugkategorie, das Gesamtgewicht, die Achslasten, die Achsabstände und die Anzahl Achsen von allen Fahrzeugen zu erfassen.

Zur Zeit der Datenerhebung gab es 5 WIM –Stationen in der Schweiz (Abbildung 2.4).

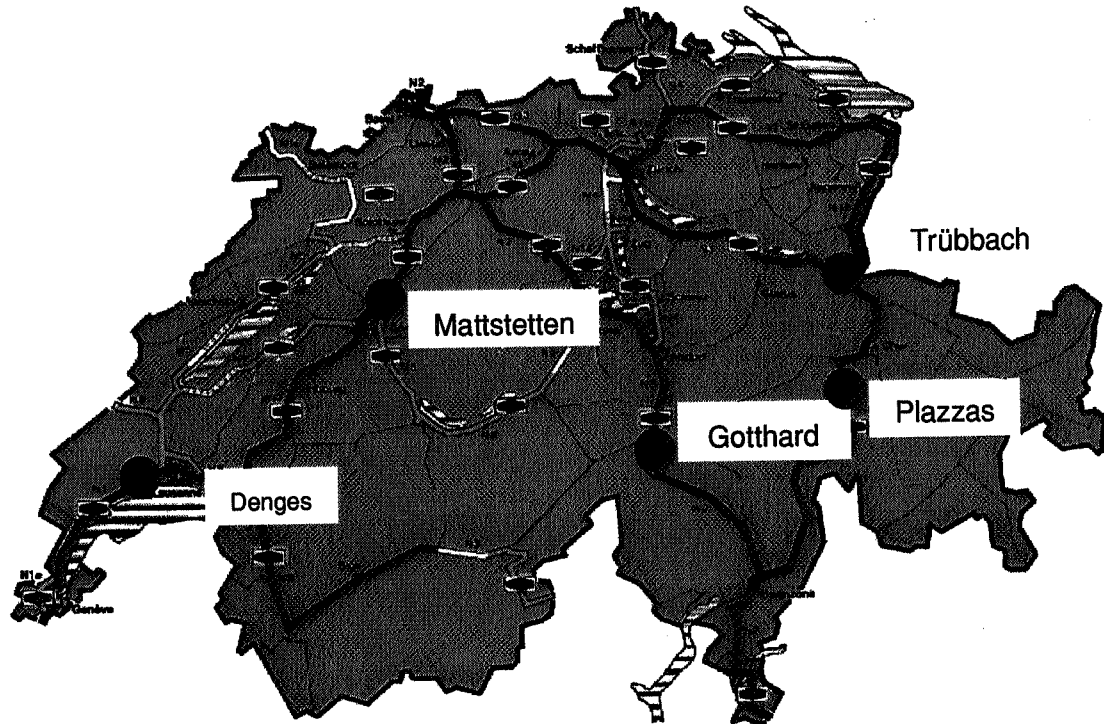


Abbildung 2.4: WIM Messstationen

Im WIM Konzept wurde festgelegt, dass die Fahrzeuge mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % in die richtige Klasse (siehe Abschnitt 2.6.3) eingeteilt werden sollen. Ausserdem soll in sich eine Klasse von Fahrzeugen keinen Fehleranteil grösser als 15 % aufweisen. Die Genauigkeit einer WIM Station wird durch sechs Faktoren beeinflusst:

- Geometrische Elemente der Strasse wie Quer- und Längsgefälle sowie die Kurvenradien
- Oberflächeneigenschaften der Strasse wie Ebenheit, Spurrinnen und andere Oberflächenschäden
- Tragfähigkeit des Oberbaus (Deflektion)
- Genauigkeit des eingesetzten Messsystems
- Dynamisches Verhalten des Fahrzeuges
- Oberbaustruktur (Steifigkeit)

Die WIM-Messstationen werden nach den europäischen Spezifikationen, aufgrund von Tests, einer Genauigkeitsklasse zugeteilt [11]. Es wird dabei unterschieden zwischen dem Gesamtgewicht der Einzelachslasten und den Einzelachslasten aus einer Gruppe sowie den Achsgruppen (Tandem- und Tridemachsen). Für jede Genauigkeitsklasse werden Anforderungen an die Genauigkeit (relativer Fehler) gestellt. Unter ständigem Verkehr sollen mindestens 95 % der gemessenen dynamischen Achslasten einen kleineren relativen Fehler aufweisen als die angegebenen Werte der Tabelle 2.8. Der relative Fehler wird wie folgt definiert:

$$r = [(W_{\text{dyn.}} / W_{\text{stat.}}) - 1] * 100$$

r = relativer Fehler, $W_{\text{dyn.}}$ = dynamisch gemessene Achslast und $W_{\text{stat.}}$ = statisch gemessene Achslast

Genauigkeits- klasse	Gesamtgewicht > 3.5 t	Einzelachslast > 2.0 t	Achslast aus einer Gruppe > 2.0 t	Achsgruppen > 3.5 t	Bewertung
A (5)	5				hervorragend
B+ (7)	7	11	15	10	sehr gut
B (10)	10	15	20	13	sehr gut
C (15)	15	20	25	18	gut
D+ (20)	20	25	30	23	ausreichend
D (25)	25	30	35		mangelhaft
E (30)	30				schlecht

Tabelle 2.8: Anforderung an die WIM-Messstationen in Abhängigkeit des Achstyps und der Genauigkeitsklasse

2.6.2 Fahrzeuggruppen

Der Verkehr setzt sich aus verschiedenen Fahrzeugtypen zusammen. Die durchschnittlichen Ergebnisse aller Zählstellen sind in Tabelle 5 dargestellt.

Mehr als 90 % aller Fahrzeuge sind leichte Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht kleiner als 3.5 t. Diese Fahrzeuge sind für die Dimensionierung des Oberbaus nicht relevant und werden nicht berücksichtigt. Der Schwerverkehr umfasst verschiedene Fahrzeugtypen. Diese werden hier etwas näher beschrieben.

Lastwagen: Die Lastwagen besitzen zwei Achsgruppen. Die Vorderachse ist in der Regel eine Einzelachse. Bei bestimmten Typen (vor allem bei Kiestransport) kommen sie auch als Doppelachse vor. Die Hinterachse kann als Einzel-, Doppel- oder selten als Tridemachse vorkommen. Die häufigsten Lastwagentypen sind Typ 220, 230 und 260 (siehe Tabelle 2.10).

Sattelschlepper: Die Sattelschlepper besitzen drei oder vier Achsgruppen. Sie bestehen aus einem Zugfahrzeug und einem Auflieger. Die Vorderachse ist in der Regel eine Einzelachse. Die zweite Achse ist eine Einzel- oder Tandemachse und die dritte Achse kann als Einzel-, Doppel- oder Tridemachse vorkommen. Selten besitzen die Sattelschlepper auch eine vierte Achse. Die häufigsten Typen der Sattelschlepper sind Typ 321, 326 und 329 (siehe Tabelle 2.10).

Lastenzüge: Die Lastenzüge bestehen aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger. Bei den üblichen Typen ist die Vorderachse immer eine Einzelachse. Die anderen Achsen kommen in verschiedenen Kombinationen vor. Die häufigsten Typen der Lastenzüge sind Typ 422, 423, 426 und 432 (siehe Tabelle 2.10).

Busse: Die Busse sind normalerweise zweiachsig. Die Vorderachse ist eine Einzelachse; die Hinterachse kommt als Einzel- oder als Doppelachse vor. Die wichtigsten Typen der Busse sind Typ 520 und Typ 530 (siehe Tabelle 2.10).

2.6.3 Fahrzeugklassierungen für WIM – Auswertungen

Die Klassierung der Fahrzeuge dient der Bildung von Gruppen mit ähnlichen Fahrzeugtypen. Es gibt mehrere Arten der Klassierungen. In der Schweiz sind zur Zeit zwei Systeme von zwei verschiedenen Herstellern in Betrieb, die jeweils eine eigene Klassierung erstellt haben. Bei dem einen System erfolgt die Messung mittels eines Kristallsensors. Bei diesem System werden die Daten nach der Golden River Klassierung erfasst. Bei dem anderen System werden die Daten mittels eines Plattensensors nach der PAT Klassierung erfasst.

- Die WIM Stationen Gotthard, Trübbach und Denges benützen die Golden River Klassierung. Dabei werden folgende Daten erfasst:
 - Zählstellen Nummer
 - Fortlaufende Zahl der Fahrzeuge
 - Datum (TTMMJJ)
 - Zeit (HHMM)
 - Zeit (sek.)
 - Zeit (1/100 sek.)
 - Reserve Kode
 - Fahrstreifen Nummer
 - Fahrtrichtung
 - Abstand Fahrzeugfront – Fahrzeugfront (sek.)
 - Abstand Fahrzeugfront – Fahrzeugheck (sek.)
 - Geschwindigkeit (km/h)
 - Fahrzeuglänge (cm)
 - Anzahl Achsen
 - Fahrzeugklasse (Golden River Klassierung)
 - Abstand von ersten bis zur letzten Achse (cm)
 - Abstand von ersten bis zur zweiten Achse usw. bis zur neunten Achse (cm)
 - Gesamtgewicht (10 kg)
 - Gewicht der ersten Achse usw. bis der neunten Achse (10 kg)

Die Golden River Klassierung unterscheidet 7 Hauptgruppen [4]:

Gruppe 1: Personenwagen und Lieferwagen ohne Anhänger

Gruppe 2: Personenwagen und Lieferwagen mit Anhänger

Gruppe 3: Bus mit und ohne Anhänger

Gruppe 4: Lastwagen

Gruppe 5: Lastenzüge

Gruppe 6: Sattelschlepper

Gruppe 7: Spezialfahrzeuge



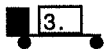





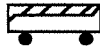

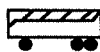



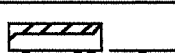
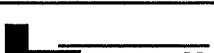
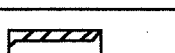

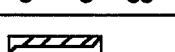
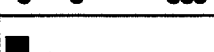



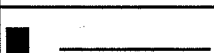




Vehicle Classification Table			GR09-SWISS7		
1	Car, Light Van		5	Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Drawbar Trailer	
	Light Goods Vehicle (LGV)			Rigid 2-Axle Truck & 3-Axle Drawbar Trailer	
2	Car/LGV & 1-Axle Caravan/Trailer		5	Rigid 2-Axle Truck & 1-Axle Caravan / Trailer	
	Car/LGV & 1-Axle Caravan/Trailer			Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Caravan / Trailer	
3	Bus or Coach 2-Axle		5	Rigid 3-Axle HGV & 2-Axle Drawbar Trailer	
	Bus or Coach 3-Axle			Rigid 3-Axle HGV & 3-Axle Drawbar Trailer	
	Bus/Coach 2-Axle & 1-Axle Trailer		6	Artic, 2-Axle Tractor & 1-Axle Semi - Trailer	
	Bus/Coach 3-Axle & 1-Axle Trailer			Artic, 2-Axle Tractor & 2-Axle Semi - Trailer	
	Bus/Coach 2-Axle & 2-Axle Trailer			Artic, 2-Axle Tractor & 3-Axle Semi - Trailer	
	Bus/Coach 3-Axle & 2-Axle Trailer			Artic, 3-Axle Tractor & 1-Axle Semi - Trailer	
4	Rigid 2-Axle Truck (HGV)		6	Artic, 3-Axle Tractor & 2-Axle Semi - Trailer	
	Rigid 3-Axle Truck (HGV)			Artic, 3-Axle Tractor & 3-Axle Semi - Trailer	
	Rigid 3-Axle Truck (HGV)		7	Vehicle with 7 or more Axles Any other vehicle	
	Rigid 4-Axle Truck (HGV)				
	Rigid 4-Axle Truck (HGV)				

Tabelle 2.9: Golden River Klassierung

In dieser Klassierung werden die Zweiräder nicht erfasst. Gruppe 7 beinhaltet alle Fahrzeuge die nicht der Gruppen 1 bis 6 zugeordnet werden können. Eine genauere Typenaufteilung innerhalb einer Gruppe wird aufgrund der Achsabstände durchgeführt. Tabelle 2.9 zeigt die Golden River Klassierung.

- Die WIM Stationen Mattstetten und Plazzas benützen die PAT Klassierung. Dabei werden folgende Daten erfasst:
 - Datum (TTMMJJ)
 - Zeit (HH)
 - Zeit (MM)
 - Zeit (sek.)
 - Fahstreifen-Nummer
 - Erfassungskennung
 - Fortlaufende Fahrzeugnummer im Tag
 - Fahrzeuglänge (cm)
 - Geschwindigkeit (1/100 km/h)
 - Fahrzeugsfeinkode (PAT Klassierung)
 - Übertretungskode
 - Fahrzeugsgrobkode (1 – 6)
 - Gesamtgewicht (kg)
 - Anzahl Achsen
 - Gewicht 1. Achse (kg)
 - Gewicht 2. Achse (kg)
 - Abstand von ersten bis zur zweiten Achse (cm)
 - Gewicht 3. Achse (kg)
 - Abstand zweiter bis zur dritten Achse (cm)
 - Gewicht / Abstand 4. Achse usw. bis zur 8. Achse

Die PAT Klassierung unterscheidet 7 Hauptgruppen [5]. In dieser Klassierung werden die verschiedenen Fahrzeugtypen feiner unterschieden.

Gruppe 10:	Motorräder
Gruppe 100:	Personenwagen mit und ohne Anhänger
Gruppe 210:	Lieferwagen mit und ohne Anhänger
Gruppe 220:	Lastwagen ohne Anhänger
Gruppe 300:	Sattelschlepper
Gruppe 400:	Lastenzüge
Gruppe 500:	Busse mit und ohne Anhänger

Tabelle 2.10 zeigt die verschiedenen Fahrzeugtypen und ihre Bezeichnungen nach PAT – Klassierung.

PAT Klassierung

10		421		451	
100		422		452	
101		423		453	
102		424		454	
210		426		456	
211		428		458	
212		431		481	
220		432		482	
230		433		483	
240		434		484	
250		436		486	
260		438		488	
321		441		520	
322		442		521	
326		443		522	
329		444		530	
331		446		531	
332		448		532	
336				570	
339					

Tabelle 2.10: PAT Klassierung

Wie aus der Tabelle 2.10 ersichtlich, umfasst die PAT – Klassierung zahlreiche Fahrzeugtypen mit unterschiedlichsten Anzahl Achsen und Achskonfigurationen. Für diese Arbeit wurde die PAT Klassierung gewählt da sie eine feinere Aufteilung aufweist.



3. WIM – Messungen 2000, 28 t – Limite und die entsprechenden Umrechnungsfaktoren

3.1 Untersuchungsprogramm

Bei den vorhandenen 5 WIM Stationen werden jeweils an verschiedenen Wochen die Einzelfahrzeugdaten ausgewertet. Es wurden alle Einzelfahrzeugdaten über 3.5 t Gesamtgewicht berücksichtigt, da diese für die Schädigung der Strassen massgebend sind.

Folgende Zeitintervalle wurden ausgewertet:

Zeitintervall	15.5-21.5.2000	25.9-1.10.2000	5.3-12.3.2001	23.7-29.7.2001
Gotthard	X	X	X	X
Denges	X	X	X	X
Mattstetten		X	X	X
Trübbach		X	X	X
Plazzas		X	X	X

Tabelle 3.1: Ausgewertete Zeitintervalle

In Plazzas wurde ausserdem noch je eine Woche im Januar und April 2001 ausgewertet.

In einem ersten Schritt wurde für jedes Fahrzeug die PAT Klassierung bestimmt und anhand der Fahrzeugzusammensetzung der verschiedenen WIM-Stationen wurden die relevanten Fahrzeugtypen (nach Häufigkeit) festgelegt (siehe Anhang 2 und 3). Die Kriterien für die Klassifizierung der Fahrzeuge und für die Plausibilitätsüberprüfung der Grunddaten sind im Anhang 2 beschrieben. Für die relevanten Fahrzeugdaten wurde sodann die Achslastverteilung im Tonnenintervall für jede Achsgruppe ermittelt und in einem nächsten Schritt der Umrechnungsfaktor (siehe Anhang 1) berechnet.

Durch die Zusammenstellung der Resultate und die Beurteilung derselben, war es möglich einen durchschnittlichen Umrechnungsfaktor für die Schweiz und für die verschiedenen Schwerfahrzeugtypen zu ermitteln. Die Daten aus dem Jahr 2001 dienten dabei auch als Grundlage für die Prognose des Umrechnungsfaktors bei einer Gewichtslimite von 40 t, wie die Schweiz dies in Zukunft haben wird.

Mit dem Umrechnungsfaktor für die verschiedenen Schwerfahrzeugtypen und der Zusammensetzung des Schwerverkehrs anhand der statistischen Grundlagen, konnte ausserdem ein Umrechnungsfaktor für die Hauptstrassen abgeschätzt werden.

3.2 Einfluss der Kalibrierung der WIM-Anlagen

Die WIM-Anlagen werden jährlich mit Hilfe der statischen Achslastwägungen kalibriert. Der mittlere relative Fehler zeigt die durchschnittliche Differenz zwischen der statischen und der dynamischen Wägung. Die Standardabweichung ist ein weiteres Merkmal der Güte der Anlage und wird für die Genauigkeitsklasse der entsprechenden WIM-Anlage benötigt.

Bei Betrachtung der Tatsache, dass die schädigende Wirkung einer Achslast eine Funktion der vierten Potenz der jeweiligen Achslast darstellt, wird der Einfluss der Kalibrierung deutlich. Ein mittlerer Kalibrierfaktor von zum Beispiel 5 %, das heisst, eine durchschnittliche Reduktion, bzw. Erhöhung der Achslasten um 5 %, hat eine Reduktion, bzw. Erhöhung des Umrechnungsfaktors um rund 20 % zur Folge. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die aus der Achslastverteilung ermittelten Umrechnungsfaktoren mit den ermittelten Kalibrierfaktoren zu korrigieren.

Aus den Kalibriermessungen ergibt sich ein Kalibrierfehler m_1 und eine Standardabweichung s_1 für das Gesamtgewicht sowie ein Kalibrierfehler m_2 und eine Standardabweichung s_2 für die Einzelachslasten [11]. Die WIM-Anlage wird nicht neu eingestellt, falls der Kalibrierfehler m_1 und m_2 im Vergleich zu den Standardabweichungen s_1 und s_2 ein gewisses Mass nicht überschreiten (Gleichung 1). Falls die Bedingung der Gleichung 1 nicht erfüllt ist, wird der Kalibrierfehler mit Hilfe der Gleichung 2 korrigiert.

$$C_v = |m_1/s_1| < 0.4 \text{ und } C_v = |m_2/s_2| < 0.4 \quad \text{Gleichung 1}$$

$$\Delta m = -0.5 m_1 - 0.5 m_2 \quad \text{Gleichung 2}$$

Dabei sind: C_v = Variationskoeffizient, und Δm = Kalibrierfaktor

Aufgrund der Kalibriermessungen im Oktober und November 2000 wurden folgende Kalibrierfaktoren für die WIM-Anlagen festgestellt (Tabelle 3.2). Der Korrekturfaktor in der Tabelle 3.2 entspricht dem Faktor, um den der Umrechnungsfaktor der einzelnen Fahrzeugtypen der jeweiligen WIM-Station korrigiert werden muss.

WIM-Station	Richtung	m_1	m_2	Kalibrierfaktor	Korrekturfaktor
Gotthard [12]	Süden	4.76 %	5.49 %	5.1 %	0.81
	Norden ¹	5.29 %	5.58 %	5.4 %	0.80
Trübbach [13]	Sargans ²	8.16 %	8.19 %	8.2 %	0.71
	St. Marg. ²	4.44 %	3.73 %	4.1 %	0.85
Denges [14]	Lausanne ³	-	-	-	-
	Morges	2.79 %	2.26 %	2.5 %	0.90
Mattstetten [15]	Zürich ²	6.23 %	4.46 %	5.3 %	0.81
	Bern ²	4.49 %	4.46 %	4.5 %	0.83
Plazzas [16]	Thusis	- 4.59 %	- 3.88 %	- 4.2 %	1.18
	Chur	- 4.87 %	- 6.26 %	- 5.6 %	1.24

Tabelle 3.2: Kalibrier- und Korrekturfaktoren der WIM-Anlagen im Jahre 2000

- Bemerkungen:
- m_1 : Kalibrierfehler des Gesamtgewichts
 - m_2 : Kalibrierfehler der Einzelachslasten
 - Kalibrierfaktor = $0.5 (m_1 + m_2)$
 - Korrekturfaktor = $(1 - \text{Kalibrierfaktor})^4$
- 1: Im Jahre 2000 wurde in Richtung Norden nicht kalibriert. Die Kalibrierfaktoren wurden von der Kalibrierung im Jahre 2001 übernommen.
 - 2: Es wurden lediglich die Kalibrierfaktoren des Normalstreifens berücksichtigt. Der Schwerverkehr des Überholstreifens wurde vernachlässigt.
 - 3: Die WIM-Anlage in Richtung Lausanne wurde bei den Auswertungen nicht berücksichtigt, da der heutige Kristallsensor örtlich nicht korrekt in der Fahrspur liegt.

3.3 Allgemein zu den Resultaten

Im Jahre 2000 ist in der Schweiz die gesetzliche Limite von 28 t noch gültig. In diesem Kapitel werden alle Resultate des Jahres 2000 dargestellt und zusammengefasst. Im Kapitel 4 werden später die Resultate des Jahres 2001 mit einer gesetzlichen Limite von 34 t dargestellt und eine Prognose für den Umrechnungsfaktor bei der 40 t Limite abgegeben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Schweiz sowohl im Jahr 2000 wie auch im Jahr 2001 Schwerverfahrzeuge bis 40 t Gesamtgewicht auf den Nationalstrassen verkehrten, sogenannte Kontingentfahrzeuge.

Im weiteren ist zu beachten, dass für diese Forschungsarbeit keine ausländischen Daten ausgewertet wurden, da einerseits genügend schweizerische Fahrzeugdaten zur Verfügung standen und andererseits die gesetzlichen und örtlichen Rahmenbedingungen im Ausland nicht den schweizerischen Verhältnissen entsprechen.

Alle Mittelwerte in den folgenden Tabellen verstehen sich als gewichtete Mittelwerte. An dieser Stelle soll betont werden, dass die Umrechnungsfaktoren zum Teil stark richtungsabhängig sind (siehe Tabellen 1-14 im Anhang 4 und 5).

3.4 Resultate der WIM – Messstation Gotthard

Die Gotthard WIM-Messstation liegt auf der Autobahn A2 bei km 172.5 im nördlichen Bereich des Gotthardtunnels. Diese Verbindung ist die Haupttransitachse der Schweiz in Nord – Süd – Richtung. Der durchschnittliche Werktagsverkehr beträgt zusammen in beiden Richtungen rund 4400 Schwerverfahrzeuge. Dies entspricht einem Schwerverkehr von mehr als einer Million Fahrzeuge im Jahr. Die Gotthard WIM-Messstation entspricht der Genauigkeitsklasse C(15) die als gut beurteilt wird. (siehe Abschnitt 2.6).

Abbildung 3.1 zeigt die Zusammensetzung der Schwerverfahrzeuge beim Gotthard im Mai 2000. Dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die Schwerverfahrzeuge des Typs 220, 326, 329, 422, 426 und 520 im Gotthardtunnel am meisten vorkommen.

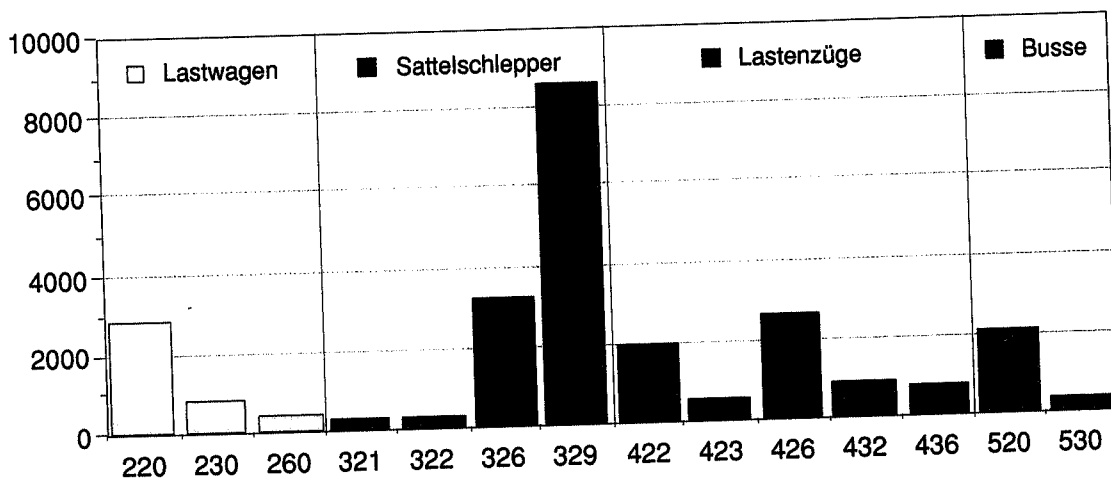


Abbildung 3.1: Verteilung der berücksichtigten Schwerverfahrzeuge nach Fahrzeugtypen im Gotthardtunnel (Mai 2000)

Tabelle 3.3 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Mai 2000 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 1 und 2 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug- kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2789	11,0	0,49	4,0	0,47	3,6
	230	788	3,1	1,24	2,8	1,57	3,3
	260	395	1,6	1,26	1,4	2,23	2,4
	Total	3972	15,7	0,72	8,3	0,87	9,2
Sattel- schlepper	321	228	0,9	0,97	0,6	0,97	0,6
	322	254	1,0	1,74	1,3	1,70	1,2
	326	3192	12,6	1,34	12,4	1,46	12,5
	329	8561	33,9	1,09	27,2	1,15	26,5
	Total	12235	48,5	1,17	41,5	1,24	40,8
Lasten- züge	422	1981	7,8	1,82	10,5	1,83	9,7
	423	485	1,9	1,32	1,9	1,30	1,7
	426	2583	10,2	1,92	14,5	2,08	14,5
	432	808	3,2	1,12	2,6	1,29	2,8
	436	714	2,8	0,74	1,5	0,93	1,8
	Total	6571	26,0	1,62	31,0	1,73	30,5
Busse	520	2144	8,5	2,89	18,1	3,14	18,1
	530	327	1,3	1,13	1,1	1,63	1,4
	Total	2471	9,8	2,66	19,1	2,94	19,5
Alle Fahrzeuge		25249	100,0	1,36	100,0	1,47	100

Tabelle 3.3: Resultate der Erhebungen beim Gotthard im Mai 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen beim Gotthard beträgt **1.36** für flexible und **1.47** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 25'249 Schwerfahrzeuge berücksichtigt. (Ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.22** für flexible und **1.32** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 22'778).

Wie aus Tabelle 3.3 ersichtlich, weisen die Busse im Vergleich zu ihren Anzahl von zirka 10 % eine schädigende Wirkung von rund 20 % des gesamten Querschnittes (bei flexiblen Belägen) auf. Im Vergleich dazu sind die Lastwagen mit kleinerer schädigender Wirkung verbunden (8 % schädigende Wirkung bei flexiblen Belägen für rund 16 % der Fahrzeuge). Dazu ist zu bemerken, dass die Gesamtgewichte der Busse in der Regel im Bereich der Gewichtslimits der betreffenden Kategorie (je nach Achszahl) angesiedelt sind und eine weitaus geringere Streubreite als beispielsweise 2-achsige Lastwagen zwischen 3.5 und 18 t aufweisen. Überdies ist entsprechend der Zweckbestimmung und dem Fahrzeugaufbau die «Nutzlast» und damit der Gewichtsunterschied zwischen Leergewicht und zulässigem Gesamtgewicht deutlich kleiner als bei schweren Güterfahrzeugen. Das Gesamtgewicht der Lastwagen variiert vor allem beim Typ 220 (zwei Einzelachsen) von einem Gesamtgewicht von 4 t bis zu einem Gesamtgewicht von 18 t. Diese Differenzierung wird mit der Einführung der LSVA noch stärker zum Zuge kommen, da die Gebühren auf das zulässige Gesamtgewicht ausgelegt sind.

Aus der Abbildung 3.2 ist weiterhin ersichtlich, dass Sattelschlepper im Vergleich zu den Lastenzügen tendenziell im Durchschnitt kleinere schädigende Wirkungen aufweisen. Die etwa gleichen Beobachtungen konnten bei allen Querschnitten zu verschiedenen Zeiten gemacht werden und werden nicht mehr speziell erwähnt.

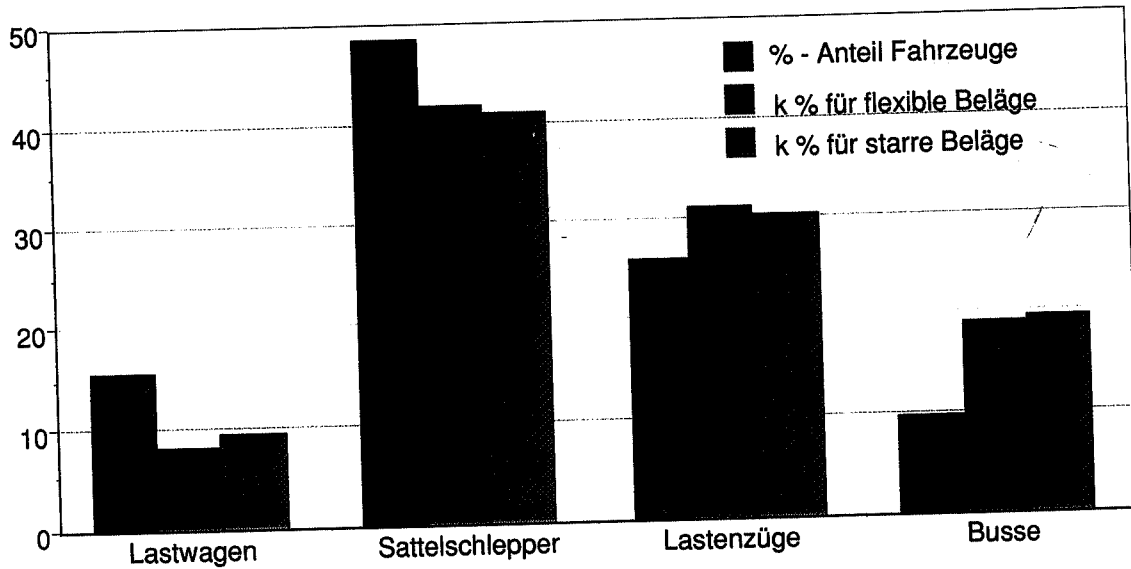


Abbildung 3.2: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Gotthard

Die Verteilung der Fahrzeuge im September ist etwa gleich wie diejenige vom Mai.

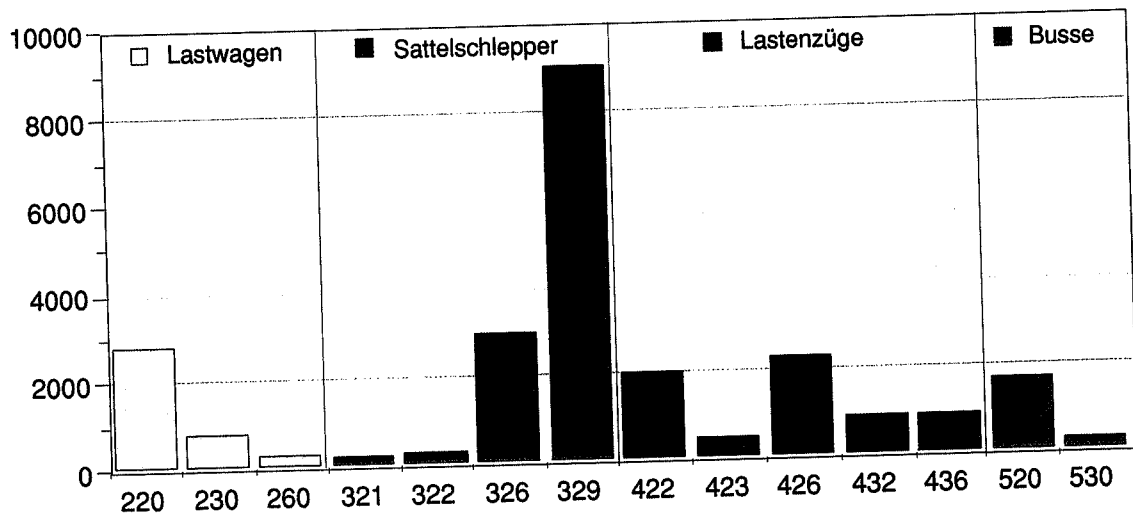


Abbildung 3.3: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (September 2000)

Tabelle 3.4 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im September unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 5 und 6 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2733	11,2	0,49	4,1	0,46	3,7
	230	696	2,8	1,49	3,2	2,27	4,7
	260	295	1,2	1,75	1,6	3,17	2,8
	Total	3724	15,2	0,77	8,9	1,02	11,1
Sattel-schlepper	321	225	0,9	0,56	0,4	0,53	0,3
	322	270	1,1	1,75	1,5	1,72	1,4
	326	2935	12,0	1,35	12,2	1,48	12,8
	329	9010	36,8	1,08	30,0	1,14	30,2
	Total	12235	50,8	1,15	44,0	1,22	44,7
Lasten-züge	422	1985	8,1	1,84	11,2	1,85	10,8
	423	506	2,1	1,33	2,1	1,26	1,9
	426	2274	9,3	2,01	14,1	1,97	13,2
	432	799	3,3	1,11	2,7	0,82	1,9
	436	793	3,2	0,75	1,8	0,46	1,1
	Total	6357	26,0	1,63	31,9	1,54	28,9
Busse	520	1644	6,7	2,78	14,1	3,01	14,6
	530	300	1,2	1,14	1,1	0,74	0,7
	Total	1944	7,9	2,53	15,2	2,66	15,2
Alle Fahrzeuge		24465	100,0	1,33	100,0	1,39	100

Tabelle 3.4: Resultate der Erhebungen beim Gotthard im September 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im September beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen beim Gotthard **1.33** für flexible und **1.39** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 24'465 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.22** für flexible und **1.28** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 22'521).

Abbildung 3.4 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

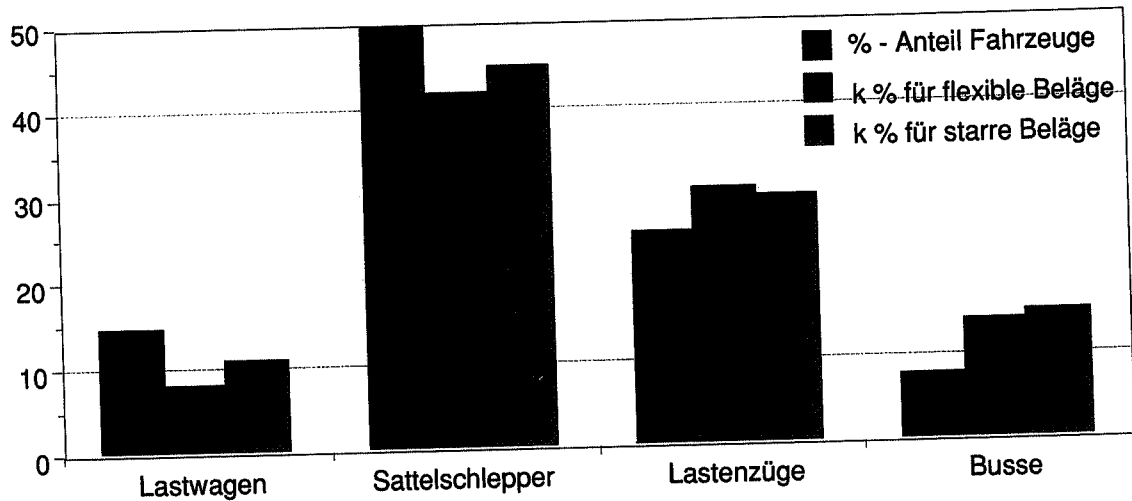


Abbildung 3.4: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien im September 2000 im Gotthardtunnel

3.5 Resultate der WIM – Messstation Trübbach

Die WIM-Messstelle bei Trübbach liegt auf der A13 bei km 137.03 zwischen Buchs und Sargans. Diese WIM-Station liegt auf der Achse Bregenz – Chur – San Bernardino. Der durchschnittliche Werktagsverkehr liegt bei ca. 3000 Schwerfahrzeuge pro Tag für den ganzen Querschnitt. Die Messstation weist in beiden Richtungen eine gute bis sehr gute Genauigkeit auf (siehe Abschnitt 2.6).

Abbildung 3.5 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge bei Trübbach im September 2000. Dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die Schwerfahrzeuge des Typs 220, 326, 329, 422, und 520 bei Trübbach am meisten vorkommen.

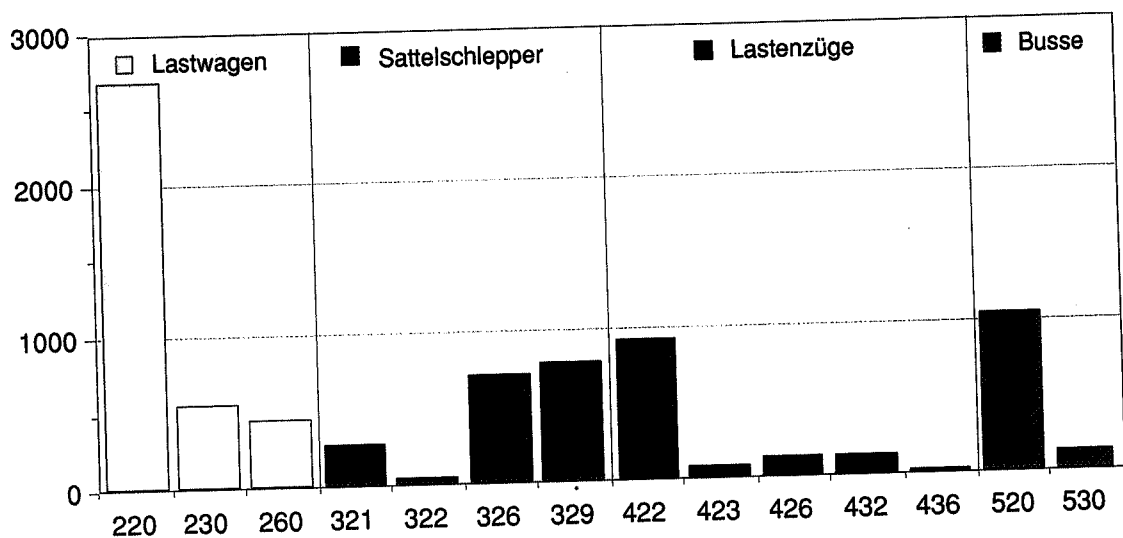


Abbildung 3.5: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (September 2000)

Tabelle 3.5 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im September unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 7 und 8 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2672	33,9	0,63	17,0	0,62	14,8
	230	540	6,9	1,39	7,5	2,17	10,4
	260	436	5,5	1,15	5,0	2,08	8,1
	Total	3648	46,3	0,81	29,6	1,02	33,3
Sattel-schlepper	321	282	3,6	0,36	1,0	0,33	0,8
	322	40	0,5	1,46	0,6	1,24	0,4
	326	714	9,1	1,27	9,1	1,43	9,1
	329	774	9,8	1,29	10,0	1,40	9,7
	Total	1810	23,0	1,14	20,8	1,24	20,0
Lasten-züge	422	910	11,5	1,48	13,5	1,61	13,1
	423	75	1,0	1,46	1,1	1,42	0,9
	426	129	1,6	1,56	2,0	1,54	1,8
	432	116	1,5	1,10	1,3	0,81	0,8
	436	20	0,3	1,03	0,2	0,66	0,1
	Total	1250	15,9	1,44	18,1	1,50	16,8
Busse	520	1049	13,3	2,86	30,1	3,10	29,0
	530	126	1,6	1,09	1,4	0,72	0,8
	Total	1175	14,9	2,67	31,5	2,85	29,9
Alle Fahrzeuge		6708	100,0	1,26	100,0	1,42	100

Tabelle 3.5: Resultate der Erhebungen beim Trübbach im September 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k_F = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors beträgt über alle Schwerfahrzeugtypen bei Trübbach **1.26** für flexible und **1.42** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 7'883 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.02** für flexible und **1.17** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 6'708).

Abbildung 3.4 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien

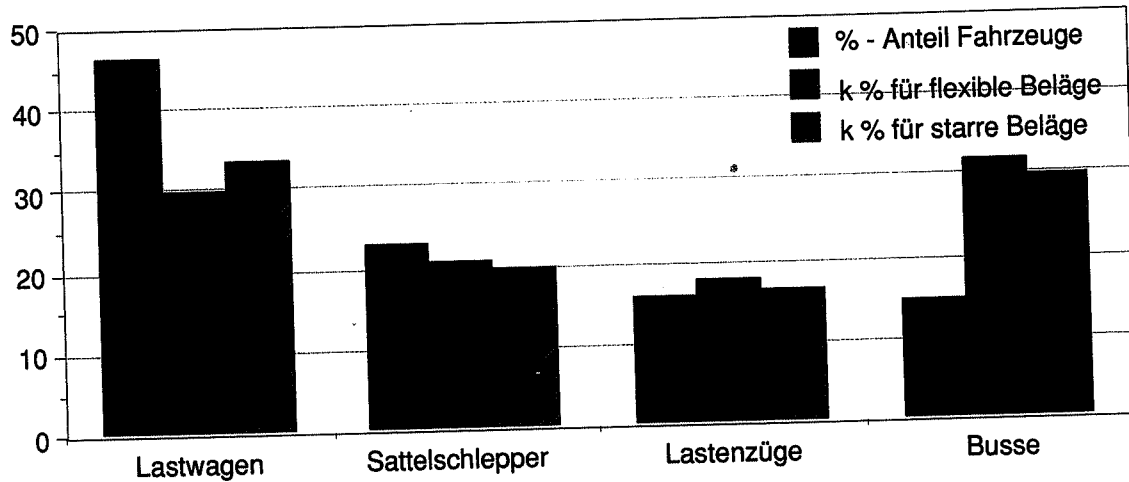


Abbildung 3.6: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerverfahrzeugkategorien September 2000, Trübbach

3.6 Resultate der WIM – Messstation Denges

Die WIM-Messstation bei Denges VD liegt auf der A1 in Richtung Lausanne bei km 62.357 und in Richtung Morges bei km 62.139. Diese Station liegt auf der Achse Yverdon – Lausanne – Genf bzw. Bern – Freiburg – Lausanne – Genf. Die nächstgelegene Zählstation auf der gleichen Achse liegt bei Rolle. Der durchschnittliche Werktagsverkehr beträgt an dieser Stelle zusammen in beiden Richtungen zirka 3400 Schwerverfahrzeuge. Die Messstation weist in Richtung Morges eine sehr gute Genauigkeit auf. In Richtung Lausanne liegt der Sensor zirka 60 cm innerhalb der Fahrbahn. In dieser Richtung weist die Anlage eine mangelhafte Genauigkeit auf (siehe Abschnitt 2.6). Aus diesem Grund wurde diese Messstation nur in Richtung Morges ausgewertet. Abbildung 3.7 zeigt die Zusammensetzung der Schwerverfahrzeuge bei dieser Station im Mai. Wie aus der Abbildung 3.7 ersichtlich, ist der Typ 220 der dominante Typ. Die weiteren wichtigen Typen sind 260, 326, 329, 422, und 520.

