

Bemessungs- verkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 221

bast

Bemessungs- verkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen

von

Martin Arnold
Tobias Kluth

Intraplan Consult GmbH, München

Hartmut Ziegler
Bernd Thomas

DTV Verkehrsconsult GmbH, Aachen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 221

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die Berichte der BAST zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de/benutzung.php?la=de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 83.0015/2009
Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen

Projektbetreuung
Stefan Tetzner

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-86918-282-7

Bergisch Gladbach, März 2013

Kurzfassung – Abstract

Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen

An Landstraßen ist man in höherem Maße als an Autobahnen auf Kurzzeitzählungen zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke angewiesen, da das Dauerzählstellennetz hier weit weniger dicht ist und somit Informationen über stündliche Verkehrsmengen selten verfügbar sind. In diesem Forschungsvorhaben wurden Verfahren entwickelt,

- um aus Kurzzeitzählungen die Bemessungsverkehrsstärke und den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil abzuleiten und
- die aus Kurzzeitzählungen ermittelten Verkehrsmengen auf Folgejahre fortzuschreiben.

Für die Ermittlung der bemessungsrelevanten Nachfragewerte wurde dabei unterschieden nach Abschnitten mit Belastungsspitzen,

- die regelmäßig an Freitagnachmittagen auftreten,
- aufgrund des Werktagsverkehrs und
- aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren.

Für die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke sind nicht alle Tage bzw. Wochen gleichermaßen geeignet. Je nach Abschnittstyp gibt es unterschiedlich geeignete Zählzeiten. Das Forschungsvorhaben zeigt eine Typisierung auf und weist nach, welche Strecken idealerweise zu welchen Zeiten gezählt werden sollten. Dabei werden sowohl Empfehlungen zur Wahl einer günstigen Zählwoche als auch – für Tageszählungen – zur Bestimmung der geeigneten Stunden gegeben. Als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke dient in allen Fällen der höchste während der Kurzzeitzählung gemessene Stundenwert.

Die Empfehlung bzgl. der Fortschreibung von Zählungen auf Folgejahre ist dreigeteilt:

1. Geht die allgemeine Verkehrsentwicklung gegen Null, kann auf eine Fortschreibung verzichtet werden.
2. Liegt eine Verkehrsentwicklung vor, sollte die Fortschreibung mit einem ganglinienbasierten

Verfahren vorgenommen werden. Die Veränderungsindizes für die gewünschten Fahrzeuggruppen sind aus dem entsprechenden Dauerzählstellenkollektiv abzuleiten.

3. Sind seit der letzten Zählung strukturelle Veränderungen eingetreten (z. B. Netzänderungen), sollte eine neue Erhebung durchgeführt werden.

Design traffic volumes on undivided highways

The determination of highway network loads in Germany has to rely substantially more on short-term counts than on the primary motorway network, given the lesser density of permanent counting stations and consequentially the lower availability of information on hourly traffic volumes. In this research paper, methodologies were developed in order to:

- derive design-hour traffic volumes and the corresponding share of heavy vehicles on the basis of short-term counts,
- extrapolate traffic volumes from short-term counts into subsequent years.

For the determination of design-relevant demand data, a differentiation between sections with peak loads

- on regular Friday afternoons,
- due to commuter traffic,
- due to leisure or holiday traffic,

was defined.

Not all days or weeks are appropriate for the acquisition of design traffic volumes. Depending on the section types, there are different appropriate counting periods. The study defines a typecasting for showing which stretches should be counted at what time. Thereby recommendations are made for the choice of an adequate counting week and – for hourly counts – for the choice of relevant counting hours. The estimated value of the design traffic volume is then always to be taken as the maximum of short-term counts' hourly values.

The recommendation regarding the extrapolation of the counts for subsequent year is broken down into three cases:

1. If the general traffic development is close to zero, the projection can be waived.
2. If the general traffic volumes are changing, the projection should be based on daily demand pattern approach. The difference indices for the investigated group of vehicles can be derived from permanent counting stations.
3. If structural changes took place since the last counting (e.g. changes of the network), a new counting is recommended.

Inhalt

1	Problemstellung	7	3.4.5	Schätzgenauigkeit insgesamt	41
2	Stand der Forschung	7	3.4.6	Bemessungsrelevanter Schwer- verkehrsanteil b_{SV}	42
2.1	Maßgebende Verkehrsnachfrage für die Bemessung von Landstraßen	7	3.5	Empfehlung für das HBS	44
2.2	Verfahren zur Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken	9	4	Fortschreibung von Verkehrs- mengenwerten für Jahre ohne Zählraten	47
3	Ableitung von Bemessungs- verkehrsstärken aus Kurzzeit- zählungen	12	4.1	Methodik in Anlehnung an SVZ	48
3.1	Allgemeine Festlegungen	12	4.1.1	Genereller Ablauf	48
3.1.1	Zielgrößen	12	4.1.2	Veränderungsraten des DTV	49
3.1.2	Arten von Kurzzeitzählungen und Spezifikation der Anforderungen	12	4.1.3	Fortgeschriebener DTV	49
3.1.3	Maßzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit	13	4.1.4	Regressionskoeffizienten und Richtungsfaktoren des MSV	50
3.2	Verfügbares Datenkollektiv	13	4.1.5	Abgeleiteter MSV-Wert	50
3.3	Ermittlung von Bemessungsverkehr- stärken für Kurzzeitzählungen nach dem SVZ-Verfahren	15	4.2	Sensitivitätsstudie am Beispiel Nordrhein-Westfalen	50
3.3.1	Betrachtete Verfahren	15	4.2.1	Fortschreibung	51
3.3.2	Vorgehensweise bei der Ermittlung der statistischen Kennwerte	15	4.2.2	Methodikvarianten	55
3.3.3	Gegenüberstellung der statistischen Kennwerte	16	4.2.3	Nullfall	57
3.3.4	Bemessungsrelevanter Schwer- verkehrsanteil b_{SV}	21	4.3	Differenzierung der Fahrzeugarten	59
3.4	Ermittlung von Bemessungsverkehr- stärken auf der Basis von fakultativen Kurzzeitzählungen	22	4.3.1	Veränderungsraten	61
3.4.1	Ableitung von Schätzverfahren für den MSV-Wert	22	4.3.2	Fortschreibung in Einjahres- schritten	63
3.4.2	Definition von charakteristischen Zählstellentypen	23	4.3.3	Genauigkeitsbetrachtung der Einjahresfortschreibung	64
3.4.3	Zählzeitempfehlungen für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs	25	4.3.4	Fortschreibung über mehrere Jahre ...	66
3.4.4	Zählzeitempfehlungen für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubs- verkehren	30	4.4	Fortschreibung mit Ganglinien- ansatz	69
			4.4.1	Einflussfaktoren der Verkehrs- entwicklung	70
			4.4.2	Differenzierung nach Ganglinien- typen	73
			4.4.3	Genauigkeitsbetrachtung	75
			4.5	Empfehlung	81
			5	Zusammenfassung und Fazit	82
			6	Literatur	85

1 Problemstellung

Sämtliche Verfahren für Fragestellungen der Bedarfsplanung und der Bemessung von Verkehrsanlagen sind auf möglichst verlässliche Verkehrsmengendaten angewiesen. Bedarfsplanung und Verkehrsmonitoring bauen dabei vorrangig auf Daten zu täglichen Verkehrsmengen auf, während für Bemessungszwecke stündliche Verkehrsmengendaten erforderlich sind.

Bundesautobahnen sind in Deutschland mit einem verhältnismäßig dichten Netz an Dauerzählstellen versehen, sodass aus dieser Quelle kontinuierliche Informationen über stündliche oder tägliche Verkehrsmengen zur Verfügung stehen. Anders sieht es an Land- oder Stadtstraßen aus. Einem umfangreicheren Netz steht hier eine deutlich geringere Anzahl von Dauerzählstellen gegenüber.

Dem BAB-Netz von 12.563 km Länge standen 2007 beispielsweise 613 Dauerzählstellen gegenüber, d. h. durchschnittlich 20,5 km Netzlänge je Zählstelle. An Bundesstraßen existierten 2007 730 Dauerzählstellen bei 32.020 km Netzlänge, d. h. durchschnittlich 43,9 km Netzlänge je Zählstelle.¹ Berücksichtigt man zudem, dass die mittlere Abschnittslänge auf Bundesautobahnen deutlich größer ist als auf Bundesstraßen, so lässt sich erkennen, dass die Netzabdeckung durch Dauerzählstellen an Bundesstraßen deutlich geringer ist als an Bundesautobahnen. Noch deutlicher wird dieser Unterschied, wenn man neben den Bundesstraßen auch andere Landstraßen (Landes- und Staatsstraßen, Kreisstraßen und Gemeindestraßen) mit einbezieht. Hier ist die Netzdurchdringung mit Dauerzählstellen noch geringer.