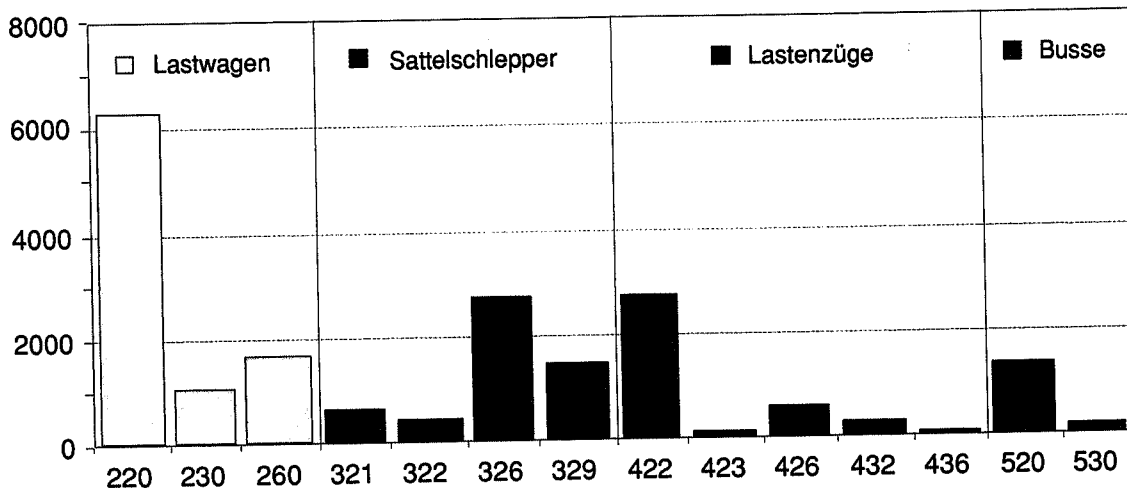


Abbildung 3.7: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (Mai 2000)

Tabelle 3.6 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung bei Denges im Mai unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in Tabellen 3 und 4 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeugkategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	3213	33,6	0,75	17,5	0,72	14,8
	230	542	5,7	1,56	6,1	2,37	8,2
	260	757	7,9	1,34	7,4	2,40	11,7
	Total	4512	47,2	0,94	31,0	1,20	34,7
Sattelschlepper	321	288	3,0	0,56	1,2	0,54	1,0
	322	204	2,1	2,26	3,4	2,27	3,0
	326	1334	13,9	1,69	16,4	1,91	16,3
	329	657	6,9	1,57	7,5	1,73	7,3
	Total	2483	26,0	1,57	28,4	1,73	27,6
Lastenzüge	422	1322	13,8	2,17	20,9	2,20	18,6
	423	51	0,5	1,73	0,6	1,77	0,6
	426	241	2,5	1,82	3,2	1,94	3,0
	432	130	1,4	1,56	1,5	2,00	1,7
	436	29	0,3	0,75	0,2	0,85	0,2
	Total	1773	18,5	2,04	26,3	2,11	24,0
Busse	520	720	7,5	2,58	13,5	2,78	12,8
	530	78	0,8	1,25	0,7	1,79	0,9
	Total	798	8,3	2,45	14,2	2,68	13,7
Alle Fahrzeuge		9566	100,0	1,44	100,0	1,63	100

Tabelle 3.6: Resultate der Erhebungen bei Denges im Mai 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Fahrzeugtypen bei Denges beträgt **1.44** für flexible und **1.63** für starre Beläge (nur in Richtung Morges). Es wurden insgesamt 9'566 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.34** für flexible und **1.44** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 8'768).

Abbildung 3.6 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien

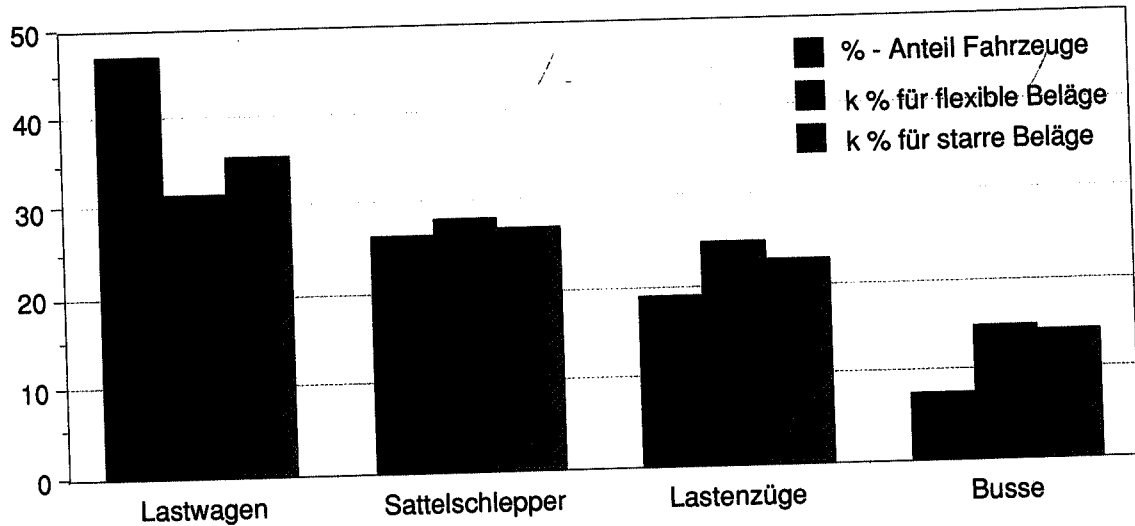


Abbildung 3.8: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Denges

Die Verteilung der Fahrzeuge im September 2000 ist etwa gleich wie diejenige vom Mai. Die Typen 220, 260, 326, 329, 422 und 520 sind die massgeblichen Typen im September (Abbildung 3.9).

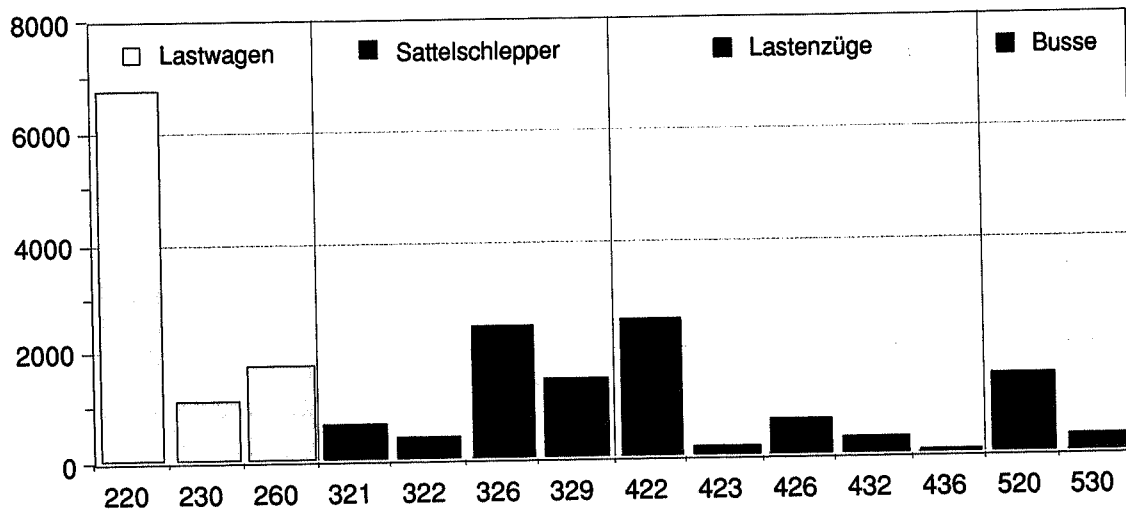


Abbildung 3.9: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Denges (September 2000)

Tabelle 3.7 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung bei Denges im September unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 9 und 10 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	3371	34,7	0,55	14,2	0,54	11,2
	230	545	5,6	1,69	7,1	2,61	8,8
	260	791	8,1	1,33	8,1	2,39	11,7
	Total	4707	48,5	0,81	29,4	1,09	31,6
Sattel-schlepper	321	315	3,2	0,56	1,3	0,55	1,1
	322	175	1,8	1,85	2,5	1,84	2,0
	326	1187	12,2	1,58	14,3	1,74	12,7
	329	672	6,9	1,67	8,6	1,93	8,0
Total	2349	24,2	1,49	26,8	1,64	23,7	
Lasten-züge	422	1218	12,5	2,12	19,8	3,01	22,6
	423	55	0,6	1,74	0,7	0,95	0,3
	426	282	2,9	1,44	3,1	2,73	4,7
	432	152	1,6	1,44	1,7	2,00	1,9
	436	31	0,3	0,97	0,2	0,85	0,2
Total	1738	17,9	1,91	25,5	2,77	29,6	
Busse	520	795	8,2	2,78	17,0	2,78	13,6
	530	125	1,3	1,43	1,4	1,79	1,4
	Total	920	9,5	2,60	18,3	2,65	15,0
Alle Fahrzeuge		9714	100,0	1,34	100,0	1,67	100

Tabelle 3.7: Resultate der Erhebungen bei Denges im September 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im September beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen beim Denges **1.34** für flexible und **1.67** für starre Beläge (nur in Richtung Morges). Es wurden insgesamt 9'714 Schwerfahrzeuge berücksichtigt. Ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.21** für flexible und **1.57** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 8'794.

Abbildung 3.10 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien

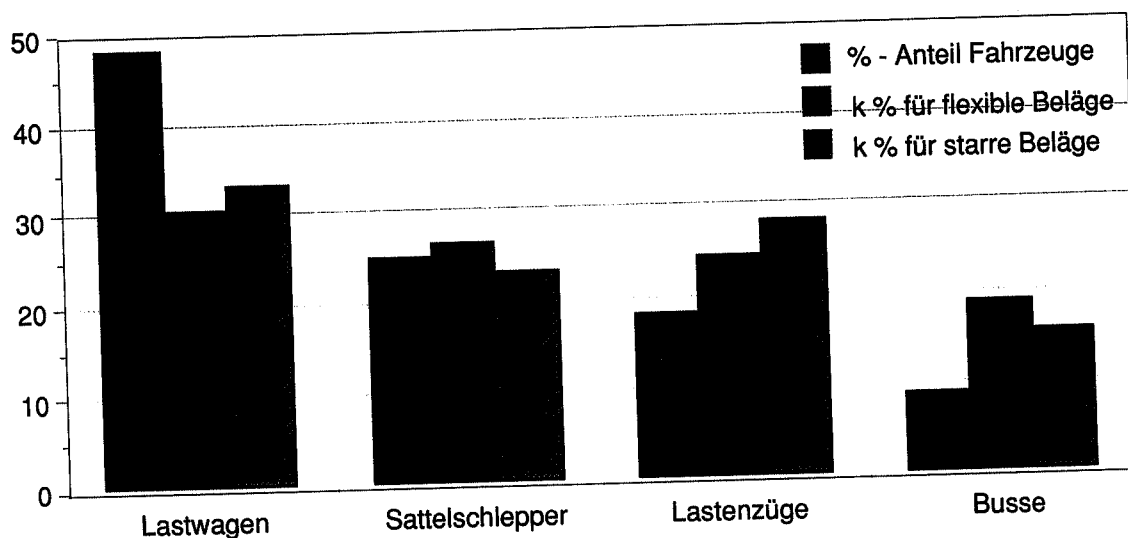


Abbildung 3.10: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Denges

3.7 Resultate der WIM – Messstation Mattstetten

Die WIM-Messstelle bei Mattstetten liegt auf der A1 bei km 7.38 vor Bern. Diese WIM-Station liegt auf der Achse Basel / Zürich – Bern – Lausanne – Genf. Der durchschnittliche Werktagsverkehr beträgt an dieser Stelle zusammen in beiden Richtungen zirka 4000 Schwerfahrzeuge pro Tag. Die Messstation weist in beiden Richtungen eine gute bis sehr gute Genauigkeit auf (siehe Abschnitt 2.6).

Abbildung 3.11 zeigt die Zusammensetzung der Fahrzeuge bei Mattstetten. Wie aus der Abbildung 3.11 ersichtlich, sind die Typen 220, 329, 426 und 520 die massgeblichen Typen.

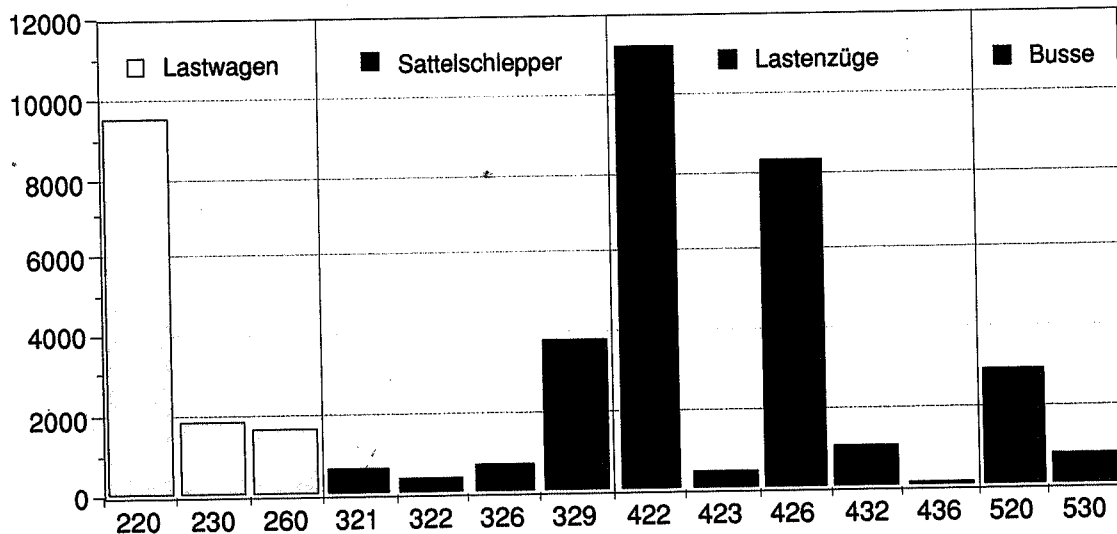


Abbildung 3.11: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (September 2000)

Tabelle 3.8 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung beim Mattstetten im September unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 11 und 12 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	9520	21,9	0,59	9,8	0,56	8,9
	230	1804	4,2	1,38	4,4	2,10	6,3
	260	1643	3,8	1,41	4,1	2,55	7,0
	Total	12967	29,9	0,80	18,2	1,03	22,1
Sattel-schlepper	321	627	1,4	1,04	1,1	0,99	1,0
	322	417	1,0	1,43	1,0	1,39	1,0
	326	733	1,7	1,50	1,9	1,62	2,0
	329	3847	8,9	1,35	9,1	1,47	9,4
	Total	5624	13,0	1,34	13,2	1,43	13,3
Lasten-züge	422	11194	25,8	1,69	33,1	1,68	31,3
	423	449	1,0	1,36	1,1	1,30	1,0
	426	8310	19,1	1,47	21,4	1,31	18,1
	432	1034	2,4	1,19	2,2	2,34	4,0
	436	123	0,3	1,55	0,3	0,90	0,2
	Total	21110	48,6	1,57	58,1	1,56	54,6
Busse	520	2948	6,8	1,74	9,0	1,83	9,0
	530	766	1,8	1,08	1,5	0,75	1,0
	Total	3714	8,6	1,60	10,5	1,61	9,9
Alle Fahrzeuge		43415	100,0	1,31	100,0	1,39	100

Tabelle 3.8: Resultate der Erhebungen bei Mattstetten im September 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors beträgt über alle Schwerfahrzeugtypen **1.31** für flexible und **1.39** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 43'415 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.29** für flexible und **1.37** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 39'701).

Abbildung 3.12 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien

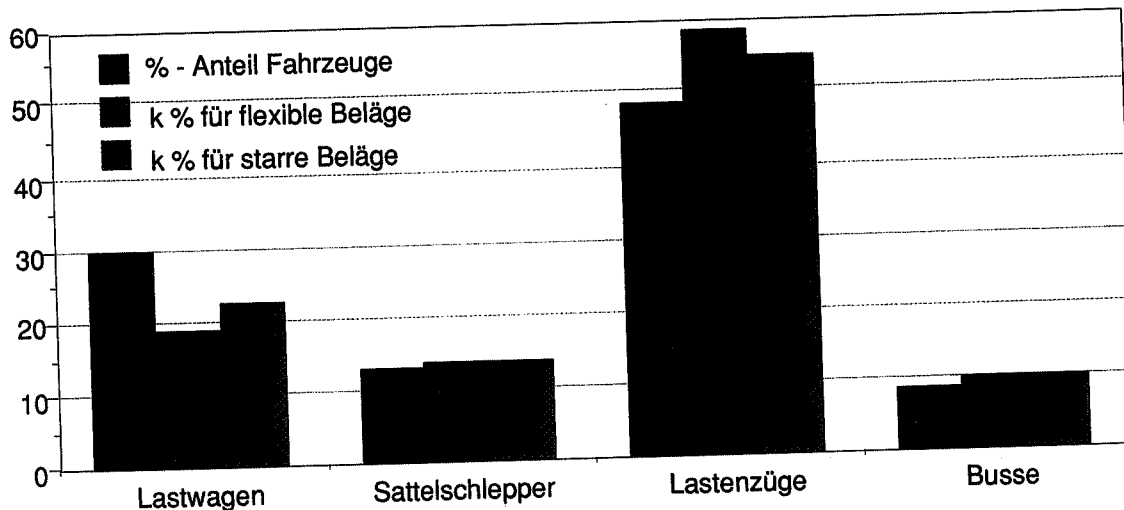


Abbildung 3.12: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Mattstetten

3.8 Resultate der WIM – Messstation Plazzas

Die WIM-Messstelle bei Plazzas liegt auf der A13 bei km 101.124 zwischen Thusis und Chur. Diese WIM-Station liegt auf der San Bernardino Achse, hier inkl. der A3 dies im Unterschied zu Trübbach (Bregenz – Chur – Bellinzona) Die Anzahl der durchschnittlichen täglichen Schwerfahrzeugen über diese Achse beträgt zirka 300 Fahrzeuge. Die Messstation weist in beiden Richtungen eine gute bis sehr gute Genauigkeit auf (siehe Abschnitt 2.6).

Abbildung 3.13 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Typen 220, 329, 422, 426 und 520 die massgeblichen Typen.

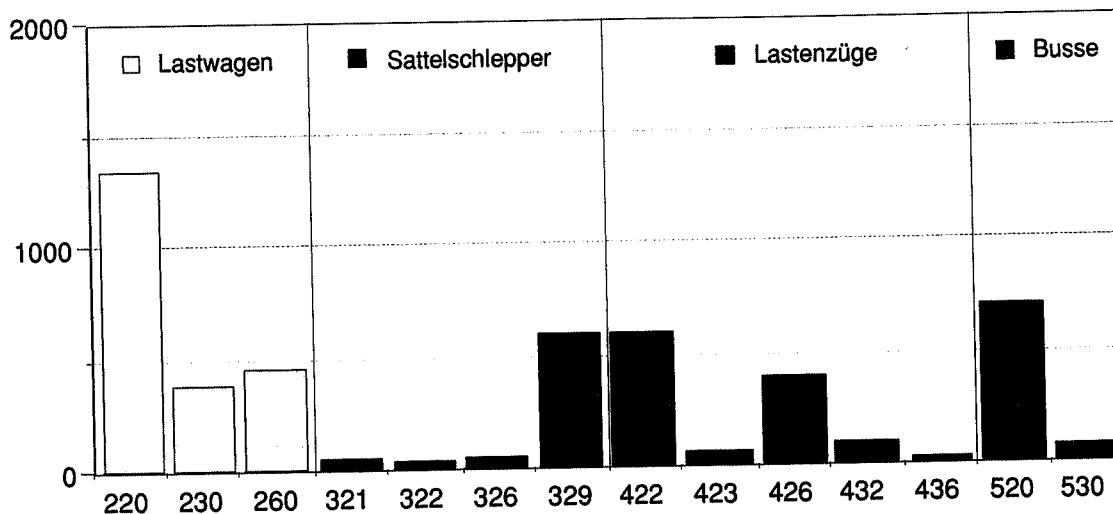


Abbildung 3.13: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (September 2000)

Tabelle 3.9 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung bei Plazzas im September unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate befinden sich in den Tabellen 13 und 14 jeweils im Anhang 4 und 5.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	1336	27,6	0,77	14,8	0,84	14,1
	230	380	7,8	1,65	8,9	2,48	11,9
	260	454	9,4	1,22	7,9	2,14	12,2
	Total	2170	44,8	1,02	31,6	1,40	38,1
Sattel-schlepper	321	46	1,0	1,25	0,8	1,09	0,6
	322	31	0,6	1,05	0,5	0,96	0,4
	326	44	0,9	1,78	1,1	1,91	1,1
	329	610	12,6	1,02	8,9	1,34	10,3
	Total	731	15,1	1,08	11,3	1,34	12,3
Lasten-züge	422	605	12,5	1,46	12,6	1,42	10,8
	423	57	1,2	1,61	1,3	1,32	0,9
	426	388	8,0	1,58	8,8	1,39	6,8
	432	95	2,0	1,24	1,7	0,86	1,0
	436	20	0,4	1,23	0,4	0,76	0,2
	Total	1165	24,1	1,49	24,7	1,35	19,7
Busse	520	704	14,5	3,06	30,7	3,25	28,8
	530	71	1,5	1,70	1,7	1,15	1,0
	Total	775	16,0	2,93	32,4	3,06	29,8
Alle Fahrzeuge		4841	100,0	1,45	100,0	1,64	100

Tabelle 3.9: Resultate der Erhebungen bei Plazzas im September 2000

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors beträgt über alle Schwerfahrzeugtypen **1.45** für flexible und **1.64** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 4'841 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.17** für flexible und **1.37** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 4'066).

Abbildung 3.14 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien

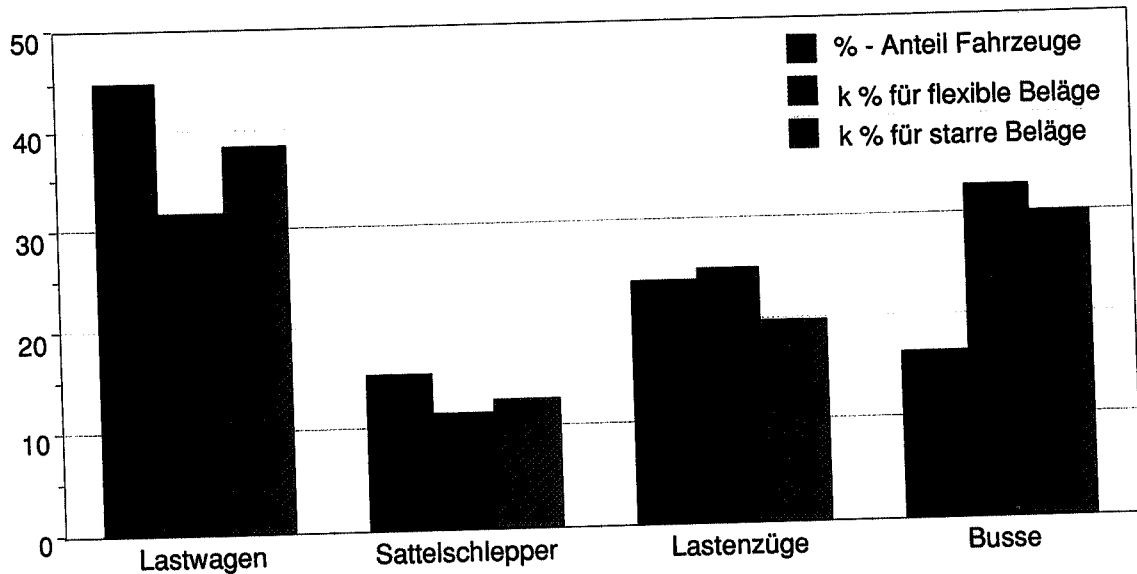


Abbildung 3.14: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien September 2000, Plazzas

3.9 Beurteilung der Resultate

Die Tabellen und Abbildungen der Abschnitte 3.4 bis 3.8 zeigen die Resultate der Erhebungen bei den fünf WIM-Stationen im Mai und im September 2000. Diese zeigen folgende Punkte:

- Die Resultate der WIM-Auswertungen zeigen, dass die Umrechnungsfaktoren richtungsabhängig sind. Für genauere Angaben sollen die ausführlichen Daten des Anhangs 5 betrachtet werden.
- Sattelschlepper sind durchschnittlich bei allen ausgewerteten Querschnitten im Bezug auf ihre schädigende Wirkung auf den Strassenoberbau günstiger als die Lastenzüge. Sie weisen einen kleineren Umrechnungsfaktor auf.
- Die Busse weisen im Vergleich zu den Lastwagen durchschnittlich bei allen Querschnitten einen wesentlich höheren Schädigungsfaktor auf. Dies ist wie bereits in Abschnitt 3.4 erwähnt, auf folgendes zurückzuführen: Die Busse sind in der

Regel so gebaut, dass sie eine maximale Anzahl Passagiere bei entsprechendem Komfort befördern können. D.h., sie sind in der Regel auf das Maximalgewicht ausgelegt. Bei den Lastwagen variiert das zugelassene Gesamtgewicht wesentlich stärker je nach Zweck des Fahrzeuges.

- Beim Gotthard sehen die Resultate vom Mai und September 2000 etwa gleich aus. Sowohl im Mai als auch im September wurden rund 25'000 Schwerfahrzeuge registriert. Die Umrechnungsfaktoren von Mai und September liegen nahe bei einander.
- Bei Trübbach, Mattstetten und Plazzas wurden die WIM Daten nur einmal im September 2000 erhoben. Die Resultate stimmen ziemlich genau mit den Resultaten der Messstationen Gotthard und Denges (in Richtung Morges) überein.
- Bei Denges, wie im Abschnitt 3.6 erwähnt, liegt der Sensor in Richtung Lausanne zirka 60 cm innerhalb der Fahrbahn. Somit wird bei der Messung in dieser Richtung systematisch die Achslasten leichter als in Wirklichkeit gemessen. Eine richtungsabhängige Betrachtung der Umrechnungsfaktoren zeigen, dass die Umrechnungsfaktoren in Richtung Lausanne rund 40 % tiefer liegen, als diejenigen Faktoren in Richtung Morges. Die Umrechnungsfaktoren in Richtung Morges sind vergleichbar mit denjenigen vom Gotthard und Trübbach im September. Aus diesen Überlegungen wurden bei der Messstation Denges die Erhebungen in Richtung Lausanne sowohl im Mai als auch im September nicht berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung aller in Abschnitten 3.4 bis 3.8 aufgenommenen Schwerfahrzeuge werden bei den Autobahnen folgende Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Schwerfahrzeugtypen festgelegt: Tabellen 3.10 und 3.11 zeigen diese Werte für flexible sowie für starre Beläge.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	Anzahl n ⁸	k _F -Wert ermittelt	k _F -Wert Norm ⁹	k _F -Wert Vorschlag
Lastwagen	220	25'634	0.60	0.8	0.7 ¹
	230	5'295	1.44	1.5	1.4 ²
	260	4'771	1.35	1.5	1.4 ²
Kategorie Lastwagen		35'700	0.82	1.0	0.9
Sattel-schlepper	321	2'011	0.74	0.5	0.7 ³
	322	1'391	1.71	1.6	1.7 ⁴
	326	10'139	1.42	1.6	1.5 ¹
	329	24'131	1.16	1.4	1.3 ¹
Kategorie Sattelschlepper		37'672	1.23	1.4	1.3
Lasten-züge	422	19'215	1.76	2.2	1.9 ⁵
	423	1'678	1.37	1.3	1.4 ²
	426	14'207	1.65	2.6	1.7 ⁵
	432	3'134	1.18	1.3	1.2 ⁶
	436	1'730	0.81	1.3	0.8 ⁶
Kategorie Lastenzüge		39'964	1.62	2.2	1.7
Globaler k_F-Wert ohne Bus		113'336	1.24	1.3 bzw. 1.5	1.3
Busse	520	10'004	2.51		2.5 ⁷
	530	1'793	1.16		1.2 ⁷
Kategorie Busse		11'797	2.31		2.3
Globaler k_F-Wert		125'133	1.34		1.4

Tabelle 3.10: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Schwerfahrzeugtypen bei einer 28 t Limite (Flexible Beläge, Autobahnen)

- Bemerkungen:
- 1: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge und liegt nicht weit vom Normwert. Es wird ein Mittelwert der beiden Werte vorgeschlagen.
 - 2: Der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors wird dadurch nicht stark beeinflusst. Dieser Typ kommt eher selten vor. Es wird ein Umrechnungsfaktor von 1.4 vorgeschlagen.
 - 3: Die Umrechnungsfaktoren einzelner Stationen sind fast alle grösser als der Normwert. Sie weisen aber eine breite Spannweite auf. Es wird ein abgeminderter Umrechnungsfaktor des ermittelten Wertes vorgeschlagen. Da dieser Typ eher weniger vorkommt, wird der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors dabei nicht stark beeinflusst.
 - 4: Die Umrechnungsfaktoren einzelner Stationen sind fast alle grösser als der Normwert. Es wird der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen. Da dieser Fahrzeugtyp selten vorkommt, wird dabei der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors nicht stark beeinflusst.
 - 5: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Fahrzeuge, aber liegt weit unterhalb des Normwertes. Es wird ein etwas grösserer Umrechnungsfaktor als der ermittelte Faktor vorgeschlagen.
 - 6: Die Umrechnungsfaktoren einzelner Stationen weisen eine grosse Bandbreite auf. Es wird der gerechnete Umrechnungsfaktor vorgeschlagen. Da dieser Fahrzeugtyp selten vorkommt, wird dabei der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors nicht stark beeinflusst.
 - 7: Bei der Norm wurde kein Vergleichswert abgegeben. Es wurde der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 8: n = Gesamtfahrzeuge aller 5 Stationen
 - 9: Norm = SN 640 320 a [17]

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	Anzahl n ⁸	k _F -Wert ermittelt	k _F -Wert Norm ⁹	k _F -Wert Vorschlag
Lastwagen	220	25'634	0.58	0.7	0.6 ¹
	230	5'295	2.16	2.3	2.2 ²
	260	4'771	2.43	2.6	2.5 ²
Kategorie Lastwagen		35'700	1.06	1.3	1.1

Sattel-schlepper	321	2'011	0.71	0.5	0.6 ²
	322	1'391	1.68	1.7	1.7 ³
	326	10'139	1.57	1.7	1.6 ¹
	329	24'131	1.25	1.4	1.3 ¹
Kategorie Sattelschlepper		37'672	1.32	1.4	1.4

Lasten-züge	422	19'215	1.82	2.2	1.9 ⁴
	423	1'678	1.29	1.5	1.4 ²
	426	14'207	1.60	2.7	1.7 ⁴
	432	3'134	1.55	1.5	1.5 ²
	436	1'730	0.70	1.5	0.9 ⁵
Kategorie Lastenzüge		39'964	1.65	2.2	1.7

Globaler k_S-Wert ohne Bus	113'336	1.36	1.3 bzw. 1.5	1.4
---	----------------	-------------	---------------------	------------

Busse	520	10'004	2.68		2.7 ⁶
	530	1'793	1.04		1.0 ⁶
Kategorie Busse		11'797	2.43		2.4

Globaler k_S-Wert	125'133	1.46		1.5
------------------------------------	----------------	-------------	--	------------

Tabelle 3.11: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Schwerfahrzeugtypen bei einer 28 t Limite (Starre Beläge, Autobahnen)

- Bemerkungen:
- 1: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge und liegt nahe beim Normwert. Es wird der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 2: Der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors wird dadurch nicht stark beeinflusst. Dieser Typ kommt eher selten vor. Es wird ein Mittelwert der beiden Werte vorgeschlagen.
 - 3: Der ermittelte Umrechnungsfaktor stimmt gut mit dem Normwert überein. Es wird der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen. Da dieser Typ eher weniger vorkommt, wird der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors dabei nicht stark beeinflusst.
 - 4: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grosser Anzahl Fahrzeuge und liegt weit unter dem Normwert. Es wird ein etwas grösserer Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 5: Abgesehen von 1 bis 2 Stationen liegen die Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Stationen im Bereich des gewählten Umrechnungsfaktors. Da dieser Fahrzeugtyp selten vorkommt, wird dabei der Gesamtwert des Umrechnungsfaktor nicht stark beeinflusst.
 - 6: Bei der Norm wurde kein Vergleichswert abgegeben. Es wurde der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 8: n = Gesamtfahrzeuge aller 5 Stationen
 - 9: Norm = SN 640 320 a [17]

3.10 Umrechnungsfaktor bei Hauptstrassen

In den Abschnitten 3.4 bis 3.8 wurde aufgrund der Erhebungen bei den WIM-Messstationen die jeweiligen Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Schwerfahrzeugtypen und der verschiedenen Querschnitten ermittelt und im Abschnitt 3.9 wurden diese zusammengefasst. Dieser Abschnitt befasst sich mit den Umrechnungsfaktoren für Haupt- bzw. Kantonsstrassen.

Im Gegensatz zu den Autobahnen, liegen zur Festlegung der Umrechnungsfaktoren bei den Hauptstrassen keine unmittelbaren WIM-Daten vor. Daraus folgt, dass zur Festlegung der oben erwähnten Umrechnungsfaktoren einige Annahmen getroffen werden sollten, damit eine Ermittlung der Umrechnungsfaktoren überhaupt möglich wird. In diesem Zusammenhang wurden folgende Annahmen und Vereinfachungen getroffen.

1. Die Berechnungen basieren auf der schweizerische Strassenverkehrszählung 1995 und 2000 des Bundesamtes für Strassen [08] und [19]. Es wurden jeweils 20 Messstationen auf Hauptstrassen zur Ermittlung der Umrechnungsfaktoren gewählt.
2. Es wird angenommen, dass die Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Fahrzeugtypen überall (auf Hauptstrassen und auf Autobahnen) gleich sind. Dies bedeutet, dass die Fahrzeuge auf Hauptstrassen gleich schwer sind, wie diejenigen auf den Autobahnen.
3. Die Fahrzeuge in der Umgebung der verschiedenen WIM-Messstationen weisen die gleiche schädigende Wirkung auf, wie die jeweilige WIM-Messstation.
4. Bei der Ermittlung der Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Querschnitte wird auf eine detaillierte Unterteilung der verschiedenen Fahrzeugkategorien verzichtet. Es werden die vier Hauptkategorien Lastwagen, Sattelschlepper, Lastenzüge und Busse in Betracht gezogen.
5. Der Umrechnungsfaktor bei jeder Kategorie wird als gewichtetes Mittel der Umrechnungsfaktoren definiert.
6. Die Anzahl Sattelschlepper und Lastenzüge bei jeder Station wurden im gleichen Verhältnis wie bei der naheliegenden WIM-Messstation gewählt.

Tabelle 3.12 zeigt die Zusammenfassung der Resultate. Ausführliche Resultate verschiedener Stationen können den Tabellen 1 bis 10 des Anhangs 8 entnommen werden.

Wie aus der Tabelle 3.12 ersichtlich, sind die Umrechnungsfaktoren für das Jahr 2000 praktisch gleich wie diejenigen für das Jahr 1995. Es hat keine grosse Änderungen gegeben.

Belag	Fahrzeugkategorie	k_F (1995)	k_F (2000)	Norm ³	Vorschlag
Flexibel	Lastwagen	0.8	0.8	1.0	0.9 ¹
	Sattelschlepper	1.3	1.3	1.4	1.3 ¹
	Lastenzüge	1.7	1.7	2.2	1.9 ¹
	Busse	2.5	2.6	-	2.6 ²
Belag	Fahrzeugkategorie	k_S (1995)	k_S (2000)	Norm ³	Vorschlag
Starr	Lastwagen	1.1	1.1	1.3	1.2 ¹
	Sattelschlepper	1.4	1.5	1.4	1.4 ¹
	Lastenzüge	1.8	1.8	2.2	1.9 ¹
	Busse	2.7	2.7	-	2.7 ²

Tabelle 3.12: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugkategorien auf Hauptstrassen bei einer 28 t Limite

- Bemerkung: 1: Als Umrechnungsfaktor wurde jeweils der Mittelwert aus den zwei ermittelten und dem Normwert vorgeschlagen.
 2: Als Umrechnungsfaktor wurde jeweils der Mittelwert aus den zwei ermittelten Umrechnungsfaktoren vorgeschlagen.
 3: Norm = SN 640 320 a [17]

Für die Hauptstrassen werden folgende Umrechnungsfaktoren für den Gesamtquerschnitt bei flexibler sowie bei starrer Bauweise vorgeschlagen (Tabelle 3.13).

Belag	Ermittelter k-Wert	Norm	Vorschlag
Flexibel	1.1	1.2	1.1
Starr	1.3	1.4	1.3

Tabelle 3.13: Umrechnungsfaktoren auf Hauptstrassen bei einer 28 t Limite (ohne Busse)

Die vorgeschlagenen Werte verstehen sich als Umrechnungsfaktoren ohne Berücksichtigung der Busse. Für Strecken mit viel Car- und Busverkehr werden Umrechnungsfaktoren von 1.3 für die flexible und 1.5 für die starre Bauweise vorgeschlagen.

4. WIM – Messungen 2001, 34 t – Limite und die entsprechenden Umrechnungsfaktoren

4.1 Allgemein

Seit dem 1.1.2001 wurde die gesetzliche Limite des maximalen Gesamtgewichtes für den Schwerfahrzeugverkehr von 28 auf 34 t erhöht. Dabei blieben die maximalen zulässigen Achslasten unverändert. Zum gleichen Zeitpunkt wurde zudem die LSVA eingeführt. Diese Änderungen haben einerseits zur Folge, dass sich die Zusammensetzung sowie der Ausnützungsgrad des Schwerverkehrs massgebend ändern. Die Zeiträume der Grunddaten, welche für das Jahr 2001 ausgewertet wurden sind im Abschnitt 3.1 zusammengestellt.

In diesem Kapitel werden zuerst die Resultate der Erhebungen bei den WIM Stationen für das Jahr 2001 bei einer 34 t Limite präsentiert. Danach werden aufgrund dieser Resultate unter Berücksichtigung der 40 t Limite für die verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien, sowie für die verschiedenen Querschnitte des schweizerischen Autobahnnetzes, neue Umrechnungsfaktoren hochgerechnet.

Alle Mittelwerte in den folgenden Tabellen verstehen sich als gewichtete Mittelwerte. Es sei nochmals betont, dass die Umrechnungsfaktoren zum Teil stark richtungsabhängig sind (siehe Tabellen der Anhänge 9.4, 9.5, 9.6 und 9.7). Aus diesem Grund sind die angegebenen Mittelwerte für Umrechnungsfaktoren jeweils den spezifischen Verhältnissen anzupassen.

4.2 Einfluss der Kalibrierung der WIM-Anlagen

Aufgrund der Kalibriermessungen im August, September und Oktober 2001 wurden folgende Kalibrierfaktoren für die WIM-Anlagen festgestellt (Tabelle 4.1). Bei der Berechnung der Umrechnungsfaktoren wurden die gemessenen Werte der WIM-Anlagen mit den jeweiligen Korrekturfaktoren der Tabelle 4.1 korrigiert.

Auch für das Jahr 2001 wurde bei der Auswertung der Erhebungen nur die massgebenden Fahrzeugtypen berücksichtigt. Die Fahrzeugtypen, die selten vorkamen und bei der Bestimmung der Umrechnungsfaktoren die Resultate nicht massgebend beeinflussten, wurden bewusst nicht berücksichtigt.

WIM-Station	Richtung	m_1	m_2	Kalibrierfaktor	Korrekturfaktor
Gotthard [21]	Süden	- 0.40 %	+ 0.53 %	+ 0.1 %	1.00
	Norden	+ 5.29 %	+ 5.58 %	+ 5.4 %	0.80
Trübbach [22]	Sargans ¹	- 1.97 %	- 2.31 %	- 2.1 %	1.09
	St. Marg. ¹	- 0.98 %	- 0.37 %	- 0.7 %	1.03
Denges [23]	Lausanne ²	-	-	-	-
	Morges	+ 1.26 %	+ 1.81 %	+ 1.5 %	0.94
Mattstetten [24]	Zürich ¹	- 1.68 %	- 2.59 %	- 2.1 %	1.09
	Bern ¹	+ 1.10 %	+ 0.59 %	+ 0.8 %	0.97
Plazzas [25]	Thusis	+ 0.33 %	+ 0.03 %	+ 0.2 %	0.99
	Chur	+ 1.12 %	- 0.32 %	+ 0.4 %	0.98

Tabelle 4.1: Kalibrierfaktoren der WIM-Anlagen im Jahre 2001

Bemerkungen:

m_1 : Kalibrierfehler des Gesamtgewichts

m_2 : Kalibrierfehler der Einzelachslasten

Kalibrierfaktor = $0.5 (m_1 + m_2)$

Korrekturfaktor = $(1 - \text{Kalibrierfaktor})^4$

1: Es wurde nur die Kalibrierfaktoren des Normalstreifens berücksichtigt. Der Schwerverkehr des Überholstreifens wurde vernachlässigt.

2: Die WIM-Anlage in Richtung Lausanne wurde bei den Auswertungen nicht berücksichtigt.

4.3 Achslastverteilung

Für das Jahr 2001 wurden im Anhang 10 jeweils pro Fahrzeugtyp die Achslastverteilung im Tonnenintervall über alle ausgewerteten Daten des Jahres 2001 unterteilt pro Achsgruppe dargestellt.

Den Diagrammen ist folgendes zu entnehmen:

- Bei fast allen Fahrzeugtypen trägt die zweite Achse wesentlich zur Schädigung des gesamten Fahrzeuges bei. In der Regel, bei einer Antriebsachse darf diese Achse bis zu 11.5 t (Einzelachse) belastet werden. Bei gewissen Fahrzeugtypen ist diese Achse zudem prädestiniert für eine Überladung, da beim Laden der Fahrzeuge die Tendenz besteht nach hinten zu laden.
- Die erste Achse eines Fahrzeuges ist durchschnittlich nur sehr gering von der Ladung abhängig. Das Gewicht besteht hauptsächlich aus dem Leergewicht.
- Bei den Typen 220 und 321 ist auffällig wieviele Fahrzeuge eine sehr leichte 2. Achse haben. Dies zeigt auch ganz deutlich, dass bei diesem Fahrzeugtyp vermehrt Fahrzeuge mit einem kleinen Gesamtgewicht vorhanden sind. Im Gegensatz dazu, ist der Typ 260 ein klassisches Fahrzeug mit einem durchschnittlich hohen Gesamtgewicht. An den beiden Kurven bei der zweiten Achse kann auch gut abgelesen werden, wo das Achsgewicht ungefähr bei einem leeren Lastwagen und wo ungefähr bei einem vollen Lastwagen liegt.

4.4 Resultate der WIM – Messstation Gotthard

Abbildung 4.1 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge im März 2001. Wie aus der Abbildung 4.1 ersichtlich, sind die Schwerfahrzeuge der Typen 220, 326, 329, 422, und 426 die wichtigsten Fahrzeugtypen die beim Gotthard vorkommen.

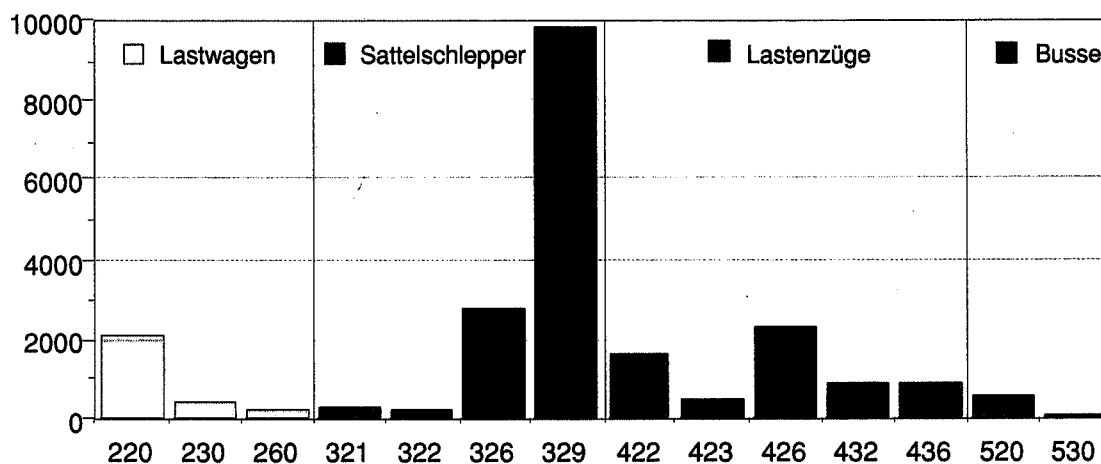


Abbildung 4.1: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (März 2001)

Fahrzeugkategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2086	9,2	0,53	3,0	0,52	2,7
	230	418	1,9	1,08	1,2	1,52	1,6
	260	225	1,0	1,86	1,1	3,39	1,9
	Total	2729	12,1	0,73	5,4	0,91	6,1
Sattelschlepper	321	257	1,1	0,53	0,4	0,49	0,3
	322	204	0,9	2,41	1,3	2,63	1,3
	326	2764	12,2	1,57	11,8	1,74	11,8
	329	9875	43,7	1,68	45,2	1,92	46,7
	Total	13100	58,0	1,65	58,7	1,87	60,1
Lastenzüge	422	1606	7,1	2,11	9,2	2,05	8,1
	423	446	2,0	1,83	2,2	1,44	1,6
	426	2354	10,4	2,25	14,4	2,37	13,7
	432	887	3,9	1,50	3,6	1,45	3,2
	436	834	3,7	0,97	2,2	1,02	2,1
	Total	6127	27,1	1,90	31,7	1,90	28,6
Busse	520	538	2,4	2,76	4,0	3,59	4,7
	530	82	0,4	1,18	0,3	1,84	0,4
	Total	620	2,7	2,55	4,3	3,36	5,1
Alle Fahrzeuge		22576	100,0	1,63	100,0	1,80	100,0

Tabelle 4.2: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche beim Gotthard (5. 3. bis 9. 3. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Tabelle 4.2 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im März 2001 unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 1 und 2 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 1 und 2 des Anhangs 7.