An Land- und an Stadtstraßen ist man somit in höherem Maße als an Bundesautobahnen auf Kurzzeitmessungen angewiesen, um fundierte Verkehrsmengendaten zu gewinnen. Für Stadtstraßen wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitmessungen auf Innerortsstraßen (FE 77.479/2004)² entsprechende Verfahren zur Gewinnung von Verkehrsmengendaten entwickelt.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens „Bemessungsverkehrsstärken auf einbahn-

gen Landstraßen“ wurden im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen Verfahren entwickelt, um auf der Basis von Kurzzeitmessungen die für Bemessungszwecke maßgebende stündliche Verkehrsstärke (Bemessungsverkehrsstärke) für Landstraßen abzuschätzen. Die Verfahren sollten für verschiedene Arten von Kurzzeitmessungen anwendbar sein, wie z. B. Kurzzeitmessungen entsprechend den Zählzeitvorgaben der turnusmäßig stattfindenden bundesweiten Straßenverkehrszählung (SVZ), Wochenzählungen oder Zählungen an einzelnen Tagen der Straßenbaulastträger.

Vielfach liegen auch Verkehrszählergebnisse aus früheren Jahren (z. B. aus den o. g. alle fünf Jahre bundesweit stattfindenden Straßenverkehrszählungen) vor. In diesen Fällen stellt sich die Frage, ob zur Gewinnung von aktuellen Verkehrsmengendaten Neuerhebungen erforderlich sind oder ob solche Zählergebnisse auf das aktuelle Untersuchungsjahr fortgeschrieben werden können. Dies ist grundsätzlich jedoch nur dann in Erwägung zu ziehen, wenn keine strukturellen Veränderungen im Straßennetz eingetreten sind. Es wurde untersucht, mit welchen Ansätzen und welcher Genauigkeit Fortschreibungen von täglichen Verkehrsmengen (differenziert nach Fahrzeuggruppen) und Bemessungsverkehrsstärken sinnvoll und möglich sind.

Die Empfehlungen für die Schätzung der Bemessungsverkehrsstärke aus Kurzzeitmessungen sowie für die Fortschreibung von Verkehrsmengendaten aus zurückliegenden Verkehrszählungen auf ein aktuelles Jahr waren für die Aktualisierung des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) aufzubereiten.

2 Stand der Forschung

2.1 Maßgebende Verkehrsnachfrage für die Bemessung von Landstraßen

Die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen dient dem Nachweis, dass eine ggf. mit erheblichen finanziellen Mitteln neu errichtete oder ausgebaute Verkehrsanlage einerseits in der Lage ist, die prognostizierten Verkehrsmengen mit einer angemessenen Verkehrsqualität abzuwickeln, andererseits aber nach dem Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit nicht zu hohe Kapazitäten vorhält. In diesem Zusammenhang ist nach allgemeiner Auf-

¹ Siehe FITSCHEN (2009)

² Siehe ARNOLD et al. (2008)

fassung eine Bemessung auf die maximal auftretende Verkehrsnachfrage volkswirtschaftlich nicht sinnvoll.

Somit stellt sich die Frage, welche Verkehrsnachfrage für Bemessungszwecke maßgebend sein soll. Nach dem HBS 2001 sind für die Bemessung von Streckenabschnitten von zweistreifigen Landstraßen die Summe der Verkehrsstärken beider Fahrtrichtungen in der Einheit Kfz je Stunde sowie der zugehörige Schwerverkehrsanteil zu verwenden. Im Rahmen der aktuellen Überarbeitung des HBS ist vorgesehen, auch an zweistreifigen oder – nach neuer Nomenklatur – einbahnigen Landstraßen eine richtungsgetrennte Bemessung anhand fahrtrichtungsbezogener Verkehrsstärken vorzunehmen.

Die Bemessungsverkehrsstärke ist dabei aus den erwähnten Gründen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit nicht die höchste im Jahresverlauf auftretende stündliche Verkehrsstärke, sondern die einer „nachrangigen Stunde“ aus der Dauerlinie der Verkehrsstärken. Welche konkrete Stunde aus der Dauerlinie der Bemessung zugrunde zu legen ist, liegt nach dem HBS 2001 im Ermessen des Baulastträgers. Der Einführungserslass zum HBS 2001³ durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) legt für Bundesfernstraßen die 30. am höchsten belastete Stunde eines gesamten Jahres als Bemessungsverkehrsstärke fest. Aus diesem Grund stellt die Verkehrstatistik in Deutschland derzeit Daten für die 30. stärkstbelastete Stunde der Jahresdauerlinie zur Verfügung. International werden häufig inzwischen jedoch auch andere Stunden der Dauerlinie wie beispielsweise die 50. oder die 100. Stunde diskutiert.

Jedwede Wahl einer bestimmten Stunde aus der Dauerlinie des Gesamtjahres als Bemessungsstunde ist weitgehend willkürlich und aus diesem Grund seit langem in der Diskussion. SHARMA und OH (1989) entwarfen in Kanada ein Modell, bei dem sich die Bemessungsverkehrsstärke aus einem festgelegten Mindest-Level-of-Service bzw. einem Höchstsatz von Verkehrsteilnehmern in Verkehrstaus ergab. In neueren Ansätzen in Deutschland wird die Bemessungsverkehrsstärke durch eine definierte Versagenswahrscheinlichkeit der Anlage ersetzt.⁴ Ebenso wird auch die Kapazität nicht mehr als statischer, sondern als stochastischer Wert betrachtet. Derzeit wird im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen für Bundesautobahnen unter-

sucht, ob anhand einer Ganzjahresanalyse des Verkehrsablaufs und einer darauf aufbauenden volkswirtschaftlichen Bewertung wissenschaftliche Anhaltspunkte für die Wahl einer geeigneten Bemessungsverkehrsstärke gefunden werden können.⁵

Unstrittig hingegen ist, dass die ersten ca. 20 Stunden einer Dauerlinie für die Bemessung ungeeignet sind, da sie oftmals auf einmalige Ereignisse wie große Veranstaltungen, einen Unfall oder extreme Wetterlagen zurückzuführen sind und damit hohe Zufälligkeiten aufweisen. Es wird davon ausgegangen, dass die Dauerlinie etwa ab der 30. Stunde wesentlich stabiler und oftmals auch nahezu horizontal verläuft. Für Werktage außerhalb der Ferienzeit trifft dies in hohem Maße zu. Für Urlaubswerktag und Sonn- und Feiertage gilt dies hingegen oftmals nicht, da bei einer starken Ausprägung von Freizeit- und Urlaubsverkehren durchaus ein weiteres Abfallen der Dauerlinie nach der 30. Stunde beobachtet werden kann.⁶ Daher wird z. T. empfohlen, zur Ermittlung der geeigneten Verkehrsnachfrage nach Fahrtzweckgruppen (Werktagsverkehr, Urlaubsverkehr, Sonn- und Feiertagsverkehr) zu unterscheiden.⁷

Die Unterscheidung nach Fahrtzweckgruppen oder Tagestypen hat auch den Vorteil, dass das Problem des „bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils“ (b_{SV}) weitgehend umgangen wird. Wie in ARNOLD/BÖTTCHER (2005) aufgezeigt, ist der Schwerverkehrsanteil während der Bemessungsstunde unter bestimmten Voraussetzungen starken Schwankungen ausgesetzt. Insbesondere wenn sich im oberen Bereich der Dauerlinie Stunden unterschiedlicher Tagestypen mit unterschiedlichen spezifischen Verkehrszusammensetzungen abwechseln, kann es zu starken Schwankungen der Schwerverkehrsanteile benachbarter Stunden der Dauerlinie kommen. Bei welcher dieser Stunden mit stark unterschiedlichen Schwerverkehrsanteilen es sich gerade um die festgelegte Bemessungsstunde handelt, ist dabei rein zufällig.

³ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 10/2002

⁴ BRILON/GEISTEFELDT/REGLER (2005) und BRILON/ZURLINDEN (2003)

⁵ FE 03.440: Ermittlung der geeigneten Verkehrsnachfrage als Bemessungsgrundlage von Straßen

⁶ ARNOLD (2005) und SNIZEK/STEIERWALD/STEINBACH (1988)

⁷ LENSING/MAVRIDIS/TÄUBNER (1993)

Im Zuge der Überarbeitung des Handbuches zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen werden die Verfahren zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke umfassender beschrieben als bisher. Für die Schätzung der maßgebenden Verkehrsstärke einer einzelnen Stunde aus der Dauerlinie des Gesamtjahres, deren Festlegung im Ermessen des Baulastträgers liegt, werden voraussichtlich verschiedene alternative Verfahren angeboten. Die Diskussion ist an dieser Stelle noch nicht abgeschlossen. Wesentliche Erkenntnisse werden in diesem Zusammenhang aus dem o. g. Forschungsvorhaben 03.440 „Ermittlung der geeigneten Verkehrsnachfrage als Bemessungsgrundlage von Straßen“ erwartet, dessen Ergebnisse jedoch zurzeit noch nicht vorliegen.

2.2 Verfahren zur Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken

Neben der Frage, wie die für die Bemessung maßgebende Verkehrsstärke aus verkehrstechnischer Sicht zu definieren ist, spielt es für die Qualität der Bemessungsergebnisse eine entscheidende Rolle, mit welcher Genauigkeit und mit welchem Aufwand die erforderlichen Eingangsdaten bereitgestellt werden können. Die oben dargestellten Möglichkeiten zur Bemessung stellen sehr unterschiedliche Anforderungen an die erforderlichen Eingangsdaten:

- Für die Bemessung einer Straßenverkehrsanlage an der Nachfrage einer einzigen Bemessungsstunde sind lediglich Angaben zur Bemessungsverkehrsstärke bzw. zu einem „Spitzenstundenanteil“ – bezogen auf den täglichen Verkehr – erforderlich. In diesem Zusammenhang kommt der Wahl der Bemessungsstunde jedoch eine größere Bedeutung zu als bei der Bemessung anhand mehrerer Stunden.
- Bei der Anwendung der Bemessungsverfahren auf komplette Tages-, Wochen- oder Jahresganglinien müssen entsprechend umfangreiche Eingangsinformationen über die Verkehrsstärkeentwicklung während 24, 168 oder 8.760 Stunden (Tag/Woche/Jahr) bereitgestellt werden. Dazu sind entsprechende Langzeit- oder Dauerzählungen erforderlich. Eine solche Bewertung der Verkehrsqualität für ein ganzes Jahr wird bisher überwiegend nur im Rahmen von volkswirtschaftlichen Bewertungen durchgeführt.

Für Streckenabschnitte mit Dauerzählstellen können entsprechende Analysedaten in der Regel zeitnah zur Verfügung gestellt werden. Diese umfassen sowohl die Bemessungsverkehrsstärke bezogen auf eine spezifische Stunde aus dem oberen Bereich der Dauerlinie, tagestypische Bemessungsverkehrsstärken oder Jahresganglinien der stündlichen Verkehrsstärken. In diesem Fall besteht vollständige Freiheit bei der Wahl der maßgebenden Stunde im Hinblick auf die Verkehrsnachfrage.

Die Bewertung der Verkehrsqualität für ein ganzes Jahr anhand von Tages- und/oder Wochenganglinien erfordert Informationen zumindest über entsprechende Ganglinientypen. An Dauerzählstellen werden die Ganglinientypen differenziert nach Wochentagen sowie für die Wochenganglinien jährlich ausgewiesen. An derartigen Abschnitten kann jedoch alternativ auch auf die Ursprungsdaten zurückgegriffen werden, sodass der Umweg über Ganglinientypen nicht erforderlich ist. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Ganglinientypen auch für Abschnitte ohne Dauerzählstellen valide abgeschätzt werden können. Hierzu wurden verschiedene Möglichkeiten ins Feld geführt:

- Analogieschlüsse über die Lage der Dauerzählstelle (z. B. nach dem Streckenzugsmodell der Straßenverkehrszählungen),
- Typisierung von Ganglinien auf der Basis charakteristischer Zählstelleneigenschaften, auf die anhand von Kennwerten aus Kurzzeitzählungen geschlossen werden kann, oder
- charakteristische Lageeigenschaften von Abschnitten.

Im Rahmen einer Untersuchung für den ADAC haben RATZENBERGER et al. (2003) die zukünftig zu erwartende Verkehrsqualität an ausgewählten Abschnitten auf Bundesautobahnen prognostiziert. Dabei wurden entsprechende Analogieschlüsse über die Dauerlinientypen auf der Basis benachbarter Dauerzählstellen gezogen. Dieses Verfahren lieferte nachvollziehbare Ergebnisse für verschiedene Tagestypen (Normalwerktage Di-Do, Freitag, Urlaubssamstag und Kurzzeitesonntag). Angesichts der geringen Durchdringung von Landstraßen mit Dauerzählstellen ist dieser Ansatz jedoch für die vorliegende Fragestellung nicht geeignet. Versuche einer Ganglinientypisierung auf der Basis von Lageeigenschaften und/oder charakteristischen Kennwerten auf der Basis von Kurzzeitzählungen sind bislang nicht erfolgreich gewesen. Ent-

sprechende Ansätze wurden beispielsweise von ARNOLD et al. (2008) für Innerortsstraßen verworfen. Im Zuge des derzeit laufenden Forschungsvorhabens 23.0009/2006⁸ konnten für Ortsdurchfahrten und Innerortsstraßen Typisierungen von Ganglinien auf der Grundlage exogener Kenngrößen erzielt werden. Sie sind jedoch nicht nach Kfz- und SV-Verkehr zu differenzieren, da die Datengrundlagen trotz deutlicher Verbesserungen dafür noch nicht ausreichen.

Wie oben bereits dargestellt, sind im Landstraßennetz jedoch nur wenige Abschnitte mit Dauerzählstellen ausgerüstet. Insbesondere das Bundesstraßennetz, in einzelnen Bundesländern jedoch auch das Landes- und Kreisstraßennetz, wird im Zuge der turnusmäßig alle fünf Jahre stattfindenden Straßenverkehrszählung erhoben. Im Rahmen dieser Straßenverkehrszählungen werden Kurzzeitzählungen vorgenommen, die insgesamt acht Zähltage (jeweils zwei Normalwerktag Di-Do, Freitage, Ferienwerktag und Sonntage) mit insgesamt 28 Zählstunden umfassen. An Zählstellen mit geringe-

rer Nachfrage (DTV unter 7.000 Kfz/24h) wird auf die Freitagszählungen verzichtet; insgesamt werden dort nur 18 Zählstunden erfasst.⁹

Für die Straßenverkehrszählung gibt es ein Verfahren zur Ableitung von Bemessungsverkehrsstärken (MSV). Dabei werden lediglich Angaben zum MSV-Wert des Gesamtquerschnittes (Summe über beide Richtungen) sowie der höher belasteten Richtung gemacht.

In Bild 1 ist das Verfahren zur Ableitung der MSV-Werte nach der Methodik der SVZ dargestellt. Das gesamte SVZ-Verfahren beruht auf dem so genannten Synchronansatz. Demnach werden Querverbindungen zwischen den für das jeweilige Zähljahr vorliegenden Dauerzählstellendaten und den jeweiligen Kurzzeitzählungen gezogen. Die Ableitung der MSV-Werte an Landstraßen für alle Tage sowie für die Fahrtzweckgruppen W, U und S beruht ebenfalls auf derartigen Analogieschlüssen. Zunächst werden für so genannte Flächenregionen Schätzgleichungen für die Ermittlung von DTV-Werten (gesamt und differenziert nach Fahrtzweckgruppen) auf der Basis der Dauerzählstellendaten ermittelt. Mit Hilfe dieser Regressionsgleichungen werden auf der Basis von Kennwerten der Kurzzeitzählungen für die einzelnen SVZ-Abschnitte die jeweiligen DTV-Werte ermittelt.