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors für alle Schwerfahrzeugtypen beim Gotthard beträgt **1.63** für flexible und **1.80** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 22'576 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.60** für flexible und **1.76** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 21'956). Dies zeigt, dass der Umrechnungsfaktor vom März weniger von den Bussen beeinflusst wurde. Dies war zu erwarten, da die Anzahl und Belastung der Busse im März nicht vergleichbar mit der Anzahl und Belastung der Busse von Juni bis September sind

Bezüglich dem Vergleich der Busse und der Lastwagen wie auch dem Vergleich der Sattelschlepper und der Lastenzüge wurden die gleichen Beobachtungen an allen 5 Querschnitten gemacht wie im Jahre 2000.

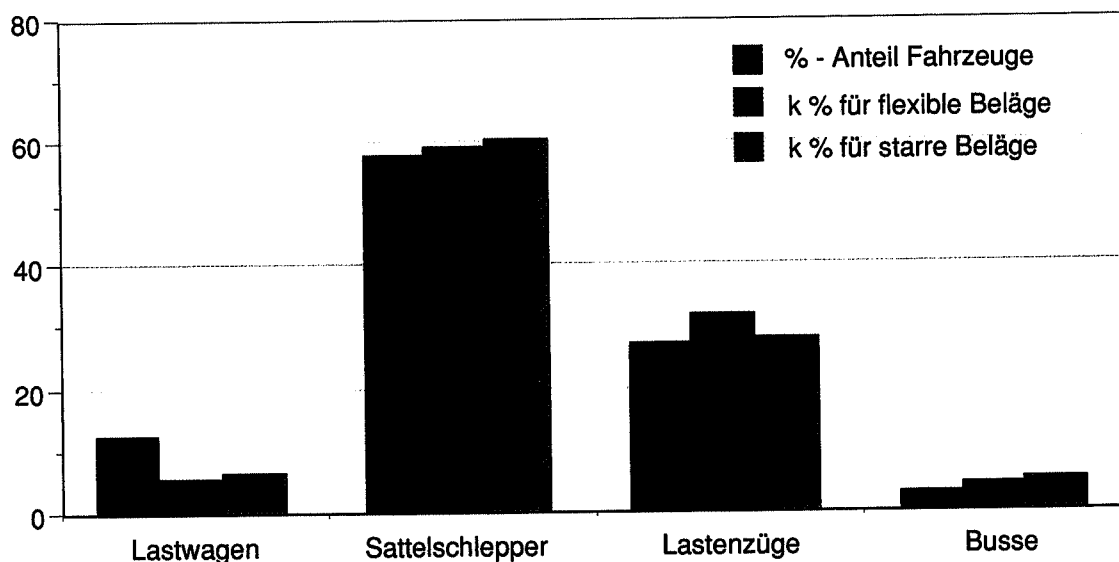


Abbildung 4.2: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Gotthard

Die Verteilung der Schwerfahrzeuge im Juli 2001 ist etwa gleich wie diejenige vom März 2001. Abbildung 4.3 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge beim Gotthard im Juli. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Schwerfahrzeuge der Typen 220, 326, 329, 422, und 426 und 520 die wichtigsten Fahrzeugtypen.

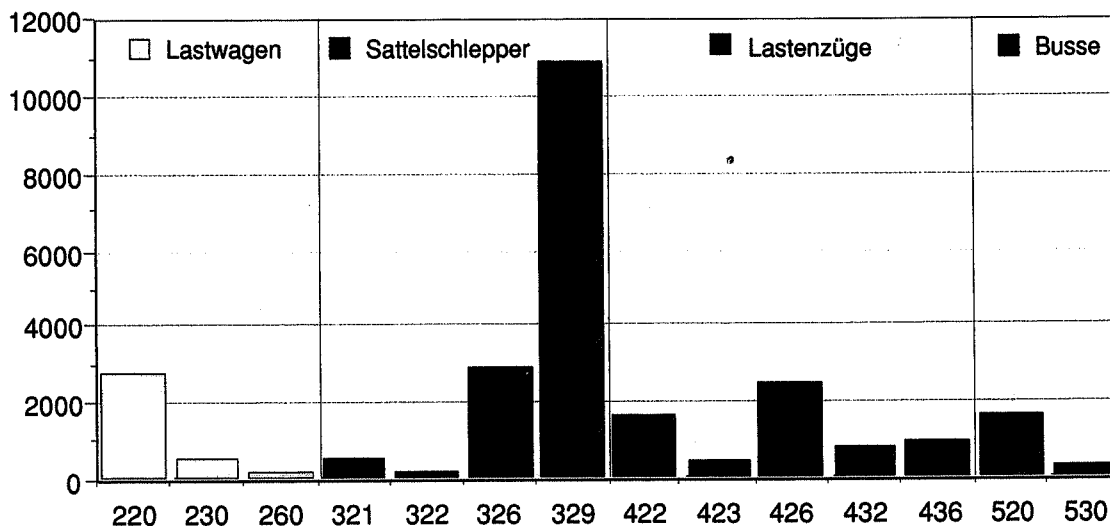


Abbildung 4.3: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen beim Gotthard (Juli 2001)

Tabelle 4.3 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Juli 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 11 und 12 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 11 und 12 des Anhangs 7.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2701	10,5	0,46	2,9	0,44	2,5
	230	493	1,9	1,16	1,3	1,65	1,7
	260	181	0,7	2,10	0,9	3,83	1,5
	Total	3375	13,1	0,65	5,1	0,80	5,7
Sattel-schlepper	321	527	2,0	0,28	0,3	0,27	0,3
	322	187	0,7	1,92	0,8	1,90	0,8
	326	2843	11,0	1,40	9,2	1,55	9,3
	329	10857	42,1	1,83	46,1	2,17	49,9
	Total	14414	55,9	1,69	56,5	1,98	60,3
Lasten-züge	422	1583	6,1	2,07	7,6	2,09	7,0
	423	415	1,6	1,96	1,9	1,89	1,7
	426	2412	9,4	2,21	12,4	2,17	11,1
	432	797	3,1	1,57	2,9	1,21	2,0
	436	884	3,4	0,96	2,0	0,60	1,1
	Total	6091	23,6	1,89	26,8	1,77	22,9
Busse	520	1588	6,2	2,92	10,8	3,16	10,6
	530	318	1,2	1,21	0,9	0,78	0,5
	Total	1906	7,4	2,64	11,7	2,76	11,1
Alle Fahrzeuge		25786	100,0	1,67	100,0	1,83	100,0

Tabelle 4.3: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche beim Gotthard (23. 7. - 28. 7. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im Juli beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen beim Gotthard **1.67** für flexible und **1.83** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 25'786 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.59** für flexible und **1.76** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 23'880). Abbildung 4.4 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

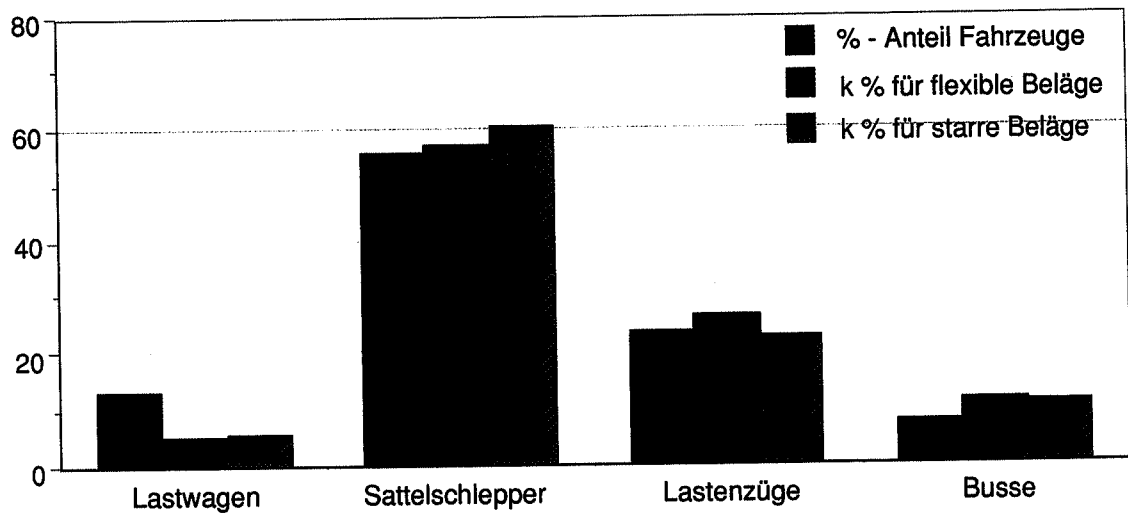


Abbildung 4.4: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Gotthard

4.5 Resultate der WIM-Messstation Trübbach

Abbildung 4.5 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge im März 2001. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Schwerfahrzeuge der Typen 220, 326, 329, 422 und 520 die wichtigsten Fahrzeugtypen die bei Trübbach vorkommen.

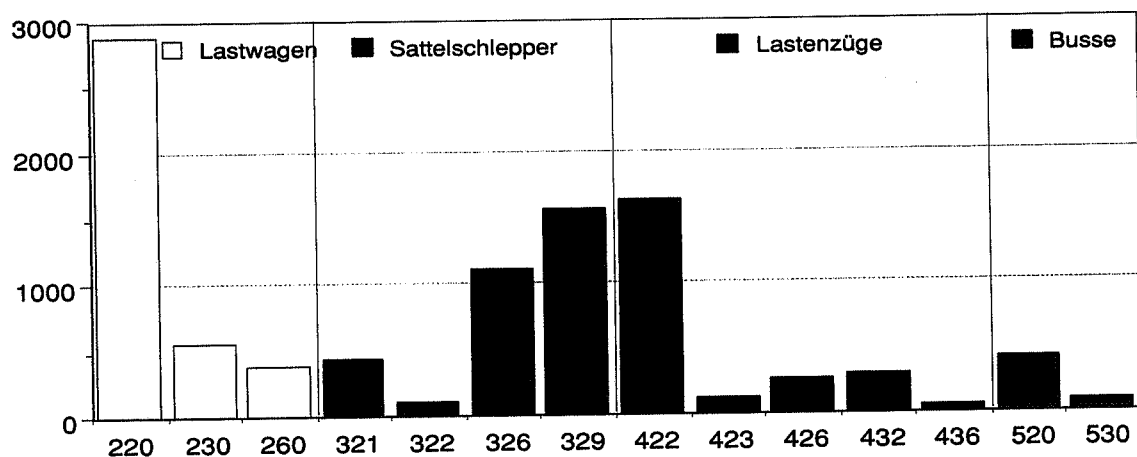


Abbildung 4.5: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (März 2001)

Tabelle 4.4 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im März 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 3 und 4 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 3 und 4 des Anhangs 7.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2881	29,3	0,63	14,6	0,59	12,9
	230	552	5,6	1,18	5,3	1,69	7,1
	260	380	3,9	1,21	3,7	2,15	6,2
	Total	3813	38,7	0,76	23,7	0,90	26,1
Sattel-schlepper	321	430	4,4	0,50	1,8	0,44	1,5
	322	88	0,9	1,42	1,0	1,36	0,9
	326	1108	11,3	1,30	11,7	1,46	12,3
	329	1559	15,8	1,68	21,2	1,91	22,6
	Total	3185	32,4	1,38	35,7	1,54	37,3
Lasten-züge	422	1621	16,5	1,74	23,0	1,73	21,2
	423	120	1,2	1,74	1,7	1,65	1,5
	426	268	2,7	1,21	2,6	1,11	2,3
	432	291	3,0	1,56	3,7	1,16	2,6
	436	48	0,5	1,32	0,5	0,79	0,3
	Total	2348	23,8	1,65	31,5	1,56	27,9
Busse	520	417	4,2	2,47	8,4	2,63	8,3
	530	82	0,8	1,07	0,7	0,66	0,4
	Total	499	5,1	2,24	9,1	2,31	8,7
Alle Fahrzeuge		9845	100,0	1,25	100,0	1,34	100,0

Tabelle 4.4: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Trübbach (5. 3. - 9. 3. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Trübbach beträgt **1.25** für flexible und **1.34** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 9'845 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.20** für flexible und **1.29** für starre Beläge, mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 9'346). Abbildung 4.6 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

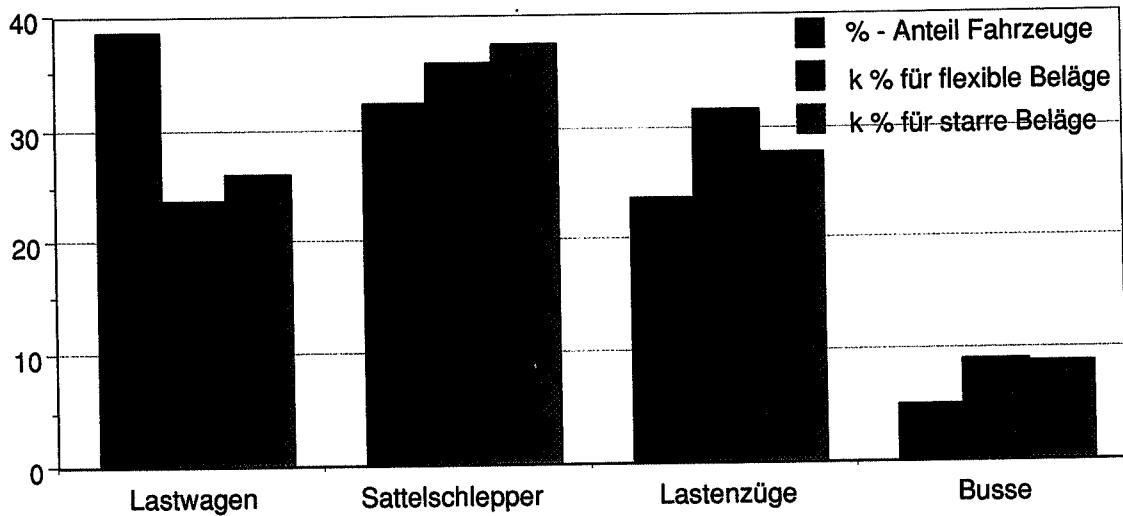


Abbildung 4.6: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Mai 2000, Trübbach

Die Verteilung der Schwerfahrzeuge im Juli 2001 ist praktisch identisch mit derjenigen vom März 2001. Auch im Juli sind die Fahrzeugtypen 220, 326, 329, 422 und 520 dominant (Abbildung 4.7).

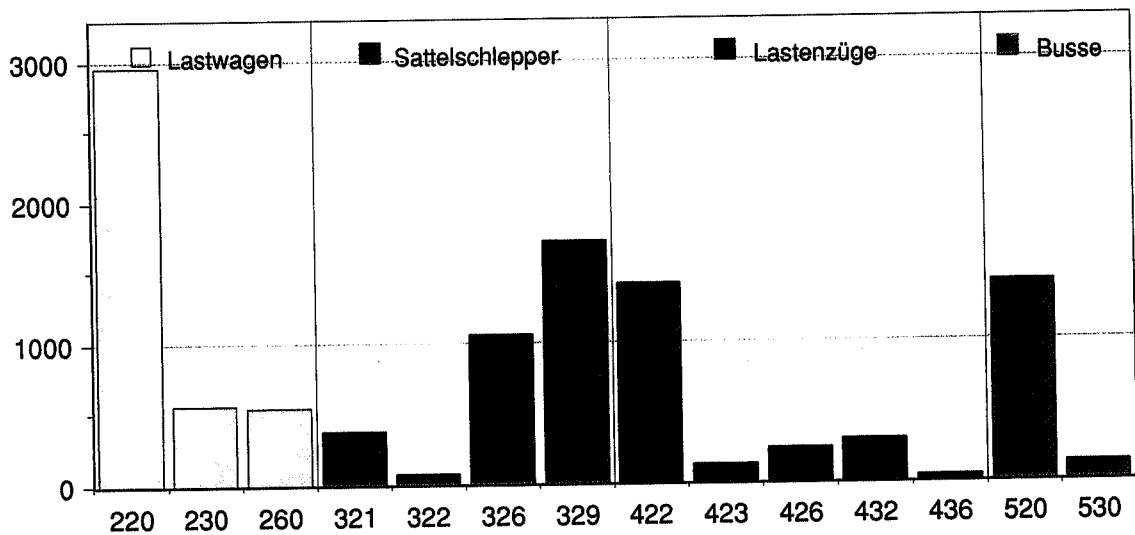


Abbildung 4.7: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Trübbach (Juli 2001)

Tabelle 4.5 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Juli 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 13 und 14 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 13 und 14 des Anhangs 7.

Fahrzeug- kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2967	26,9	0,60	10,0	0,56	8,4
	230	564	5,1	1,41	4,5	2,09	6,0
	260	553	5,0	1,71	5,3	3,12	8,7
	Total	4084	37,1	0,86	19,8	1,12	23,1
Sattel- schlepper	321	381	3,5	0,40	0,9	0,36	0,7
	322	80	0,7	2,38	1,1	2,41	1,0
	326	1051	9,5	1,60	9,4	1,80	9,6
	329	1712	15,5	2,18	21,0	2,57	22,2
	Total	3224	29,3	1,78	32,3	2,05	33,5
Lasten- züge	422	1423	12,9	1,75	14,0	1,72	12,3
	423	139	1,3	2,26	1,8	2,25	1,6
	426	241	2,2	1,42	1,9	1,39	1,7
	432	309	2,8	1,77	3,1	1,29	2,0
	436	43	0,4	1,07	0,3	0,68	0,1
	Total	2155	19,6	1,74	21,0	1,63	17,8
Busse	520	1418	12,9	3,25	25,9	3,51	25,1
	530	131	1,2	1,24	0,9	0,78	0,5
	Total	1549	14,1	3,08	26,8	3,28	25,7
Alle Fahrzeuge		11012	100,0	1,61	100,0	1,80	100,0

Tabelle 4.5: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Trübbach (23. 7. - 29. 7. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im Juli beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Trübbach **1.61** für flexible und **1.80** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 11'012 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.38** für flexible und **1.55** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 9'463). Abbildung 4.8 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

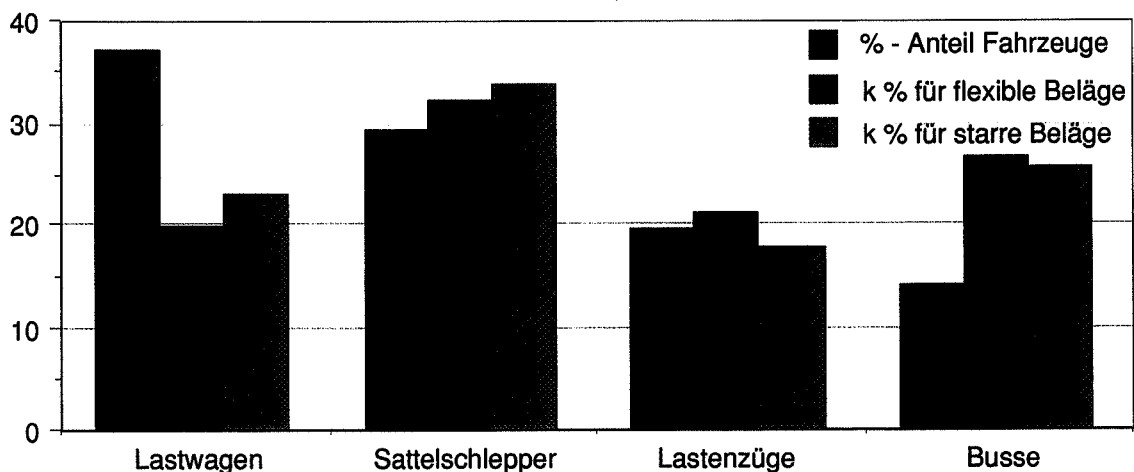


Abbildung 4.8: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Trübbach

4.6 Resultate der WIM – Messstation Denges

Bei der Messstation Denges wurden die Schwerfahrzeuge nur in Richtung Morges erhoben. Auf eine Erhebung in Richtung Lausanne wurde verzichtet (vgl. Abschnitt 3.4).

Abbildung 4.9 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge im März 2001. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Schwerfahrzeuge der Typen 220, 326, 329, 422, und 426 die wichtigsten Fahrzeugtypen die bei Denges vorkommen.

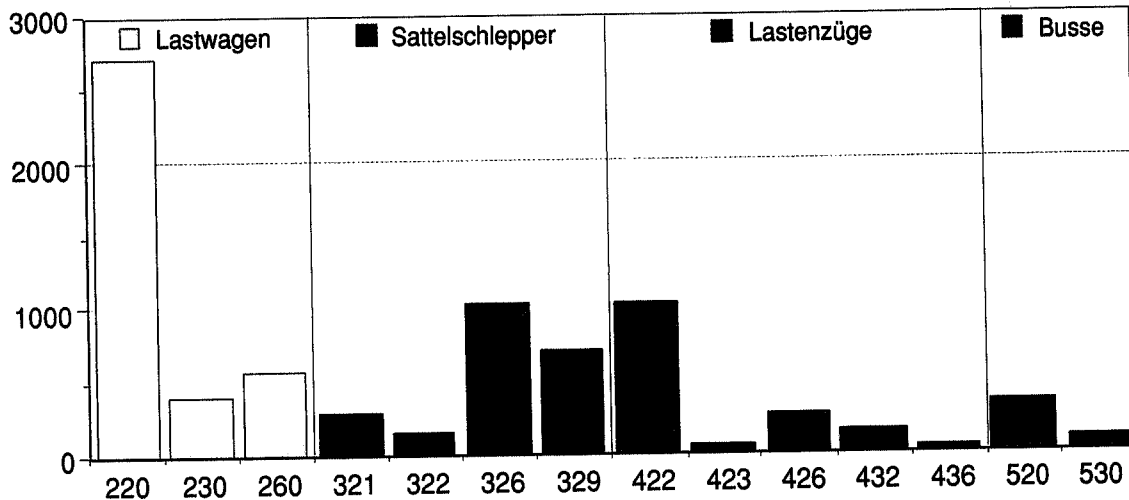


Abbildung 4.9: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (nur Richtung Morges, März 2001)

Tabelle 4.6 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im März 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 5 und 6 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 5 und 6 des Anhangs 7.

Fahrzeug- kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2713	34,9	0,80	17,8	0,78	15,7
	230	395	5,1	1,50	4,9	2,27	6,6
	260	573	7,4	2,22	10,4	4,07	17,3
	Total	3681	47,3	1,10	33,0	1,45	39,6
Sattel- schlepper	321	280	3,6	0,32	0,7	0,27	0,6
	322	158	2,0	2,30	3,0	2,34	2,7
	326	1026	13,2	1,89	15,9	2,20	16,7
	329	697	9,0	2,18	12,4	2,64	13,6
Total	2161	27,8	1,81	32,0	2,10	33,6	
Lasten- züge	422	1019	13,1	2,34	19,5	2,37	17,9
	423	47	0,6	2,06	0,8	2,02	0,7
	426	262	3,4	1,85	4,0	1,79	3,5
	432	146	1,9	2,19	2,6	1,68	1,8
	436	27	0,3	0,79	0,2	0,50	0,1
Total	1501	19,3	2,20	27,1	2,16	24,0	
Busse	520	350	4,5	2,45	7,0	2,63	6,8
	530	86	1,1	1,17	0,8	0,77	0,5
	Total	436	5,6	2,20	7,9	2,26	7,3
Alle Fahrzeuge		7779	100,0	1,57	100,0	1,81	100,0

Tabelle 4.6: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Denges nur in Richtung Morges (5. 3. - 9. 3. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im März beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Denges **1.57** für flexible und **1.81** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 7'779 Schwerfahrzeuge (nur in Richtung Morges) berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.53** für flexible und **1.79** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 7'343). Abbildung 4.10 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

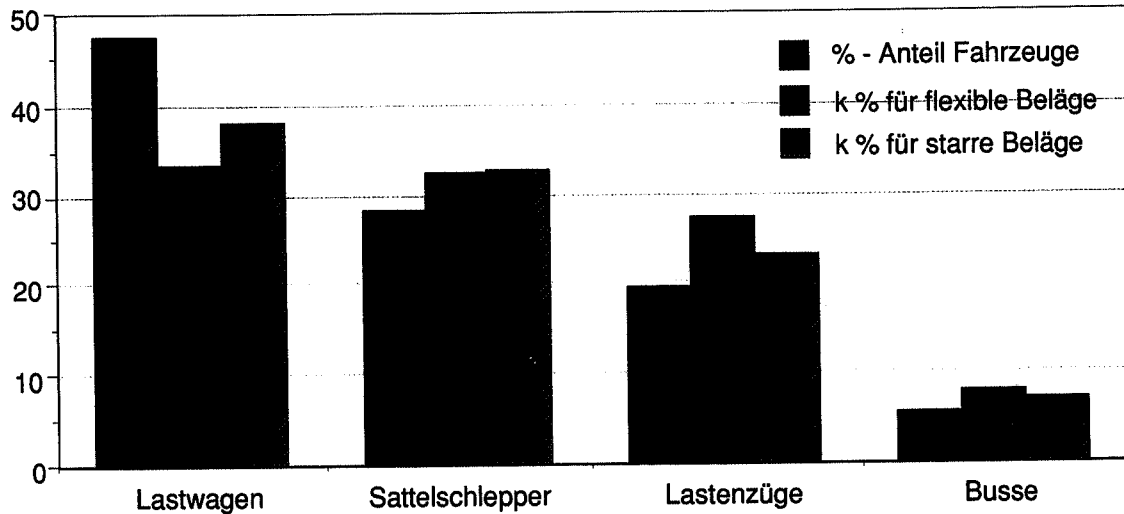


Abbildung 4.10: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Denges

Die Verteilung der Schwerfahrzeuge im Juli 2001 ist etwa gleich wie diejenige vom März 2001. Die Typen 220, 260, 326, 329, 422 und 520 sind die massgeblichen Typen im Juli.

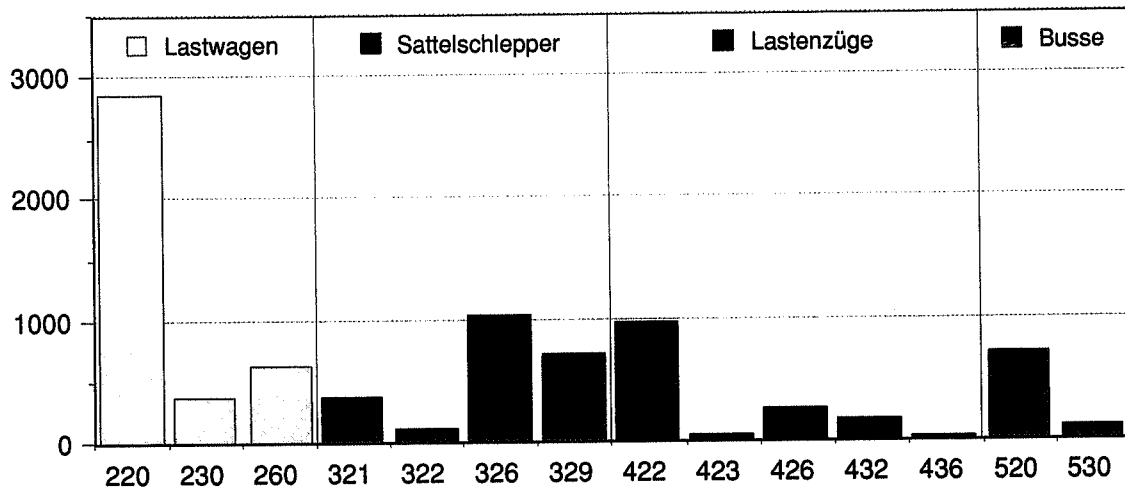


Abbildung 4.11: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Denges (Juli 2001)

Tabelle 4.7 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Juli 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 15 und 16 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 15 und 16 des Anhangs 7.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	2843	34,2	0,89	18,2	0,88	16,4
	230	359	4,3	1,61	4,1	2,39	5,6
	260	615	7,4	2,25	9,9	4,13	16,6
	Total	3817	46,0	1,18	32,3	1,48	36,9
Sattel-schlepper	321	367	4,4	0,65	1,7	0,65	1,6
	322	113	1,4	3,13	2,5	3,21	2,4
	326	1034	12,5	1,67	12,4	1,88	12,7
	329	706	8,5	2,59	13,1	3,21	14,8
	Total	2220	26,7	1,87	29,8	2,08	30,1
Lasten-züge	422	971	11,7	2,38	16,6	2,41	15,2
	423	47	0,6	2,06	0,7	1,99	0,6
	426	256	3,1	1,91	3,5	1,86	3,1
	432	164	2,0	2,24	2,6	1,76	1,9
	436	22	0,3	1,50	0,2	0,93	0,1
	Total	1460	17,6	2,26	23,7	2,11	20,1
Busse	520	707	8,5	2,63	13,4	2,82	13,0
	530	97	1,2	1,19	0,8	0,77	0,5
	Total	804	9,7	2,46	14,2	2,46	12,9
Alle Fahrzeuge		8301	100,0	1,68	100,0	1,85	100,0

Tabelle 4.7: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Denges nur in Richtung Morges (23. 7. - 29. 7. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im Juli beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Denges **1.68** für flexible und **1.85** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 8'301 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.59** für flexible und **1.78** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 7'497). Abbildung 4.12 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

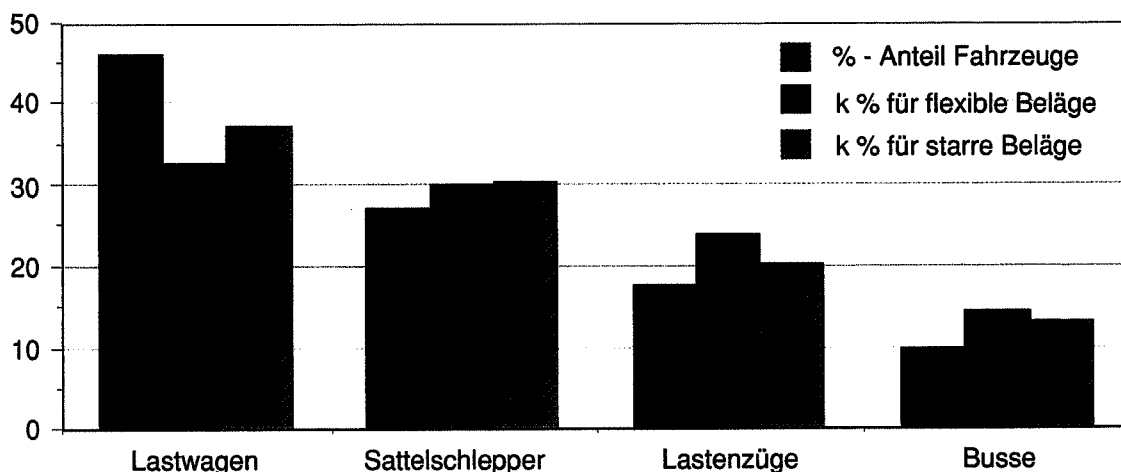


Abbildung 4.12: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Denges

4.7 Resultate der WIM – Messstation Mattstetten

Abbildung 4.13 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge im März 2001. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Schwerfahrzeuge der Typen 220, 329, 422, und 426 und 520 die wichtigsten Fahrzeugtypen die bei Mattstetten vorkommen.

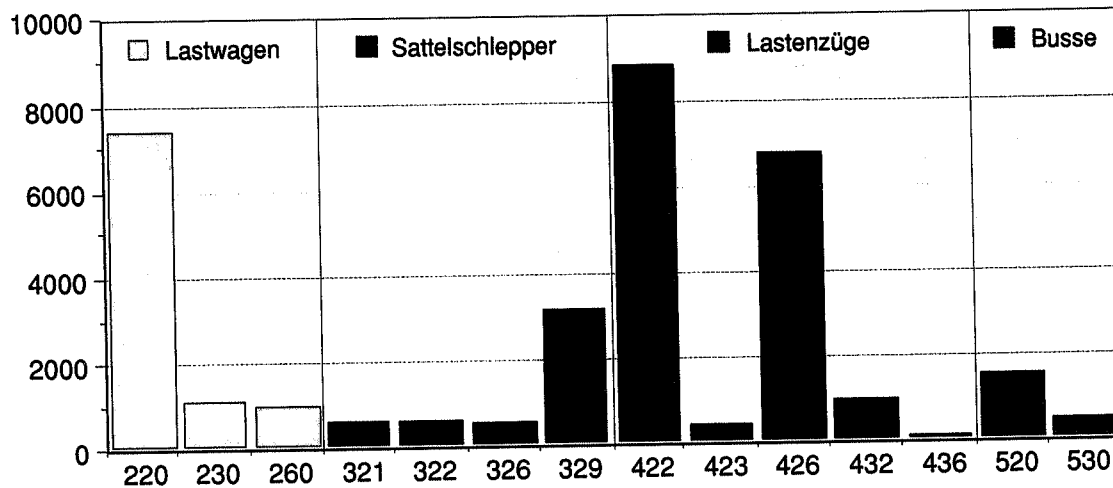


Abbildung 4.13: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (März 2001)

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	7327	22,0	0,64	10,4	0,59	9,7
	230	1125	3,4	1,07	2,7	1,51	3,8
	260	984	2,9	1,50	3,3	2,69	5,9
	Total	9436	28,3	0,78	16,4	0,92	19,4
Sattel-schlepper	321	594	1,8	1,13	1,5	1,06	1,4
	322	567	1,7	1,32	1,7	1,25	1,6
	326	528	1,6	1,85	2,2	2,01	2,4
	329	3127	9,4	1,67	11,6	1,91	13,3
	Total	4816	14,4	1,58	16,9	1,74	18,7
Lasten-züge	422	8794	26,4	1,68	32,8	1,64	32,3
	423	404	1,2	1,57	1,4	1,47	1,3
	426	6765	20,3	1,49	22,5	1,29	19,5
	432	1029	3,1	1,58	3,6	1,20	2,8
	436	139	0,4	1,24	0,4	0,80	0,3
	Total	17131	51,3	1,59	60,7	1,46	56,1
Busse	520	1527	4,6	1,47	5,0	1,50	5,1
	530	457	1,4	0,95	1,0	0,64	0,7
	Total	1984	5,9	1,35	6,0	1,30	5,8
Alle Fahrzeuge		33367	100,0	1,35	100,0	1,34	100,0

Tabelle 4.8: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Mattstetten (5. 3. - 9. 3. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Tabelle 4.8 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im März 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 7 und 8 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 7 und 8 des Anhangs 7.

Im März beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Mattstetten 1.35 für flexible und 1.34 für starre Beläge. Es wurden insgesamt 33'367 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor wiederum 1.35 für flexible und 1.34 für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 31'383). Dies bedeutet, dass die Busse bei Mattstetten keine extrem grosse schädigende Wirkungen aufweisen. Abbildung 4.14 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

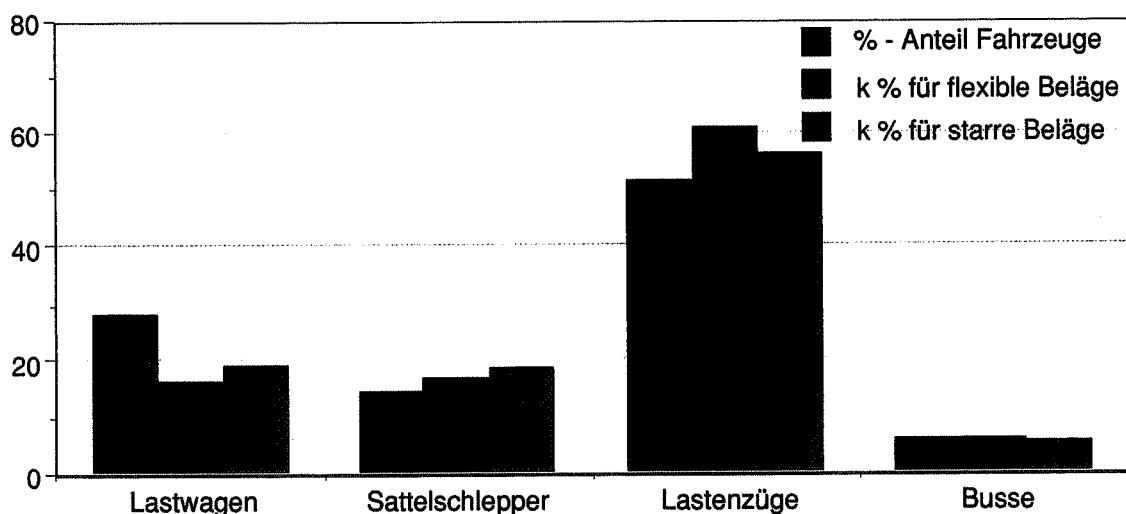


Abbildung 4.14: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Mattstetten

Die Verteilung der Schwerfahrzeuge im Juli 2001 ist etwa gleich wie diejenige vom Mai. Die Typen 220, 329, 422, 426 und 520 sind die massgeblichen Typen im Juli. Abbildung 4.15 zeigt die Zusammensetzung der Schwerfahrzeuge im Juli bei Mattstetten.

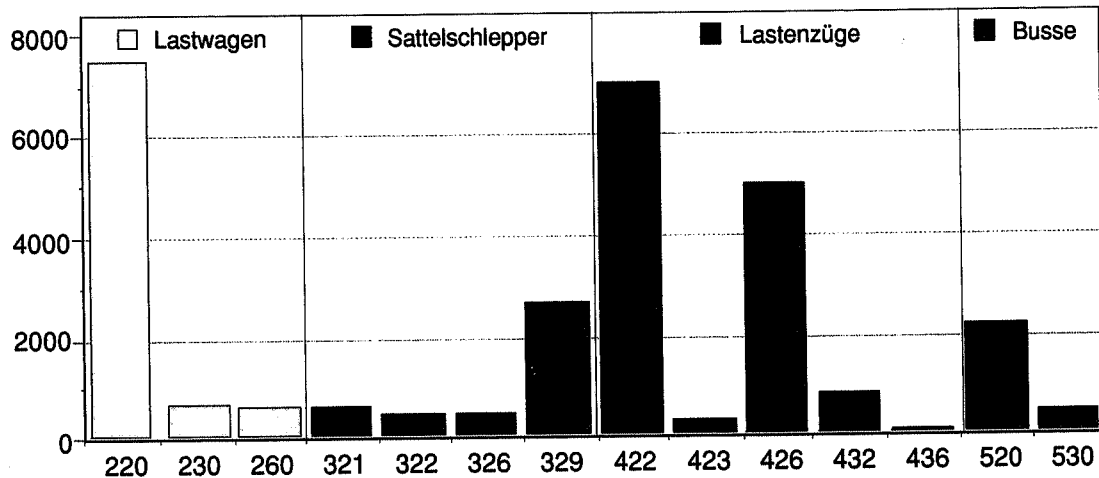


Abbildung 4.15: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Mattstetten (Juli 2001)

Tabelle 4.9 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Juli 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 17 und 18 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 17 und 18 des Anhangs 7.

Fahrzeugkategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	7099	26,1	0,46	9,3	0,43	8,6
	230	648	2,4	1,17	2,1	1,66	3,0
	260	553	2,0	1,54	2,4	2,75	4,3
	Total	8300	30,5	0,59	13,8	0,68	15,9
Sattelschlepper	321	556	2,0	1,02	1,6	0,95	1,5
	322	454	1,7	1,14	1,5	1,07	1,4
	326	437	1,6	1,39	1,7	1,44	1,8
	329	2505	9,2	1,89	13,4	2,24	15,9
	Total	3952	14,5	1,63	18,2	1,83	20,5
Lastenzüge	422	6649	24,4	1,59	30,0	1,57	29,5
	423	260	1,0	1,54	1,1	1,44	1,1
	426	4734	17,4	1,63	21,9	1,43	19,1
	432	760	2,8	1,70	3,7	1,30	2,8
	436	84	0,3	1,05	0,3	0,65	0,2
	Total	12487	45,9	1,61	56,9	1,49	52,6
Busse	520	2045	7,5	1,71	9,9	1,75	10,2
	530	414	1,5	0,98	1,2	0,66	0,8
	Total	2459	9,0	1,59	11,1	1,57	10,9
Alle Fahrzeuge		27198	100,0	1,30	100,0	1,30	100,0

Tabelle 4.9: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Mattstetten (23. 7. - 29. 7. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im Juli beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerverfahrzeugtypen bei Mattstetten, sowohl für flexible, als auch für starre Beläge in beiden Richtungen **1.30**. Es wurden insgesamt 27'198 Schwerverfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor für beide Belagsarten **1.27** mit einer Gesamtanzahl der Schwerverfahrzeuge von 24'739). Abbildung 4.16 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerverzeugkategorien.

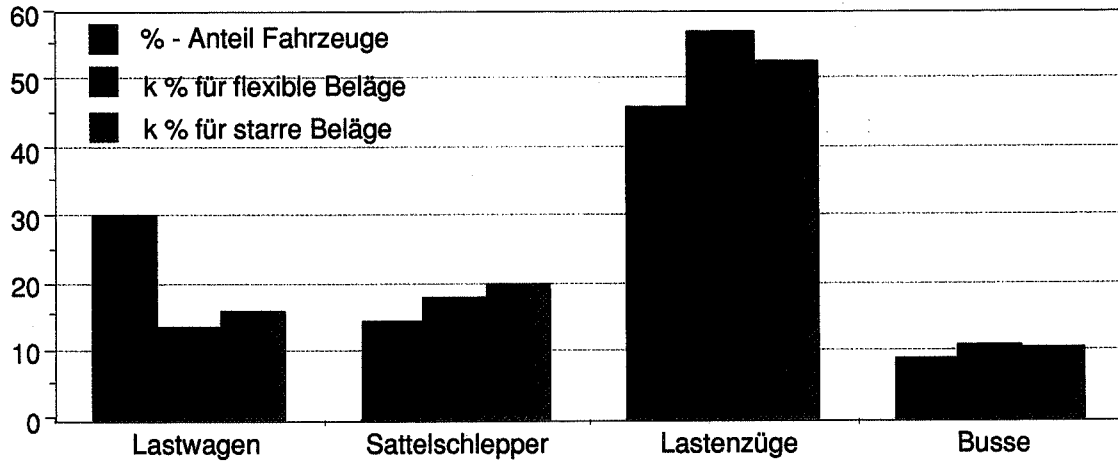


Abbildung 4.16: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerverzeugkategorien Juli 2001, Mattstetten

4.8 Resultate der WIM – Messstation Plazzas

Abbildung 4.17 zeigt die Zusammensetzung der Schwerverfahrzeuge im März 2001. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Schwerverfahrzeuge der Typen 220, 329, 422, 426 und 520 die wichtigsten Fahrzeugtypen die bei Plazzas vorkommen.