⁸ „Erarbeitung neuer Richtlinien für die Anlage von Straßen“, Teil Wirtschaftlichkeitsberechnungen (RAS-W); siehe ZIEGLER et al. (2010)

⁹ Siehe KATHMANN/ZIEGLER/THOMAS (2009)

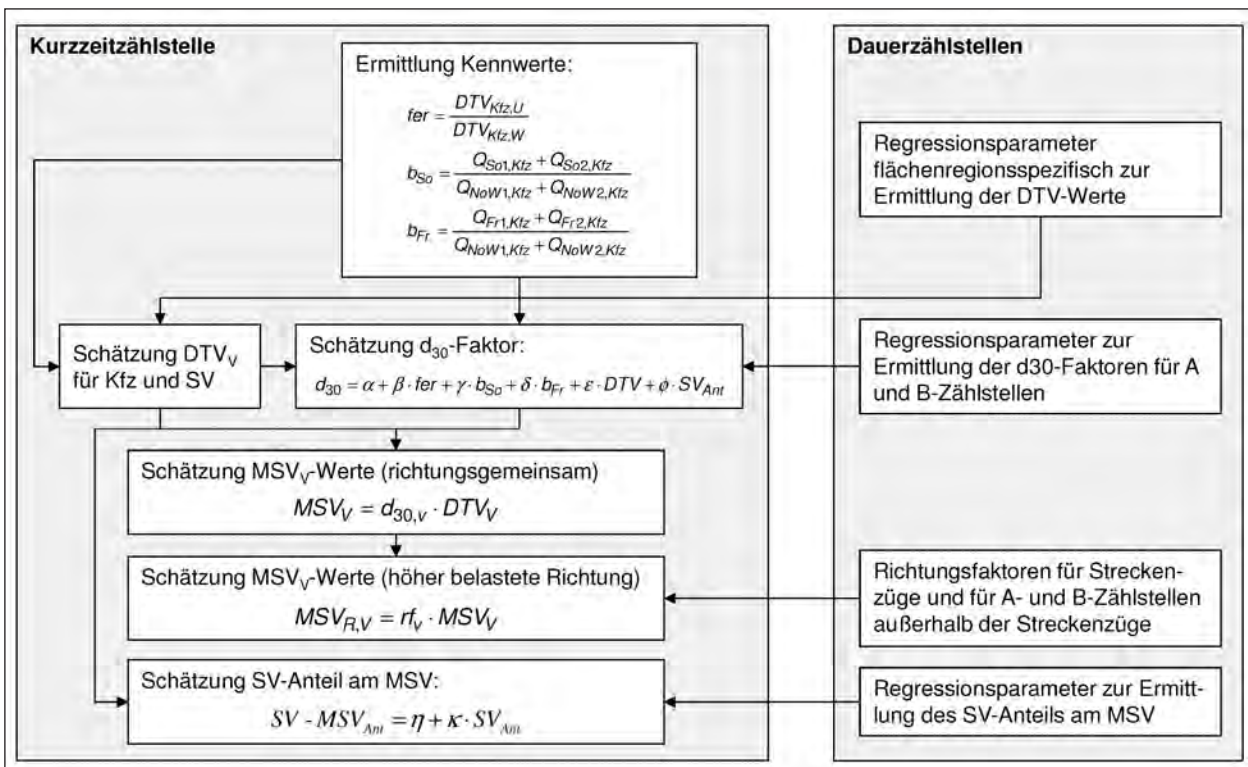


Bild 1: Ableitung der MSV-Werte nach dem SVZ-Verfahren

Anschließend werden ebenfalls auf der Basis der Dauerzählstellendaten Regressionsgleichungen für den so genannten d_{30} -Faktor, d. h. das Verhältnis von Verkehrsstärke der 30. Stunde und zugehörigem DTV-Wert, geschätzt. Diese Regressionsgleichungen dienen dazu, für die jeweilige SVZ-Zählstelle zunächst die spezifischen d_{30} -Faktoren (gesamt sowie differenziert nach Fahrtzweckgruppen) zu schätzen und anschließend aus dem jeweiligen DTV-Wert und diesem d_{30} -Faktor die Bemessungsverkehrsstärken (gesamt sowie differenziert nach Fahrtzweckgruppen) zu ermitteln. Zur Ableitung der MSV-Werte der höher belasteten Richtung und des Schwerverkehrsanteils b_{SV} an der MSV werden pauschale Richtungsfaktoren sowie Regressionsgleichungen verwendet, die aus den Dauerzählstellendaten gewonnen werden.

ARNOLD/BÖTTCHER (2005) haben nachgewiesen, dass dieses Verfahren insbesondere im Hinblick auf die für Bemessungszwecke benötigte richtungsgetrennte Bemessungsverkehrsstärke zu unbefriedigenden Übereinstimmungen zwischen tatsächlichem und geschätztem MSV-Wert führt. Auf diese Weise können lediglich 40 % der Streuung der d_{30} -Faktoren bezogen auf die höher belastete Richtung erklärt werden. Sie schlagen deshalb eine direkte Schätzung der richtungsgetrennten d_{30} -Faktoren vor. In Tabelle 1 sind die entsprechenden unabhängigen Variablen dieser Regressionsgleichung differenziert nach A-Zählstellen mit DTV-Werten ab 7.000 Kfz/24h und B-Zählstellen mit niedrigeren DTV-Werten dargestellt.

Mit diesen Schätzgleichungen konnten insgesamt 71 % der Streuung der richtungsgetrennten d_{30} -Faktoren an A-Zählstellen und 61 % der Streuung der richtungsgetrennten d_{30} -Faktoren an B-Zählstellen erklärt werden. Bislang haben diese Erkenntnisse noch keinen Eingang in die Methodik der Straßenverkehrszählung gefunden.

In ARNOLD et al. (2008) wird für Kurzzeitzählungen an Innerortsstraßen ein anderer Modellansatz gewählt. Dabei wird komplett darauf verzichtet, die Bemessungsverkehrsstärke durch statistische Schätzmodelle zu ermitteln. Aus den Kurzzeitzählungen wird die maximale stündliche Verkehrsstärke als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke herangezogen. Dieser vergleichsweise triviale Ansatz war insbesondere der Tatsache geschuldet, dass valide Informationen über die Bemessungsverkehrsstärke im Sinne der 30. stärkstbelasteten Stunde eines Jahres mangels ausreichender Dauerzählstellendaten nicht in statistisch ausreichender Anzahl vorlagen. Ein Test dieses Verfahrens an den zur Verfügung stehenden Dauerzählstellendaten ergab jedoch eine durchaus befriedigende Schätzgenauigkeit.

Die vorangegangenen Ausführungen zur Ermittlung von Bemessungsverkehrsstärken bezogen sich bislang lediglich auf einen Analysezustand. Im Zuge des Bemessungsverfahrens muss jedoch nachgewiesen werden, dass eine bestehende, eine auszubauende oder eine neu zu errichtende Verkehrsanlage auch langfristig in der Lage ist, die zu erwartenden Verkehrsmengen abzuwickeln. Insofern kommt der Prognose der Bemessungsverkehrsstärken eine hohe Bedeutung zu. Derzeit wird in der Regel vereinfachend unterstellt, dass sich das Verhältnis von Bemessungsverkehrsstärke und DTV-Wert zwischen der Analyse und der Prognose nicht maßgeblich ändert. Entsprechend werden nur die DTV-Werte prognostiziert. Die Bemessungsverkehrsstärken für die Zukunft leiten sich aus der Bemessungsverkehrsstärke der Analyse und der Veränderungsrate der DTV-Werte ab.

WALTHER et al. (2009) haben mit Hilfe von feinkörnigen und zeitlich disaggregierten Modellprognosen und Verkehrsumlegungen ermittelt, dass sich die Dauerlinien im Pkw-Verkehr mit einem

	richtungsgemeinsam	richtungsgetrennt
A-Zählstelle	$d_{30} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \lg(\text{DTV}) + \beta_2 \cdot \text{svant} + \beta_3 \cdot \text{fer}^2 + \beta_4 \cdot \text{bso2} + \beta_4 \cdot \text{bso2}^2 + u$	$d_{30} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \lg(\text{DTV}) + \beta_2 \cdot \lg(\text{DtvSV}) + \beta_3 \cdot \text{fer} + \beta_4 \cdot \text{fer}^2 + \beta_5 \cdot \text{bso2} + \beta_6 \cdot \text{bso2}^2 + \beta_7 \cdot \text{rifakt}^2 + \beta_8 \cdot \text{tgfakt}^2 + u$
B-Zählstelle		$d_{30} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \lg(\text{DTV}) + \beta_2 \cdot \lg(\text{DtvSV}) + \beta_3 \cdot \text{fer} + \beta_4 \cdot \text{fer}^2 + \beta_5 \cdot \text{bso2} + \beta_6 \cdot \text{bso2}^2 + \beta_7 \cdot \text{rifakt} + \beta_8 \cdot \text{rifakt}^2 + u$

Tab. 1: Regressionsgleichungen für die d_{30} -Faktoren richtungsgemeinsam und richtungsgetrennt nach ARNOLD/BÖTTCHER (2005)

hohen Ausgangsniveau in Zukunft voraussichtlich abflachen werden. Die richtungsgetrenten d_{30} -Faktoren des Dauerlinientyps A (nach ARNOLD/BÖTTCHER 2005) beispielsweise sinken nach diesen Ergebnissen im Mittel von 0,179 in der Analyse auf 0,171 in der Prognose 2020. Dieser Effekt ist an Zählstellen mit niedrigem Dauerlinienniveau (Typen C und D) nicht zu beobachten. Hier bleiben die d_{30} -Faktoren im Mittel unverändert. Allerdings beziehen sich die Untersuchungen bislang nur auf den Pkw-Verkehr. Der Güterverkehr, der sich nach den Bundesprognosen für das Jahr 2025 deutlich dynamischer entwickelt als der Personenverkehr, wurde bislang nicht mit berücksichtigt.

Aus diesem Grund wird im Zuge der derzeitigen Überarbeitung des HBS aller Voraussicht nach zunächst an dem einfachen Ansatz festgehalten, zwischen Analyse und Prognose unveränderte d-Faktoren zu unterstellen. Lediglich wenn im Zuge einer Modellprognose erkennbar wird, dass sich die auf einem Abschnitt angetroffenen Verkehrsströme gegenüber der Analyse im Hinblick auf ihre Verkehrsfunktion und -zusammensetzung maßgeblich ändern, sind geeignete Annahmen über die Entwicklung der Bemessungsverkehrsstärke zu treffen.

3 Ableitung von Bemessungsverkehrsstärken aus Kurzzeit-zählungen

3.1 Allgemeine Festlegungen

3.1.1 Zielgrößen

Im Rahmen der Bemessung von Straßenverkehrsanlagen werden maßgebende stündliche Verkehrsstärken je Richtung benötigt. Als maßgebend wird derzeit in der Regel die 30. höchstbelastete Stunde aus der Dauerlinie der Kfz-Verkehrsstärken eines Jahres angesehen. Alternativ hierzu wird auch die 50. bzw. 100. am stärksten belastete Stunde diskutiert. Entsprechend stellen diese Verkehrsstärken die Zielgrößen der Schätzung der Bemessungsverkehrsstärke auf der Basis von Kurzzeitzählungen dar:

- MSV_{30} als 30. höchstbelastete Stunde der Dauerlinie der Kfz-Verkehrsstärken,
- MSV_{50} als 50. höchstbelastete Stunde der Dauerlinie der Kfz-Verkehrsstärken,

- MSV_{100} als 100. höchstbelastete Stunde der Dauerlinie der Kfz-Verkehrsstärken.

Zusätzlich zu den absoluten Verkehrsstärken gemessen in Kfz je Stunde werden für Bemessungszwecke auch entsprechende bemessungsrelevante Schwerverkehrsanteile b_{SV} benötigt. Wie in ARNOLD/BÖTTCHER (2005) dargestellt, ist die Definition eines derartigen bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils problematisch. Durchmischen sich im oberen Bereich der Dauerlinie Stunden mit stark unterschiedlicher Verkehrscharakteristik, dann finden sich selbst in benachbarten Stunden der Dauerlinie sehr unterschiedliche Schwerverkehrsanteile. Würde in einem solchen Fall die zu der jeweiligen Bemessungsstunde (30, 50 oder 100) zugehörige Menge an Schwerverkehrsfahrzeugen gemessen, so wäre der daraus resultierende Schwerverkehrsanteil eine zufällige und somit starken Schwankungen ausgesetzte Kenngröße.

Die Anforderungen des HBS an die Schätzgenauigkeit des für die Bemessung anzusetzenden SV-Anteils b_{SV} sind deutlich geringer als die Anforderungen an die Schätzgenauigkeit der Verkehrsstärke selbst. In Abstimmung mit der Betreuungsgruppe wurde daher vereinbart, als Zielgröße für die Schätzung des bemessungsrelevanten SV-Anteils das Maximum der SV-Anteile in einer Umgebung von ± 5 Stunden um die jeweilige Bemessungsstunde herum anzusetzen. Dies sind die Stunden der Dauerlinie

- 25-35 bei der Bemessungsstunde 30,
- 45-55 bei der Bemessungsstunde 50 und
- 95-105 bei der Bemessungsstunde 100.

Es ist zu überlegen, ob diese Definition des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} auch in die jährliche Auswertung der automatischen Dauerzählstellen übernommen werden sollte.

3.1.2 Arten von Kurzzeitzählungen und Spezifikation der Anforderungen

Die Ableitung der Bemessungsverkehrsstärke aus Kurzzeitzählungen muss sich an den Erhebungsmöglichkeiten orientieren. Dabei ist zu unterscheiden nach

- SVZ-Abschnitten, für die in regelmäßigem Turnus Kurzzeitzählungen nach dem SVZ-Verfahren durchgeführt werden, und

- sonstigen Abschnitten ohne derartige turnusmäßige Kurzzeitmessungen.

Bei Abschnitten, die im Rahmen der SVZ erhoben werden, werden entsprechende Kennzahlen zu den MSV-Werten berechnet. Hier ist zu überprüfen, inwieweit das derzeit angewendete Verfahren hinsichtlich der Schätzgenauigkeit verbessert werden kann. Da es sich bei dem SVZ-Verfahren zur Ableitung von MSV-Werten aus Kurzzeitmessungen um ein weitgehend automatisiertes rechnergestütztes Verfahren handelt, das nur alle fünf Jahre angewendet wird, spielt die Komplexität des Verfahrens als Beurteilungskriterium eine untergeordnete Rolle.

Für Abschnitte ohne turnusmäßige Kurzzeitmessungen im Rahmen der SVZ ist ein Verfahren zur Ableitung von Bemessungsverkehrsstärken zu entwickeln, das neben der Verlässlichkeit der Schätzung auch

- den Erhebungsaufwand und
- die Anwendbarkeit des Verfahrens

berücksichtigt. Für derartige Abschnitte sind somit sowohl Zählzeitempfehlungen als auch die Verfahren zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken zu beschreiben. Dabei wird unterschieden nach

- (automatischen) Wochenzählungen und
- (automatischen oder manuellen) Tageszählungen.

3.1.3 Maßzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit

Für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit wurden drei Kenngrößen herangezogen:

- das Bestimmtheitsmaß

$$R^2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{b}_i - \bar{b})^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2}$$

- die durchschnittliche Abweichung

$$|d| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{b}_i - b_i}{b_i} \right|$$

- der relative Fehler

$$d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\hat{b}_i - b_i}{b_i}$$

wobei b die jeweilige tatsächliche maßgebende stündliche Verkehrsstärke an der Zählstelle i darstellt, \hat{b} den entsprechenden Schätzwert und \bar{b} den Mittelwert der tatsächlichen MSV-Werte über alle Zählstellen.

Der quadrierte Korrelationskoeffizient zwischen geschätzter und tatsächlicher Größe (besser bekannt als Bestimmtheitsmaß R^2) gibt an, welcher Anteil der Streuung der tatsächlichen Bemessungsverkehrsstärke durch das Schätzmodell „erklärt“ wird. Das Bestimmtheitsmaß kann Werte von 0,0 bis 1,0 annehmen. Je näher bei 1,0 das Bestimmtheitsmaß liegt, desto besser ist die Schätzung. Das Bestimmtheitsmaß basiert auf quadratischen Abweichungen zwischen tatsächlicher und geschätzter Bemessungsverkehrsstärke. Es bewertet auf diese Weise stärkere Abweichungen höher als geringere.

Die durchschnittliche Abweichung gibt an, wie hoch der Schätzfehler bezogen auf die tatsächliche Bemessungsverkehrsstärke im Durchschnitt ist. Abweichungen nach oben wie nach unten werden dabei gleich behandelt (ungerichtet). Die durchschnittliche Abweichung kann dabei nur Werte größer oder gleich 0,0 annehmen. Je kleiner dieser Wert ist, desto besser ist die Schätzung.

Bei dem relativen Fehler werden Schätzabweichungen nach oben und nach unten unterschiedlich behandelt (gerichtet). Er kann positive und negative Werte annehmen. Je näher er bei 0,0 liegt, desto unverzerrter ist die Schätzung. Ist der gerichtete relative Fehler beispielsweise negativ, so werden die tatsächlichen Bemessungsverkehrsstärken durch das Schätzmodell tendenziell unterschätzt.