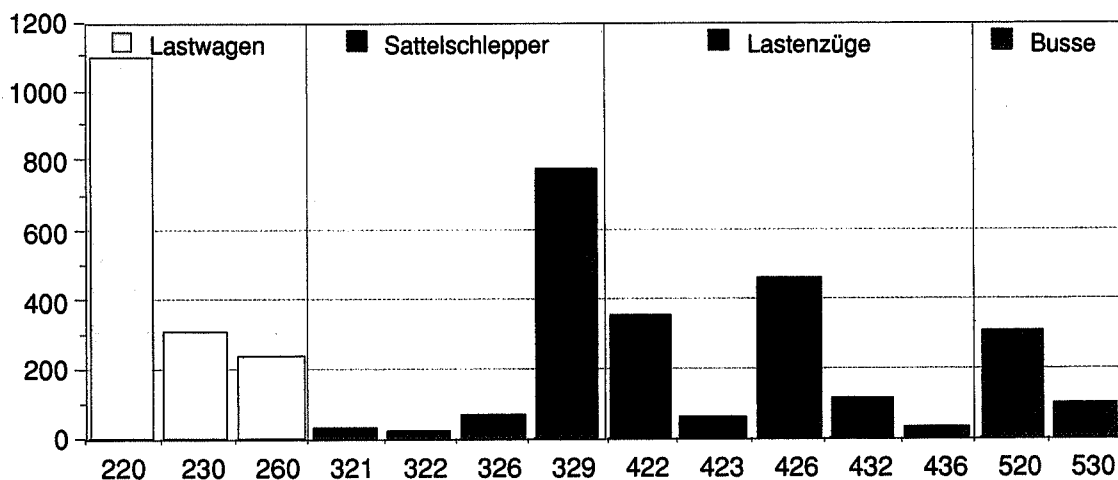


Abbildung 4.17: Verteilung der berücksichtigten Schwerverfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (März 2001)

Tabelle 4.10 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im März 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 9 und 10 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 9 und 10 des Anhangs 7.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _s Starr	k _s [%]
Lastwagen	220	1097	28,1	0,67	15,1	0,63	13,5
	230	299	7,7	1,20	7,4	1,79	10,4
	260	229	5,9	0,88	4,2	1,54	6,9
	Total	1625	41,6	0,80	26,7	0,97	30,8
Sattel-schlepper	321	25	0,6	1,34	0,7	1,27	0,6
	322	19	0,5	2,02	0,8	2,02	0,8
	326	70	1,8	1,33	1,9	1,38	1,9
	329	766	19,6	1,47	23,2	1,69	25,3
	Total	880	22,5	1,47	26,6	1,66	28,5
Lasten-züge	422	350	9,0	1,85	13,4	1,85	12,6
	423	58	1,5	1,88	2,2	1,72	1,9
	426	457	11,7	1,58	14,9	1,35	12,0
	432	109	2,8	1,31	2,9	0,94	2,0
	436	29	0,7	1,22	0,7	0,75	0,4
	Total	1003	25,7	1,65	34,1	1,48	29,0
Busse	520	305	7,8	1,71	10,7	1,77	10,5
	530	91	2,3	0,99	1,9	0,65	1,2
	Total	396	10,1	1,54	12,6	1,51	11,7
Alle Fahrzeuge		3904	100,0	1,24	100,0	1,31	100,0

Tabelle 4.10: Resultate der Erhebungen während der 10. Woche bei Plazzas (5. 3. - 9. 3. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_s für starre Bauweise

Im März beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle Schwerfahrzeugtypen bei Plazzas **1.24** für flexible und **1.31** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 3'904 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.21** für flexible und **1.29** für starre Beläge mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 3'508). Abbildung 4.18 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

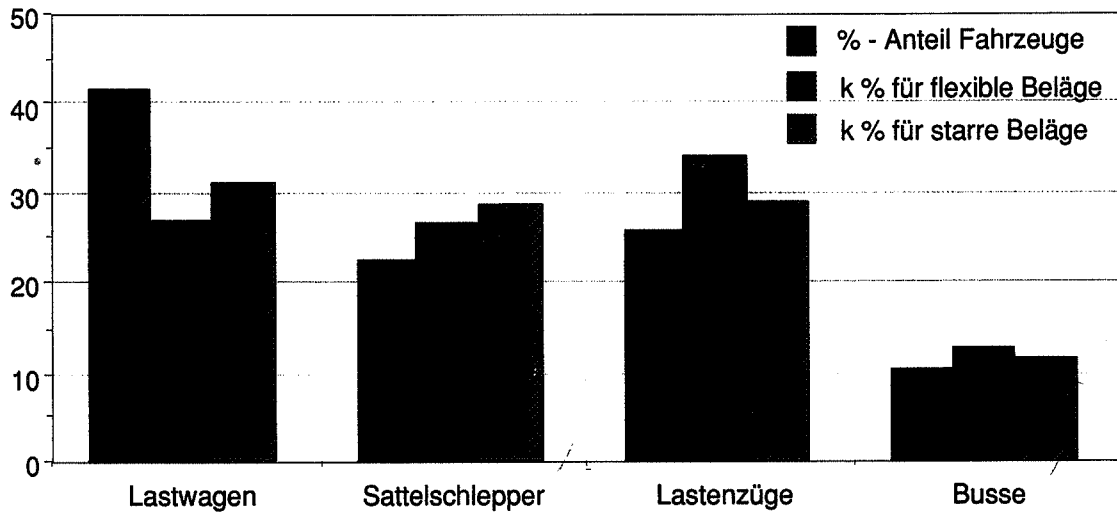


Abbildung 4.18: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien März 2001, Plazzas

Die Verteilung der Schwerfahrzeuge im Juli 2001 ist in etwa gleich wie diejenige Verteilung im März. Abbildung 4.19 zeigt die Fahrzeugzusammensetzung bei Plazzas im Juli. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die Typen 220, 329, 422, 426 und 520 die massgeblichen Typen im Juli.

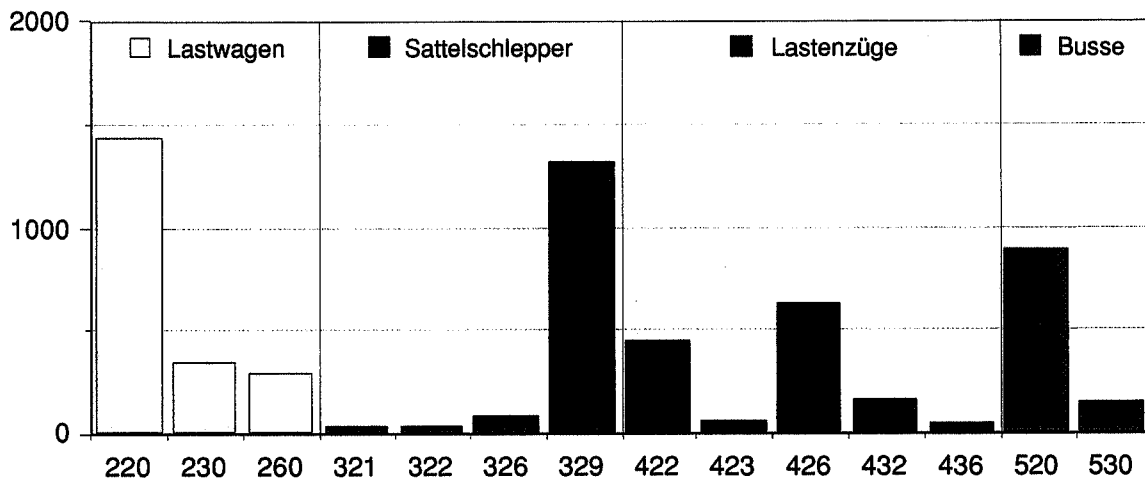


Abbildung 4.19: Verteilung der berücksichtigten Schwerfahrzeuge nach Fahrzeugtypen bei Plazzas (Juli 2000)

Tabelle 4.11 zeigt die Zusammenfassung der Resultate der Erhebung im Juli 2001 unter Berücksichtigung der Kalibrierfaktoren. Ausführliche Resultate ohne Korrekturfaktoren befinden sich in Tabellen 19 und 20 des Anhangs 6; diejenige mit Korrekturfaktoren in Tabellen 19 und 20 des Anhangs 7.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug Typ	n [-]	n [%]	k _F Flexible	k _F [%]	k _S Starr	k _S [%]
Lastwagen	220	1429	24,4	0,84	12,0	0,81	10,7
	230	331	5,7	1,38	4,6	2,06	6,3
	260	282	4,8	1,13	3,2	2,00	5,2
	Total	2042	34,9	0,96	19,7	1,18	22,2
Sattel-schlepper	321	31	0,5	1,33	0,4	1,25	0,4
	322	21	0,4	1,96	0,4	1,93	0,4
	326	77	1,3	1,36	1,0	1,42	1,0
	329	1321	22,6	2,18	28,8	2,63	32,0
	Total	1450	24,8	2,11	30,7	2,53	33,8
Lasten-züge	422	445	7,6	2,00	8,9	2,01	8,3
	423	56	1,0	2,18	1,2	2,03	1,0
	426	623	10,6	1,99	12,4	1,76	10,1
	432	155	2,6	1,76	2,7	1,35	1,9
	436	46	0,8	1,36	0,6	0,82	0,3
	Total	1325	22,6	1,95	26,0	1,77	21,7
Busse	520	891	15,2	2,42	21,6	2,57	21,1
	530	147	2,5	1,33	2,0	0,90	1,2
	Total	1038	17,7	2,27	23,6	2,34	22,4
Alle Fahrzeuge		5855	100,0	1,70	100,0	1,85	100,0

Tabelle 4.11: Resultate der Erhebungen während der 30. Woche bei Plazzas (23. 7. - 29. 7. 2001)

Bemerkungen: n = Anzahl
k = Umrechnungsfaktor, k_F für flexible und k_S für starre Bauweise

Im Juli beträgt der Mittelwert des Umrechnungsfaktors über alle schweren Lastfahrzeugtypen bei Plazzas **1.70** für flexible und **1.85** für starre Beläge. Es wurden insgesamt 5'855 Schwerfahrzeuge berücksichtigt (ohne Berücksichtigung der Busse beträgt der Umrechnungsfaktor **1.58** für flexible und **1.75** für starre Beläge, mit einer Gesamtanzahl der Schwerfahrzeuge von 4'817). Abbildung 4.20 zeigt das Verhältnis der schädigenden Wirkung der verschiedenen Schwerfahrzeugkategorien.

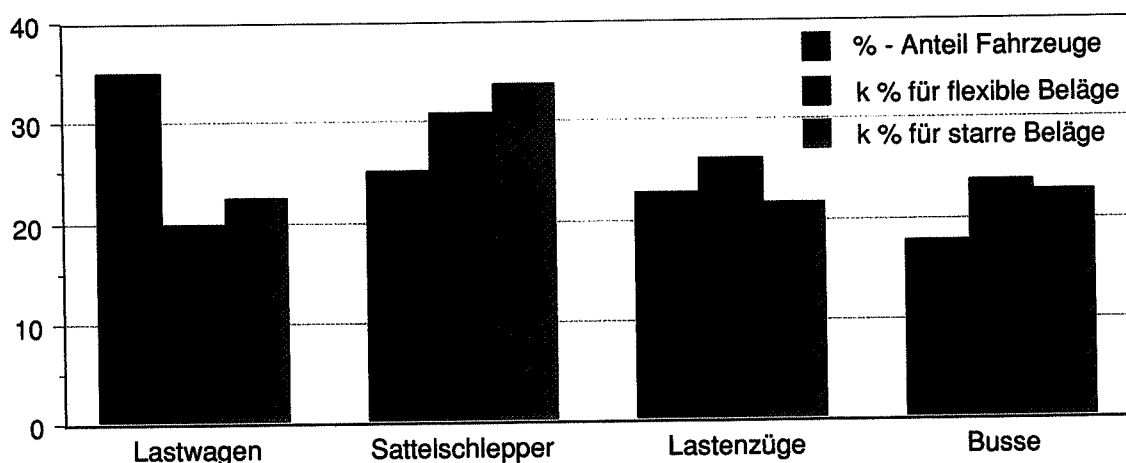


Abbildung 4.20: Anteil der schädigenden Wirkung verschiedener Schwerfahrzeugkategorien Juli 2001, Plazzas

4.9 Beurteilung der Resultate

Die Tabellen und Abbildungen der Abschnitte 4.4 bis 4.8 zeigen die Resultate der Erhebungen bei den fünf WIM-Stationen im März und im Juli 2001. Folgende Punkte konnten festgestellt werden:

- Beim Gotthard sehen die Resultate vom März und Juli gleich aus. Sowohl im März als auch im Juli wurden rund 25'000 Schwerfahrzeuge registriert (22'576 Schwerfahrzeuge im März und 25'786 Schwerfahrzeuge im Juli). Die Umrechnungsfaktoren vom März und Juli liegen mit 1.63 und 1.67 für flexible Beläge nahe beieinander. Im Jahre 2000 lag der Umrechnungsfaktor bei 1.36 bzw. 1.33. Dies zeigt, dass die Transittfahrzeuge sofort nach der gesetzlichen Erhöhung der 28 t Limite auf 34 t schwerer beladen wurden.
- Bei Trübbach sind die Verteilungsbilder der Schwerfahrzeuge im März und im Juli etwa gleich (9'845 Schwerfahrzeuge im März und 11'012 Schwerfahrzeuge im Juli). Die Umrechnungsfaktoren sind hingegen unterschiedlich. Während im März die Umrechnungsfaktoren 1.25 und 1.34 für flexible, respektive starre Beläge betragen, sind sie im Juli etwa 24 % höher, nämlich 1.61 für flexible und 1.80 für starre Beläge. Dies zeigt, dass im März die Erhöhung des gesetzlichen Gesamtgewichts von 28 auf 34 Tonnen noch nicht ausgenützt wurde. Der Umrechnungsfaktor vom Juli (1.61) stimmt aber mit demjenigen vom Gotthard überein. Die Erhöhung der Gesamtgewichtslimite wurde demnach mit der Verzögerung von ein paar Monaten ausgenützt. Der Umrechnungsfaktor für das Jahr 2000 betrug 1.25, der sehr gut mit dem Umrechnungsfaktor vom März 2001 übereinstimmt (vgl. Abschnitt 3.3).
- Bei Denges, wie im Abschnitt 3.6 erwähnt, liegt der Sensor in Richtung Lausanne zirka 60 cm innerhalb der Fahrbahn. Es wurde nur der Verkehr in Richtung Morges erhoben. Die richtungsabhängige Betrachtung der Umrechnungsfaktoren zeigt, dass bei Denges wie auch beim Gotthard gerade nach der Erhöhung des Gesamtgewichts auf 34 Tonnen die Umrechnungsfaktoren gegenüber letztem Jahr gestiegen sind (vgl. Abschnitt 3.4). Der gesamte Umrechnungsfaktor für Denges im Juli ist 1.68 und vergleichbar mit demjenigen vom März (1.57). Dem gegenüber betrug der Umrechnungsfaktor im Jahr 2000 1.44.
- Bei Mattstetten wurden im März 33'367 Schwerfahrzeuge und im Juli 27'198 Schwerfahrzeuge erhoben. Die mittlere Umrechnungsfaktoren vom März 2001 (1.35 für flexible und 1.34 für starre Beläge) sind praktisch gleich wie diejenigen vom Juli (1.30 für sowohl flexible als auch für starre Beläge). Der Umrechnungsfaktor für das Jahre 2000 betrug ebenfalls rund 1.30 für flexible Beläge. Dies zeigt, dass rund 8 Monate nach der Einführung der neuen Gewichtslimite das Belastungsbild der Schwerfahrzeuge im Binnenmarkt Schweiz praktisch konstant geblieben ist. Die Aufhebung der Gewichtslimite hatte praktisch keinen Einfluss auf den Ausnützungsgrad der Schwerfahrzeuge in der Innerschweiz.

- Bei Plazzas liegt das gleiche Bild wie bei Trübbach vor. Während der Umrechnungsfaktor für März 1.24 (für flexible Beläge) betrug, welcher sogar etwas tiefer liegt als derjenige vom Jahre 2000 (1.45 für flexible Beläge), lag im Juli ein Umrechnungsfaktor von 1.70 vor, welcher in der gleichen Grössenordnung liegt, wie diejenigen vom Gotthard, Trübbach und Denges. Die Erhöhung der Gesamtgewichtslimite wurde nach ein paar Monaten ausgenützt.
- Die schädigende Wirkung des Sattelschleppers Typ 329 mit zwei Einzelachsen und einer dritten Tridemachse nimmt im Vergleich zum Jahre 2000 bei allen Stationen tendenziell zu. Dies ist die Folge der Erhöhung der Gewichtslimite von 28 auf 34 Tonnen. Der Sattelschlepper des Typs 329 ist ein typisches Transitfahrzeug und kann bis zu 40 Tonnen beladen werden. Die oben erwähnte Erhöhung der Gewichtslimite hat zur Folge, dass die schweren Sattelschlepper des Typs 321 mit drei Einzelachsen und einem zulässigen Gesamtgewicht von rund 28 Tonne, mit der Zeit durch den Typ 329 ersetzt werden. Diese Tendenz ist im allgemeinen mit einer Abnahme der schädigenden Wirkung des Typs 321 verknüpft. Mit der Abnahme der Anzahl der schweren Sattelschlepper dieses Typs nimmt die schädigende Wirkung des Sattelschleppers des Typs 321 ab.

Unter Berücksichtigung aller in Abschnitte 4.4 bis 4.8 ausgewerteten Schwerfahrzeugen (alle 5 Stationen) werden für die 34 – Tonnen – Limite bei den Autobahnen folgende Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugtypen festgelegt. Tabellen 4.12 und 4.13 zeigen diese Werte für flexible, sowie starre Beläge.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	Anzahl n 5 Stationen	k _F ermittelt	k _F Norm ⁹	k _F Vorschlag
Lastwagen	220	33'283	0.62	0.8	0.7 ¹
	230	5'395	1.35	1.5	1.4 ²
	260	4'806	1.55	1.5	1.5 ²
Kategorie Lastwagen		43'484	0.82	1.0	0.9
Sattel-schlepper	321	3'312	0.70	0.5	0.6 ²
	322	1'923	1.64	1.6	1.6 ³
	326	10'721	1.56	1.6	1.6 ¹
	329	31'442	1.76	1.4	1.7 ⁴
Kategorie Sattelschlepper		47'398	1.64	1.4	1.6
Lasten-züge	422	24'355	1.84	2.2	1.9 ⁵
	423	1'937	1.79	1.3	1.6 ²
	426	18'051	1.80	2.6	1.9 ⁵
	432	4'382	1.63	1.3	1.6 ⁶
	436	2'116	1.01	1.3	1.2 ²
Kategorie Lastenzüge		50'841	1.77	2.2	1.8
Globaler k-Wert ohne Bus		141'723	1.43	1.3 bzw. 1.5	1.5⁸
Busse	520	9'318	2.46		2.5 ⁷
	530	1'852	1.16		1.2 ⁷
Kategorie Busse		11'170	2.25		2.3
Globaler Umrechnungsfaktor		152'893	1.49		1.5⁸

Tabelle 4.12: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Flexible Beläge)

- Bemerkungen:
- 1: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge und liegt beim Normwert. Es wird ein Mittelwert der beiden Werte vorgeschlagen.
 - 2: Der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors wird dadurch nicht stark beeinflusst. Dieser Typ kommt eher selten vor. Es wird ein Mittelwert der beiden Werte vorgeschlagen.
 - 3: Der ermittelte Umrechnungsfaktor stimmt gut mit dem Normwert überein. Es wird der Normwert vorgeschlagen. Da dieser Typ eher selten vorkommt, wird der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors dabei nicht stark beeinflusst.
 - 4: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge liegt aber weit weg vom Normwert. Es wird ein etwas abgeminderter Wert vorgeschlagen. Es sollte beachtet werden, dass mit der Aufhebung der 28-Tonnen-Gewichtslimite, dieser Fahrzeugtyp eine höhere schädigende Wirkung aufweisen wird.
 - 5: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge liegt aber weit weg vom Normwert. Es wird ein etwas erhöhter Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 6: Die Umrechnungsfaktoren von fast allen Stationen sind grösser als der Normwert. Es wird der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen. Da dieser Fahrzeugtyp selten vorkommt, wird dabei der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors nicht stark beeinflusst.
 - 7: In der Norm wurde kein Vergleichswert angegeben. Es wurde der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
 - 8: Die genauen Umrechnungsfaktoren ohne und mit Busse betragen 1.46 bzw. 1.52.
 - 9: Norm = SN 640 320 a [17]

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	Anzahl n 5 Stationen	k _s ermittelt	k _s Norm ¹⁰	k _s Vorschlag
Lastwagen	220	33'283	0.60	0.7	0.6 ¹
	230	5'395	1.98	2.3	2.1 ²
	260	4'806	2.79	2.6	2.7 ²
Kategorie Lastwagen		43'484	1.01	1.3	1.0
Sattel-schlepper	321	3'312	0.65	0.5	0.6 ³
	322	1'923	1.62	1.7	1.7 ²
	326	10'721	1.74	1.7	1.7 ⁴
	329	31'442	2.06	1.4	2.0 ⁵
Kategorie Sattelschlepper		47'398	1.87	1.4	1.8
Lasten-züge	422	24'355	1.87	2.2	2.0 ⁶
	423	1'937	1.61	1.5	1.6 ²
	426	18'051	1.68	2.7	1.8 ⁶
	432	4'382	1.33	1.5	1.4 ²
	436	2'116	0.80	1.5	0.9 ⁷
Kategorie Lastenzüge		50'841	1.70	2.2	1.8
Globaler k-Wert ohne Bus		141'723	1.55	1.3 bzw. 1.5	1.6⁹
Busse	520	9'318	2.63		2.6 ⁸
	530	1'852	0.87		0.9 ⁸
Kategorie Busse		11'170	2.34		2.3
Globaler Umrechnungsfaktor		152'893	1.60		1.7⁹

Tabelle 4.13: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Starre Beläge)

Bemerkungen:

- 1: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge und liegt nahe beim Normwert. Es wird der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
- 2: Der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors wird dadurch nicht stark beeinflusst. Es wird ein Mittelwert der beiden Werte vorgeschlagen.
- 3: Die ermittelten Umrechnungsfaktoren der Stationen Mattstetten und Plazzas sind grösser als der Normwert. Es wird ein abgeminderter Umrechnungsfaktor als der ermittelte Wert vorgeschlagen. Da dieser Typ in Zukunft tendenziell leichter wird. Der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors wird dabei nicht stark beeinflusst.
- 4: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge und stimmt gut mit dem Normwert überein. Es wird der Normwert vorgeschlagen.
- 5: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge liegt aber weit weg vom Normwert. Es wird ein etwas abgeminderter Wert vorgeschlagen. Es sollte beachtet werden, dass mit der Aufhebung der 28-Tonnen-Gewichtslimite, dieser Fahrzeugtyp eine höhere schädigende Wirkung aufweisen wird.
- 6: Der ermittelte Umrechnungsfaktor basiert auf einer grossen Anzahl Schwerfahrzeuge, liegt aber weit weg vom Normwert. Es wird ein etwas grösserer Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
- 7: Abgesehen von 1 bis 2 Stationen liegen die ermittelten Umrechnungsfaktoren im Bereich der gewählten Werte. Da dieser Fahrzeugtyp selten vorkommt, wird dabei der Gesamtwert des Umrechnungsfaktors nicht stark beeinflusst.
- 8: Bei der Norm wurde kein Vergleichswert abgegeben. Es wurde der ermittelte Umrechnungsfaktor vorgeschlagen.
- 9: Die genaue Umrechnungsfaktoren ohne und mit Busse betragen 1.56 bzw. 1.65.
- 10: Norm = SN 640 320 a [17]

4.10 Umrechnungsfaktoren für 40 t – Limite

Im Abschnitt 4.9 wurden die Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen bei einer 34 t Gewichtslimite vorgeschlagen. In diesem Abschnitt wird aufgrund der Werte der Tabellen 4.12 und 4.13, Umrechnungsfaktoren für die 40 t Limite vorgeschlagen* (Tabellen 4.14 und 4.15).

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	n	k _F Norm	Vorschlag 34tonner	Vorschlag 40tonner
Lastwagen	220	33'283	0.8	0.7	0.7 ¹
	230	5'395	1.5	1.4	1.4 ¹
	260	4'806	1.5	1.5	1.5 ¹
Kategorie Lastwagen		43'484	1.0	0.9	0.9
Sattel-schlepper	321	3'312	0.5	0.6	0.5 ²
	322	1'923	1.6	1.6	1.7 ³
	326	10'721	1.6	1.6	1.7 ³
	329	31'442	1.4	1.7	1.8 ³
Kategorie Sattelschlepper		47'398	1.4	1.6	1.7
Lasten-züge	422	24'355	2.2	1.9	2.0 ³
	423	1'937	1.3	1.6	1.7 ³
	426	18'051	2.6	1.9	2.0 ³
	432	4'382	1.3	1.6	1.7 ³
	436	2'116	1.3	1.2	1.3 ³
Kategorie Lastenzüge		50'841	2.2	1.8	1.9
Globaler k-Wert ohne Bus		141'723	1.3 bzw. 1.5	1.5	1.5
Busse	520	9'318		2.5	2.5 ⁴
	530	1'852		1.2	1.2 ⁴
Kategorie Busse		11'170		2.3	2.3
Globaler Umrechnungsfaktor		152'893		1.5	1.6

Tabelle 4.14: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Flexible Beläge)

- Bemerkungen:
- 1: Dieser Lastwagentyp kann nicht mehr beladen werden. Der Umrechnungsfaktor bleibt gleich.
 - 2: Mit der Aufhebung der 34 Tonnen Limite wird dieser Typ eher leichter. Die Transportfirmen werden eher die Typen 326 oder 329 benützen. Die Schwerverfahrzeuge, die von der WIM-Anlagen als Typ 321 erhoben werden, sind eher leichte Sattelschlepper mit einem Gesamtgewicht um 3.5 t.
 - 3: Dieser Typ kann noch mehr als heute beladen werden. Ein Teil der Schwerverfahrzeuge dieses Typs werden sicher um 40 Tonnen beladen. Da aber beim 34 t – Regime ein Teil der Fahrzeuge schon mit 40 t beladen sind (Kontingent Fahrzeuge), wird eine grosse Steigerung der Anzahl solcher Fahrzeuge nicht erwartet. Es wird keine grosse Steigerung der Umrechnungsfaktor erwartet.
 - 4: Die Busse können nicht schwerer als heute werden. Es werden die vorgeschlagenen Werte vom Jahre 2001 übernommen.

Fahrzeug-kategorie	Fahrzeug-typ	n	k _s Norm	Vorschlag 34tonner	Vorschlag 40tonner
Lastwagen	220	33'283	0.7	0.6	0.6 ¹
	230	5'395	2.3	2.1	2.1 ¹
	260	4'806	2.6	2.7	2.7 ¹
Kategorie Lastwagen		43'484	1.3	1.0	1.0
Sattel-schlepper	321	3'312	0.5	0.6	0.5 ²
	322	1'923	1.7	1.7	1.8 ⁴
	326	10'721	1.7	1.7	1.8 ⁴
	329	31'442	1.4	2.0	2.2 ⁴
Kategorie Sattelschlepper		47'398	1.4	1.8	2.0
Lasten-züge	422	24'355	2.2	2.0	2.2 ³
	423	1'937	1.5	1.6	1.7 ³
	426	18'051	2.7	1.8	1.9 ³
	432	4'382	1.5	1.4	1.5 ³
	436	2'116	1.5	0.9	1.0 ³
Kategorie Lastenzüge		50'841	2.2	1.8	2.0
Globaler k-Wert ohne Bus		141'723	1.3 bzw. 1.5	1.6	1.7
Busse	520	9'318		2.6	2.6 ⁴
	530	1'852		0.9	0.9 ⁴
Kategorie Busse		11'170		2.3	2.3
Globaler Umrechnungsfaktor		152'893		1.7	1.7

Tabelle 4.15: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen (Starre Beläge)

- Bemerkungen:
- 1: Dieser Lastwagentyp kann nicht mehr beladen werden. Der Umrechnungsfaktor bleibt gleich.
 - 2: Mit der Aufhebung der 34 Tonnen Limite wird dieser Typ eher leichter. Dieser Typ kann nicht mehr, als heute beladen werden und die Transportfirmen werden eher Typ 326 oder 329 benützen. Die Fahrzeuge, die von den WIM-Anlagen als Typ 321 erhoben werden, sind eher leichte Sattelschlepper mit einem Gesamtgewicht um 3.5 t.
 - 3: Dieser Typ kann noch mehr als heute beladen werden. Ein Teil der Schwerfahrzeuge dieses Typs werden sicher um 40 Tonnen beladen. Da aber beim 34 t – Regime ein Teil der Fahrzeuge schon mit 40 t beladen sind (Kontingent Fahrzeuge), wird eine grosse Steigerung der Anzahl solcher Fahrzeuge nicht erwartet. Es wird keine grosse Steigerung der Umrechnungsfaktor erwartet.
 - 4: Die Busse können nicht schwerer als heute werden. Es werden die vorgeschlagenen Werte vom Jahre 2001 übernommen.

5. Schlussfolgerungen

5.1 Allgemein

In den Kapiteln 3 und 4 wurden die Resultate der Erhebungen bei der 28 t bzw. 34 t Gewichtslimite dargestellt sowie neue Umrechnungsfaktoren für die 40 t Limite vorgeschlagen. In diesem Kapitel werden zuerst aufgrund der Resultate der Kapiteln 3 und 4 die Fragen aus dem Abschnitt 1.4 beantwortet und danach die Schlussfolgerungen der Forschungsarbeit gezogen.

5.2 Beantwortung der grundsätzlichen Fragen

Aus den in den Kapiteln 3 und 4 gewonnenen Erkenntnissen ist es möglich, die in Abschnitt 1.4 gestellten Fragen zu beantworten.

- **Welche Faktoren beeinflussen die Umrechnungsfaktoren bei den verschiedenen Strassentypen?**

Die Resultate der Erhebungen bei fünf verschiedenen WIM-Stationen sind zum Teil sehr unterschiedlich. Die ermittelten Umrechnungsfaktoren für verschiedene schwere Lastfahrzeuge – sogar bei ein und derselben Station –, sind bei verschiedenen Erhebungen unterschiedlich. Ausserdem sind sie zum Teil stark richtungsabhängig. Dies zeigt, dass die Umrechnungsfaktoren von der Art des Verkehrs (Binnenverkehr, Transitverkehr, Kiestransport, ...), der Richtung (Norden, Süden, ...), den örtlichen Gegebenheiten (Ladungsterminale, Industrie, Kiesvorbereitungsanlagen, ...) und der Jahreszeit (Winter, Sommer vor allem bei Bussen) abhängig sind. Die vorgeschlagenen Umrechnungsfaktoren in den Tabellen der Kapiteln 3 und 4 sind nur Richtlinien für eine Abschätzung des globalen Umrechnungsfaktors verschiedener Querschnitte. Genauere Werte liefern die jeweiligen Tabellen im Anhang.

- **Ist eine einheitliche Betrachtung unterschiedlicher Strassentypen möglich?**

Wie oben erwähnt, sind die Umrechnungsfaktoren bei verschiedenen schweren Lastfahrzeugen und verschiedenen Stationen unterschiedlich. Etwas einheitlicher sehen die Mittelwerte der globalen Umrechnungsfaktoren bei verschiedenen Stationen (vgl. Kapitel 4) aus.

Aufgrund der vorliegenden Resultate ist eine einheitliche Betrachtung aller Strassentypen nicht sinnvoll. Es soll in erster Linie zwischen den Autobahnen

und den Hauptstrassen unterschieden werden. Die Autobahnen können für eine Abschätzung des Umrechnungsfaktors einheitlich betrachtet werden. Zur Behandlung detaillierter Fragen bezüglich Schwerverkehr, Transitverkehr, Verkehr in der Innenschweiz usw. ist eine differenzierte Betrachtung des Verkehrs notwendig.

- **Welche Fahrzeugtypen sind für die Festlegung der Umrechnungsfaktoren von Bedeutung?**

Das System PAT unterscheidet zwischen 57 verschiedenen Fahrzeugtypen. Viele dieser Typen sind für das schweizerische Strassennetz nicht relevant und kommen überhaupt nicht vor. Es gibt zudem eine Gruppe von schweren Lastfahrzeugen, welche in der Schweiz vorkommen, aber mengenmässig und/oder von der schädigenden Wirkung her nicht relevant sind. Die Auswertung der Erhebungen der WIM-Anlagen hat gezeigt, dass mit der Wahl von 14 Fahrzeugtypen (vgl. Kapiteln 3 und 4) die wichtigsten Fahrzeuge, welche bei der Ermittlung der Umrechnungsfaktoren von Bedeutung sind, berücksichtigt werden können.

Es ist zu beachten, dass nicht alle aufgenommenen Daten der WIM-Anlagen auswertbar waren. Bei den verschiedenen Stationen wurde jeweils bei der Erfassung der Daten ein Teil derselben schlecht erfasst. Diese Daten wurden dementsprechend nicht ausgewertet. Mit den oben erwähnten 14 Fahrzeugtypen wurden mehr als 90 % der auswertbaren Daten berücksichtigt.

Folgende Fahrzeugtypen wurden berücksichtigt: die drei wichtigen Lastwagentypen – 220, 230 und 260 – die vier wichtigen Typen der Sattelschlepper – 321, 322, 326 und 329 – die fünf wichtigen Typen der Anhängerzüge – 422, 423, 426, 432 und 436 – und die zwei wichtigen Typen der Busse – 520 und 530.

- **Welche Querschnitte sollen erhoben werden? Welche sind die Kriterien zur Wahl eines Querschnittes?**

Aus dem WIM-Konzept geht hervor, dass der Aufbau eines Netzes von WIM-Anlagen zur permanenten Erfassung der Achslasten im Hinblick auf die Verkehrssicherheit (Erfassung gefährlicher Fahrzeuge), die Strassenerhaltung (Einhaltung der Gewichtslimiten) und die Strassendimensionierung (Kenntnis der Fahrzeugkategorien und deren Achslasten) von grosser Bedeutung ist. Im Rahmen der Realisierung eines WIM-Kontrollnetzes wurden WIM-Anlagen an 13 Querschnitten des Autobahnnetzes vorgesehen. Zum Zeitpunkt der Erhebung der Grunddaten für diese Forschungsarbeit waren fünf WIM-Anlagen im Betrieb. Die Daten dieser fünf Anlagen wurden für die Ermittlung der Umrechnungsfaktoren auf dem Autobahnnetz berücksichtigt. Bei den

Hauptstrassen wurden jeweils die Daten von 20 Stationen in der Umgebung der jeweiligen WIM-Anlagen berücksichtigt. In dieser Weise wurde für die Ermittlung der Umrechnungsfaktoren bei den Hauptstrassen 100 Stationen in Betracht gezogen. Somit wurde eine grosse Palette verschiedener Strassen mit unterschiedlichsten Verkehrsmengen und -arten berücksichtigt (vgl. Abschnitt 3.8).

An dieser Stelle muss nochmals betont werden, dass die Umrechnungsfaktoren bei den verschiedenen Stationen nicht gleich sind. Die Faktoren sind orts- und richtungsabhängig. Für genauere Betrachtung der verschiedenen Querschnitte sollen die Tabellen 1 bis 20 im Anhang 7 dienen. Ausserdem soll beachtet werden, dass die Umrechnungsfaktoren für die Hauptstrassen nicht auf direkte Messungen, sondern auf den Messungen der Achsgewichte bei den WIM-Anlagen basieren. Die Umrechnungsfaktoren für die Hauptstrassen sind deshalb mit einer gewissen Unsicherheit verbunden.

- **Ist eine richtungsabhängige Betrachtung der Strassenquerschnitte notwendig? Bei welchen Querschnitten sollen richtungsabhängige Umrechnungsfaktoren eingeführt werden?**

Ein Blick auf die Tabellen der Anhänge 5 und 7 zeigt, dass bei allen Stationen und bei allen Fahrzeugtypen eine gewisse Richtungsabhängigkeit der Umrechnungsfaktoren vorhanden ist. Es ist auch selbstverständlich, dass die Fahrzeuge nicht überall und in allen Richtungen gleich schwer sind. Wie es bei der Frage 1 erwähnt wurde, sind die Umrechnungsfaktoren von vielen Faktoren abhängig und sehr unterschiedlich. In dieser Hinsicht soll für eine genaue Abklärung, wo möglich, immer eine richtungsabhängige Betrachtung der Querschnitte vorgenommen werden. Hingegen für normale Fälle (ohne ortsabhängige Besonderheiten) kann für die Abschätzung der Umrechnungsfaktoren von einem Mittelwert der beiden Richtungen ausgegangen werden.

- **Welche Einflüsse haben die Einführung der LSVA und die Erhöhung des maximal zugelassenen Höchstgewichtes auf die schädigende Wirkung des Schwerverkehrs?**

Sowohl die leistungsabhängige Schwer Verkehrs Abgabe (LSVA) als auch die Erhöhung des maximal zugelassenen Gesamtgewichtes bewirken eine Erhöhung der Achslasten.

Ein Vergleich zwischen den Resultaten der Erhebungen von 2000 und 2001 zeigen, dass mit der Erhöhung der Gesamtgewichtslimite von 28 auf 34 Tonnen, bei einigen Fahrzeugtypen, eine gewisse Erhöhung der Umrechnungsfaktoren feststellbar ist. Die Fahrzeuge, die von der Achskonfiguration her mehr als 28 Tonnen beladen werden können (wie die

Fahrzeugtypen 329, 422, ...), werden in Folge der Aufhebung der 28 Tonnen Limite mehr ausgelastet. Die Resultate der Erhebungen (vgl. Kapiteln 3 und 4) zeigen ebenfalls eine Erhöhung der Umrechnungsfaktoren bei einigen Fahrzeugtypen. Es wird vermutet, dass mit der Einführung der 40 Tonnen Limite eine weitere Erhöhung der Umrechnungsfaktoren zustande kommt.

An dieser Stelle soll betont werden, dass nicht alle Fahrzeuge, die potenziell die Möglichkeit haben bis auf 40 Tonnen beladen zu werden, voll ausgelastet werden. Eine gewisse Menge der Fahrzeuge werden aber die Aufhebung der Gewichtslimite voll ausnutzen. Diese verursachen dementsprechend eine sehr grosse schädigende Wirkung auf den Strassenoberbau.

5.3 Ergebnisse

Aus den Antworten zu den obigen Fragen können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

- Tabelle 2.1 (siehe Kapitel 2, AASHTO äquivalente Lastfaktoren) ist Grundlage der vorliegenden Auswertungen der WIM – Daten. Die Werte dieser Tabelle weichen etwas ab von denjenigen der Tabelle 2 der bestehenden Norm SN 640 320 a [17] und sollen diese bei der nächsten Normrevision ersetzen.
- Der einheitliche Umrechnungsfaktor von 1.2 für die ganze Schweiz ist nicht realistisch. Während bei den Hauptstrassen mit Umrechnungsfaktoren unter 1.2 gerechnet werden kann, ist bei den Autobahnen mit eher höheren Werten zu rechnen.
- Es gibt rund 14 wichtige Fahrzeugtypen, die mehr als 90 % der auf dem schweizerischen Autobahnnetz rollenden Schwerfahrzeuge umfassen. Es sind dies: 220, 230, 260, 321, 322, 326, 329, 422, 423, 426, 432, 436, 520 und 530. Die anderen Fahrzeugtypen kommen eher weniger vor und beeinflussen somit die Umrechnungsfaktoren nicht massgebend.
- Da unter dem Fahrzeugtyp 220 (Lastwagen mit 2 Einzelachsen) auch die kleineren Lieferwagen, die über 3.5 Tonnen beladen sind, sowie leichte Lastwagen mit Gesamtgewicht 5, 7 , ...Tonnen erfasst werden, weist dieser Typ einen kleinen Umrechnungsfaktor auf. Die schweren Lastwagen dieses Typs sind nur eine Teilmenge der erhobenen Fahrzeuge und werden von der WIM-Anlage nicht separat erfasst.
- Die Busse des Typs 520 und 530 sind im allgemeinen sehr schwer und weisen eine grosse schädigende Wirkung auf. Bei den Strecken mit wenig Busverkehr ist es sinnvoll, mit globalen Umrechnungsfaktoren ohne Busse zu rechnen.

- Die Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen sind einerseits von örtlichen Gegebenheiten und andererseits von der Fahrtrichtung abhängig. Die Verwendung eines einheitlichen Umrechnungsfaktors für die ganze Schweiz ist nur für eine grobe Abschätzung zweckmässig.
- Beim Vorhandensein spezieller Gegebenheiten sollen wo möglich, die Umrechnungsfaktoren für verschiedene Fahrzeugtypen in Betracht gezogen werden. In solchen Situationen ist ein globaler Umrechnungsfaktor zu wenig aussagekräftig.
- Bei fast allen erhobenen Fahrzeugtypen weist die 2. Achse (Antriebsachse) des Fahrzeugs die grösste schädigende Wirkung auf (vgl. Tabellen sowie Abbildungen 1 bis 14 im Anhang 10). Eine gesetzliche Reduzierung der Achslast der Antriebsachse würde eine grosse Entlastung des Strassenoberbaus zur Folge haben.
- Die Aufhebung der Gesamtgewichtslimite von 28 Tonnen hat eine Erhöhung der schädigenden Wirkung einiger Fahrzeugtypen zur Folge. Für die Strassen in flexibler Bauweise scheint ein globaler Umrechnungsfaktor von 1.6 bei der Einführung einer 40 t Limite zweckmässig zu sein. Da es Fahrzeugtypen gibt, welche bei der neuen Gewichtslimite keine erhöhten schädigenden Wirkungen aufweisen, ist es sinnvoller, mit den Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugtypen zu arbeiten, als den globalen Umrechnungsfaktor zu benutzen.
- Aufgrund der neuen Erkenntnisse soll für das 40tonner Regime die Tabelle 3 der bestehenden Norm SN 640 320 a wie folgt korrigiert werden.

Fahrzeugtyp	Bestehende Norm		Vorschlag	
	k_F	k_S	k_F	k_S
220	0.8	0.7	0.7	0.6
230	1.5	2.3	1.4	2.1
260	1.5	2.6	1.5	2.7
321	0.5	0.5	0.5	0.5
322, 326	1.6	1.7	1.7	1.8
329	1.4	1.4	1.8	2.2
332, 336	1.1	1.4	nicht relevant	nicht relevant
422	2.2	2.2	2.0	2.2
426	2.6	2.7	2.0	1.9
423, 432	1.3	1.5	1.7	1.6
436	1.3	1.5	1.3	1.0
520	-	-	2.5	2.6
530	-	-	1.2	0.9

- Aufgrund der neuen Erkenntnisse soll für das 40tonner Regime die Tabelle 4 der bestehenden Norm SN 640 320 a wie folgt korrigiert werden.

Fahrzeug- kategorie	Bestehende Norm		Vorschlag	
	Flexibel	Starr	Flexibel	Starr
Lastwagen	1.0	1.3	0.9	1.0
Lastenzug	2.2	2.2	1.9	2.0
Sattelschlepper	1.4	1.4	1.7	2.0
Busse	-	-	2.3	2.3

- Aufgrund der neuen Erkenntnisse soll für das 40tonner Regime die Tabelle 5 der bestehenden Norm SN 640 320 a wie folgt korrigiert werden.

Strassentyp	Bestehende Norm		Vorschlag	
	Flexibel	Starr	Flexibel	Starr
Transitautobahnen	1.5	1.5	1.6	1.7
Autobahnen	1.3	1.5	1.4	1.5
Hauptverkehrsstrassen	1.2	1.4	1.3	1.5
Verbindungsstrassen	1.0	1.3	1.0	1.3

- In der bestehenden Norm wurden die Busse nicht berücksichtigt. Neu sollen in der Norm die Busse berücksichtigt werden. Die berücksichtigten Busse entsprechen einem durchschnittlichen Anteil pro Querschnitt infolge des Tourismusverkehrs. D.h. bei einem erhöhten Aufkommen z.B. beim öffentlichen Verkehr ist dieser noch separat zu berücksichtigen.
- Obwohl der Schwerverkehr in der Innerschweiz sich noch nicht an die neue Gewichtslimite angepasst hat (vgl. Resultate Mattstetten im Abschnitt 4.5), wird erwartet, dass mit der Zeit der Umrechnungsfaktor bei den Strecken in der Innerschweiz auch steigt. Ein einheitlicher globaler Umrechnungsfaktor von rund 1.6 bei allen Stationen ist zu erwarten (Strassen in flexibler Bauweise).
- Bei den Strassen in starrer Bauweise liegen die Umrechnungsfaktoren in der Regel etwas höher (0.1 bis 0.2) als bei den Strassen in der flexiblen Bauweise. Für Autobahnstrecken in starrer Bauweise ist mit einem globalen Umrechnungsfaktor von 1.7 zu rechnen.
- Da bei den Hauptstrassen weniger Sattelschlepper und Anhängerzüge vorkommen, sind dort kleinere schädigende Wirkungen zu erwarten. Im allgemeinen kann bei Strassen in flexibler Bauweise mit einem globalen Umrechnungsfaktor von 1.3 gerechnet werden. Bei Strassen in starrer Bauweise ist mit einem Umrechnungsfaktor von 1.5 zu rechnen.

6. Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Forschungsarbeit sind folgende Punkte zu empfehlen:

- Die empfohlenen Umrechnungsfaktoren für 40 t – Gewichtslimite für die Autobahnen sind Vorschläge auf der Basis der Erhebungen bei den WIM-Anlagen im 2001 (Gewichtslimite 34 t). Es ist zu empfehlen in ein paar Jahren und nach der Einführung der 40 t - Limite die Umrechnungsfaktoren neu zu erfassen und die vorgeschlagenen Umrechnungsfaktoren neu anzupassen.
- In dieser Forschungsarbeit wurde angenommen, dass die Fahrzeuge auf den Hauptstrassen gleich schwer sind wie diejenigen auf den Autobahnen. Diese Annahme soll mittels geeigneter Messungen kontrolliert werden.
- Die aufmerksame Betrachtung des Schwerverkehrs zeigt, dass vor allem im internationalen Güterverkehr die Entwicklungen durch eine grosse Dynamik charakterisiert sind, die sich in den Zuwachsraten, in den Umlagerungseffekten und in einer Anpassung des Motorfahrzeugparks niederschlägt. Die Schweiz durchgeht zur Zeit in dieser Beziehung eine grosse Transitionsphase deren Auswirkungen, trotz bekannter politischer Absichten, noch nicht abzusehen sind. Es wird also von allgemeinem Interesse sein, einerseits die Anzahl der vorhandenen WIM – Stationen progressiv zu ergänzen und zu einem sinnvollen Netz auszubauen und andererseits deren gezielte Auswertung systematisch und kontinuierlich weiterzuführen. Insbesondere stellt sich auch die Frage, die in erster Linie aus der Sicht des internationalen Güterverkehrs im Vordergrund stehenden Aspekte der Zunahme der gesetzlichen Höchstgewichte auch Folgen für die Situation im lokalen Binnenverkehr haben werden.
- Die in der bestehenden Norm SN 640 320 a [17] angegebenen Umrechnungsfaktoren für 34 t – Limite sind im Allgemeinen grösser oder gleich den in diesem Bericht vorgeschlagenen Faktoren. Eine baldige Revision der bestehenden Norm drängt sich nicht auf, da die Differenzen der Umrechnungsfaktoren der bestehenden Norm gegenüber derjenigen der 40 t – Limite voraussichtlich gering sind. Die nächste Normrevision sollte nach einer weitergehenden Erfassung der 40 t – Limite erfolgen.