3.2 Verfügbares Datenkollektiv

Für die vorliegende Fragestellung wurden Dauerzählungen an Abschnitten von Landstraßen (Bundes-, Landes-/Staats- oder Kreisstraßen) benötigt. Dauerzählungen für Abschnitte außerhalb des Bundesfernstraßennetzes wurden letztmalig im Zuge der SVZ 2005 systematisch bei den Straßenbaubehörden abgefragt, aufbereitet und auf Plausibilität geprüft. Aus Konsistenzgründen wurden deshalb auch für Abschnitte an Bundesstraßen Dauer-

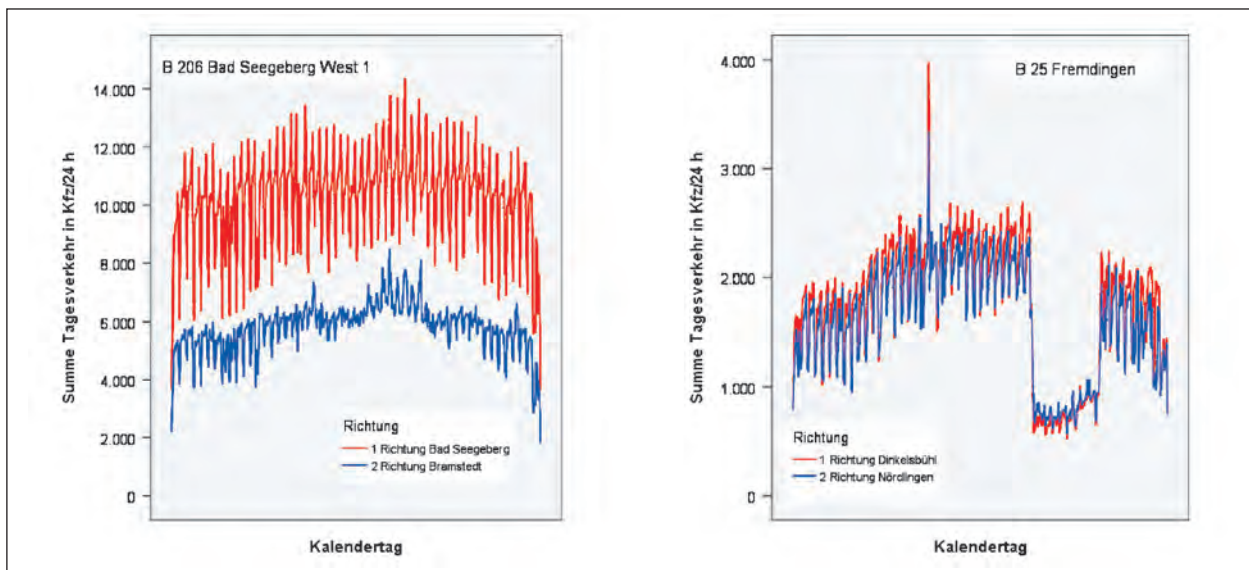


Bild 2: Beispiele für eine Dauerschälstelle mit extremen Richtungsasymmetrien (links) bzw. mit Auffälligkeiten im Jahresverlauf (rechts)

Zählstellen an einbahnigen Landstraßen	Anzahl
Gesamtzahl verfügbarer Dauerschälstellen	609
- Bundesstraßen	450
- Landes-/Staats- und Kreisstraßen	159
Ausschlüsse	12
- Weniger als 300 Zähltag	4
- Extreme Richtungsasymmetrien	3
- Auffälligkeiten im Jahresverlauf	5
Verwendete Dauerschälstellen (gesamt)	597
- Bundesstraßen	443
- Landes-/Staats- und Kreisstraßen	154

Tab. 2: Vorhandene Dauerschälstellen und Ausschlüsse

zählenden des Jahres 2005 verwendet. Tabelle 2 zeigt die im Zuge der SVZ berücksichtigten Mengen an Dauerschälstellen an einbahnigen Landstraßen.

Zunächst lagen 609 Zählstellen an einbahnigen Landstraßen vor. Zählstellen mit mindestens zwei Fahrstreifen je Richtung wurden dabei als zwei-bahnig angesehen. Von diesen 609 Zählstellen lagen 450 an Bundesstraßen und 159 an Landes-/Staats- und Kreisstraßen. Von diesen wurden insgesamt 12 Zählstellen aus verschiedenen Gründen ausgeschlossen. Vier Zählstellen wiesen weniger als 300 Tage mit Zählwerten (geschätzt oder gezählt) auf. Insgesamt acht Zählstellen wurden wegen besonderer Auffälligkeiten ausgeschlos-

sen. Dazu gehörten Zählstellen mit extremen Richtungsasymmetrien (siehe z. B. Bild 2 links) oder Zählstellen mit anderen Auffälligkeiten im Jahresverlauf (siehe z. B. Bild 2 rechts).

Dauerschälstellen werden oftmals dort eingerichtet, wo aufgrund von hohen Verkehrsmengen oder hohem erwarteten Verkehrsmengenwachstum Kapazitätsengpässe befürchtet werden und Handlungsbedarf im Sinne von Ausbau oder Neubau von Alternativstrecken besteht. Insofern ist die Verteilung der Dauerschälstellen über das Gesamtnetz in der Regel nicht repräsentativ im Hinblick auf die Verkehrsmengen. In Tabelle 3 sind die Dauerschälstellen an Landstraßen klassifiziert nach DTV-Klassen aufgeführt. Dem sind die Netzlängen der jeweiligen DTV-Klassen gemäß SVZ 2005 gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass die Verteilung der Dauerschälstellen nach DTV-Klassen nicht den entsprechenden Netzlängen folgt, sondern Zählstellen mit Verkehrsmengen oberhalb von 6.000 Kfz/24h gegenüber den Netzlängen deutlich überrepräsentiert (grün markiert) und unterhalb von 5.000 Kfz/24h unterrepräsentiert (rot markiert) sind.

Bei den statistischen Auswertungen im weiteren Verlauf der Forschungen werden deshalb die Zählstellen entsprechend den Streckenlängen gewichtet, um diese Verzerrungen in der Repräsentativität der Dauerschälstellen so weit wie möglich auszuschalten.

DTV-Klasse	Richtungs-Dauerzählstellen		Streckenlänge gemäß SVZ	
	Anzahl	Anteil	km	Anteil
unter 500	0	0,0 %	1.343,8	1,5 %
500- < 1.000	8	0,7 %	5.564,7	6,1 %
1.000- < 1.500	8	0,7 %	7.354,5	8,0 %
1.500- < 2.000	32	2,7 %	7.040,3	7,7 %
2.000- < 3.000	52	4,4 %	12.708,1	13,9 %
3.000- < 4.000	94	7,9 %	10.618,2	11,6 %
4.000- < 5.000	90	7,5 %	8.632,6	9,4 %
5.000- < 6.000	98	8,2 %	7.370,0	8,1 %
6.000- < 8.000	202	16,9 %	10.598,5	11,6 %
8.000- < 10.000	174	14,6 %	6.848,6	7,5 %
10.000- < 12.000	142	11,9 %	4.326,1	4,7 %
12.000- < 14.000	88	7,4 %	2.904,1	3,2 %
14.000- < 16.000	62	5,2 %	1.952,1	2,1 %
16.000- < 18.000	54	4,5 %	1.247,7	1,4 %
18.000- < 20.000	42	3,5 %	783,9	0,9 %
20.000- < 25.000	28	2,3 %	929,0	1,0 %
25.000- < 30.000	12	1,0 %	477,5	0,5 %
30.000- < 35.000	2	0,2 %	260,7	0,3 %
35.000- < 40.000	2	0,2 %	142,6	0,2 %
40.000 und mehr	4	0,3 %	366,2	0,4 %
Summe	1.194	100,0 %	91.469,2	100,0 %

Tab. 3: Repräsentativität der Dauerzählstellen im Landstraßennetz (außerörtliche Bundes- und Landesstraßen) bezogen auf die täglichen Verkehrsmengen

3.3 Ermittlung von Bemessungsverkehrsstärken für Kurzzeitmessungen nach dem SVZ-Verfahren

3.3.1 Betrachtete Verfahren

Für Kurzzeitmessungen nach dem SVZ-Verfahren wurden die folgenden Verfahren zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis der SVZ-Kurzzeitmessungen verglichen:

- das im Rahmen der SVZ 2005 angewendete und für die SVZ 2010 vorgesehene Verfahren zur Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken,
- das von ARNOLD/BÖTTCHER (2005) vorgeschlagene alternative Verfahren zur Schätzung der d_{30} -Faktoren auf der Basis von Dauerzählstellenkennwerten für die Zwecke der SVZ und
- ein „direktes Verfahren“ zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis der erfassten Zählwerte.