7. Literaturverzeichnis

- [01] The AASHO Road Test, Report 2, Materials and construction; National Academy of Sciences – National Research Council, Washington D. C., 1962
- [02] AASHTO Interimsrichtlinien für die Dimensionierung der Strassen 1972; Veröffentlichung von der American Association of State Highway and Transportation Officials, Deutsche Übersetzung: I Scazziga, VSS, Zürich, 1975
- [03] Strassenbau Vorlesungsunterlage; K. Dietrich, E. Boppart, M. Caprez; Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT der ETH Zürich, Zürich, 1999
- [04] Golden River Klassierung
- [05] PAT Klassierung
- [06] Verkehrsregelverordnung VRV vom 13. 11. 1962, SR 741.11 und Anpassungen
- [07] Automatische Strassenverkehrszählungen 1999, Fahrzeuge nach Längenklassen (LVC); Bundesamt für Strassen ASTRA, Bern, Mai 2000
- [08] Schweizerische Strassenverkehrszählung 1995, Bundesamt für Statistik & Bundesamt für Strassenbau, Bern 1996
- [09] Erhebungen über die Beanspruchung der Strassen durch schwere Motorwagen; I. Scazziga, Mitteilung Nr. 32, Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich, September 1976
- [10] SN 640 320; Dimensionierung, Äquivalente Verkehrslast, Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute, Zürich, Juli 1971
- [11] WIM-Konzept Schweiz; Institute für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT – ETH, Zürich, März 2000
- [12] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System Golden River) am Gotthard am 22. November 2000 (S 1263); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Februar 2001
- [13] Kalibriermessung der WIM-Anlage (Golden River) in Trübbach am 17./18. November (S 1263); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Januar 2001
- [14] Kalibriermessung der WIM-Anlage (Golden River) in Denges am 6. Oktober (S 1263); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Dezember 2000

-
- [15] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System PAT) in Mattstetten am 3./4. Oktober 2000 (S 1263); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Februar 2001
- [16] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System PAT) in Plazzas am 2. November 2000 (S 1263); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Januar 2001
- [17] SN 640 320 a; Dimensionierung, Äquivalente Verkehrslast, Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute, Zürich, Dezember 2001
- [18] Die neue Verkehrsnorm SN 640 320, Verkehrsbelastung nach AASHTO, Berechnung der Äquivalenzfaktoren und Schwerverkehrsklassen; M. Blumer, S. Gonzales, M. Horat; Strasse und Verkehr Nr. 5, Zürich, Mai 2001
- [19] Schweizerische Strassenverkehrszählung 2000; Bundesamt für Statistik & Bundesamt für Strassen; Neuchâtel, 2001
- [20] SN 640 002; Verkehrserhebungen, Verkehrszählungen???
- [21] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System Golden River) am Gotthard am 22. August 2001 (S 1291); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Oktober 2001
- [22] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System Golden River) in Trübbach am 5./6. November 2001 (S 1291); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Oktober 2001
- [23] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System Golden River) in Denges am 11. Oktober 2001 (S 1291); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Oktober 2001
- [24] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System PAT) in Mattstetten am 9./10. Oktober 2001 (S 1291); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, November 2001
- [25] Kalibriermessung der WIM-Anlage (System PAT) in Plazzas am 2. September 2001 (S 1291); L. Seiler, IVT, ETH Zürich, Oktober 2001
- [26] SN 640 040 b; Projektierung, Grundlagen, Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute, Zürich, April 1992
- [27] Beobachtung des Verhaltens ausgewählter Strassenabschnitte; I. Scazziga, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT, Zürich, Januar 1996
- [28] Achslasterhebungen auf dem National- und Hauptstrassennetz; F. Rückstuhl, Strasse und Verkehr 2/1974

Anhang



Anhang 1 Bestimmung der äquivalenten Lastfaktoren nach AASHTO

Die Dimensionierung des Strassenoberbaus nach AASHTO basiert auf der Berechnung der täglichen äquivalenten Verkehrslasten. Dabei werden die schädigenden Wirkungen unterschiedlicher Verkehrslasten von verschiedenen Fahrzeugtypen mit der schädigenden Wirkung einer Referenz- oder Vergleichslast von 18 kips ($p = \text{Pfund} = 453.6 \text{ g}$) verglichen und als ein vielfaches davon dargestellt.

Da die angegebenen Gleichungen des AASHTO aufgrund der Versuchsergebnisse empirisch hergeleitet wurden, soll bei der Benutzung dieser Gleichungen die Achslasten in kips und die Schichtdicken in Zoll (1 Zoll = 25.4 mm) eingesetzt werden.

Die allgemeine Gleichung des AASHTO für den flexiblen Oberbau lautet:

$$G_t = \beta (\log W_t - \log p) \quad \text{Gleichung 1}$$

Wobei:

G_t = Verhältnis des Verlustes des Befahrbarkeitsindex zur Zeit t zum potentiellen Verlust bis zu einer Endbefahrbarkeit von $P_t = 1.5$

β = Eine Funktion der Dimensionierungs- und Lastvariablen, welche die Form der Befahrbarkeitskurve (p in Abhängigkeit von W) beeinflusst

W_t = Achslastwiederholungen am Ende der Zeit t

p = Eine Funktion der Dimensionierung und Lastvariablen, welche die erwartete Anzahl Achslastwechsel bis zu einer Endbefahrbarkeit von 1.5 angibt

P_t = Befahrbarkeit beim Ende der Zeit t

Die Werte G , β und p in Gleichung 1 sind wie folgt definiert:

$$G = \log [(4.2 - P_t) / (4.2 - 1.5)] \quad \text{Gleichung 2}$$

$$\beta = 0.4 + [0.081 * (L_x + A)^{3.23}] / [(SN + 1)^{5.19} * A^{3.23}] \quad \text{Gleichung 3}$$

und

$$\log p = 5.93 + 9.36 \log (SN + 1) - 4.79 \log (L_x + A) + 4.33 \log A \quad \text{Gleichung 4}$$

Wobei:

L_x = Einwirkende Achslast [kips]

A = Anzahl Achsen (Konstant für Einzelachse = 1, für Tandemachse = 2, für Tridemachse = 3)

SN = Stärkeindex = $\sum a_i * d_i$

a_i = Materialkoeffizient der Schicht i

d_i = Dicke der Schicht i

Wie aus den Gleichungen 2 bis 4 ersichtlich, sind die Werte von G , β und p nicht konstant und von anderen Parametern abhängig. In der Schweiz ist der

Endbefahrbarkeitsindex $P_t = 2.5$ und somit für schweizerische Verhältnisse ist G eine Konstante.

$$G_t = \log [(4.2 - 2.5) / (4.2 - 1.5)] = -0.2 \quad \text{Gleichung 5}$$

$$\beta_{18} = 0.4 + [0.081 * (18 + 1)^{3.23} / (SN + 1)^{5.19}] = 0.4 + 1094 / (SN + 1)^{5.19} \quad \text{Gleichung 6}$$

und

$$\log \rho_{18} = 5.93 + 9.36 \log (SN + 1) - 4.79 \log (19) + 4.33 \log 1 = 9.36 \log (SN + 1) - 0.2 \quad \text{Gleichung 7}$$

Gleichung 1 kann wie folgt umgeformt werden:

$$\log W_t = \log \rho + G_t / \beta \quad \text{Gleichung 8}$$

und beim Einsetzen der Gleichungen 4, 5 und 6 in Gleichung 8:

$$\log W_{t18} = 9.36 \log (SN + 1) - 0.2 - 0.2 / [0.4 + 1094 / (SN + 1)^{5.19}] \quad \text{Gleichung 9}$$

Wobei:

W_{t18} = Anzahl Wiederholungen einer Einzelachslast von 18 kips bis zur Zeit t

Gleichung 9 bildet die Grundlage für die Entwicklung der Dimensionierungsnomogramme mit den Werten W_{t18} , SN und P_t .

Für die Bestimmung der äquivalenten Lastfaktoren wird die allgemeine Form der Gleichung 8 zur Hilfe genommen.

$$\log W_t = \log \rho + G_t / \beta \quad \text{Gleichung 10}$$

und beim Einsetzen der Gleichungen 4 und 5 in Gleichung 10:

$$\log W_{tx} = 5.93 + 9.36 \log (SN + 1) - 4.79 \log (L_x + A) + 4.33 \log A - 0.2 / \beta_x \quad \text{Gleichung 11}$$

Wenn $L_x = 18$ kips und $A = 1$ sind, so liefert die Gleichung 11 die Anzahl Lastwechsel bis zur Zeit t für die Referenzachslast von 18 kips.

$$\log W_{t18} = 5.93 + 9.36 \log (SN + 1) - 4.79 \log (18 + 1) + 4.33 \log 1 - 0.2 / \beta_{18} \quad \text{Gleichung 12}$$

Für jede andere Achslast L_x liefert die Gleichung 11 die Anzahl Lastwechsel bis zur Zeit t für die Achslast L_x .

Subtrahieren der Gleichung 11 von der Gleichung 12 ergibt:

$$\log (W_{t18} / W_{tx}) = 4.79 \log [(L_x + A) / 19] - 4.33 \log A + 0.2 / \beta_{18} - 0.2 / \beta_x \quad \text{Gleichung 13}$$

Wobei:

W_x = Anzahl Lastwechsel von Achslast L_x kips bis zur Zeit t

W_{118} = Anzahl Lastwechsel von Achslast 18 kips bis zur Zeit t

Wenn in Gleichung 13 W_x gleich 1 gesetzt wird, wird die Anzahl Lastwechsel einer Last von 18 kips, welche einem Lastwechsel der Last L_x entsprechen gerechnet. Dieser Wert zeigt, wie hoch die schädigende Wirkung einer Last L_x im Vergleich zur Referenzachslast von 18 kips ist. Somit kann der äquivalente Lastfaktor bzw. die schädigende Wirkung jeder gewünschten Achslast im Vergleich zur Referenzachslast (18 kips) wie folgt berechnet werden:

$$F_i = [(L_x + A) / 19]^{4.79} \cdot A^{-4.33} \cdot 10^{(0.2 / \beta x - 0.2 / \beta 18)} \quad \text{Gleichung 15}$$

Da die β Werte gemäss Gleichung 3 von Stärkeindex abhängig sind, sind die Werte der F_i auch vom Stärkeindex abhängig. Tabellen 1, 2 und 3 zeigen die äquivalenten Lastfaktoren für verschiedene SN Werte (Zoll).

Mit Hilfe der Gleichung 15 kann die schädigende Wirkung jeder Verkehrslast berechnet werden. Da die Gleichung 15 vom SN abhängig ist, muss deshalb zunächst ein SN – Wert angenommen werden, um damit die schädigende Wirkung einer beliebigen Last bestimmen zu können. Die Verwendung eines SN – Wertes von 3.0 für die Bestimmung der Äquivalenzfaktoren für Einzelachslasten von 18 kips wird im Normalfall Ergebnisse mit genügender Genauigkeit für die Dimensionierung liefern.

Achslast t	Fi SN = 1	Fi SN = 2	Fi SN = 3	Fi SN = 4	Fi SN = 5	Fi SN = 6
0,5	0,0001	0,0001	0,00006	0,00004	0,00003	0,00003
1,5	0,0016	0,0021	0,0017	0,0013	0,0010	0,0009
2,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3,5	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
4,5	0,08	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08
5,5	0,18	0,21	0,24	0,22	0,20	0,18
6,5	0,36	0,39	0,43	0,42	0,40	0,38
7,5	0,68	0,70	0,73	0,73	0,71	0,70
8,5	1,20	1,19	1,16	1,16	1,17	1,18
9,5	1,98	1,92	1,79	1,75	1,81	1,88
10,5	3,13	2,97	2,67	2,53	2,65	2,83
11,5	4,75	4,46	3,88	3,56	3,73	4,06
12,5	6,96	6,50	5,52	4,90	5,09	5,63
13,5	9,94	9,21	7,68	6,63	6,78	7,57
14,5	13,83	12,77	10,48	8,83	8,87	9,93
15,5	18,85	17,34	14,08	11,60	11,43	12,77
16,5	25,21	23,13	18,61	15,06	14,54	16,15
17,5	33,17	30,37	24,25	19,32	18,31	20,15
18,5	42,99	39,30	31,19	24,53	22,85	24,86

Tabelle 1: Äquivalente Lastfaktoren für Einzelachslasten (flexible Bauweise)

Achslast t	Fi SN = 1	Fi SN = 2	Fi SN = 3	Fi SN = 4	Fi SN = 5	Fi SN = 6
4,5	0,008	0,012	0,011	0,008	0,007	0,006
5,5	0,016	0,025	0,024	0,018	0,015	0,013
6,5	0,029	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03
7,5	0,05	0,07	0,08	0,06	0,05	0,05
8,5	0,08	0,11	0,13	0,11	0,09	0,08
9,5	0,13	0,17	0,19	0,17	0,15	0,13
10,5	0,20	0,24	0,28	0,25	0,22	0,21
11,5	0,29	0,34	0,38	0,36	0,33	0,31
12,5	0,42	0,46	0,52	0,50	0,46	0,44
13,5	0,59	0,63	0,68	0,67	0,64	0,61
14,5	0,81	0,84	0,89	0,88	0,85	0,83
15,5	1,09	1,11	1,13	1,13	1,12	1,10
16,5	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43	1,44
17,5	1,88	1,85	1,79	1,78	1,81	1,84
18,5	2,42	2,35	2,22	2,18	2,24	2,32
19,5	3,07	2,95	2,73	2,65	2,75	2,88
20,5	3,85	3,68	3,33	3,18	3,33	3,53
21,5	4,79	4,54	4,04	3,80	3,98	4,27
22,5	5,90	5,56	4,88	4,51	4,72	5,12
23,5	7,20	6,76	5,84	5,32	5,56	6,08

Tabelle 2: Äquivalente Lastfaktoren für Tandemachslasten (flexible Bauweise)

Achslast t	Fi SN = 1	Fi SN = 2	Fi SN = 3	Fi SN = 4	Fi SN = 5	Fi SN = 6
6,5	0,008	0,013	0,011	0,009	0,007	0,006
7,5	0,014	0,021	0,020	0,015	0,012	0,011
8,5	0,021	0,033	0,032	0,025	0,020	0,018
9,5	0,032	0,049	0,050	0,039	0,032	0,029
10,5	0,046	0,069	0,073	0,059	0,049	0,044
11,5	0,066	0,094	0,103	0,085	0,071	0,065
12,5	0,09	0,13	0,14	0,12	0,10	0,09
13,5	0,13	0,16	0,19	0,16	0,14	0,13
14,5	0,17	0,21	0,25	0,22	0,19	0,17
15,5	0,22	0,27	0,31	0,29	0,25	0,23
16,5	0,29	0,34	0,39	0,37	0,33	0,30
17,5	0,38	0,43	0,49	0,46	0,42	0,39
18,5	0,48	0,53	0,59	0,57	0,53	0,50
19,5	0,60	0,65	0,72	0,70	0,66	0,63
20,5	0,75	0,79	0,86	0,85	0,81	0,78
21,5	0,93	0,96	1,02	1,02	0,98	0,95
22,5	1,13	1,16	1,21	1,21	1,18	1,16
23,5	1,38	1,39	1,42	1,42	1,40	1,39
24,5	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
25,5	1,99	1,97	1,93	1,92	1,94	1,96
26,5	2,36	2,32	2,24	2,22	2,26	2,31

Tabelle 3: Äquivalente Lastfaktoren für die Tridemachslasten (flexible Bauweise)

Die allgemeine Gleichung des AASHTO für den starren Oberbau lautet:

$$G_t = \beta (\log W_t - \log \rho) \quad \text{Gleichung 15}$$

Wobei:

G_t = Verhältnis vom Verlust des Befahrbarkeitsindex zur Zeit t zum potentiellen Verlust bis zu einer Endbefahrbarkeit von $P_t = 1.5$

β = Eine Funktion der Dimensionierungs- und Lastvariablen, welche die Form der Befahrbarkeitskurve (ρ in Abhängigkeit von W) beeinflusst

W_t = Achslastwiederholungen am Ende der Zeit t

ρ = Eine Funktion der Dimensionierung und Lastvariablen, welche die erwartete Anzahl Achslastwechsel bis zu einer Endbefahrbarkeit von 1.5 angibt

P_t = Befahrbarkeit beim Ende der Zeit t

Die Werte G , β und ρ in Gleichung 16 sind wie folgt definiert:

$$G = \log [(4.5 - P_t) / (4.5 - 1.5)] \quad \text{Gleichung 17}$$

$$\beta = 1.00 + [3.63 * (Lx + A)5.2] / [(D + 1)8.46 * A3.52] \quad \text{Gleichung 18}$$

und

$$\log \rho = 5.85 + 7.35 \log (D + 1) - 4.42 \log (L_x + A) + 3.28 \log A \quad \text{Gleichung 19}$$

Wobei:

L_x = Einwirkende Achslast [kips]

A = Anzahl Achsen (Konstant für Einzelachse = 1, für Tandemachse = 2, für Tridemachse = 3)

D = Plattendicke (Zoll)

Wie aus den Gleichungen 17 bis 19 ersichtlich, sind die Werte von G , β und ρ nicht konstant und von anderen Parametern abhängig. In der Schweiz ist der Endbefahrbarkeitsindex $P_t = 2.5$ und somit für schweizerische Verhältnisse ist G eine Konstante.

$$G_t = \log [(4.5 - 2.5) / (4.5 - 1.5)] = -0.18 \quad \text{Gleichung 20}$$

$$\beta_{18} = 1.00 + [3.63 * (18 + 1)5.2 / (D + 1)8.46] = 1.00 + 1.426 * 107 / (D + 1)8.46 \quad \text{Gleichung 21}$$

und

$$\log \rho_{18} = 5.85 + 7.35 \log (D + 1) - 4.62 \log (19) + 3.28 \log 1 = 7.35 \log (D + 1) - 0.06 \quad \text{Gleichung 22}$$

Gleichung 16 kann wie folgt umgeformt werden:

$$\log W_t = \log \rho + G_t / \beta \quad \text{Gleichung 23}$$

und beim Einsetzen der Gleichungen 4 und 5 in Gleichung 23:

$$\log W_{t18} = 7.35 \log (D + 1) - 0.06 - 0.18 / [1.00 + 1.426 * 107 / (D + 1)^{8.46}] \quad \text{Gleichung 24}$$

Wobei:

W_{t18} = Anzahl Wiederholungen einer Einzelachslast von 18 kips bis zur Zeit t

Gleichung 24 bildet die Grundlage für die Entwicklung der Dimensionierungsnomogramme mit den Werten W_{t18} , D und P_t .

Für die Bestimmung der äquivalenten Lastfaktoren wird die allgemeine Form der Gleichung 23 zur Hilfe genommen.

$$\log W_t = \log \rho + G_t / \beta \quad \text{Gleichung 25}$$

und beim Einsetzen der Gleichungen 19, 20 und 21 in Gleichung 25:

$$\log W_{tx} = 5.85 + 7.35 \log (D + 1) - 4.62 \log (L_x + A) + 3.28 \log A - 0.18 / \beta_x \quad \text{Gleichung 26}$$

Wenn $L_x = 18$ kips und $A = 1$ sind, so liefert die Gleichung 26 die Anzahl Lastwechsel bis zur Zeit t für die Referenzachslast von 18 kips.

$$\log W_{t18} = 5.85 + 7.35 \log (D + 1) - 4.62 \log (18 + 1) + 3.28 \log 1 - 0.18 / \beta_{18} \quad \text{Gleichung 27}$$

Für jede andere Achslast L_x liefert die Gleichung 26 die Anzahl Lastwechsel bis zur Zeit t für die Achslast L_x .

Subtrahieren der Gleichung 26 von der Gleichung 27 ergibt:

$$\log (W_{t18} / W_{tx}) = 4.62 \log [(L_x + A) / 19] - 3.28 \log A + 0.18 / \beta_x - 0.18 / \beta_{18} \quad \text{Gleichung 28}$$

Wobei:

W_{tx} = Anzahl Lastwechsel von Achslast L_x kips bis zur Zeit t

W_{t18} = Anzahl Lastwechsel von Achslast 18 kips bis zur Zeit t

Wenn in Gleichung 28 W_{tx} gleich 1 gesetzt wird, wird die Anzahl Lastwechsel einer Last von 18 kips, welche einem Lastwechsel der Last L_x entsprechen gerechnet. Dieser Wert zeigt wie hoch die schädigende Wirkung einer Last L_x im Vergleich zur Referenzachslast von 18 kips ist. Somit kann der äquivalente Lastfaktor bzw. die schädigende Wirkung jeder gewünschten Achslast im Vergleich zur Referenzachslast (18 kips) wie folgt berechnet werden:

$$F_i = [(L_x + A) / 19]^{4.62} \cdot A^{-3.28} \cdot 10^{(0.18 / \beta_x - 0.18 / \beta_{18})} \quad \text{Gleichung 30}$$

Da die β Werte gemäss Gleichung 18 von Plattendicke abhängig sind, sind die Werte der F_i auch von der Plattendicke abhängig. Tabellen 4, 5 und 6 zeigen die äquivalenten Lastfaktoren für verschiedenen Plattendicken (Zoll).

Mit Hilfe der Gleichung 30 kann die schädigende Wirkung jeder Verkehrslast für die starre Bauweise berechnet werden. Da die Gleichung 15 vom D abhängig ist, muss deshalb zunächst ein D - Wert angenommen werden, um damit die schädigende Wirkung einer beliebigen Last bestimmen zu können. Annahme einer Plattendicke D von 10 für die Bestimmung der Äquivalenzfaktoren für Einzelachslasten von 18 kips wird im Normalfall Ergebnisse mit genügender Genauigkeit für die Dimensionierung liefern.

Achslast t	Fi D = 6	Fi D = 7	Fi D = 8	Fi D = 9	Fi D = 10	Fi D = 11
0,5	0,00005	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
1,5	0,0013	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
2,5	0,009	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007
3,5	0,033	0,030	0,029	0,028	0,028	0,027
4,5	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
5,5	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,18
6,5	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37
7,5	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69
8,5	1,15	1,16	1,18	1,18	1,19	1,19
9,5	1,79	1,80	1,85	1,90	1,92	1,93
10,5	2,68	2,65	2,77	2,88	2,95	2,99
11,5	3,90	3,80	3,97	4,19	4,35	4,44
12,5	5,56	5,32	5,51	5,87	6,17	6,35
13,5	7,75	7,30	7,47	7,98	8,48	8,82
14,5	10,58	9,86	9,95	10,59	11,34	11,92
15,5	14,20	13,11	13,07	13,79	14,82	15,72
16,5	18,73	17,19	16,94	17,71	19,01	20,30
17,5	24,34	22,23	21,72	22,47	24,02	25,75

Tabelle 4: Äquivalente Lastfaktoren für die Einzelachslasten (starre Bauweise)

Achslast t	Fi D = 6	Fi D = 7	Fi D = 8	Fi D = 9	Fi D = 10	Fi D = 11
4,5	0,015	0,013	0,012	0,012	0,012	0,012
5,5	0,032	0,029	0,027	0,027	0,026	0,026
6,5	0,062	0,056	0,053	0,052	0,052	0,051
7,5	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
8,5	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
9,5	0,28	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25
10,5	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38
11,5	0,58	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56
12,5	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
13,5	1,07	1,07	1,09	1,10	1,10	1,10
14,5	1,41	1,42	1,45	1,48	1,49	1,50
15,5	1,83	1,83	1,90	1,95	1,99	2,00
16,5	2,35	2,33	2,43	2,53	2,59	2,62
17,5	2,98	2,93	3,06	3,22	3,32	3,37
18,5	3,76	3,65	3,80	4,03	4,19	4,28
19,5	4,69	4,50	4,67	4,97	5,21	5,36
20,5	5,80	5,51	5,68	6,06	6,40	6,62
21,5	7,11	6,70	6,84	7,31	7,77	8,09
22,5	8,65	8,09	8,20	8,74	9,34	9,79
23,5	10,46	9,71	9,76	10,36	11,12	11,72

Tabelle 5: Äquivalente Lastfaktoren für die Tandemachslasten (starre Bauweise)

Achslast t	Fi D = 6	Fi D = 7	Fi D = 8	Fi D = 9	Fi D = 10	Fi D = 11
7,5	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,5	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
9,5	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
10,5	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
11,5	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
12,5	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25
13,5	0,37	0,36	0,35	0,34	0,34	0,34
14,5	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46
15,5	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61
16,5	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
17,5	0,98	0,99	1,00	1,01	1,01	1,01
18,5	1,21	1,22	1,25	1,27	1,28	1,28
19,5	1,49	1,50	1,54	1,58	1,60	1,61
20,5	1,81	1,81	1,88	1,94	1,97	1,99
21,5	2,19	2,17	2,27	2,36	2,41	2,44
22,5	2,63	2,59	2,71	2,84	2,92	2,96
23,5	3,14	3,07	3,20	3,38	3,50	3,56
24,5	3,73	3,61	3,76	3,99	4,16	4,26
25,5	4,41	4,23	4,39	4,68	4,90	5,04
26,5	5,19	4,94	5,10	5,44	5,74	5,93
27,5	6,07	5,74	5,89	6,29	6,67	6,93

Tabelle 6: Äquivalente Lastfaktoren für die Tridemachslasten (starre Bauweise)

Anhang 2 WIM Daten, Klassifizierungssystem Golden River

Bei der Auswertung werden die Daten zuerst in ein einheitliches Format gebracht. Danach wird pro Fahrzeug die PAT Klassierung bestimmt. Die Daten werden daraufhin pro Fahrzeugtyp sortiert und die Achslastverteilung im Tonnenschritt ermittelt. Anhand dieser Achslastverteilung wird der durchschnittliche Schädigungsfaktor pro Fahrzeugtyp berechnet.

Bei der Auswertung der Daten in dieser Gruppe werden die folgenden Datensätze nicht berücksichtigt:

- Fahrzeuge der Golden River Klassierung 1 und 2, das heisst alle Personenwagen und Lieferwagen mit oder ohne Anhänger. Diese Datensätze sind für die Dimensionierung des Strassenoberbaus nicht von Bedeutung.
- Fahrzeuge der Golden River Klassierung 7; dies sind alle Fahrzeuge die nicht den Typen 1 bis 6 zugeordnet werden können.
- Fahrzeuge die nicht zu einem der 7 erwähnten Typen zugeordnet werden können. In solchen Fällen sind die Daten mangelhaft.
- Wenn das Gesamtgewicht nicht der Summe der Einzelachsgewichte entspricht. Dann liegt eine Fehlmessung vor.
- Für die Auswertung werden die gängigsten Fahrzeugtypen berücksichtigt. Die Daten der übrigen Fahrzeuge werden nicht ausgewertet. Folgende Fahrzeugtypen werden berücksichtigt:

220, 230, 240, 250, 260	Gruppe 4 der Golden-River
321, 322, 326, 329, 331, 332, 336, 339	Gruppe 6 der Golden-River
421, 422, 423, 426, 432, 433, 436	Gruppe 5 der Golden-River
520, 521, 530	Gruppe 3 der Golden-River

Bei diesen Daten wird anhand der Golden River Klassierung und der Achsenabstände der Fahrzeuge jedem Datensatz ein PAT Kode zugeordnet.

Bei der Bestimmung der Tandem- und Tridemachsen wird angenommen, dass der Achsabstand kleiner als 1.80 m ist. Somit werden die Fahrzeuge mit einem grösseren Achsabstand (zum Beispiel 1.84) die sogenannten falschen Tandem- bzw. Tridemachsen nicht erkannt oder falsch zugeordnet. Bei folgenden Fahrzeugtypen können Zuordnungsfehler entstehen:

- Typ 230 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 240 mit Tridemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 250 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.

- Typ 326 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird dem Typ 322 zugeordnet.
- Typ 329 mit Tridemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 331 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird dem Typ 322 zugeordnet.
- Typ 332 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 336 mit Tandemachsabstand > 1.8 m (vorne) wird nicht erkannt.
- Typ 336 mit Tandemachsabstand > 1.8 m (hinten) wird dem Typ 332 zugeordnet.
- Typ 339 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 339 mit Tridemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.

- Typ 423 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 426 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird dem Typ 422 zugeordnet.
- Typ 432 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 433 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird nicht erkannt.
- Typ 436 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird dem Typ 432 zugeordnet.

- Typ 530 mit Tandemachsabstand > 1.8 m wird dem Typ 521 zugeordnet.

Anhang 3 WIM Daten, Klassifizierungssystem PAT

Bei der Auswertung werden die Daten direkt und ohne vorgängige Typensortierung ausgewertet. Danach werden die Daten pro Fahrzeugtyp sortiert und die Achslastverteilung im Tonnenschritt ermittelt. Anhand dieser Achslastverteilung wird, wie bei der Golden River Klassierung, der durchschnittliche Schädigungsfaktor pro Fahrzeugtyp berechnet.

Bei der Auswertung der Daten in dieser Gruppe werden die folgenden Datensätze nicht berücksichtigt:

- Das berechnete Gesamtgewicht entspricht nicht der Summe der Einzelachsgewichte. Dann liegt eine Fehlmessung vor.
- Für die Auswertung werden die gängigsten Fahrzeugtypen berücksichtigt. Die Daten der übrigen Fahrzeuge werden nicht ausgewertet. Folgende Fahrzeugtypen werden berücksichtigt:

220, 230, 240, 250, 260

321, 322, 326, 329, 331, 332, 336, 339

421, 422, 423, 426, 432, 433, 436

520, 521, 530

Anhang 4 Umrechnungsfaktoren ohne Kalibrierfaktoren 2000

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1481	0.60	1308	0.63	0.61
	230	344	1.10	444	1.89	1.53
	260	197	1.29	198	1.84	1.57
	Total	2022	0.75	1950	1.04	0.89
Sattel-schlepper	321	119	1.03	109	1.39	1.20
	322	132	2.10	122	2.22	2.16
	326	1527	1.65	1665	1.67	1.66
	329	3730	1.31	4831	1.39	1.36
	Total	5508	1.42	6727	1.47	1.45
Lasten-züge	422	968	2.35	1013	2.17	2.26
	423	211	1.66	274	1.63	1.64
	426	1256	2.80	1327	1.99	2.38
	432	371	1.40	437	1.39	1.39
	436	305	0.89	409	0.95	0.92
	Total	3111	2.23	3460	1.82	2.01
Busse	520	1130	3.96	1014	3.18	3.59
	530	167	1.50	160	1.29	1.40
	Total	1297	3.64	1174	2.92	3.30
Alle Fahrzeuge		11'938	1.76	13'311	1.63	1.69

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren Gotthard, Mai 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1481	0.57	1308	0.61	0.59
	230	344	1.57	444	2.26	1.96
	260	197	2.27	198	3.27	2.77
	Total	2022	0.91	1950	1.26	1.08
Sattel-schlepper	321	119	1.03	109	1.40	1.21
	322	132	2.07	122	2.16	2.11
	326	1527	1.82	1665	1.80	1.81
	329	3730	1.39	4831	1.47	1.44
	Total	5508	1.52	6727	1.56	1.54
Lasten-züge	422	968	2.38	1013	2.16	2.27
	423	211	1.65	274	1.59	1.62
	426	1256	3.09	1327	2.11	2.59
	432	371	1.63	437	1.59	1.61
	436	305	1.13	409	1.17	1.15
	Total	3111	2.41	3460	1.91	2.15
Busse	520	1130	4.31	1014	3.43	3.89
	530	167	2.22	160	1.82	2.02
	Total	1297	4.04	1174	3.21	3.65
Alle Fahrzeuge		11'938	1.92	13'311	1.75	1.83

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren Gotthard, Mai 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3059	0.34	3213	0.83	0.59
	230	523	0.69	542	1.73	1.22
	260	833	0.65	757	1.49	1.05
	Total	4415	0.44	4512	1.05	0.75
Sattel-schlepper	321	288	0.18	288	0.62	0.40
	322	185	0.68	204	2.51	1.64
	326	1339	0.69	1334	1.88	1.28
	329	745	0.65	657	1.74	1.16
	Total	2557	0.62	2483	1.75	1.18
Lasten-züge	422	1344	0.68	1322	2.41	1.54
	423	60	0.79	51	1.92	1.31
	426	280	0.64	241	2.02	1.28
	432	103	0.81	130	1.73	1.32
	436	23	0.45	29	0.83	0.66
	Total	1810	0.68	1773	2.27	1.47
Busse	520	577	1.39	720	2.87	2.21
	530	76	0.85	78	1.39	1.12
	Total	653	1.33	798	2.73	2.10
Alle Fahrzeuge		9'435	0.60	9'566	1.60	1.10

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren Denges, Mai 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3059	0.34	3213	0.80	0.58
	230	523	1.05	542	2.63	1.85
	260	833	1.16	757	2.67	1.88
	Total	4415	0.58	4512	1.33	0.96
Sattel-schlepper	321	288	0.18	288	0.60	0.39
	322	185	0.68	204	2.52	1.64
	326	1339	0.78	1334	2.12	1.45
	329	745	0.72	657	1.92	1.28
	Total	2557	0.69	2483	1.92	1.30
Lasten-züge	422	1344	0.69	1322	2.44	1.56
	423	60	0.80	51	1.97	1.34
	426	280	0.68	241	2.16	1.36
	432	103	1.04	130	2.22	1.70
	436	23	0.51	29	0.94	0.75
	Total	1810	0.71	1773	2.35	1.52
Busse	520	577	1.51	720	3.09	2.39
	530	76	1.22	78	1.99	1.61
	Total	653	1.48	798	2.98	2.30
Alle Fahrzeuge		9'435	0.70	9'566	1.81	1.26

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren Denges, Mai 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1348	0.60	1385	0.61	0.61
	230	321	1.83	375	1.87	1.85
	260	148	2.28	147	2.06	2.17
	Total	1817	0.95	1907	0.97	0.96
Sattel-schlepper	321	111	0.72	114	0.66	0.69
	322	122	2.38	148	2.01	2.18
	326	1380	1.73	1555	1.63	1.68
	329	4160	1.37	4850	1.32	1.34
	Total	5773	1.46	6667	1.40	1.43
Lasten-züge	422	966	2.55	1019	2.03	2.28
	423	203	1.84	303	1.52	1.65
	426	1122	2.80	1152	2.19	2.49
	432	386	1.48	413	1.29	1.38
	436	365	0.90	428	0.95	0.93
	Total	3042	2.18	3315	1.81	2.02
Busse	520	786	3.59	858	3.34	3.46
	530	135	1.37	165	1.45	1.41
	Total	921	3.45	1023	3.04	3.14
Alle Fahrzeuge		11'553	1.74	12912	1.57	1.65

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren Gotthard, Sept. 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1348	0.57	1385	0.58	0.58
	230	321	2.85	375	2.8	2.82
	260	148	4.17	147	3.71	3.94
	Total	1817	1.27	1907	1.26	1.26
Sattel-schlepper	321	111	0.7	114	0.61	0.65
	322	122	2.38	148	1.94	2.14
	326	1380	1.94	1555	1.75	1.84
	329	4160	1.47	4850	1.37	1.42
	Total	5773	1.59	6667	1.46	1.52
Lasten-züge	422	966	2.59	1019	2.01	2.29
	423	203	1.78	303	1.42	1.56
	426	1122	2.79	1152	2.12	2.45
	432	386	1.09	413	0.94	1.01
	436	365	0.56	428	0.58	0.57
	Total	3042	2.18	3315	1.68	1.92
Busse	520	786	3.89	858	3.61	3.74
	530	135	0.88	165	0.95	0.92
	Total	921	3.45	1023	3.18	3.31
Alle Fahrzeuge		11'553	1.84	12912	1.62	1.72

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren Gotthard, Sept. 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1323	1.06	1349	0.61	0.83
	230	288	2.19	252	1.41	1.83
	260	217	1.80	219	1.20	1.50
	Total	1828	1.33	1820	0.79	1.06
Sattel-schlepper	321	149	0.56	133	0.38	0.48
	322	19	2.59	21	1.32	1.92
	326	363	1.84	351	1.46	1.65
	329	377	1.95	397	1.41	1.67
	Total	908	1.69	902	1.28	1.48
Lasten-züge	422	442	2.03	468	1.78	1.90
	423	36	1.81	39	1.91	1.86
	426	59	2.20	70	1.83	2.00
	432	56	1.71	60	1.17	1.43
	436	10	1.43	10	1.24	1.34
	Total	603	1.99	647	1.73	1.86
Busse	520	585	4.12	464	3.27	3.74
	530	70	1.62	56	1.20	1.43
	Total	655	3.85	520	3.05	3.50
Alle Fahrzeuge		3'994	1.92	3'889	1.36	1.65

Tabelle 7: Umrechnungsfaktoren Trübbach, Sept. 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1323	1.07	1349	0.57	0.82
	230	288	3.45	252	2.17	2.85
	260	217	3.29	219	2.15	2.72
	Total	1828	1.71	1820	0.98	1.35
Sattel-schlepper	321	149	0.54	133	0.32	0.44
	322	19	2.06	21	1.22	1.62
	326	363	2.09	351	1.61	1.85
	329	377	2.15	397	1.51	1.82
	Total	908	1.87	902	1.37	1.61
Lasten-züge	422	442	2.45	468	1.76	2.10
	423	36	1.76	39	1.85	1.81
	426	59	2.17	70	1.81	1.97
	432	56	1.32	60	0.81	1.06
	436	10	1.00	10	0.72	0.86
	Total	603	2.25	647	1.67	1.95
Busse	520	585	4.48	464	3.54	4.06
	530	70	1.11	56	0.75	0.95
	Total	655	4.12	520	3.24	3.73
Alle Fahrzeuge		3'994	2.22	3'889	1.49	1.86

Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren Trübbach, Sept. 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3209	0.25	3371	0.61	0.43
	230	526	0.75	545	1.88	1.33
	260	870	0.65	791	1.48	1.05
	Total	4605	0.38	4707	0.90	0.65
Sattel-schlepper	321	316	0.18	315	0.62	0.40
	322	159	0.56	175	2.05	1.34
	326	1191	0.64	1187	1.75	1.19
	329	762	0.60	672	1.86	1.19
	Total	2428	0.56	2349	1.65	1.10
Lasten-züge	422	1238	0.66	1218	2.35	1.50
	423	65	0.79	55	1.93	1.31
	426	329	0.51	282	1.60	1.01
	432	120	0.75	152	1.60	1.23
	436	25	0.59	31	1.08	0.86
	Total	1777	0.64	1738	2.13	1.38
Busse	520	637	1.50	795	3.09	2.38
	530	122	0.97	125	1.59	1.28
	Total	759	1.41	920	2.89	2.22
Alle Fahrzeuge		9'569	0.56	9'714	1.49	1.03

Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren Denges, Sept. 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3209	0.25	3371	0.60	0.43
	230	526	1.16	545	2.90	2.05
	260	870	1.17	791	2.66	1.88
	Total	4605	0.53	4707	1.21	0.87
Sattel-schlepper	321	316	0.18	315	0.61	0.39
	322	159	0.56	175	2.04	1.34
	326	1191	0.71	1187	1.93	1.32
	329	762	0.69	672	2.14	1.37
	Total	2428	0.62	2349	1.82	1.21
Lasten-züge	422	1238	0.94	1218	3.34	2.13
	423	65	0.43	55	1.05	0.71
	426	329	0.97	282	3.03	1.92
	432	120	1.04	152	2.22	1.70
	436	25	0.51	31	0.94	0.75
	Total	1777	0.93	1738	3.08	1.99
Busse	520	637	1.49	795	3.09	2.38
	530	122	1.21	125	1.99	1.60
	Total	759	1.44	920	2.94	2.26
Alle Fahrzeuge		9'569	0.70	9'714	1.86	1.28

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren Denges, Sept. 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	4460	0.71	5060	0.72	0.72
	230	840	1.78	964	1.60	1.68
	260	850	2.20	793	1.22	1.73
	Total	6150	1.06	6817	0.90	0.98
Sattel-schlepper	321	335	1.14	292	1.41	1.27
	322	142	1.84	275	1.68	1.73
	326	376	1.73	357	1.93	1.83
	329	1963	1.53	1884	1.77	1.65
	Total	2816	1.53	2808	1.74	1.63
Lasten-züge	422	5621	1.94	5573	2.17	2.05
	423	235	1.53	214	1.79	1.65
	426	4165	1.75	4145	1.83	1.79
	432	511	1.48	523	1.43	1.45
	436	64	2.22	59	1.54	1.89
	Total	10596	1.84	10514	1.99	1.91
Busse	520	1396	2.04	1552	2.19	2.12
	530	325	1.11	441	1.47	1.32
	Total	1721	1.86	1993	2.03	1.95
Alle Fahrzeuge		21'283	1.57	22'132	1.63	1.60

Tabelle 11: Umrechnungsfaktoren Mattstetten, Sept. 2000, flex., ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	4460	0.67	5060	0.70	0.69
	230	840	2.76	964	2.38	2.56
	260	850	4.01	793	2.16	3.12
	Total	6150	1.42	6817	1.11	1.25
Sattel-schlepper	321	335	1.07	292	1.37	1.21
	322	142	1.82	275	1.63	1.69
	326	376	1.87	357	2.08	1.97
	329	1963	1.65	1884	1.93	1.79
	Total	2816	1.62	2808	1.86	1.74
Lasten-züge	422	5621	1.93	5573	2.17	2.05
	423	235	1.45	214	1.72	1.58
	426	4165	1.56	4145	1.64	1.60
	432	511	2.68	523	3.03	2.86
	436	64	1.12	59	1.07	1.10
	Total	10596	1.81	10514	1.99	1.90
Busse	520	1396	2.14	1552	2.31	2.23
	530	325	0.75	441	1.04	0.92
	Total	1721	1.88	1993	2.03	1.96
Alle Fahrzeuge		21'283	1.67	22'132	1.70	1.69

Tabelle 12: Umrechnungsfaktoren Mattstetten, Sept. 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thusis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	572	0.57	764	0.70	0.64
	230	168	1.20	212	1.50	1.37
	260	226	0.98	228	1.04	1.01
	Total	966	0.78	1204	0.91	0.85
Sattel-schlepper	321	25	1.12	21	0.92	1.03
	322	10	1.70	21	0.46	0.86
	326	21	1.88	23	1.09	1.47
	329	295	0.90	315	0.79	0.84
	Total	351	1.00	380	0.80	0.89
Lasten-züge	422	306	1.19	299	1.23	1.21
	423	30	1.16	27	1.52	1.33
	426	201	1.25	187	1.37	1.31
	432	54	0.91	41	1.18	1.03
	436	8	0.89	12	1.11	1.02
	Total	599	1.18	566	1.28	1.23
Busse	520	326	2.21	378	2.82	2.54
	530	36	1.31	35	1.51	1.41
	Total	362	2.12	413	2.71	2.43
Alle Fahrzeuge		2'278	1.13	2'563	1.26	1.20

Tabelle 13: Umrechnungsfaktoren Plazzas, Sept. 2000, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thusis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	572	0.70	764	0.69	0.69
	230	168	1.79	212	2.28	2.06
	260	226	1.72	228	1.82	1.77
	Total	966	1.13	1204	1.18	1.16
Sattel-schlepper	321	25	0.87	21	0.93	0.90
	322	10	1.64	21	0.38	0.79
	326	21	2.07	23	1.11	1.57
	329	295	0.91	315	1.30	1.11
	Total	351	1.00	380	1.22	1.11
Lasten-züge	422	306	1.15	299	1.19	1.17
	423	30	0.92	27	1.28	1.09
	426	201	1.12	187	1.18	1.15
	432	54	0.62	41	0.84	0.71
	436	8	0.54	12	0.69	0.63
	Total	599	1.07	566	1.16	1.11
Busse	520	326	2.32	378	3.03	2.70
	530	36	0.88	35	1.03	0.99
	Total	362	2.18	413	2.86	2.54
Alle Fahrzeuge		2'278	1.26	2'563	1.45	1.36

Tabelle 14: Umrechnungsfaktoren Plazzas, Sept. 2000, starr, ohne Kalibrierfaktor

Anhang 5 Umrechnungsfaktoren mit Kalibrierfaktoren 2000

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1481	0,49	1308	0,50	0,49
	230	344	0,89	444	1,51	1,24
	260	197	1,04	198	1,47	1,26
	Total	2022	0,61	1950	0,83	0,72
Sattel-schlepper	321	119	0,83	109	1,11	0,97
	322	132	1,70	122	1,78	1,74
	326	1527	1,34	1665	1,34	1,34
	329	3730	1,06	4831	1,11	1,09
	Total	5508	1,15	6727	1,18	1,17
Lasten-züge	422	968	1,90	1013	1,74	1,82
	423	211	1,34	274	1,30	1,32
	426	1256	2,27	1327	1,59	1,92
	432	371	1,13	437	1,11	1,12
	436	305	0,72	409	0,76	0,74
	Total	3111	1,81	3460	1,45	1,62
Busse	520	1130	3,21	1014	2,54	2,89
	530	167	1,22	160	1,03	1,13
	Total	1297	2,95	1174	2,34	2,66
Alle Fahrzeuge		11938	1,42	13311	1,30	1,36

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren Gotthard Mai 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1481	0,46	1308	0,49	0,47
	230	344	1,27	444	1,81	1,57
	260	197	1,84	198	2,62	2,23
	Total	2022	0,70	1950	0,93	0,87
Sattel-schlepper	321	119	0,83	109	1,12	0,97
	322	132	1,68	122	1,73	1,70
	326	1527	1,47	1665	1,44	1,46
	329	3730	1,13	4831	1,18	1,15
	Total	5508	1,23	6727	1,25	1,24
Lasten-züge	422	968	1,93	1013	1,73	1,83
	423	211	1,34	274	1,27	1,30
	426	1256	2,50	1327	1,69	2,08
	432	371	1,32	437	1,27	1,29
	436	305	0,92	409	0,94	0,93
	Total	3111	1,95	3460	1,53	1,73
Busse	520	1130	3,49	1014	2,74	3,14
	530	167	1,80	160	1,46	1,63
	Total	1297	3,27	1174	2,57	2,94
Alle Fahrzeuge		11938	1,55	13311	1,40	1,47

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren Gotthard Mai 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			3213	0,75	0,75
	230			542	1,56	1,56
	260			757	1,34	1,34
	Total			4512	0,94	0,94
Sattel-schlepper	321			288	0,56	0,56
	322			204	2,26	2,26
	326			1334	1,69	1,69
	329			657	1,57	1,57
	Total			2483	1,57	1,57
Lasten-züge	422			1322	2,17	2,17
	423			51	1,73	1,73
	426			241	1,82	1,82
	432			130	1,56	1,56
	436			29	0,75	0,75
	Total			1773	2,04	2,04
Busse	520			720	2,58	2,58
	530			78	1,25	1,25
	Total			798	2,45	2,45
Alle Fahrzeuge				9566	1,44	1,44

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren Denges Mai 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			3213	0,72	0,72
	230			542	2,37	2,37
	260			757	2,40	2,40
	Total			4512	1,20	1,20
Sattel-schlepper	321			288	0,54	0,54
	322			204	2,27	2,27
	326			1334	1,91	1,91
	329			657	1,73	1,73
	Total			2483	1,73	1,73
Lasten-züge	422			1322	2,20	2,20
	423			51	1,77	1,77
	426			241	1,94	1,94
	432			130	2,00	2,00
	436			29	0,85	0,85
	Total			1773	2,11	2,11
Busse	520			720	2,78	2,78
	530			78	1,79	1,79
	Total			798	2,68	2,68
Alle Fahrzeuge				9566	1,63	1,63

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren Denges Mai 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1348	0,49	1385	0,49	0,49
	230	321	1,48	375	1,50	1,49
	260	148	1,85	147	1,65	1,75
	Total	1817	0,77	1907	0,78	0,77
Sattel-schlepper	321	111	0,58	114	0,53	0,56
	322	122	1,93	148	1,61	1,75
	326	1380	1,40	1555	1,30	1,35
	329	4160	1,11	4850	1,06	1,08
	Total	5773	1,19	6667	1,12	1,15
Lasten-züge	422	966	2,07	1019	1,62	1,84
	423	203	1,49	303	1,22	1,33
	426	1122	2,27	1152	1,75	2,01
	432	386	1,20	413	1,03	1,11
	436	365	0,73	428	0,76	0,75
	Total	3042	1,83	3315	1,45	1,63
Busse	520	786	2,91	858	2,67	2,78
	530	135	1,11	165	1,16	1,14
	Total	921	2,64	1023	2,43	2,53
Alle Fahrzeuge		11553	1,41	12912	1,25	1,33

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren Gotthard Sept. 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1348	0,46	1385	0,46	0,46
	230	321	2,31	375	2,24	2,27
	260	148	3,38	147	2,97	3,17
	Total	1817	1,03	1907	1,01	1,02
Sattel-schlepper	321	111	0,57	114	0,49	0,53
	322	122	1,93	148	1,55	1,72
	326	1380	1,57	1555	1,40	1,48
	329	4160	1,19	4850	1,10	1,14
	Total	5773	1,29	6667	1,17	1,22
Lasten-züge	422	966	2,10	1019	1,61	1,85
	423	203	1,44	303	1,14	1,26
	426	1122	2,26	1152	1,70	1,97
	432	386	0,88	413	0,75	0,82
	436	365	0,45	428	0,46	0,46
	Total	3042	1,76	3315	1,34	1,54
Busse	520	786	3,15	858	2,89	3,01
	530	135	0,71	165	0,76	0,74
	Total	921	2,79	1023	2,54	2,66
Alle Fahrzeuge		11553	1,49	12912	1,30	1,39

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren Gotthard Sept. 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Magrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1323	0,75	1349	0,52	0,63
	230	288	1,55	252	1,20	1,39
	260	217	1,28	219	1,02	1,15
	Total	1828	0,94	1820	0,67	0,81
Sattel-schlepper	321	149	0,40	133	0,32	0,36
	322	19	1,84	21	1,12	1,46
	326	363	1,31	351	1,24	1,27
	329	377	1,38	397	1,20	1,29
	Total	908	1,20	902	1,08	1,14
Lasten-züge	422	442	1,44	468	1,51	1,48
	423	36	1,29	39	1,62	1,46
	426	59	1,56	70	1,56	1,56
	432	56	1,21	60	0,99	1,10
	436	10	1,02	10	1,05	1,03
	Total	603	1,42	647	1,47	1,44
Busse	520	585	2,93	464	2,78	2,86
	530	70	1,15	56	1,02	1,09
	Total	655	2,74	520	2,59	2,67
Alle Fahrzeuge		3994	1,37	3889	1,16	1,26

Tabelle 7: Umrechnungsfaktoren Trübbach Sept. 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Magrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1323	0,76	1349	0,48	0,62
	230	288	2,45	252	1,84	2,17
	260	217	2,34	219	1,83	2,08
	Total	1828	1,21	1820	0,83	1,02
Sattel-schlepper	321	149	0,38	133	0,27	0,33
	322	19	1,46	21	1,04	1,24
	326	363	1,48	351	1,37	1,43
	329	377	1,53	397	1,28	1,40
	Total	908	1,32	902	1,16	1,24
Lasten-züge	422	442	1,74	468	1,50	1,61
	423	36	1,25	39	1,57	1,42
	426	59	1,54	70	1,54	1,54
	432	56	0,94	60	0,69	0,81
	436	10	0,71	10	0,61	0,66
	Total	603	1,60	647	1,42	1,50
Busse	520	585	3,18	464	3,01	3,10
	530	70	0,79	56	0,64	0,72
	Total	655	2,93	520	2,75	2,85
Alle Fahrzeuge		3994	1,58	3889	1,26	1,42

Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren Trübbach Sept. 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			3371	0,55	0,55
	230			545	1,69	1,69
	260			791	1,33	1,33
	Total			4707	0,81	0,81
Sattel-schlepper	321			315	0,56	0,56
	322			175	1,85	1,85
	326			1187	1,58	1,58
	329			672	1,67	1,67
	Total			2349	1,49	1,49
Lasten-züge	422			1218	2,12	2,12
	423			55	1,74	1,74
	426			282	1,44	1,44
	432			152	1,44	1,44
	436			31	0,97	0,97
	Total			1738	1,91	1,91
Busse	520			795	2,78	2,78
	530			125	1,43	1,43
	Total			920	2,60	2,60
Alle Fahrzeuge				9714	1,34	1,34

Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren Denges Sept. 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			3371	0,54	0,54
	230			545	2,61	2,61
	260			791	2,39	2,39
	Total			4707	1,09	1,09
Sattel-schlepper	321			315	0,55	0,55
	322			175	1,84	1,84
	326			1187	1,74	1,74
	329			672	1,93	1,93
	Total			2349	1,64	1,64
Lasten-züge	422			1218	3,01	3,01
	423			55	0,95	0,95
	426			282	2,73	2,73
	432			152	2,00	2,00
	436			31	0,85	0,85
	Total			1738	2,77	2,77
Busse	520			795	2,78	2,78
	530			125	1,79	1,79
	Total			920	2,65	2,65
Alle Fahrzeuge				9714	1,67	1,67

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren Denges Sept. 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	4460	0,58	5060	0,60	0,59
	230	840	1,44	964	1,33	1,38
	260	850	1,78	793	1,01	1,41
	Total	6150	0,86	6817	0,75	0,80
Sattel-schlepper	321	335	0,92	292	1,17	1,04
	322	142	1,49	275	1,39	1,43
	326	376	1,40	357	1,60	1,50
	329	1963	1,24	1884	1,47	1,35
	Total	2816	1,24	2808	1,45	1,34
Lasten-züge	422	5621	1,57	5573	1,80	1,69
	423	235	1,24	214	1,49	1,36
	426	4165	1,42	4145	1,52	1,47
	432	511	1,20	523	1,19	1,19
	436	64	1,80	59	1,28	1,55
	Total	10596	1,49	10514	1,65	1,57
Busse	520	1396	1,65	1552	1,82	1,74
	530	325	0,90	441	1,22	1,08
	Total	1721	1,51	1993	1,69	1,60
Alle Fahrzeuge		21283	1,27	22132	1,35	1,31

Tabelle 11: Umrechnungsfaktoren Mattstetten Sept. 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	4460	0,54	5060	0,58	0,56
	230	840	2,24	964	1,98	2,10
	260	850	3,25	793	1,79	2,55
	Total	6150	1,15	6817	0,92	1,03
Sattel-schlepper	321	335	0,87	292	1,14	0,99
	322	142	1,47	275	1,35	1,39
	326	376	1,51	357	1,73	1,62
	329	1963	1,34	1884	1,60	1,47
	Total	2816	1,31	2808	1,55	1,43
Lasten-züge	422	5621	1,56	5573	1,80	1,68
	423	235	1,17	214	1,43	1,30
	426	4165	1,26	4145	1,36	1,31
	432	511	2,17	523	2,51	2,34
	436	64	0,91	59	0,89	0,90
	Total	10596	1,46	10514	1,65	1,56
Busse	520	1396	1,73	1552	1,92	1,83
	530	325	0,61	441	0,86	0,75
	Total	1721	1,52	1993	1,68	1,61
Alle Fahrzeuge		21283	1,36	22132	1,41	1,39

Tabelle 12: Umrechnungsfaktoren Mattstetten Sept. 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	572	0,71	764	0,83	0,77
	230	168	1,49	212	1,77	1,65
	260	226	1,22	228	1,23	1,22
	Total	966	0,96	1204	1,07	1,02
Sattel-schlepper	321	25	1,39	21	1,09	1,25
	322	10	2,11	21	0,54	1,05
	326	21	2,33	23	1,29	1,78
	329	295	1,12	315	0,93	1,02
	Total	351	1,24	380	0,94	1,08
Lasten-züge	422	306	1,48	299	1,45	1,46
	423	30	1,44	27	1,79	1,61
	426	201	1,55	187	1,62	1,58
	432	54	1,13	41	1,39	1,24
	436	8	1,10	12	1,31	1,23
	Total	599	1,46	566	1,52	1,49
Busse	520	326	2,74	378	3,33	3,06
	530	36	1,62	35	1,78	1,70
	Total	362	2,63	413	3,20	2,93
Alle Fahrzeuge		2278	1,40	2563	1,49	1,45

Tabelle 13: Umrechnungsfaktoren Plazzas Sept. 2000, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	572	0,87	764	0,81	0,84
	230	168	2,22	212	2,69	2,48
	260	226	2,13	228	2,15	2,14
	Total	966	1,40	1204	1,40	1,40
Sattel-schlepper	321	25	1,08	21	1,10	1,09
	322	10	2,03	21	0,45	0,96
	326	21	2,57	23	1,31	1,91
	329	295	1,13	315	1,53	1,34
	Total	351	1,24	380	1,44	1,34
Lasten-züge	422	306	1,43	299	1,40	1,42
	423	30	1,14	27	1,51	1,32
	426	201	1,39	187	1,39	1,39
	432	54	0,77	41	0,99	0,86
	436	8	0,67	12	0,81	0,76
	Total	599	1,33	566	1,36	1,35
Busse	520	326	2,88	378	3,58	3,25
	530	36	1,09	35	1,22	1,15
	Total	362	2,70	413	3,38	3,06
Alle Fahrzeuge		2278	1,56	2563	1,71	1,64

Tabelle 14: Umrechnungsfaktoren Plazzas Sept. 2000, starr, mit Kalibrierfaktor

Anhang 6 Umrechnungsfaktoren ohne Kalibrierfaktoren 2001

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1033	0,56	1053	0,63	0,60
	230	171	0,92	247	1,49	1,26
	260	123	1,48	102	2,89	2,12
	Total	1327	0,69	1402	0,95	0,82
Sattel-schlepper	321	129	0,52	128	0,68	0,60
	322	97	3,28	107	2,02	2,62
	326	1404	1,56	1360	1,97	1,76
	329	4589	1,77	5286	2,01	1,90
	Total	6219	1,72	6881	1,98	1,86
Lasten-züge	422	802	2,40	804	2,28	2,34
	423	195	2,20	251	1,92	2,04
	426	1148	2,65	1206	2,34	2,49
	432	432	1,59	455	1,78	1,69
	436	369	1,00	465	1,18	1,10
	Total	2946	2,19	3181	2,04	2,11
Busse	520	292	2,92	246	3,21	3,05
	530	41	1,25	41	1,39	1,32
	Total	333	2,71	287	2,95	2,82
Alle Fahrzeuge		10825	1,75	11751	1,90	1,83

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren Gotthard März 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1033	0,57	1053	0,6	0,59
	230	171	1,23	247	2,16	1,78
	260	123	2,66	102	5,33	3,87
	Total	1327	0,85	1402	1,22	1,04
Sattel-schlepper	321	129	0,48	128	0,62	0,55
	322	97	3,42	107	2,4	2,89
	326	1404	1,72	1360	2,21	1,96
	329	4589	2,04	5286	2,28	2,17
	Total	6219	1,96	6881	2,24	2,10
Lasten-züge	422	802	2,38	804	2,16	2,27
	423	195	1,65	251	1,59	1,62
	426	1148	3,09	1206	2,11	2,59
	432	432	1,63	455	1,59	1,61
	436	369	1,13	465	1,17	1,15
	Total	2946	2,34	3181	1,87	2,10
Busse	520	292	4,31	246	3,43	3,91
	530	41	2,22	41	1,82	2,02
	Total	333	4,05	287	3,20	3,66
Alle Fahrzeuge		10825	1,99	11751	2,04	2,02

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren Gotthard März 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1420	0,59	1461	0,59	0,59
	230	305	1,19	247	1,01	1,11
	260	181	1,10	199	1,18	1,14
	Total	1906	0,73	1907	0,71	0,72
Sattel-schlepper	321	249	0,48	181	0,46	0,47
	322	38	1,77	50	1,01	1,34
	326	572	1,23	536	1,22	1,23
	329	772	1,63	787	1,53	1,58
	Total	1631	1,32	1554	1,28	1,30
Lasten-züge	422	811	1,78	810	1,5	1,64
	423	64	1,70	56	1,56	1,63
	426	122	1,22	146	1,07	1,14
	432	161	1,49	130	1,44	1,47
	436	24	1,07	24	1,43	1,25
	Total	1182	1,66	1166	1,44	1,55
Busse	520	251	2,32	166	2,3	2,31
	530	44	0,95	38	1,08	1,01
	Total	295	2,12	204	2,07	2,10
Alle Fahrzeuge		5014	1,22	4831	1,13	1,18

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren Trübbach März 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1420	0,56	1461	0,55	0,55
	230	305	1,72	247	1,41	1,58
	260	181	1,95	199	2,11	2,03
	Total	1906	0,88	1907	0,82	0,85
Sattel-schlepper	321	249	0,43	181	0,4	0,42
	322	38	1,74	50	0,92	1,27
	326	572	1,37	536	1,38	1,37
	329	772	1,85	787	1,76	1,80
	Total	1631	1,46	1554	1,44	1,45
Lasten-züge	422	811	1,77	810	1,48	1,63
	423	64	1,62	56	1,47	1,55
	426	122	1,12	146	0,99	1,05
	432	161	1,13	130	1,04	1,09
	436	24	0,65	24	0,85	0,75
	Total	1182	1,58	1166	1,36	1,47
Busse	520	251	2,48	166	2,45	2,47
	530	44	0,59	38	0,66	0,62
	Total	295	2,20	204	2,12	2,16
Alle Fahrzeuge		5014	1,31	4831	1,21	1,26

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren Trübbach März 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			2713	0,85	0,85
	230			395	1,60	1,60
	260			573	2,36	2,36
	Total			3681	1,17	1,17
Sattel-schlepper	321			280	0,34	0,34
	322			158	2,45	2,45
	326			1026	2,01	2,01
	329			697	2,32	2,32
	Total			2161	1,93	1,93
Lasten-züge	422			1019	2,49	2,49
	423			47	2,19	2,19
	426			262	1,97	1,97
	432			146	2,33	2,33
	436			27	0,84	0,84
	Total			1501	2,34	2,34
Busse	520			350	2,61	2,61
	530			86	1,24	1,24
	Total			436	2,34	2,34
Alle Fahrzeuge				7779	1,67	1,67

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren Denges März 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			2713	0,83	0,83
	230			395	2,41	2,41
	260			573	4,33	4,33
	Total			3681	1,54	1,54
Sattel-schlepper	321			280	0,29	0,29
	322			158	2,49	2,49
	326			1026	2,34	2,34
	329			697	2,81	2,81
	Total			2161	2,24	2,24
Lasten-züge	422			1019	2,52	2,52
	423			47	2,15	2,15
	426			262	1,90	1,90
	432			146	1,79	1,79
	436			27	0,53	0,53
	Total			1501	2,29	2,29
Busse	520			350	2,80	2,80
	530			86	0,82	0,82
	Total			436	2,41	2,41
Alle Fahrzeuge				7779	1,93	1,93

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren Denges März 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3695	0,55	3632	0,7	0,62
	230	488	1,04	637	1,06	1,05
	260	511	1,49	473	1,4	1,45
	Total	4694	0,70	4742	0,82	0,76
Sattel-schlepper	321	311	0,99	283	1,22	1,10
	322	260	1,47	307	1,11	1,28
	326	248	2,05	280	1,56	1,79
	329	1488	1,33	1639	1,92	1,64
	Total	2307	1,38	2509	1,70	1,55
Lasten-züge	422	4637	1,41	4157	1,89	1,64
	423	189	1,39	215	1,66	1,53
	426	3519	1,26	3246	1,67	1,46
	432	461	1,53	568	1,56	1,55
	436	63	1,20	76	1,22	1,21
	Total	8869	1,35	8262	1,77	1,55
Busse	520	718	1,26	809	1,61	1,45
	530	196	0,92	261	0,94	0,93
	Total	914	1,19	1070	1,45	1,33
Alle Fahrzeuge		16784	1,17	16583	1,47	1,32

Tabelle 7: Umrechnungsfaktoren Mattstetten März 2001, flex., ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3695	0,50	3632	0,66	0,58
	230	488	1,47	637	1,48	1,48
	260	511	2,68	473	2,51	2,60
	Total	4694	0,84	4742	0,95	0,90
Sattel-schlepper	321	311	0,92	283	1,16	1,03
	322	260	1,44	307	1,01	1,21
	326	248	2,22	280	1,69	1,94
	329	1488	1,50	1639	2,22	1,88
	Total	2307	1,49	2509	1,89	1,70
Lasten-züge	422	4637	1,37	4157	1,86	1,60
	423	189	1,31	215	1,56	1,44
	426	3519	1,07	3246	1,46	1,26
	432	461	1,16	568	1,19	1,18
	436	63	0,79	76	0,78	0,78
	Total	8869	1,23	8262	1,64	1,43
Busse	520	718	1,27	809	1,65	1,47
	530	196	0,62	261	0,64	0,63
	Total	914	1,13	1070	1,40	1,28
Alle Fahrzeuge		16784	1,15	16583	1,47	1,31

Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren Mattstetten März 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thusis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	548	0,51	549	0,85	0,68
	230	137	1,02	162	1,38	1,22
	260	117	1,05	112	0,74	0,90
	Total	802	0,68	823	0,94	0,81
Sattel-schlepper	321	12	1,19	13	1,52	1,36
	322	12	1,81	7	2,48	2,06
	326	27	1,48	43	1,27	1,35
	329	359	1,41	407	1,57	1,50
	Total	410	1,42	470	1,55	1,49
Lasten-züge	422	171	1,60	179	2,15	1,88
	423	26	1,94	32	1,89	1,91
	426	236	1,59	221	1,62	1,60
	432	51	1,01	58	1,61	1,33
	436	16	1,64	13	0,75	1,24
	Total	500	1,55	503	1,80	1,68
Busse	520	138	1,56	167	1,87	1,73
	530	45	1,03	46	0,99	1,01
	Total	183	1,43	213	1,68	1,56
Alle Fahrzeuge		1895	1,14	2009	1,38	1,26

Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren Plazzas März 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thusis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	548	0,45	549	0,83	0,64
	230	137	1,49	162	2,09	1,82
	260	117	1,85	112	1,26	1,56
	Total	802	0,83	823	1,14	0,99
Sattel-schlepper	321	12	1,09	13	1,48	1,29
	322	12	1,78	7	2,53	2,06
	326	27	1,53	43	1,32	1,40
	329	359	1,60	407	1,82	1,72
	Total	410	1,59	470	1,78	1,69
Lasten-züge	422	171	1,57	179	2,16	1,87
	423	26	1,76	32	1,73	1,74
	426	236	1,35	221	1,39	1,37
	432	51	0,70	58	1,17	0,95
	436	16	1,00	13	0,47	0,76
	Total	500	1,37	503	1,64	1,50
Busse	520	138	1,59	167	1,96	1,79
	530	45	0,67	46	0,66	0,66
	Total	183	1,36	213	1,68	1,53
Alle Fahrzeuge		1895	1,19	2009	1,47	1,33

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren Plazzas März 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1219	0,51	1482	0,52	0,52
	230	210	0,89	283	1,7	1,35
	260	93	1,87	88	2,92	2,38
	Total	1522	0,65	1853	0,81	0,74
Sattel-schlepper	321	217	0,30	310	0,34	0,32
	322	93	1,91	94	2,42	2,17
	326	1436	1,32	1407	1,85	1,58
	329	4736	1,81	6121	2,3	2,09
	Total	6482	1,65	7932	2,14	1,92
Lasten-züge	422	779	2,19	804	2,45	2,32
	423	182	1,98	233	2,42	2,23
	426	1187	2,51	1225	2,39	2,45
	432	363	1,50	434	2,04	1,79
	436	371	0,87	513	1,28	1,11
	Total	2882	2,05	3209	2,18	2,12
Busse	520	809	3,26	779	3,21	3,24
	530	160	1,25	158	1,46	1,35
	Total	969	2,93	937	2,91	2,92
Alle Fahrzeuge		11855	1,72	13931	2,03	1,89

Tabelle 11: Umrechnungsfaktoren Gotthard Juli 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1219	0,48	1482	0,5	0,49
	230	210	1,21	283	2,48	1,94
	260	93	3,38	88	5,37	4,35
	Total	1522	0,76	1853	1,03	0,91
Sattel-schlepper	321	217	0,28	310	0,32	0,30
	322	93	1,89	94	2,38	2,14
	326	1436	1,45	1407	2,07	1,76
	329	4736	2,16	6121	2,73	2,48
	Total	6482	1,94	7932	2,51	2,25
Lasten-züge	422	779	2,20	804	2,47	2,34
	423	182	1,91	233	2,35	2,16
	426	1187	2,48	1225	2,33	2,40
	432	363	1,11	434	1,62	1,39
	436	371	0,54	513	0,8	0,69
	Total	2882	1,95	3209	2,03	1,99
Busse	520	809	3,53	779	3,47	3,50
	530	160	0,79	158	0,96	0,87
	Total	969	3,08	937	3,05	3,06
Alle Fahrzeuge		11855	1,88	13931	2,24	2,08

Tabelle 12: Umrechnungsfaktoren Gotthard Juli 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1443	0,57	1524	0,56	0,56
	230	322	1,52	242	1,06	1,32
	260	268	2,45	285	0,79	1,59
	Total	2033	0,97	2051	0,65	0,81
Sattel-schlepper	321	193	0,43	188	0,32	0,38
	322	37	3,72	43	0,91	2,21
	326	530	1,43	521	1,59	1,51
	329	835	2,30	877	1,81	2,05
	Total	1595	1,82	1629	1,54	1,68
Lasten-züge	422	699	2,01	724	1,29	1,64
	423	71	2,10	68	2,17	2,13
	426	100	1,41	141	1,29	1,34
	432	159	1,66	150	1,67	1,66
	436	24	1,02	19	0,99	1,01
	Total	1053	1,88	1102	1,39	1,63
Busse	520	750	3,06	668	3,06	3,06
	530	61	1,15	70	1,2	1,18
	Total	811	2,92	738	2,88	2,90
Alle Fahrzeuge		5492	1,68	5520	1,36	1,52

Tabelle 13: Umrechnungsfaktoren Trübbach Juli 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1443	0,54	1524	0,52	0,53
	230	322	2,28	242	1,52	1,95
	260	268	4,52	285	1,38	2,90
	Total	2033	1,34	2051	0,76	1,05
Sattel-schlepper	321	193	0,39	188	0,28	0,34
	322	37	3,87	43	0,83	2,24
	326	530	1,59	521	1,82	1,70
	329	835	2,76	877	2,09	2,42
	Total	1595	2,11	1629	1,76	1,93
Lasten-züge	422	699	1,99	724	1,24	1,61
	423	71	2,06	68	2,18	2,12
	426	100	1,39	141	1,27	1,32
	432	159	1,22	150	1,21	1,22
	436	24	0,66	19	0,61	0,64
	Total	1053	1,79	1102	1,29	1,53
Busse	520	750	3,30	668	3,31	3,30
	530	61	0,74	70	0,74	0,74
	Total	811	3,11	738	3,07	3,09
Alle Fahrzeuge		5492	1,91	5520	1,47	1,69

Tabelle 14: Umrechnungsfaktoren Trübbach Juli 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			2843	0,95	0,95
	230			359	1,71	1,71
	260			615	2,39	2,39
	Total			3817	1,25	1,25
Sattel-schlepper	321			367	0,69	0,69
	322			113	3,33	3,33
	326			1034	1,78	1,78
	329			706	2,75	2,75
	Total			2220	1,99	1,99
Lasten-züge	422			971	2,53	2,53
	423			47	2,19	2,19
	426			256	2,03	2,03
	432			164	2,38	2,38
	436			22	1,60	1,60
	Total			1460	2,40	2,40
Busse	520			707	2,80	2,80
	530			97	1,27	1,27
	Total			804	2,62	2,62
Alle Fahrzeuge				8301	1,78	1,78

Tabelle 15: Umrechnungsfaktoren Denges Juli 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			2843	0,94	0,94
	230			359	2,54	2,54
	260			615	4,39	4,39
	Total			3817	1,65	1,65
Sattel-schlepper	321			367	0,69	0,69
	322			113	3,42	3,42
	326			1034	2,00	2,00
	329			706	3,42	3,42
	Total			2220	2,31	2,31
Lasten-züge	422			971	2,56	2,56
	423			47	2,12	2,12
	426			256	1,98	1,98
	432			164	1,87	1,87
	436			22	0,99	0,99
	Total			1460	2,34	2,34
Busse	520			707	3,00	3,00
	530			97	0,82	0,82
	Total			804	2,74	2,74
Alle Fahrzeuge				8301	2,05	2,05

Tabelle 16: Umrechnungsfaktoren Denges Juli 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3068	0,42	4031	0,48	0,45
	230	222	1,02	426	1,24	1,16
	260	241	1,24	312	1,73	1,52
	Total	3531	0,51	4769	0,63	0,58
Sattel-schlepper	321	278	0,93	278	1,05	0,99
	322	226	1,26	228	0,94	1,10
	326	201	1,28	236	1,42	1,36
	329	1266	1,56	1239	2,15	1,85
Total	1971	1,41	1981	1,77	1,59	
Lasten-züge	422	3310	1,33	3339	1,79	1,56
	423	116	1,12	144	1,85	1,52
	426	2346	1,34	2388	1,86	1,60
	432	334	1,50	426	1,8	1,67
	436	37	0,84	47	1,2	1,04
Total	6143	1,34	6344	1,81	1,58	
Busse	520	1053	1,43	992	1,93	1,67
	530	189	0,81	225	1,1	0,97
	Total	1242	1,34	1217	1,78	1,55
Alle Fahrzeuge		12887	1,12	14311	1,41	1,27

Tabelle 17: Umrechnungsfaktoren Mattstetten Juli 2001, flex. , ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3068	0,38	4031	0,45	0,42
	230	222	1,41	426	1,77	1,65
	260	241	2,20	312	3,11	2,71
	Total	3531	0,57	4769	0,74	0,67
Sattel-schlepper	321	278	0,86	278	0,99	0,93
	322	226	1,21	228	0,85	1,03
	326	201	1,34	236	1,46	1,40
	329	1266	1,83	1239	2,56	2,19
Total	1971	1,57	1981	2,01	1,79	
Lasten-züge	422	3310	1,29	3339	1,78	1,54
	423	116	1,04	144	1,73	1,42
	426	2346	1,14	2388	1,66	1,40
	432	334	1,13	426	1,39	1,28
	436	37	0,53	47	0,72	0,64
Total	6143	1,21	6344	1,70	1,46	
Busse	520	1053	1,45	992	2	1,72
	530	189	0,54	225	0,75	0,65
	Total	1242	1,31	1217	1,77	1,54
Alle Fahrzeuge		12887	1,10	14311	1,43	1,27

Tabelle 18: Umrechnungsfaktoren Mattstetten Juli 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	724	0,73	705	0,97	0,85
	230	168	1,17	163	1,63	1,40
	260	144	1,12	138	1,18	1,15
	Total	1036	0,86	1006	1,11	0,98
Sattel-schlepper	321	17	0,78	14	2,03	1,34
	322	9	1,50	12	2,35	1,99
	326	32	1,68	45	1,16	1,38
	329	627	2,04	694	2,36	2,21
	Total	685	1,98	765	2,28	2,14
Lasten-züge	422	220	1,53	225	2,52	2,03
	423	29	2,13	27	2,3	2,21
	426	311	1,85	312	2,19	2,02
	432	69	1,69	86	1,86	1,78
	436	18	1,13	28	1,54	1,38
	Total	647	1,72	678	2,24	1,98
Busse	520	457	2,21	434	2,72	2,46
	530	73	1,35	74	1,35	1,35
	Total	530	2,09	508	2,52	2,30
Alle Fahrzeuge		2898	1,54	2957	1,91	1,73

Tabelle 19: Umrechnungsfaktoren Plazzas Juli 2001, flexible, ohne Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	724	0,69	705	0,96	0,82
	230	168	1,69	163	2,51	2,09
	260	144	1,98	138	2,08	2,03
	Total	1036	1,03	1006	1,36	1,20
Sattel-schlepper	321	17	0,66	14	2,01	1,27
	322	9	1,41	12	2,37	1,96
	326	32	1,80	45	1,19	1,44
	329	627	2,40	694	2,91	2,67
	Total	685	2,32	765	2,78	2,56
Lasten-züge	422	220	1,50	225	2,57	2,04
	423	29	1,94	27	2,19	2,06
	426	311	1,61	312	1,96	1,79
	432	69	1,27	86	1,44	1,36
	436	18	0,66	28	0,94	0,83
	Total	647	1,52	678	2,06	1,80
Busse	520	457	2,33	434	2,91	2,61
	530	73	0,93	74	0,9	0,91
	Total	530	2,14	508	2,62	2,37
Alle Fahrzeuge		2898	1,65	2957	2,11	1,88

Tabelle 20: Umrechnungsfaktoren Plazzas Juli 2001, starr, ohne Kalibrierfaktor

Anhang 7 Umrechnungsfaktoren mit Kalibrierfaktoren 2001

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1033	0,56	1053	0,50	0,53
	230	171	0,92	247	1,19	1,08
	260	123	1,48	102	2,31	1,86
	Total	1327	0,69	1402	0,76	0,73
Sattel-schlepper	321	129	0,52	128	0,54	0,53
	322	97	3,28	107	1,62	2,41
	326	1404	1,56	1360	1,58	1,57
	329	4589	1,77	5286	1,61	1,68
	Total	6219	1,72	6881	1,58	1,65
Lasten-züge	422	802	2,40	804	1,82	2,11
	423	195	2,20	251	1,54	1,83
	426	1148	2,65	1206	1,87	2,25
	432	432	1,59	455	1,42	1,50
	436	369	1,00	465	0,94	0,97
	Total	2946	2,19	3181	1,63	1,90
Busse	520	292	2,92	246	2,57	2,76
	530	41	1,25	41	1,11	1,18
	Total	333	2,71	287	2,36	2,55
Alle Fahrzeuge		10825	1,75	11751	1,52	1,63

Tabelle 1: Umrechnungsfaktor Gotthard März 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1033	0,57	1053	0,48	0,52
	230	171	1,23	247	1,73	1,52
	260	123	2,66	102	4,26	3,39
	Total	1327	0,85	1402	0,98	0,91
Sattel-schlepper	321	129	0,48	128	0,50	0,49
	322	97	3,42	107	1,92	2,63
	326	1404	1,72	1360	1,77	1,74
	329	4589	2,04	5286	1,82	1,92
	Total	6219	1,96	6881	1,79	1,87
Lasten-züge	422	802	2,38	804	1,73	2,05
	423	195	1,65	251	1,27	1,44
	426	1148	3,09	1206	1,69	2,37
	432	432	1,63	455	1,27	1,45
	436	369	1,13	465	0,94	1,02
	Total	2946	2,34	3181	1,50	1,90
Busse	520	292	4,31	246	2,74	3,59
	530	41	2,22	41	1,46	1,84
	Total	333	4,05	287	2,56	3,36
Alle Fahrzeuge		10825	1,99	11751	1,63	1,80

Tabelle 2: Umrechnungsfaktor Gotthard März 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1420	0,64	1461	0,61	0,63
	230	305	1,30	247	1,04	1,18
	260	181	1,20	199	1,22	1,21
	Total	1906	0,80	1907	0,73	0,76
Sattel-schlepper	321	249	0,52	181	0,47	0,50
	322	38	1,93	50	1,04	1,42
	326	572	1,34	536	1,26	1,30
	329	772	1,78	787	1,58	1,68
	Total	1631	1,44	1554	1,32	1,38
Lasten-züge	422	811	1,94	810	1,55	1,74
	423	64	1,85	56	1,61	1,74
	426	122	1,33	146	1,10	1,21
	432	161	1,62	130	1,48	1,56
	436	24	1,17	24	1,47	1,32
	Total	1182	1,81	1166	1,48	1,65
Busse	520	251	2,53	166	2,37	2,47
	530	44	1,04	38	1,11	1,07
	Total	295	2,31	204	2,13	2,24
Alle Fahrzeuge		5014	1,33	4831	1,16	1,25

Tabelle 3: Umrechnungsfaktor Trübbach März 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1420	0,61	1461	0,57	0,59
	230	305	1,87	247	1,45	1,69
	260	181	2,13	199	2,17	2,15
	Total	1906	0,96	1907	0,85	0,90
Sattel-schlepper	321	249	0,47	181	0,41	0,44
	322	38	1,90	50	0,95	1,36
	326	572	1,49	536	1,42	1,46
	329	772	2,02	787	1,81	1,91
	Total	1631	1,59	1554	1,49	1,54
Lasten-züge	422	811	1,93	810	1,52	1,73
	423	64	1,77	56	1,51	1,65
	426	122	1,22	146	1,02	1,11
	432	161	1,23	130	1,07	1,16
	436	24	0,71	24	0,88	0,79
	Total	1182	1,73	1166	1,40	1,56
Busse	520	251	2,70	166	2,52	2,63
	530	44	0,64	38	0,68	0,66
	Total	295	2,40	204	2,18	2,31
Alle Fahrzeuge		5014	1,43	4831	1,24	1,34

Tabelle 4: Umrechnungsfaktor Trübbach März 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			2713	0,80	0,80
	230			395	1,50	1,50
	260			573	2,22	2,22
	Total			3681	1,10	1,10
Sattel-schlepper	321			280	0,32	0,32
	322			158	2,30	2,30
	326			1026	1,89	1,89
	329			697	2,18	2,18
	Total			2161	1,81	1,81
Lasten-züge	422			1019	2,34	2,34
	423			47	2,06	2,06
	426			262	1,85	1,85
	432			146	2,19	2,19
	436			27	0,79	0,79
	Total			1501	2,20	2,20
Busse	520			350	2,45	2,45
	530			86	1,17	1,17
	Total			436	2,20	2,20
Alle Fahrzeuge				7779	1,57	1,57

Tabelle 5: Umrechnungsfaktor Denges März 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			2713	0,78	0,78
	230			395	2,27	2,27
	260			573	4,07	4,07
	Total			3681	1,45	1,45
Sattel-schlepper	321			280	0,27	0,27
	322			158	2,34	2,34
	326			1026	2,20	2,20
	329			697	2,64	2,64
	Total			2161	2,10	2,10
Lasten-züge	422			1019	2,37	2,37
	423			47	2,02	2,02
	426			262	1,79	1,79
	432			146	1,68	1,68
	436			27	0,50	0,50
	Total			1501	2,16	2,16
Busse	520			350	2,63	2,63
	530			86	0,77	0,77
	Total			436	2,26	2,26
Alle Fahrzeuge				7779	1,81	1,81

Tabelle 6: Umrechnungsfaktor Denges März 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3695	0,60	3632	0,68	0,64
	230	488	1,13	637	1,03	1,07
	260	511	1,62	473	1,36	1,50
	Total	4694	0,77	4742	0,79	0,78
Sattel-schlepper	321	311	1,08	283	1,18	1,13
	322	260	1,60	307	1,08	1,32
	326	248	2,23	280	1,51	1,85
	329	1488	1,45	1639	1,86	1,67
	Total	2307	1,50	2509	1,65	1,58
Lasten-züge	422	4637	1,54	4157	1,83	1,68
	423	189	1,52	215	1,61	1,57
	426	3519	1,37	3246	1,62	1,49
	432	461	1,67	568	1,51	1,58
	436	63	1,31	76	1,18	1,24
	Total	8869	1,48	8262	1,72	1,59
Busse	520	718	1,37	809	1,56	1,47
	530	196	1,00	261	0,91	0,95
	Total	914	1,29	1070	1,40	1,35
Alle Fahrzeuge		16784	1,27	16583	1,42	1,35

Tabelle 7: Umrechnungsfaktor Mattstetten März 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3695	0,55	3632	0,64	0,59
	230	488	1,60	637	1,44	1,51
	260	511	2,92	473	2,43	2,69
	Total	4694	0,91	4742	0,93	0,92
Sattel-schlepper	321	311	1,00	283	1,13	1,06
	322	260	1,57	307	0,98	1,25
	326	248	2,42	280	1,64	2,01
	329	1488	1,64	1639	2,15	1,91
	Total	2307	1,63	2509	1,84	1,74
Lasten-züge	422	4637	1,49	4157	1,80	1,64
	423	189	1,43	215	1,51	1,47
	426	3519	1,17	3246	1,42	1,29
	432	461	1,26	568	1,15	1,20
	436	63	0,86	76	0,76	0,80
	Total	8869	1,35	8262	1,59	1,46
Busse	520	718	1,38	809	1,60	1,50
	530	196	0,68	261	0,62	0,64
	Total	914	1,23	1070	1,36	1,30
Alle Fahrzeuge		16784	1,26	16583	1,42	1,34

Tabelle 8: Umrechnungsfaktor Mattstetten März 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	548	0,50	549	0,84	0,67
	230	137	1,00	162	1,37	1,20
	260	117	1,03	112	0,73	0,88
	Total	802	0,66	823	0,93	0,80
Sattel-schlepper	321	12	1,17	13	1,50	1,34
	322	12	1,77	7	2,46	2,02
	326	27	1,45	43	1,26	1,33
	329	359	1,38	407	1,55	1,47
	Total	410	1,39	470	1,54	1,47
Lasten-züge	422	171	1,57	179	2,13	1,85
	423	26	1,90	32	1,87	1,98
	426	236	1,56	221	1,60	1,58
	432	51	0,99	58	1,59	1,31
	436	16	1,61	13	0,74	1,22
	Total	500	1,52	503	1,78	1,65
Busse	520	138	1,53	167	1,85	1,71
	530	45	1,01	46	0,98	0,99
	Total	183	1,40	213	1,66	1,54
Alle Fahrzeuge		1895	1,12	2009	1,36	1,24

Tabelle 9: Umrechnungsfaktor Plazzas März 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	548	0,44	549	0,82	0,63
	230	137	1,46	162	2,07	1,79
	260	117	1,81	112	1,25	1,54
	Total	802	0,82	823	1,13	0,97
Sattel-schlepper	321	12	1,07	13	1,47	1,27
	322	12	1,74	7	2,50	2,02
	326	27	1,50	43	1,31	1,38
	329	359	1,57	407	1,80	1,69
	Total	410	1,55	470	1,76	1,66
Lasten-züge	422	171	1,54	179	2,14	1,85
	423	26	1,72	32	1,71	1,72
	426	236	1,32	221	1,38	1,35
	432	51	0,69	58	1,16	0,94
	436	16	0,98	13	0,47	0,75
	Total	500	1,34	503	1,62	1,48
Busse	520	138	1,56	167	1,94	1,77
	530	45	0,66	46	0,65	0,65
	Total	183	1,34	213	1,66	1,51
Alle Fahrzeuge		1895	1,16	2009	1,45	1,31

Tabelle 10: Umrechnungsfaktor Plazzas März 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1219	0,51	1482	0,42	0,46
	230	210	0,89	283	1,36	1,16
	260	93	1,87	88	2,34	2,10
	Total	1522	0,65	1853	0,65	0,65
Sattel-schlepper	321	217	0,30	310	0,27	0,28
	322	93	1,91	94	1,94	1,92
	326	1436	1,32	1407	1,48	1,40
	329	4736	1,81	6121	1,84	1,83
	Total	6482	1,65	7932	1,72	1,69
Lasten-züge	422	779	2,19	804	1,96	2,07
	423	182	1,98	233	1,94	1,96
	426	1187	2,51	1225	1,91	2,21
	432	363	1,50	434	1,63	1,57
	436	371	0,87	513	1,02	0,96
	Total	2882	2,05	3209	1,75	1,89
Busse	520	809	3,26	779	2,57	2,92
	530	160	1,25	158	1,17	1,21
	Total	969	2,93	937	2,33	2,64
Alle Fahrzeuge		11855	1,72	13931	1,62	1,67

Tabelle 11: Umrechnungsfaktor Gotthard Juli 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Süden		Richtung Norden		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1219	0,48	1482	0,40	0,44
	230	210	1,21	283	1,98	1,65
	260	93	3,38	88	4,30	3,83
	Total	1522	0,76	1853	0,83	0,80
Sattel-schlepper	321	217	0,28	310	0,26	0,27
	322	93	1,89	94	1,90	1,90
	326	1436	1,45	1407	1,66	1,55
	329	4736	2,16	6121	2,18	2,17
	Total	6482	1,94	7932	2,01	1,98
Lasten-züge	422	779	2,20	804	1,98	2,09
	423	182	1,91	233	1,88	1,89
	426	1187	2,48	1225	1,86	2,17
	432	363	1,11	434	1,30	1,21
	436	371	0,54	513	0,64	0,60
	Total	2882	1,95	3209	1,62	1,77
Busse	520	809	3,53	779	2,78	3,16
	530	160	0,79	158	0,77	0,78
	Total	969	3,08	937	2,44	2,76
Alle Fahrzeuge		11855	1,88	13931	1,79	1,83