Das SVZ-Verfahren sowie der Verbesserungsvorschlag zur Schätzung der d_{30} -Faktoren von ARNOLD/BÖTTCHER (2005) wurden in Kapitel 2.2 bereits beschrieben. Bei dem direkten Schätzverfahren handelt es sich um einen denkbar einfachen Ansatz, der im Rahmen der Forschungsarbeiten zu Hochrechnungsverfahren von Kurzzeitmessungen an Innerortsstraßen (ARNOLD et al. 2008) entwickelt wurde. Danach werden die maximale im Rahmen der Kurzzeitmessung erhobene Kfz-Verkehrsstärke sowie der in dieser Stunde vorherrschende Schwerverkehrsanteil als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke und den Schwerverkehrsanteil b_{SV} herangezogen.

3.3.2 Vorgehensweise bei der Ermittlung der statistischen Kennwerte

Für die Ableitung der „Schätzgenauigkeit“ der einzelnen Verfahren wurden die geschätzten MSV-Werte bzw. Bemessungsverkehrsstärken mit den tatsächlich für die Dauerzählstelle ermittelten richtungsgetrennten Bemessungsverkehrsstärken verglichen. Da im derzeitigen SVZ-Verfahren keine Ermittlung richtungsgetrennter Bemessungsverkehrsstärken vorgesehen ist, wurden auch die Schätzungen für Bemessungsverkehrsstärken der stärker belasteten Richtung (Maximum der richtungsbezogenen Bemessungsverkehrsstärken) in die Untersuchung einbezogen.

Für die Ermittlung der Schätzwerte für die Bemessungsverkehrsstärken wurde aus den Dauerzählstellendaten eine Zählzeitstichprobe gemäß den Zählzeitvorgaben der SVZ 2005 gezogen. Diese umfasst an A-Zählstellen mit einem DTV-Wert über 7.000 Kfz/24h insgesamt 28 Stunden, die sich auf

- 2 Normalwerktag (7.6. und 21.9.),
- 2 Freitage (10.6. und 23.9.),
- 2 Ferienwerktag (3. und 27.8 in den Bundesländern Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern und Saarland sowie 19.7. und 3.8. in allen anderen Bundesländern) und
- 2 Sonntage (12.6. und 25.9.)

verteilen.

Durch die Wahl der im Rahmen der SVZ 2005 tatsächlich verwendeten Zähltag ist sichergestellt, dass die hier erzielten Ergebnisse zu den im Rahmen der SVZ ermittelten Kenngrößen kompatibel

sind. Grundsätzlich wäre auch eine Auswahl anderer Tage für die Stichprobe möglich, ohne die grundlegenden Ergebnisse infrage zu stellen. Diese Eigenschaft ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass eine Übertragung der hier für das Jahr 2005 gewonnenen Erkenntnisse in andere Jahre gewährleistet sein muss.

An B-Zählstellen mit einem DTV von höchstens 7.000 Kfz/24h beinhaltet die Stichprobe nur 18 Stunden, wobei auf die Freitagszählungen komplett und an Normalwerktagen auf Zählungen in der morgendlichen Hauptverkehrszeit verzichtet wird.

Auf der Basis dieser SVZ-Stichprobe wurden die für die Schätzung der MSV-Werte nach dem SVZ-Verfahren benötigten Kennwerte

- DTV-Kfz,
- DTV-SV,
- Ferienfaktor,
- Sonntagsfaktor,
- Richtungsfaktor und
- Tagesganglinienfaktor

nach dem SVZ-Verfahren abgeleitet bzw. geschätzt. Parallel wurden die Regressionsgleichungen nach dem SVZ-Verfahren und dem Vorschlag von ARNOLD/BÖTTCHER an die Dauerzählstellendaten des Jahres 2005 angepasst. Mit Hilfe der dort ermittelten Parameterschätzer und der auf Basis der SVZ-Stichprobe geschätzten Kennwerte wurden die d_{30} -Faktoren sowie die MSV-Werte nach dem SVZ-Verfahren und nach dem Verfahren ARNOLD/BÖTTCHER geschätzt.

Für die „direkte Schätzung“ wurde die maximale Verkehrsstärke aus der SVZ-Stichprobe als Schätzwert für die Bemessungsverkehrstärke herangezogen.

3.3.3 Gegenüberstellung der statistischen Kennwerte

In den Tabellen 4 und 5 sind die Kenngrößen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit der unterschiedlichen Schätzverfahren für die Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken auf Basis von SVZ-Kurzzeitzählungen einander gegenübergestellt. Somit beziehen sich die Ergebnisse auf die 30. stärkste Stunde. Die nach dem jeweiligen statistischen Kennwert beste Schätzung ist jeweils hervorgehoben.

Ein Vergleich mit dem heute praktizierten SVZ-Verfahren ist nur für den MSV-Wert der höher belasteten Richtung möglich. Die Schätzgenauigkeit des SVZ-Verfahrens ist weder bei A- noch bei B-Zählstellen die beste Schätzung. Sowohl das Bestimmtheitsmaß als auch der mittlere Fehler (ungerichtet) zeigen an,

- dass für A-Zählstellen die direkte Schätzung die beste Übereinstimmung von geschätztem und gemessenem MSV-Wert ergibt,
- dass für B-Zählstellen die Schätzung nach dem ARNOLD/BÖTTCHER-Verfahren überlegen ist und
- dass bezogen auf alle Zählstellen das direkte Verfahren die höchste Schätzgenauigkeit bietet.

Bei allen Schätzverfahren ist das Bestimmtheitsmaß bezogen auf alle Zählstellen größer als die einzelnen Bestimmtheitsmaße für die Zählstellen jeweils eines Zählstellentyps. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der DTV-Wert, der der Abgrenzung der Zählstellentypen zugrunde liegt, an sich einen hohen Erklärungsgehalt für den MSV-Wert besitzt. Hoch belastete Abschnitte mit hohem DTV-

Kennwert	Zählstellentyp	SVZ-Verfahren	ARNOLD/BÖTTCHER	direkte Schätzung
MSV richtungsgetrennt	A	-	0,70	0,87
	B	-	0,78	0,64
	gesamt	-	0,85	0,88
MSV der höher belasteten Richtung	A	0,64	0,68	0,86
	B	0,76	0,79	0,70
	gesamt	0,84	0,85	0,89

Tab. 4: Bestimmtheitsmaße der Schätzung von Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von SVZ-Kurzzeitzählungen

Kennwert	Zählstellentyp	SVZ-Verfahren	ARNOLD/BÖTTCHER	direkte Schätzung
MSV richtungsgetrennt	A	-	10,3 %	7,2 %
	B	-	15,5 %	16,7 %
	gesamt	-	13,4 %	12,8 %
MSV der höher belasteten Richtung	A	15,1 %	10,3 %	6,6 %
	B	19,7 %	15,7 %	17,0 %
	gesamt	17,9 %	13,5 %	12,8 %

Tab. 5: Durchschnittliche Abweichung der Schätzung von Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von SVZ-Kurzzeitzählungen

Wert haben naturgemäß auch eine höhere Bemessungsverkehrsstärke als schwach belastete Abschnitte mit niedrigem DTV-Wert.

Auch bei den richtungsgetrenten MSV-Werten besitzen

- bei A-Zählstellen das direkte Verfahren und
- bei B-Zählstellen das ARNOLD/BÖTTCHER-Verfahren

die jeweils höchste Schätzgenauigkeit. Bezogen auf alle Zählstellen erweist sich das direkte Verfahren als überlegen. Das niedrige Bestimmtheitsmaß der direkten Schätzung bei B-Zählstellen ist dadurch begründet, dass bei diesen niedrig belasteten Abschnitten (mit einem DTV-Wert unter 7.000 Kfz/24h) im Rahmen der SVZ grundsätzlich auf Vormittagszählungen sowie auf Zählungen an Freitagen verzichtet wird. An Zählstellen mit ausgeprägten morgendlichen Verkehrsspitzen werden diese bei der direkten Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken aus den Zählwerten nicht erfasst. Allerdings stellt die „Fehlschätzung“ der Bemessungsverkehrsstärke an derartig schwach belasteten Abschnitten kein großes Pro-

blem dar, da eine derartig schwach belastete Verkehrsanlage ohnehin gute Verkehrsqualitätsstufen aufweisen wird.