Tabelle 12: Umrechnungsfaktor Gotthard Juli 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	1443	0,62	1524	0,58	0,60
	230	322	1,66	242	1,09	1,41
	260	268	2,67	285	0,81	1,71
	Total	2033	1,06	2051	0,67	0,86
Sattel-schlepper	321	193	0,47	188	0,33	0,40
	322	37	4,05	43	0,94	2,38
	326	530	1,56	521	1,64	1,60
	329	835	2,51	877	1,86	2,18
	Total	1595	1,98	1629	1,59	1,78
Lasten-züge	422	699	2,19	724	1,33	1,75
	423	71	2,29	68	2,24	2,26
	426	100	1,54	141	1,33	1,42
	432	159	1,81	150	1,72	1,77
	436	24	1,11	19	1,02	1,07
	Total	1053	2,05	1102	1,43	1,74
Busse	520	750	3,34	668	3,15	3,25
	530	61	1,25	70	1,24	1,24
	Total	811	3,18	738	2,97	3,08
Alle Fahrzeuge		5492	1,83	5520	1,40	1,61

Tabelle 13: Umrechnungsfaktor Trübbach Juli 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Sargans		Richtung St. Margrethen		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	1443	0,59	1524	0,54	0,56
	230	322	2,49	242	1,57	2,09
	260	268	4,93	285	1,42	3,12
	Total	2033	1,46	2051	0,78	1,12
Sattel-schlepper	321	193	0,43	188	0,29	0,36
	322	37	4,22	43	0,85	2,41
	326	530	1,73	521	1,87	1,80
	329	835	3,01	877	2,15	2,57
	Total	1595	2,30	1629	1,81	2,05
Lasten-züge	422	699	2,17	724	1,28	1,72
	423	71	2,25	68	2,25	2,25
	426	100	1,52	141	1,31	1,39
	432	159	1,33	150	1,25	1,29
	436	24	0,72	19	0,63	0,68
	Total	1053	1,95	1102	1,33	1,63
Busse	520	750	3,60	668	3,41	3,51
	530	61	0,81	70	0,76	0,78
	Total	811	3,39	738	3,16	3,28
Alle Fahrzeuge		5492	2,08	5520	1,51	1,80

Tabelle 14: Umrechnungsfaktor Trübbach Juli 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220			2843	0,89	0,89
	230			359	1,61	1,61
	260			615	2,25	2,25
	Total			3817	1,18	1,18
Sattel-schlepper	321			367	0,65	0,65
	322			113	3,13	3,13
	326			1034	1,67	1,67
	329			706	2,59	2,59
	Total			2220	1,87	1,87
Lasten-züge	422			971	2,38	2,38
	423			47	2,06	2,06
	426			256	1,91	1,91
	432			164	2,24	2,24
	436			22	1,50	1,50
	Total			1460	2,26	2,26
Busse	520			707	2,63	2,63
	530			97	1,19	1,19
	Total			804	2,46	2,46
Alle Fahrzeuge				8301	1,68	1,68

Tabelle 15: Umrechnungsfaktor Denges Juli 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Lausanne		Richtung Morges		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220			2843	0,88	0,88
	230			359	2,39	2,39
	260			615	4,13	4,13
	Total			3817	1,48	1,48
Sattel-schlepper	321			367	0,65	0,65
	322			113	3,21	3,21
	326			1034	1,88	1,88
	329			706	3,21	3,21
	Total			2220	2,08	2,08
Lasten-züge	422			971	2,41	2,41
	423			47	1,99	1,99
	426			256	1,86	1,86
	432			164	1,76	1,76
	436			22	0,93	0,93
	Total			1460	2,11	2,11
Busse	520			707	2,82	2,82
	530			97	0,77	0,77
	Total			804	2,46	2,46
Alle Fahrzeuge				8301	1,85	1,85

Tabelle 16: Umrechnungsfaktor Denges Juli 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	3068	0,46	4031	0,47	0,46
	230	222	1,11	426	1,20	1,17
	260	241	1,35	312	1,68	1,54
	Total	3531	0,56	4769	0,61	0,59
Sattel-schlepper	321	278	1,01	278	1,02	1,02
	322	226	1,37	228	0,91	1,14
	326	201	1,40	236	1,38	1,39
	329	1266	1,70	1239	2,09	1,89
	Total	1971	1,53	1981	1,72	1,63
Lasten-züge	422	3310	1,45	3339	1,74	1,59
	423	116	1,22	144	1,79	1,54
	426	2346	1,46	2388	1,80	1,63
	432	334	1,64	426	1,75	1,70
	436	37	0,92	47	1,16	1,05
	Total	6143	1,46	6344	1,76	1,61
Busse	520	1053	1,56	992	1,87	1,71
	530	189	0,88	225	1,07	0,98
	Total	1242	1,46	1217	1,72	1,59
Alle Fahrzeuge		12887	1,22	14311	1,37	1,30

Tabelle 17: Umrechnungsfaktor Mattstetten Juli 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Zürich		Richtung Bern		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	3068	0,41	4031	0,44	0,43
	230	222	1,54	426	1,72	1,66
	260	241	2,40	312	3,02	2,75
	Total	3531	0,62	4769	0,72	0,68
Sattel-schlepper	321	278	0,94	278	0,96	0,95
	322	226	1,32	228	0,82	1,07
	326	201	1,46	236	1,42	1,44
	329	1266	1,99	1239	2,48	2,24
	Total	1971	1,71	1981	1,95	1,83
Lasten-züge	422	3310	1,41	3339	1,73	1,57
	423	116	1,13	144	1,68	1,44
	426	2346	1,24	2388	1,61	1,43
	432	334	1,23	426	1,35	1,30
	436	37	0,58	47	0,70	0,65
	Total	6143	1,32	6344	1,65	1,49
Busse	520	1053	1,58	992	1,94	1,75
	530	189	0,59	225	0,73	0,66
	Total	1242	1,43	1217	1,72	1,57
Alle Fahrzeuge		12887	1,20	14311	1,39	1,30

Tabelle 18: Umrechnungsfaktor Mattstetten Juli 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _F Beide Richtungen
		n	k _F	n	k _F	
Lastwagen	220	724	0,72	705	0,96	0,84
	230	168	1,15	163	1,61	1,38
	260	144	1,10	138	1,17	1,13
	Total	1036	0,84	1006	1,09	0,96
Sattel-schlepper	321	17	0,76	14	2,01	1,33
	322	9	1,47	12	2,33	1,96
	326	32	1,65	45	1,15	1,36
	329	627	2,00	694	2,34	2,18
	Total	685	1,95	765	2,26	2,11
Lasten-züge	422	220	1,50	225	2,49	2,00
	423	29	2,09	27	2,28	2,18
	426	311	1,81	312	2,17	1,99
	432	69	1,66	86	1,84	1,76
	436	18	1,11	28	1,52	1,36
	Total	647	1,68	678	2,21	1,95
Busse	520	457	2,17	434	2,69	2,42
	530	73	1,32	74	1,34	1,33
	Total	530	2,05	508	2,50	2,27
Alle Fahrzeuge		2898	1,51	2957	1,89	1,70

Tabelle 19: Umrechnungsfaktor Plazzas Juli 2001, flexible, mit Kalibrierfaktor

Fahrzeug-Kategorie	Fahrzeug Typ	Richtung Chur		Richtung Thuisis		k _S Beide Richtungen
		n	k _S	n	k _S	
Lastwagen	220	724	0,68	705	0,95	0,81
	230	168	1,66	163	2,48	2,06
	260	144	1,94	138	2,06	2,00
	Total	1036	1,01	1006	1,35	1,18
Sattel-schlepper	321	17	0,65	14	1,99	1,25
	322	9	1,38	12	2,35	1,93
	326	32	1,76	45	1,18	1,42
	329	627	2,35	694	2,88	2,63
	Total	685	2,27	765	2,76	2,53
Lasten-züge	422	220	1,47	225	2,54	2,01
	423	29	1,90	27	2,17	2,03
	426	311	1,58	312	1,94	1,76
	432	69	1,24	86	1,43	1,35
	436	18	0,65	28	0,93	0,82
	Total	647	1,49	678	2,04	1,77
Busse	520	457	2,28	434	2,88	2,57
	530	73	0,91	74	0,89	0,90
	Total	530	2,09	508	2,59	2,34
Alle Fahrzeuge		2898	1,61	2957	2,09	1,85

Tabelle 20: Umrechnungsfaktor Plazzas Juli 2001, starr, mit Kalibrierfaktor

Anhang 8 Hauptstrassenquerschnitte mit Kalibrierfaktoren, 1995

* Die angegebenen k – Werte sind die ermittelte Werte für die entsprechenden Fahrzeugtypen bei verschiedenen WIM – Messstationen.

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
* Disantis	66	5	2	25	0.79	1.25
Castione	231	34	17	51	0.84	1.11
Minusio	537	71	36	113	0.84	1.10
Monte Ceneri	177	6	3	20	0.77	0.95
Gletsch	14	2	1	32	0.84	1.99
Cadenazzo	579	195	97	59	0.93	1.04
Taverne	336	111	55	14	0.93	0.97
Maroggio	97	9	4	14	0.81	1.01
Mendrisio	69	-	-	136	0.74	1.97
Brissago	29	19	10	43	1.03	1.70
Tavetsch	30	-	-	16	0.74	1.39
Gudo	102	9	4	45	0.80	1.31
Andermatt	55	5	2	39	0.80	1.50
Hospental	12	4	2	35	0.93	2.03
Innerkirchen	21	1	1	25	0.80	1.74
Bürglen	131	23	12	61	0.86	1.33
Schwyz	240	51	25	63	0.88	1.16
Sattel	213	61	30	51	0.91	1.15
Schindellegi	362	101	51	45	0.91	1.05
Steinerberg	63	13	6	4	0.87	0.95
Total	3364	720	358	891		
k_F	0.74*	1.1*	1.62*	2.60*	0.9	1.2

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Gotthard)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _s ohne Bus	k _s mit Bus
Disantis	66	5	2	25	0.98	1.45
Castione	231	34	17	51	1.02	1.29
Minusio	537	71	36	113	1.01	1.28
Monte Ceneri	177	6	3	20	0.96	1.14
Gletsch	14	2	1	32	1.02	2.19
Cadenazzo	579	195	97	59	1.08	1.19
Taverne	336	111	55	14	1.08	1.13
Maroggio	97	9	4	14	0.99	1.20
Mendrisio	69	-	-	136	0.94	2.19
Brissago	29	19	10	43	1.16	1.86
Tavetsch	30	-	-	16	0.94	1.59
Gudo	102	9	4	45	0.99	1.50
Andermatt	55	5	2	39	0.99	1.69
Hospental	12	4	2	35	1.08	2.23
Innerkirchen	21	1	1	25	0.98	1.94
Bürglen	131	23	12	61	1.03	1.51
Schwyz	240	51	25	63	1.04	1.34
Sattel	213	61	30	51	1.07	1.32
Schindellegi	362	101	51	45	1.07	1.21
Steinerberg	63	13	6	4	1.04	1.12
Total	3364	720	358	891		
k_s	9.94*	1.23*	1.64*	2.82*	1.0	1.3

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Gotthard)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Ebnat	143	24	17	12	0.91	1.02
Herisau	412	60	41	66	0.90	1.10
Sevelen	81	14	10	28	0.91	1.28
Wildhaus	90	12	9	61	0.90	1.53
Haag	117	11	7	20	0.87	1.10
Marbach	251	60	40	144	0.94	1.44
Altstätten	449	103	69	50	0.93	1.06
Buetschwil	361	121	80	20	0.97	1.03
Buchs	677	217	144	132	0.97	1.16
Diepoldsau	194	44	30	98	0.93	1.40
Schwgalp	11	2	2	14	0.94	1.77
Waldstatt	113	13	9	32	0.88	1.23
Teufen	106	15	10	14	0.90	1.07
Gais	91	9	6	7	0.87	0.98
Graströchni	179	26	18	42	0.90	1.18
Appenzell	173	11	8	18	0.86	1.01
Kreuzlingen	62	32	22	73	1.02	1.66
Guettingen	195	98	66	48	1.02	1.21
Sulgen	358	153	102	4	1.00	1.01
Bonau	433	223	149	3	1.02	1.02
Total	4496	1248	839	886		
k_F	0.81*	1.14*	1.44*	2.67*	1.0	1.2

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Trübbach)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S ohne Bus	k _S mit Bus
Ebnat	143	24	17	12	1.09	1.20
Herisau	412	60	41	66	1.08	1.29
Sevelen	81	14	10	28	1.10	1.46
Wildhaus	90	12	9	61	1.08	1.71
Haag	117	11	7	20	1.06	1.29
Marbach	251	60	40	144	1.11	1.62
Altstätten	449	103	69	50	1.11	1.24
Buetschwil	361	121	80	20	1.14	1.19
Buchs	677	217	144	132	1.13	1.33
Diepoldsau	194	44	30	98	1.11	1.58
Schwgalp	11	2	2	14	1.11	1.95
Waldstatt	113	13	9	32	1.07	1.41
Teufen	106	15	10	14	1.08	1.25
Gais	91	9	6	7	1.07	1.18
Graströchni	179	26	18	42	1.08	1.36
Appenzell	173	11	8	18	1.05	1.21
Kreuzlingen	62	32	22	73	1.17	1.82
Guettingen	195	98	66	48	1.17	1.37
Sulgen	358	153	102	4	1.15	1.17
Bonau	433	223	149	3	1.17	1.18
Total	4496	1248	839	886		
k_S	1.02*	1.24*	1.50*	2.85*	1.1	1.3

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Trübbach)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Rolle	77	8 *	5	10	0.99	1.14
Chalet à Gabot	455	413	295	31	1.39	1.42
Payerne	367	363	259	12	1.40	1.42
Lutry	98	12	9	34	1.02	1.36
Villeneuve	192	11	8	261	0.95	1.82
Preveregres	246	22	14	81	0.98	1.32
Mex	142	9	6	7	1.95	1.02
La Cure	7	6	3	2	1.33	1.46
Aigle	114	10	6	31	0.97	1.27
Cheseaux	149	42	26	2	1.13	1.14
Carrouge	176	60	38	33	1.17	1.31
Moudon	427	398	249	56	1.37	1.42
Grandson	69	9	6	35	1.02	1.46
Cheyres	196	78	49	14	1.20	1.25
Chavannes	19	2	1	8	0.98	1.39
Neyruz	119	49	30	3	1.20	1.22
Rue de Morgins	32	2	2	28	0.97	1.65
Versd Encier	97	4	2	28	0.92	1.26
St. Ginolph	30	22	14	41	1.33	1.79
Col des Mosses	35	1	1	34	0.92	1.69
Total	3047	1521	1023	741		
k_F	0.87*	1.53*	1.98*	2.53*	1.3	1.4

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Denges)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S ohne Bus	k _S mit Bus
Rolle	77	8	5	10	1.26	1.40
Chalet à Gabot	455	413	295	31	1.67	1.69
Payerne	367	363	259	12	1.68	1.69
Lutry	98	12	9	34	1.29	1.60
Villeneuve	192	11	8	261	1.22	2.02
Preveregres	246	22	14	81	1.25	1.56
Mex	142	9	6	7	1.22	1.28
La Cure	7	6	3	2	1.59	1.71
Aigle	114	10	6	31	1.24	1.52
Cheseaux	149	42	26	2	1.40	1.41
Carrouge	176	60	38	33	1.44	1.57
Moudon	427	398	249	56	1.65	1.69
Grandson	69	9	6	35	1.29	1.69
Cheyres	196	78	49	14	1.47	1.52
Chavannes	19	2	1	8	1.25	1.63
Neyruz	119	49	30	3	1.47	1.49
Rue de Morgins	32	2	2	28	1.24	1.86
Versd Encier	97	4	2	28	1.19	1.50
St. Ginolph	30	22	14	41	1.60	2.01
Col des Mosses	35	1	1	34	1.19	1.89
Total	3047	1521	1023	741		
k_S	1.14*	1.69*	2.44*	2.66*	1.5	1.7

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Denges)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Borwil	222	27	100	14	1.06	1.08
Kallnach	157	27	101	14	1.12	1.15
Münchenbuchsee	245	18	67	143	0.99	1.17
Zollikofen	409	26	97	110	0.97	1.08
Hasle B. B.	404	51	192	10	1.07	1.08
Heggidorn	193	11	41	42	0.95	1.05
Moosseedorf	338	59	223	14	1.13	1.14
Hindelbank	340	31	119	20	1.02	1.04
Allmendingen	261	5	17	55	0.86	0.98
Rubigen	340	30	114	2	1.01	1.02
Oppligen	211	12	44	10	0.95	0.97
Kehrsatz	172	13	48	6	0.99	1.00
Seftigen	89	7	27	3	1.00	1.01
Thoerishaus	128	9	33	1	0.98	0.98
Schmitten	79	5	19	15	0.97	1.05
Worb	198	30	115	17	1.11	1.13
Oberdiessbah	184	13	50	7	0.98	1.00
Walkringen	114	10	29	4	0.98	1.00
Bätterkinden	186	22	82	2	1.06	1.06
Biberist	234	13	51	65	0.96	1.07
Total	4504	419	1569	554		
k_F	0.80*	1.34*	1.57*	1.60*	1.0	1.1

Tabelle 7: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Mattstetten)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S ohne Bus	k _S mit Bus
Borwil	222	27	100	14	1.21	1.23
Kallnach	157	27	101	14	1.26	1.27
Münchenbuchsee	245	18	67	143	1.16	1.30
Zollikofen	409	26	97	110	1.15	1.23
Hasle B. B.	404	51	192	10	1.22	1.22
Heggidorn	193	11	41	42	1.14	1.21
Moosseedorf	338	59	223	14	1.26	1.27
Hindelbank	340	31	119	20	1.18	1.20
Allmendingen	261	5	17	55	1.07	1.16
Rubigen	340	30	114	2	1.18	1.18
Oppligen	211	12	44	10	1.14	1.15
Kehrsatz	172	13	48	6	1.16	1.17
Seftigen	89	7	27	3	1.17	1.18
Thoerishaus	128	9	33	1	1.15	1.16
Schmitten	79	5	19	15	1.15	1.21
Worb	198	30	115	17	1.24	1.26
Oberdiessbah	184	13	50	7	1.16	1.17
Walkringen	114	10	29	4	1.16	1.17
Bätterkinden	186	22	82	2	1.21	1.21
Biberist	234	13	51	65	1.14	1.22
Total	4504	419	1569	554		
k_S	1.03*	1.43*	1.56*	1.61*	1.2	1.2

Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Mattstetten)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _f ohne Bus	k _f mit Bus
Julier	170	5	18	28	1.07	1.30
Trin	210	9	35	49	1.09	1.38
Pardisla	450	38	141	40	1.13	1.24
Alvaschein	216	6	23	33	1.07	1.29
Fluela	96	1	3	26	1.03	1.43
Malix	95	1	6	77	1.05	1.86
Plaun da Lej	85	2	9	76	1.07	1.89
Castasegna	75	5	18	24	1.11	1.47
Champfer	211	5	19	166	1.06	1.83
S-Chanf	101	1	4	18	1.04	1.31
Zernez	119	2	5	25	1.04	1.35
Schuls	65	0	3	21	1.04	1.49
Davos	176	3	10	69	1.05	1.55
Ofenpass	23	1	3	13	1.07	1.68
Bernina	72	3	11	20	1.08	1.43
Calfreisen	51	1	1	11	1.03	1.36
Wiesen	20	0	0	29	1.02	2.15
Zizers	85	5	18	3	1.10	1.15
Brusio	64	2	7	59	1.07	1.90
San Bernardino	104	43	160	85	1.27	1.63
Total	2488	133	494	872		
k_f	1.02*	1.08*	1.49*	2.93*	1.1	1.5

Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Plazzas)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _s ohne Bus	k _s mit Bus
Julier	170	5	18	28	1.39	1.60
Trin	210	9	35	49	1.39	1.66
Pardisla	450	38	141	40	1.39	1.49
Alvaschein	216	6	23	33	1.39	1.59
Fluela	96	1	3	26	1.40	1.74
Malix	95	1	6	77	1.40	2.11
Plaun da Lej	85	2	9	76	1.39	2.13
Castasegna	75	5	18	24	1.39	1.72
Champfer	211	5	19	166	1.39	2.08
S-Chanf	101	1	4	18	1.40	1.64
Zernez	119	2	5	25	1.40	1.67
Schuls	65	0	3	21	1.40	1.79
Davos	176	3	10	69	1.40	1.84
Ofenpass	23	1	3	13	1.39	1.93
Bernina	72	3	11	20	1.39	1.71
Calfreisen	51	1	1	11	1.40	1.68
Wiesen	20	0	0	29	1.40	2.38
Zizers	85	5	18	3	1.39	1.43
Brusio	64	2	7	59	1.39	2.14
San Bernardino	104	43	160	85	1.37	1.73
Total	2488	133	494	872		
k_s	1.40*	1.34*	1.35*	3.06*	1.4	1.8

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Plazzas)

Anhang 9 Hauptstrassenquerschnitte mit Kalibrierfaktoren, 2000

* Die angegebenen k – Werte sind die ermittelte Werte für die entsprechenden Fahrzeugtypen bei verschiedenen WIM – Messstationen.

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
° Disantis	89	9	4	* 33	0.81	1.25
Castione	184	30	15	62	0.85	1.22
Minusio	208	16	8	93	0.80	1.31
Monte Ceneri	124	23	11	10	0.86	0.97
Gletsch	10	5	2	39	0.97	2.10
Cadenazzo	462	221	110	90	0.98	1.14
Taverne	442	58	29	11	0.83	0.87
Maroggia	113	9	5	26	0.80	1.11
Mendrisio	77	12	6	144	0.85	1.90
Brissago	31	21	10	47	1.02	1.70
Tavetsch	50	3	2	25	0.79	1.36
Gudo	113	7	4	66	0.79	1.42
Andermatt	68	7	3	31	0.81	1.32
Hospental	15	8	4	31	0.99	1.85
Innertkirchen	14	2	1	34	0.84	2.01
Bürglen	109	8	4	60	0.80	1.39
Schwyz	238	31	16	129	0.84	1.39
Sattel	211	90	45	64	0.96	1.22
Schindellegi	415	171	85	58	0.96	1.09
Steinerberg	45	19	11	12	0.98	1.20
Total	3018	750	375	1065		
k_F	0.74*	1.16*	1.62*	2.60*	0.9	1.2

Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Gotthard)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S Bus	k _S Bus
Disantis	89	9	4	33	0.99	1.44
Castione	184	30	15	62	1.02	1.41
Minusio	208	16	8	93	0.98	1.51
Monte Ceneri	124	23	11	10	1.03	1.14
Gletsch	10	5	2	39	1.11	2.30
Cadenazzo	462	221	110	90	1.12	1.29
Taverne	442	58	29	11	1.01	1.05
Maroggia	113	9	5	26	0.99	1.30
Mendrisio	77	12	6	144	1.02	2.10
Brissago	31	21	10	47	1.15	1.87
Tavetsch	50	3	2	25	0.98	1.56
Gudo	113	7	4	66	0.98	1.62
Andermatt	68	7	3	31	0.99	1.51
Hospental	15	8	4	31	1.13	2.03
Innertkirchen	14	2	1	34	1.02	2.22
Bürglen	109	8	4	60	0.98	1.59
Schwyz	238	31	16	129	1.01	1.57
Sattel	211	90	45	64	1.11	1.37
Schindellegi	415	171	85	58	1.10	1.24
Steinerberg	45	19	11	12	1.12	1.35
Total	3018	750	375	1065		
k_S	0.94*	1.23*	1.64*	2.82*	1.1	1.4

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Gotthard)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Ebnat	182	14	9	7	0.86	0.92
Herisau	330	59	39	56	0.91	1.12
Sevelen	85	13	8	37	0.90	1.36
Wildhaus	64	11	7	55	0.91	1.62
Haag	99	20	13	48	0.92	1.39
Marbach	225	49	32	123	0.93	1.43
Altstätten	293	64	42	84	0.93	1.23
Buetschwil	437	156	104	13	0.98	1.01
Buchs	469	205	136	126	1.00	1.22
Diepoldsau	79	52	34	59	1.04	1.47
Schwägalp	9	1	0	15	0.84	1.94
Waldstatt	98	26	18	27	0.95	1.23
Teufen	171	12	8	0	0.86	0.86
Gais	95	25	16	0	0.94	0.94
Gaströchni	190	27	18	40	0.90	1.15
Appenzell	183	25	16	7	0.89	0.95
Kreuzlingen	31	28	19	60	1.08	1.18
Guettingen	205	118	79	41	1.03	1.18
Sulgen	402	144	96	4	0.98	0.99
Bonau	366	261	174	3	1.05	1.06
Total	4013	1310	869	803		
k_F	0.81*	1.14*	1.44*	2.67*	1.0	1.2

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Trübbach)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S Bus	k _S Bus
Ebnat	182	14	9	7	1.06	1.12
Herisau	330	59	39	56	1.09	1.30
Sevelen	85	13	8	37	1.08	1.54
Wildhaus	64	11	7	55	1.09	1.80
Haag	99	20	13	48	1.10	1.57
Marbach	225	49	32	123	1.11	1.61
Altstätten	293	64	42	84	1.11	1.41
Buetschwil	437	156	104	13	1.14	1.17
Buchs	469	205	136	126	1.16	1.38
Diepoldsau	79	52	34	59	1.19	1.63
Schwägalp	9	1	0	15	1.04	2.13
Waldstatt	98	26	18	27	1.12	1.40
Teufen	171	12	8	0	1.05	1.05
Gais	95	25	16	0	1.12	1.12
Gaströchni	190	27	18	40	1.08	1.34
Appenzell	183	25	16	7	1.08	1.13
Kreuzlingen	31	28	19	60	1.22	1.93
Guettingen	205	118	79	41	1.18	1.33
Sulgen	402	144	96	4	1.14	1.15
Bonau	366	261	174	3	1.20	1.20
Total	4013	1310	869	803		
k_S	1.02*	1.24*	1.50*	2.85*	1.1	1.3

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Trübbach)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _f ohne Bus	k _f mit Bus
Rolle	74	8	5	11	0.99	1.17
Chalet à Gabot	529	634	453	52	1.44	1.47
Payerne	398	494	352	8	1.45	1.45
Lutry	102	9	6	22	0.98	1.22
Villeneuve	176	8	6	61	0.93	1.32
Preveregres	211	40	15	84	1.03	1.39
Mex	130	9	6	7	0.96	1.03
La Cure	9	15	8	8	1.46	1.67
Aigle	128	24	15	45	1.06	1.38
Cheseaux	218	54	33	11	1.11	1.16
Carrouge	183	67	42	46	1.18	1.36
Moudon	425	479	300	58	1.41	1.46
Grandson	123	7	4	63	0.94	1.45
Cheyres	214	152	95	29	1.32	1.39
Chavannes	35	12	5	9	1.13	1.34
Neyruz	113	50	31	2	1.22	1.23
Rue de Morgins	18	0	0	45	0.87	2.06
Vers Encier	107	6	3	39	0.93	1.33
St. Ginolph	36	47	29	36	1.43	1.70
Col des Mosses	29	1	0	29	0.89	1.70
Total	3258	2116	1408	665		
k_f	0.87*	1.53*	1.98*	2.53*	1.3	1.4

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Denges)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _s Bus	k _s Bus
Rolle	74	8	5	11	1.27	1.42
Chalet à Gabot	529	634	453	52	1.72	1.75
Payerne	398	494	352	8	1.73	1.73
Lutry	102	9	6	22	1.25	1.47
Villeneuve	176	8	6	61	1.20	1.56
Preveregres	211	40	15	84	1.30	1.62
Mex	130	9	6	7	1.23	1.29
La Cure	9	15	8	8	1.72	1.91
Aigle	128	24	15	45	1.34	1.62
Cheseaux	218	54	33	11	1.38	1.42
Carrouge	183	67	42	46	1.45	1.62
Moudon	425	479	300	58	1.68	1.73
Grandson	123	7	4	63	1.21	1.67
Cheyres	214	152	95	29	1.59	1.65
Chavannes	35	12	5	9	1.39	1.58
Neyruz	113	50	31	2	1.49	1.50
Rue de Morgins	18	0	0	45	1.14	2.23
Versd Encier	107	6	3	39	1.20	1.57
St. Ginolph	36	47	29	36	1.71	1.94
Col des Mosses	29	1	0	29	1.16	1.90
Total	3258	2116	1408	665		
k_s	1.14*	1.69*	2.44*	2.66*	1.6	1.7

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Denges)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Borwil	267	29	107	6	1.04	1.05
Kallnach	218	34	129	7	1.11	1.12
Münchenbuchsee	238	20	76	155	1.01	1.20
Zollikofen	350	19	70	104	0.95	1.07
Hasle b. B.	531	67	254	12	1.07	1.08
Heggidorn	128	14	53	44	1.05	1.15
Moosseedorf	369	58	217	4	1.11	1.11
Hindelbank	460	25	95	21	0.95	0.97
Allmendingen	261	5	17	55	0.86	0.98
Rubigen	303	31	119	10	1.04	1.05
Oppligen	219	10	40	8	0.93	0.95
Kehrsatz	228	14	53	15	0.96	0.99
Seftigen	99	7	28	6	0.99	1.02
Thoerishaus	160	10	37	20	0.96	1.02
Schmitten	130	10	36	17	0.99	1.04
Worb	213	27	102	16	1.07	1.10
Oberdiessbah	231	14	53	7	0.96	0.98
Walkringen	159	14	52	4	1.01	1.02
Bätterkinden	206	29	107	28	1.09	1.13
Biberist	248	12	46	58	0.94	1.04
Total	5018	449	1691	597		
k_F	0.80'	1.34'	1.57'	1.60'	1.0	1.1

Tabelle 7: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Mattstetten)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S Bus	k _S Bus
Borwil	267	29	107	6	1.20	1.21
Kallnach	218	34	129	7	1.25	1.25
Münchenbuchsee	238	20	76	155	1.17	1.31
Zollikofen	350	19	70	104	1.13	1.22
Hasle B. B.	531	67	254	12	1.22	1.22
Heggidorn	128	14	53	44	1.20	1.28
Moosseedorf	369	58	217	4	1.24	1.25
Hindelbank	460	25	95	21	1.13	1.15
Allmendingen	261	5	17	55	1.07	1.16
Rubigen	303	31	119	10	1.20	1.21
Oppligen	219	10	40	8	1.12	1.14
Kehrsatz	228	14	53	15	1.14	1.17
Seftigen	99	7	28	6	1.16	1.18
Thoerishaus	160	10	37	20	1.14	1.19
Schmitten	130	10	36	17	1.16	1.20
Worb	213	27	102	16	1.22	1.24
Oberdiessbah	231	14	53	7	1.14	1.15
Walkringen	159	14	52	4	1.18	1.18
Bätterkinden	206	29	107	28	1.23	1.26
Biberist	248	12	46	58	1.13	1.20
Total	5018	449	1691	597		
k_S	1.03'	1.43'	1.56'	1.61'	1.2	1.2

Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Mattstetten)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _F ohne Bus	k _F mit Bus
Julier	117	5	17	32	1.08	1.43
Tamins	234	10	37	67	1.08	1.44
Pardisla	407	25	92	47	1.11	1.26
Alvaschein	202	10	35	40	1.09	1.35
Fluela	63	3	11	29	1.09	1.59
Malix	91	2	8	82	1.06	1.90
Plaun da Lej	75	3	9	78	1.07	1.95
Castasegna	49	4	14	26	1.12	1.63
Champfer	188	7	25	223	1.08	2.01
S-Chanf	88	2	6	24	1.05	1.43
Zernez	129	2	9	31	1.05	1.39
Schuls	97	2	9	20	1.06	1.35
Davos	143	3	11	90	1.05	1.74
Ofenpass	28	0	1	16	1.04	1.71
Bernina	58	4	16	20	1.12	1.49
Calfreisen	51	0	0	4	1.02	1.16
Wiesen	45	0	2	26	1.04	1.71
Zizers	942	155	575	164	1.19	1.34
Brusio	77	4	16	35	1.10	1.59
San Bernardino	112	58	214	96	1.29	1.62
Total	3196	299	1107	1150		
k _F	1.02'	1.08'	1.49'	2.93'	1.1	1.5

Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren für flexible Beläge (Umgebung Plazzas)

Station	Lastwagen	Sattel- schlepper	Lastenzüge	Busse	k _S Bus	k _S Bus
Julier	117	5	17	32	1.39	1.70
Trin	234	10	37	67	1.39	1.71
Pardisla	407	25	92	47	1.39	1.53
Alvaschein	202	10	35	40	1.39	1.62
Fluela	63	3	11	29	1.39	1.85
Malix	91	2	8	82	1.39	2.14
Plaun da Lej	75	3	9	78	1.39	2.18
Castasegna	49	4	14	26	1.39	1.85
Champfer	188	7	25	223	1.39	2.23
S-Chanf	88	2	6	24	1.40	1.73
Zernez	129	2	9	31	1.40	1.70
Schuls	97	2	9	20	1.39	1.65
Davos	143	3	11	90	1.40	2.00
Ofenpass	28	0	1	16	1.40	1.99
Bernina	58	4	16	20	1.39	1.73
Calfreisen	51	0	0	4	1.40	1.52
Wiesen	45	0	2	26	1.40	1.99
Zizers	942	155	575	164	1.38	1.53
Brusio	77	4	16	35	1.39	1.83
San Bernardino	112	58	214	96	1.36	1.70
Total	3196	299	1107	1150		
k _S	1.40'	1.34'	1.35'	3.06'	1.4	1.7

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren für starre Beläge (Umgebung Plazzas)

Anhang 10 Achslastverteilung der verschiedenen Schwerfahrzeugtypen

Gewichtskategorie [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse
0-1	6	6
1-2	4464	2230
2-3	4165	5496
3-4	6431	4519
4-5	7932	6041
5-6	7720	5145
6-7	3486	4048
7-8	835	2901
8-9	121	1978
9-10	22	1247
10-11	4	777
11-12	2	460
12-13	1	235
13-14	2	66
14-15		26
15-16		12
16-17		1
17-18		0
18-19		1
19-20		1
20-21		1

Tabelle 1: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 220

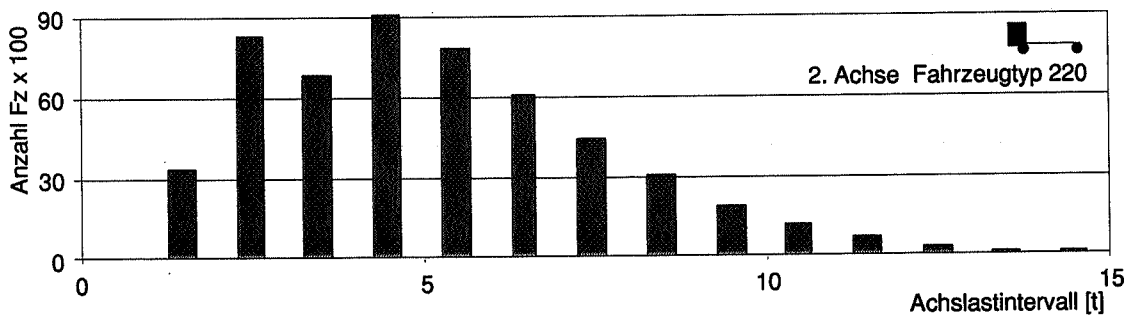
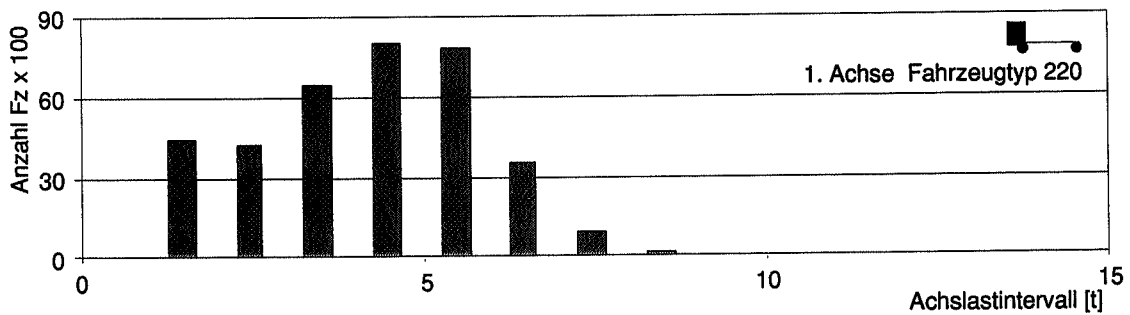


Abbildung 1: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 220

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse
0 – 1	0	0
1 – 2	7	3
2 – 3	38	9
3 – 4	174	22
4 – 5	672	60
5 – 6	1482	198
6 – 7	1647	432
7 – 8	1102	473
8 – 9	416	461
9 – 10	104	496
10 – 11	11	484
11 – 12	1	462
12 – 13		415
13 – 14		343
14 – 15		300
15 – 16		253
16 – 17		266
17 – 18		276
18 – 19		266
19 – 20		207
20 – 21		131
21 – 22		55
22 – 23		23
23 – 24		13
24 – 25		3
25 – 26		2
26 – 27		1

Tabelle 2: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 230

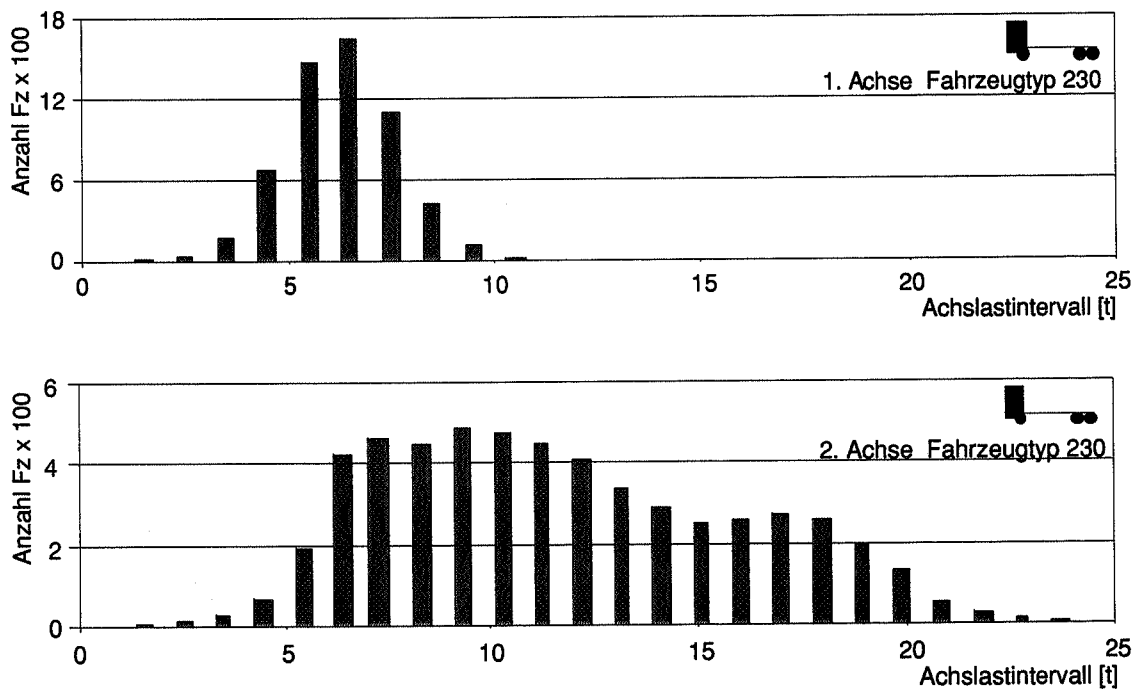


Abbildung 2: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 230

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse
0 - 1	0	1
1 - 2	10	42
2 - 3	64	35
3 - 4	23	51
4 - 5	32	220
5 - 6	251	584
6 - 7	756	584
7 - 8	914	410
8 - 9	591	224
9 - 10	571	115
10 - 11	593	115
11 - 12	583	91
12 - 13	393	97
13 - 14	282	102
14 - 15	112	105
15 - 16	23	162
16 - 17	8	226
17 - 18	0	382
18 - 19	0	376
19 - 20	1	436
20 - 21	0	356
21 - 22	0	243
22 - 23	2	142
23 - 24	2	65
24 - 25	1	23
25 - 26		10
26 - 27		5
27 - 28		7
28 - 29		3
29 - 30		0

Tabelle 3: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 260

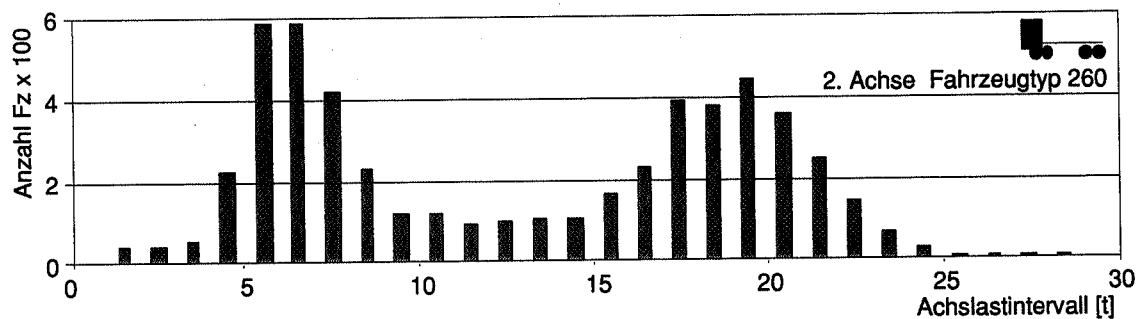
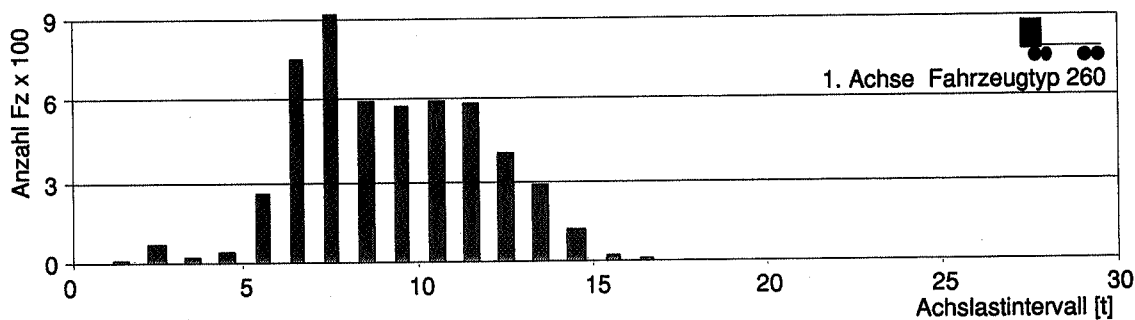


Abbildung 3: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 260

Gewichtsinterval [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse
0 – 1	17	24	302
1 – 2	1278	887	746
2 – 3	111	485	391
3 – 4	166	466	630
4 – 5	469	427	508
5 – 6	1059	437	326
6 – 7	347	311	248
7 – 8	40	157	141
8 – 9	4	117	83
9 – 10		90	59
10 – 11		46	25
11 – 12		28	19
12 – 13		13	12
13 – 14		2	0
14 – 15		1	1

Tabelle 4: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 321

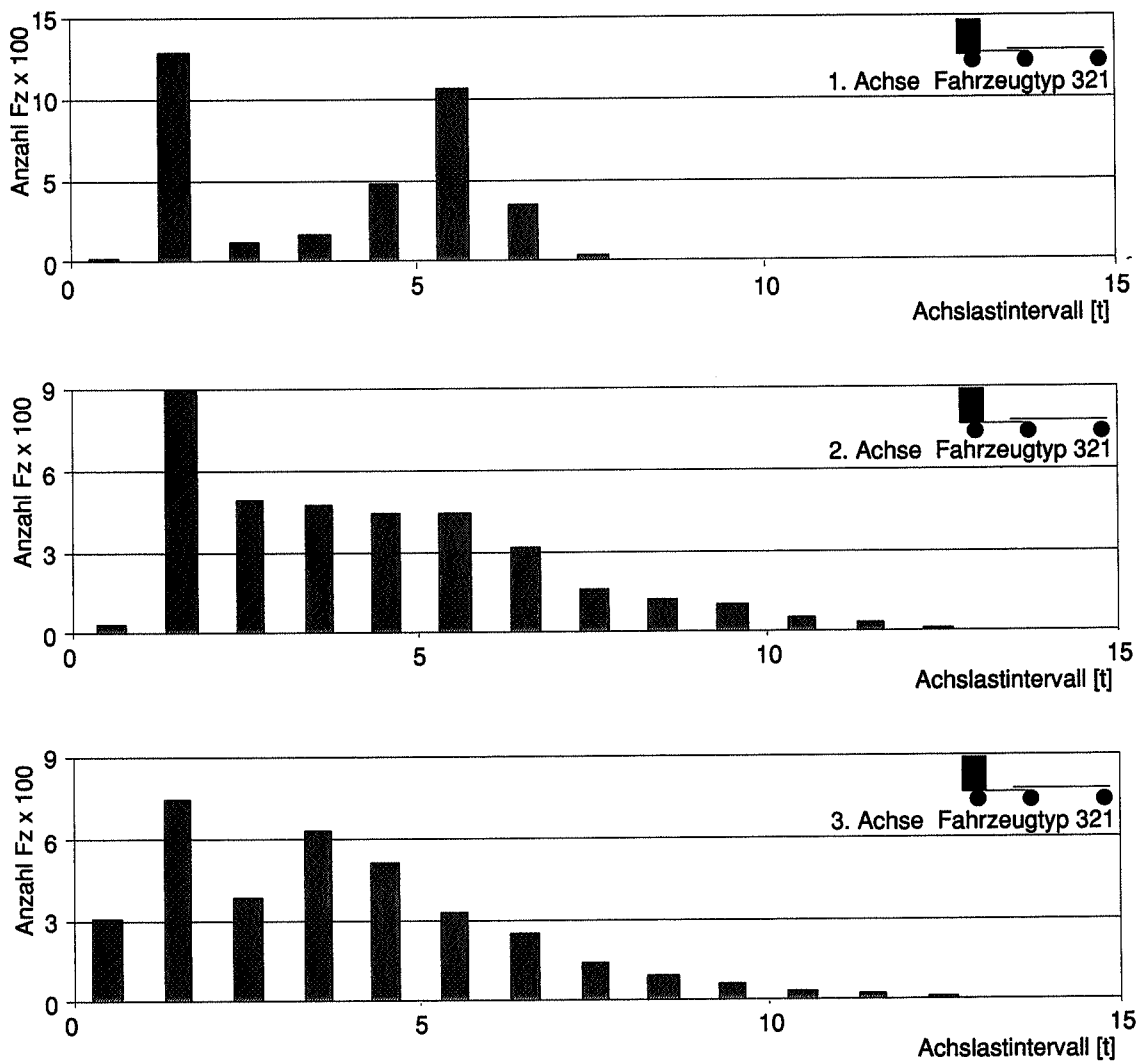


Abbildung 4: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 321

Gewichtskintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse	Anzahl 4. Achse
0 - 1	18	20	41	38
1 - 2	25	23	157	133
2 - 3	23	29	524	563
3 - 4	24	174	471	446
4 - 5	300	270	196	215
5 - 6	1022	363	165	138
6 - 7	420	266	112	128
7 - 8	78	223	79	96
8 - 9	3	177	80	76
9 - 10		137	57	45
10 - 11		109	19	23
11 - 12		55	8	10
12 - 13		40	3	2
13 - 14		17	1	
14 - 15		5		
15 - 16		3		
16 - 17		2		

Tabelle 5: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 322

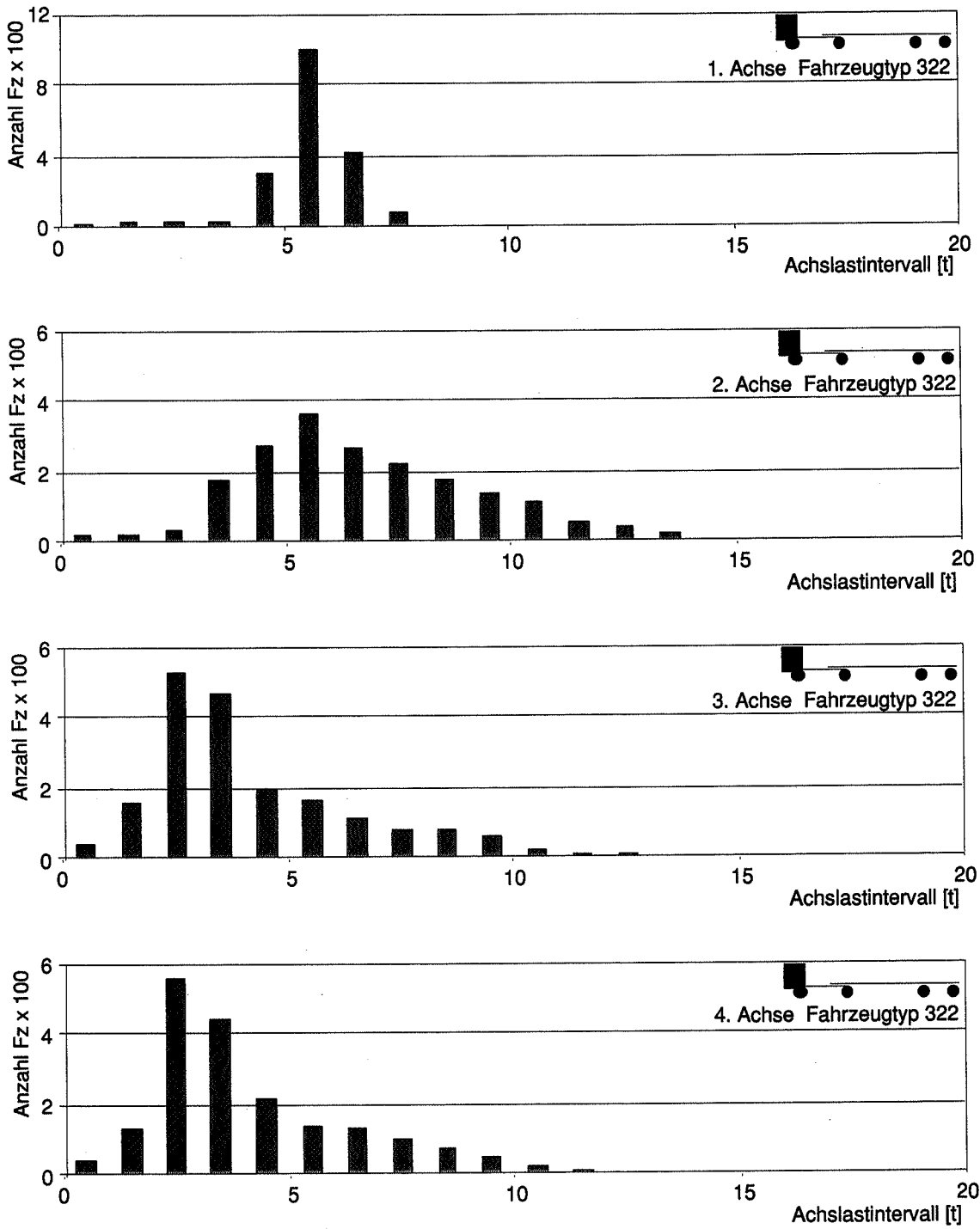


Abbildung 5: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 322

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse
0 - 1		1	2
1 - 2	3	4	4
2 - 3	43	160	110
3 - 4	124	1367	502
4 - 5	706	1640	1041
5 - 6	4806	1699	1744
6 - 7	4517	1522	1296
7 - 8	753	1207	991
8 - 9	43	1090	1029
9 - 10	23	967	852
10 - 11	16	675	682
11 - 12	9	426	538
12 - 13	2	176	476
13 - 14		80	439
14 - 15	1	16	369
15 - 16		9	268
16 - 17		4	251
17 - 18		2	192
18 - 19			138
19 - 20			73
20 - 21			28
21 - 22		1	11
22 - 23			3
23 - 24			3
24 - 25			3
25 - 26			1

Tabelle 6: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 326

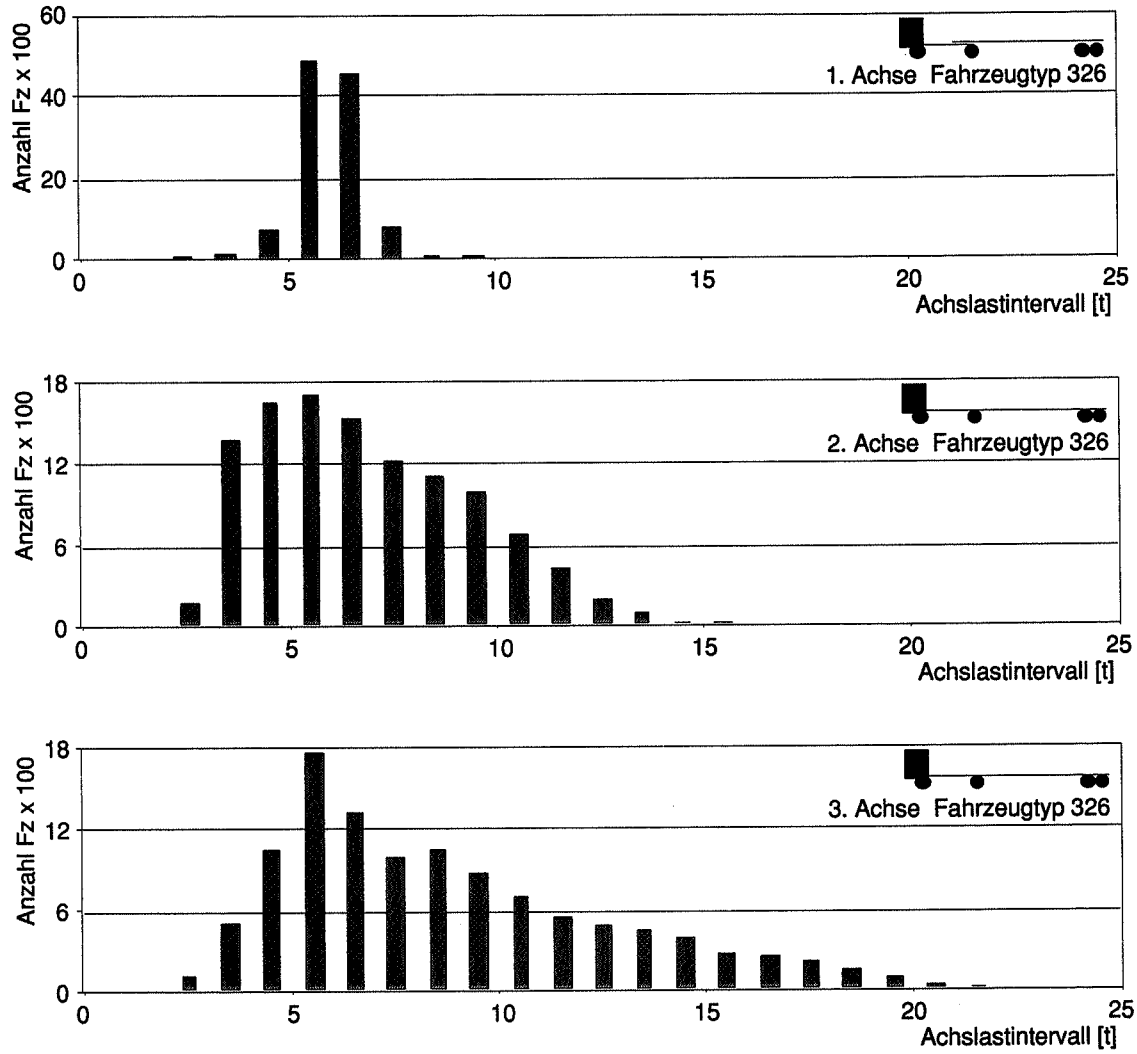


Abbildung 6: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 326

Gewichtskategorie [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse
0 – 1	0	1	0
1 – 2	2	16	7
2 – 3	68	422	25
3 – 4	144	3129	169
4 – 5	939	3163	1156
5 – 6	11993	4436	2886
6 – 7	17227	4695	2339
7 – 8	4090	4388	2046
8 – 9	197	4138	2032
9 – 10	1	3716	2281
10 – 11	1	3105	2323
11 – 12		1964	2306
12 – 13		979	2205
13 – 14		363	2069
14 – 15		106	1902
15 – 16		31	1714
16 – 17		7	1600
17 – 18		0	1526
18 – 19		1	1363
19 – 20		2	1240
20 – 21			1181
21 – 22			946
22 – 23			683
23 – 24			393
24 – 25			161
25 – 26			62
26 – 27			26
27 – 28			14
28 – 29			5
29 – 30			2

Tabelle 7: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 329

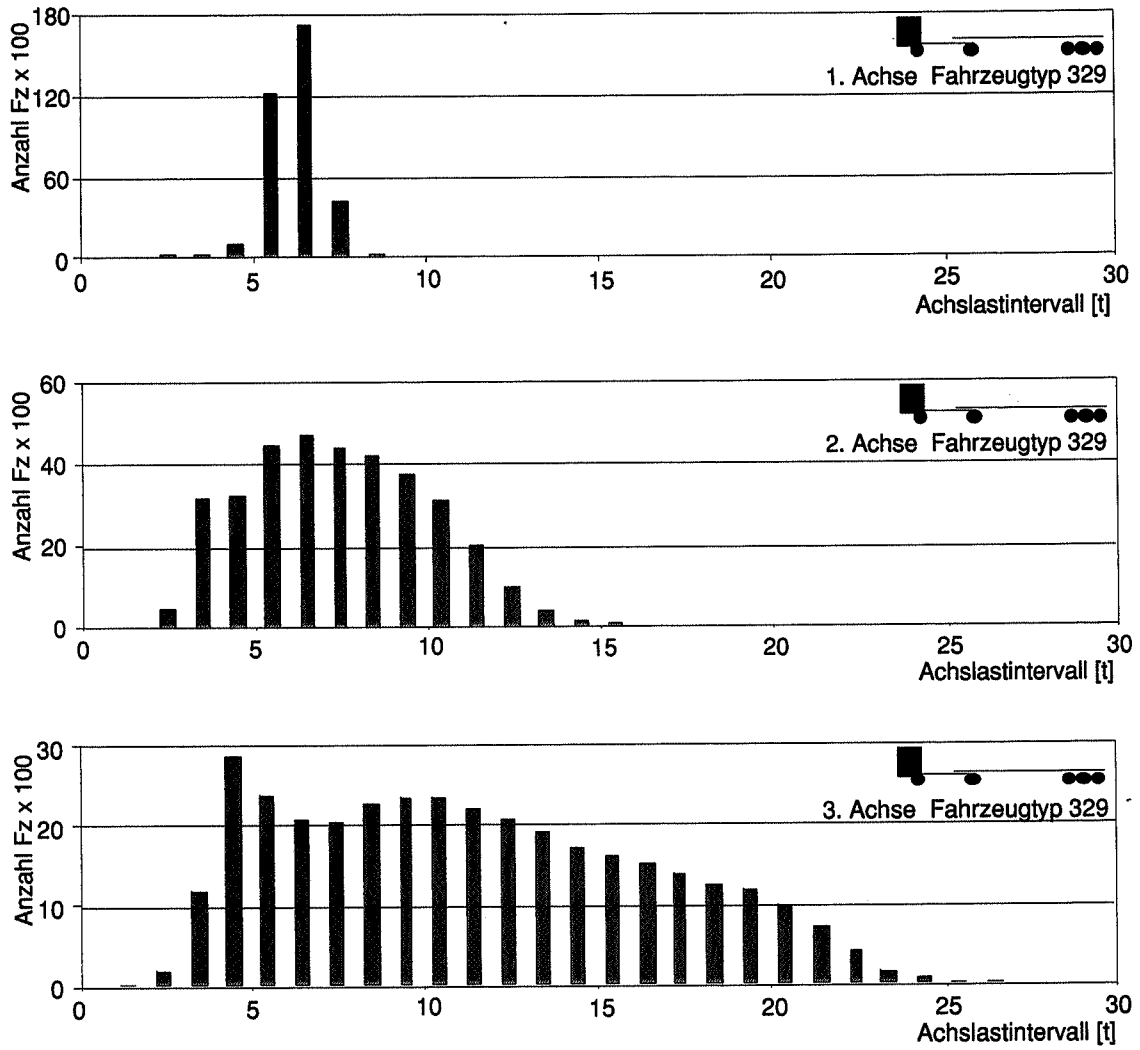


Abbildung 7: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Sattelschlepper Typ 329

Gewichtskintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse	Anzahl 4. Achse
0 – 1	92	47	545	732
1 – 2	432	377	3321	4903
2 – 3	347	340	5727	6994
3 – 4	980	1251	4869	4649
4 – 5	4563	3361	3580	2820
5 – 6	10055	3730	2695	2111
6 – 7	6431	3721	1911	1434
7 – 8	1868	3083	1318	885
8 – 9	309	2519	820	428
9 – 10	35	2267	266	117
10 – 11	2	2107	57	33
11 – 12		1338	5	6
12 – 13		655		2
13 – 14		233		
14 – 15		64		
15 – 16		10		
16 – 17		6		
17 – 18		5		

Tabelle 8: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 422

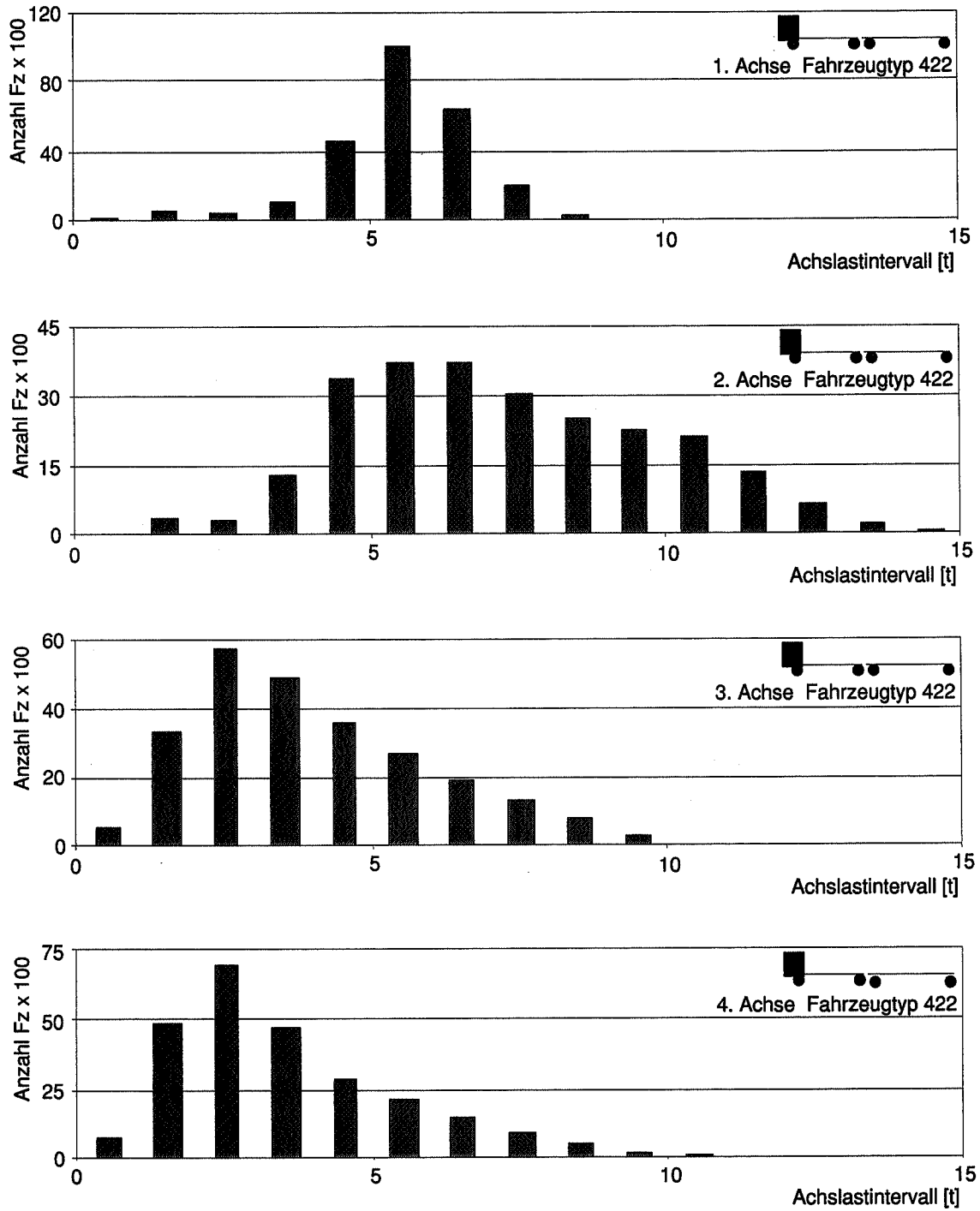


Abbildung 8: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 422

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse	Anzahl 4. Achse
0 - 1	1	10	15	1
1 - 2	1	6	214	13
2 - 3	11	30	398	140
3 - 4	38	227	388	401
4 - 5	182	224	383	233
5 - 6	705	228	275	236
6 - 7	790	273	199	241
7 - 8	304	241	126	201
8 - 9	16	239	66	174
9 - 10	38	254	18	130
10 - 11		195	4	114
11 - 12		94		67
12 - 13		51		34
13 - 14		10		47
14 - 15		4		24
15 - 16				12
16 - 17				6
17 - 18				3
18 - 19				3
19 - 20				1
20 - 21				1
21 - 22				1
22 - 23				1
23 - 24				2

Tabelle 9: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 423

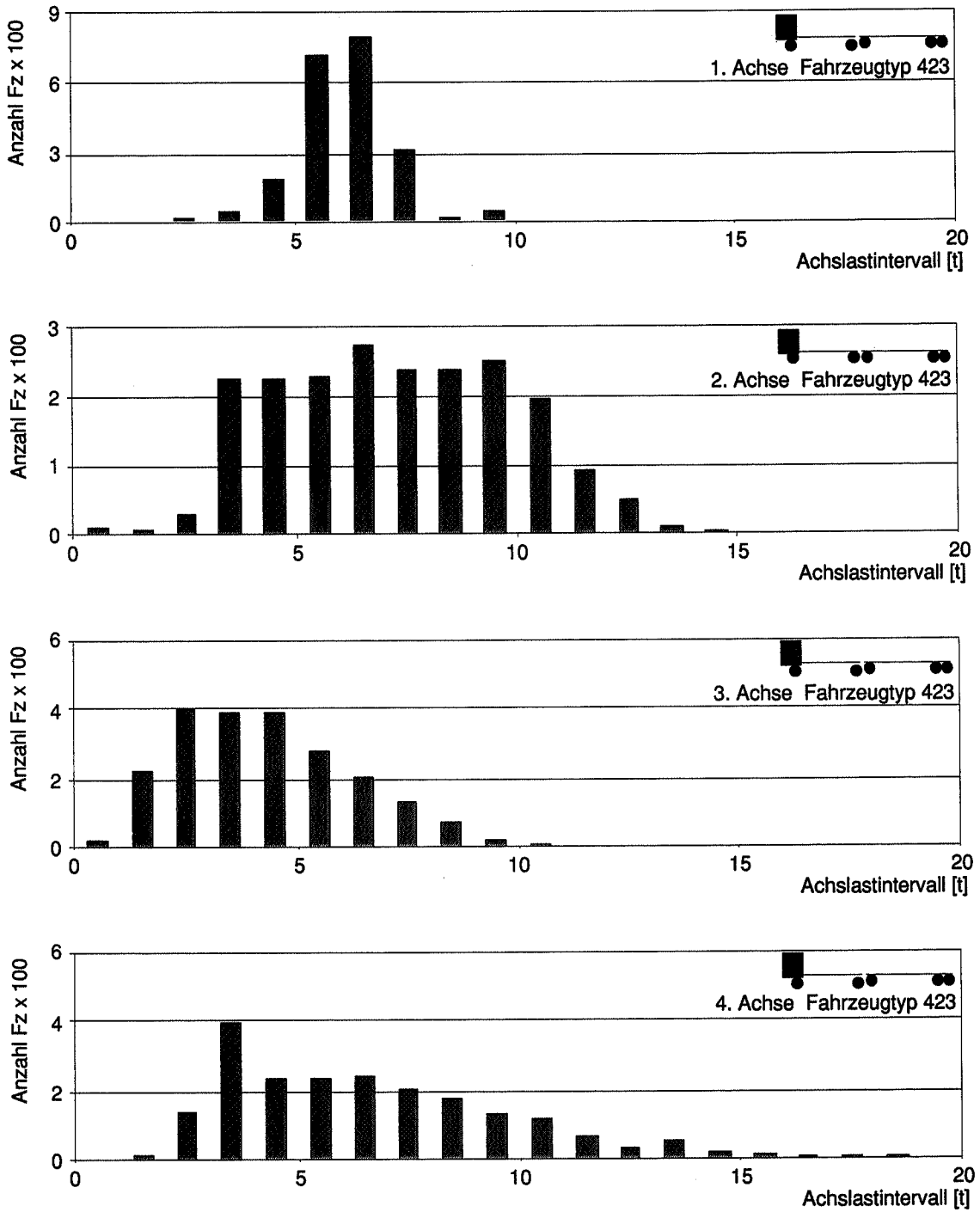


Abbildung 9: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 423

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse
0 - 1	3	7	53
1 - 2	258	155	258
2 - 3	233	676	322
3 - 4	552	1836	818
4 - 5	1808	2121	1487
5 - 6	8070	2389	2370
6 - 7	6957	2211	2010
7 - 8	1217	2051	1668
8 - 9	62	2252	1382
9 - 10	5	2119	1369
10 - 11		1914	1495
11 - 12		1046	1628
12 - 13		302	1252
13 - 14		59	779
14 - 15		17	561
15 - 16		8	474
16 - 17		0	392
17 - 18		1	349
18 - 19		1	219
19 - 20			137
20 - 21			71
21 - 22			47
22 - 23			13
23 - 24			10
24 - 25			1

Tabelle 10: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 426

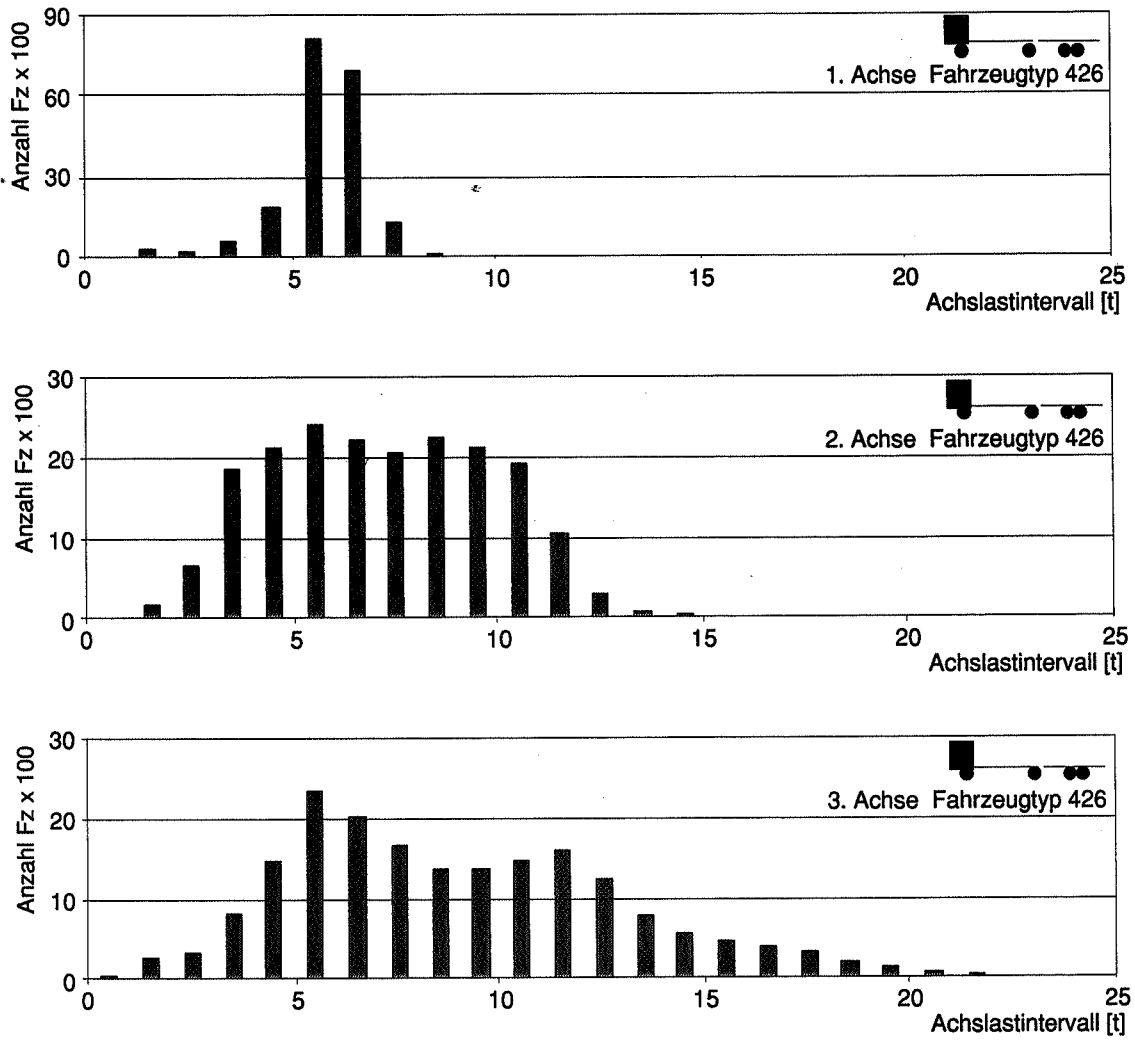


Abbildung 10: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 426

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse	Anzahl 4. Achse
0 – 1	0	0	93	122
1 – 2	1	0	306	402
2 – 3	20	1	550	801
3 – 4	76	6	629	754
4 – 5	296	35	844	918
5 – 6	1323	145	858	820
6 – 7	1780	196	663	511
7 – 8	990	248	544	351
8 – 9	306	366	254	146
9 – 10	67	492	99	37
10 – 11	11	509	27	9
11 – 12	1	546	4	
12 – 13		443		
13 – 14		427		
14 – 15		414		
15 – 16		335		
16 – 17		263		
17 – 18		200		
18 – 19		104		
19 – 20		84		
20 – 21		38		
21 – 22		9		
22 – 23		4		
23 – 24		2		
24 – 25		3		
25 – 26		1		

Tabelle 11: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 432

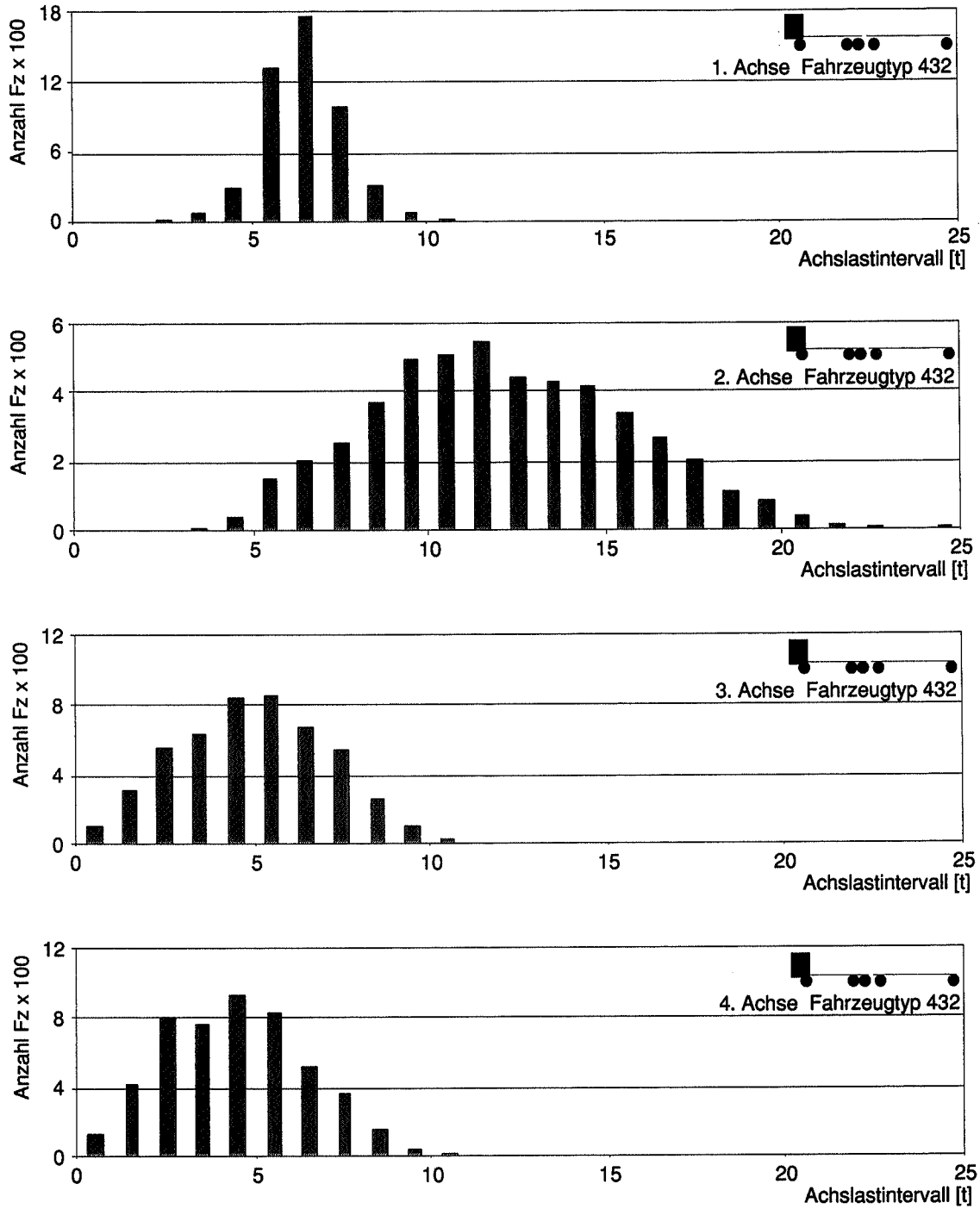


Abbildung 11: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 432

Gewichtskategorie [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse	Anzahl 3. Achse
0 – 1	0	0	2
1 – 2	0	0	6
2 – 3	2	1	5
3 – 4	12	2	60
4 – 5	155	8	108
* 5 – 6	898	47	190
6 – 7	889	131	209
7 – 8	202	134	253
8 – 9	33	184	302
9 – 10	14	250	311
10 – 11	4	262	236
11 – 12		318	176
12 – 13		294	121
13 – 14		231	102
14 – 15		132	65
15 – 16		70	21
16 – 17		57	22
17 – 18		37	12
18 – 19		29	4
19 – 20		12	1
20 – 21		8	0
21 – 22		1	0
22 – 23		0	1
23 – 24		0	1
24 – 25		0	1
25 – 26		1	

Tabelle 12: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 436

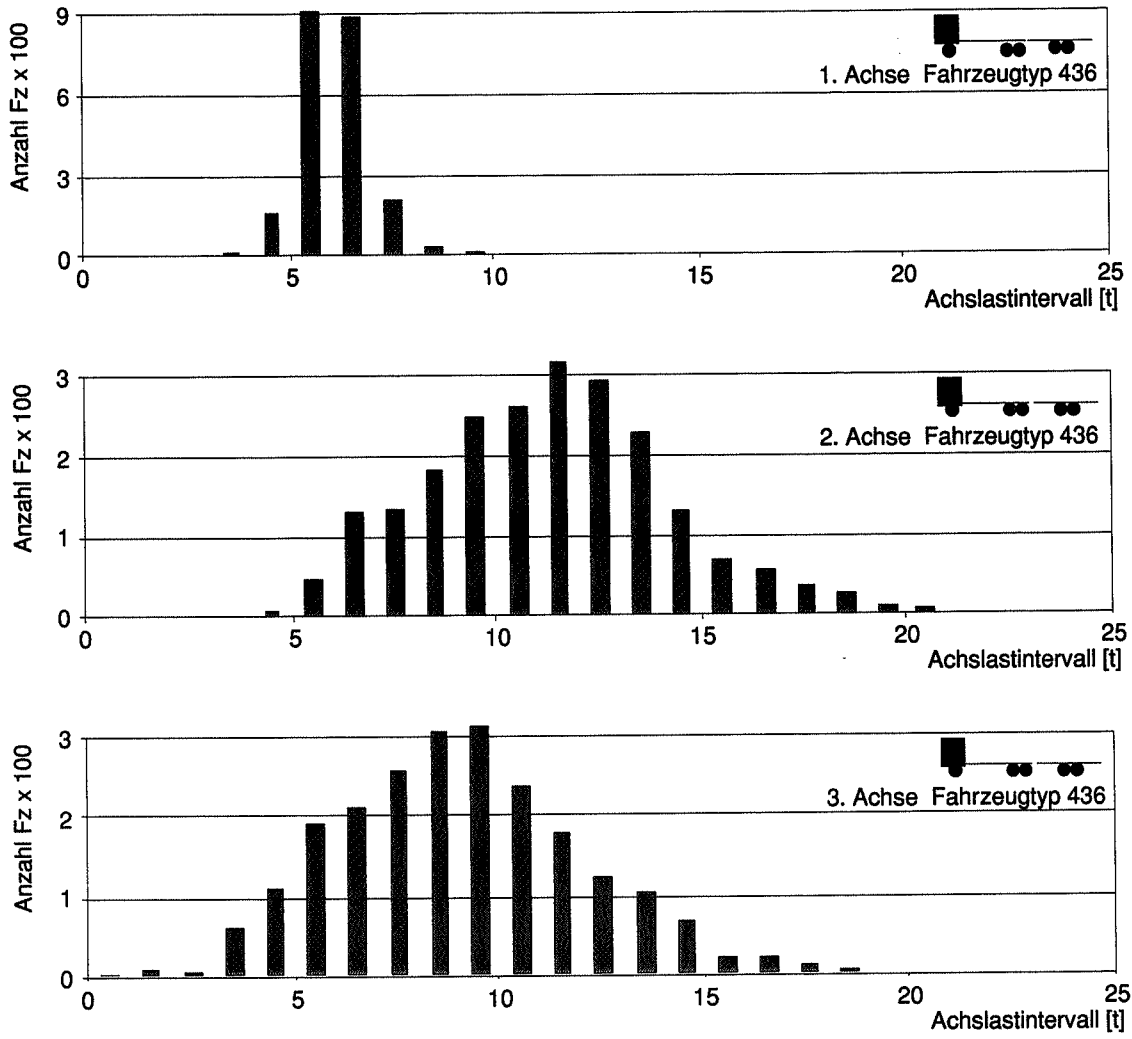


Abbildung 12: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastenzug Typ 436

Gewichtsintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse
0 – 1	1	0
1 – 2	247	72
2 – 3	166	184
3 – 4	697	201
4 – 5	2279	357
5 – 6	3679	430
6 – 7	2849	433
7 – 8	522	605
8 – 9	25	1483
9 – 10	2	2251
10 – 11	0	2344
11 – 12	0	1599
12 – 13	0	470
13 – 14	0	34
14 – 15	0	1
15 – 16	0	1
16 – 17	0	2

Tabelle 13: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 520

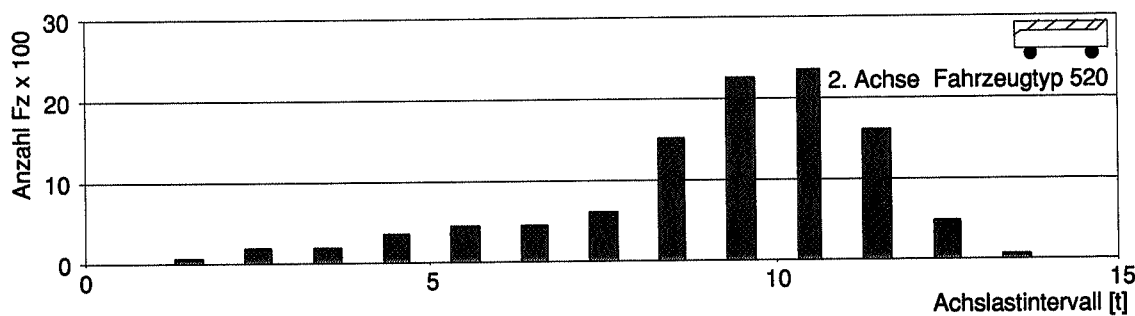
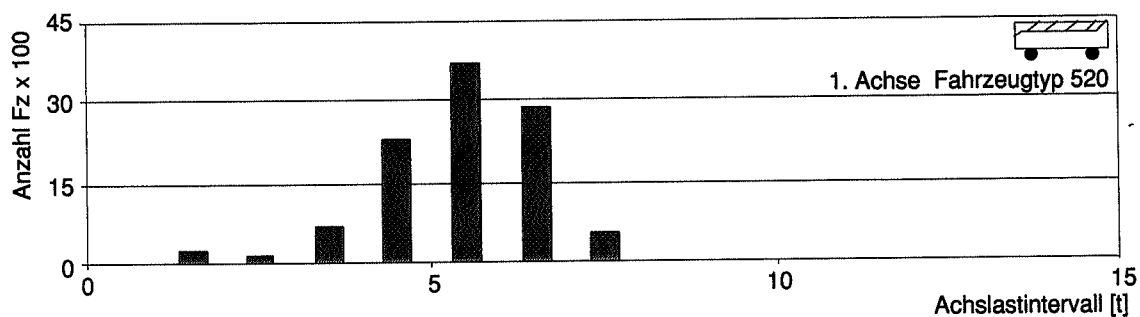


Abbildung 13: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 520

Gewichtskintervall [t]	Anzahl 1. Achse	Anzahl 2. Achse
0 - 1	0	0
1 - 2	6	0
2 - 3	11	4
3 - 4	60	4
4 - 5	275	5
5 - 6	547	12
6 - 7	625	45
7 - 8	422	63
8 - 9	91	87
9 - 10	8	90
10 - 11	2	131
11 - 12	0	242
12 - 13	0	297
13 - 14	0	343
14 - 15	0	303
15 - 16	0	222
16 - 17	0	130
17 - 18	0	35
18 - 19	0	14
19 - 20	0	10
20 - 21	0	8
21 - 22	0	2

Tabelle 14: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 530

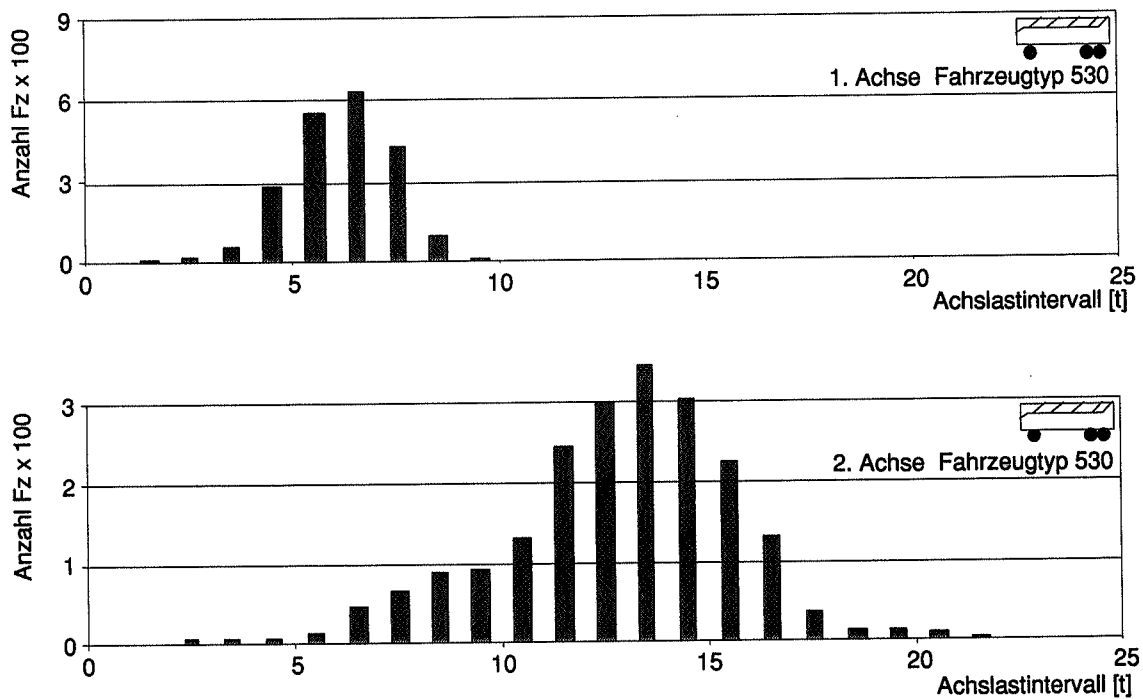


Abbildung 14: Achslastverteilung der verschiedenen Achsen beim Lastwagen Typ 530