Die in Tabelle 6 ausgewiesenen relativen Fehler geben Auskunft, ob die Schätzung „erwartungstreu“ in dem Sinne ist, dass sich Über- und Unterschätzungen der MSV-Werte in etwa die Waage halten, oder ob es zu einer „systematischen“ Über- oder Unterschätzung kommt. Das SVZ-Verfahren tendiert dazu, die MSV-Werte der höher belasteten Richtung zu überschätzen. Beim ARNOLD/BÖTTCHER-Verfahren werden MSV-Werte an A-Zählstellen relativ gleichmäßig über- oder unterschätzt und an B-Zählstellen ebenfalls tendenziell überschätzt. Das direkte Verfahren tendiert naturgemäß dazu, die MSV-Werte zu unterschätzen, und dies bei B-Zählstellen deutlicher als bei A-Zählstellen.

Bild 3 bestätigt diesen Befund. Die Häufigkeitsverteilung der gerichteten relativen Fehler ist für das SVZ-Verfahren am breitesten. Außerdem wird deutlich, dass die MSV-Werte der höher belasteten Richtung systematisch überschätzt werden. Die „spitzeste“ Verteilung der relativen Fehler weist das direkte Verfahren auf. Allerdings werden die richtungsgetrenten MSV-Werte häufiger unter- als überschätzt. In Bild 4 sind die für die 30. Stunde gemessenen und die geschätzten MSV-Werte für die drei Schätzverfahren gegenübergestellt. Dabei wird die Überlegenheit des direkten Verfahrens bei hoch belasteten Zählstellen mit hohen MSV-Werten deutlich.

Für das Verfahren nach ARNOLD/BÖTTCHER und für das direkte Verfahren können analoge Streudiagramme auch zusätzlich für die 50. und die 100. Stunde angegeben werden. Bild 5 und 6 zeigen die entsprechenden Resultate. Beim direkten Verfahren ist erkennbar, dass die Schätzwerte bei allen drei Bemessungsstunden (30., 50. und 100. Stun-

Kennwert	Zählstellentyp	SVZ-Verfahren	ARNOLD/BÖTTCHER	direkte Schätzung
MSV richtungsgetreunt	A	-	-1,8 %	-3,3 %
	B	-	+9,2 %	-11,4 %
	gesamt	-	+4,9 %	-8,1 %
MSV der höher belasteten Richtung	A	+8,0 %	-2,5 %	-2,6 %
	B	+13,2 %	+9,5 %	-13,0 %
	gesamt	+11,2 %	+4,7 %	-8,8 %

Tab. 6: Relative Fehler der Schätzung von Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von SVZ-Kurzzeitmessungen

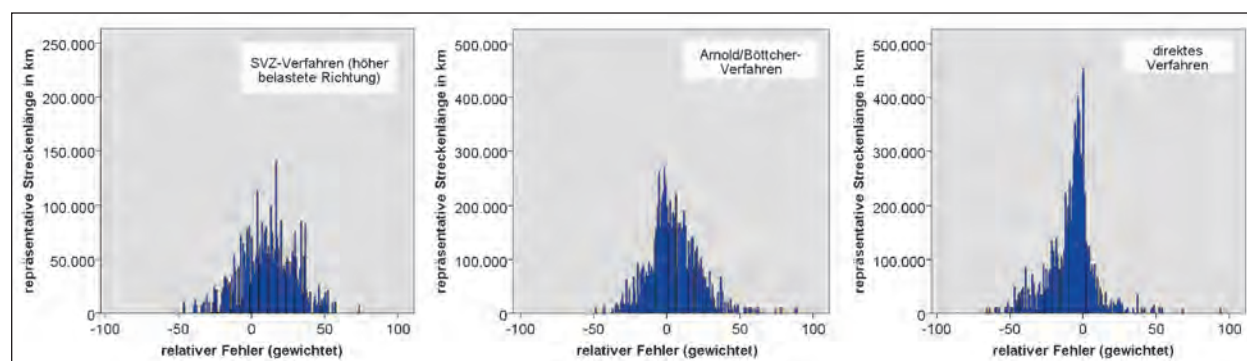


Bild 3: Häufigkeitsverteilung der relativen Fehler der verschiedenen Schätzverfahren auf Basis von SVZ-Kurzzeitmessungen

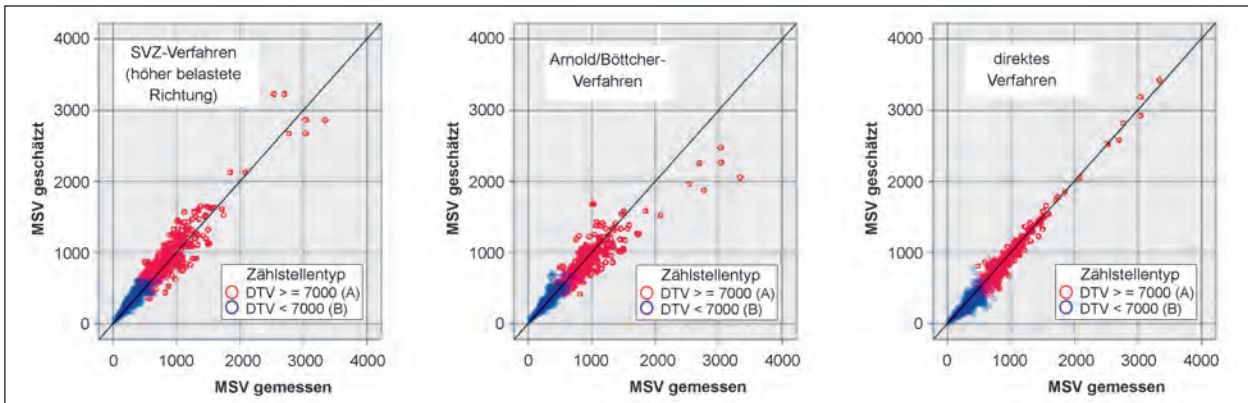


Bild 4: Gegenüberstellung gemessener und geschätzter MSV-Werte für die drei Verfahren auf Basis von SVZ-Kurzzeitählungen (30. Stunde)

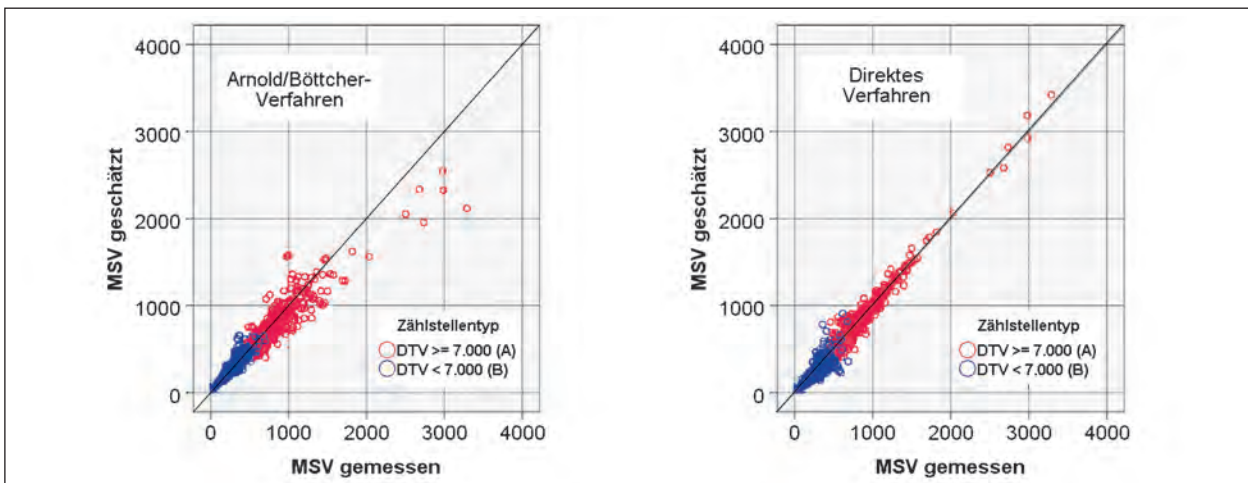


Bild 5: Gegenüberstellung gemessener und geschätzter MSV-Werte für die Verfahren ARNOLD/BÖTTCHER und direkte Schätzung auf Basis von SVZ-Kurzzeitählungen (50. Stunde)

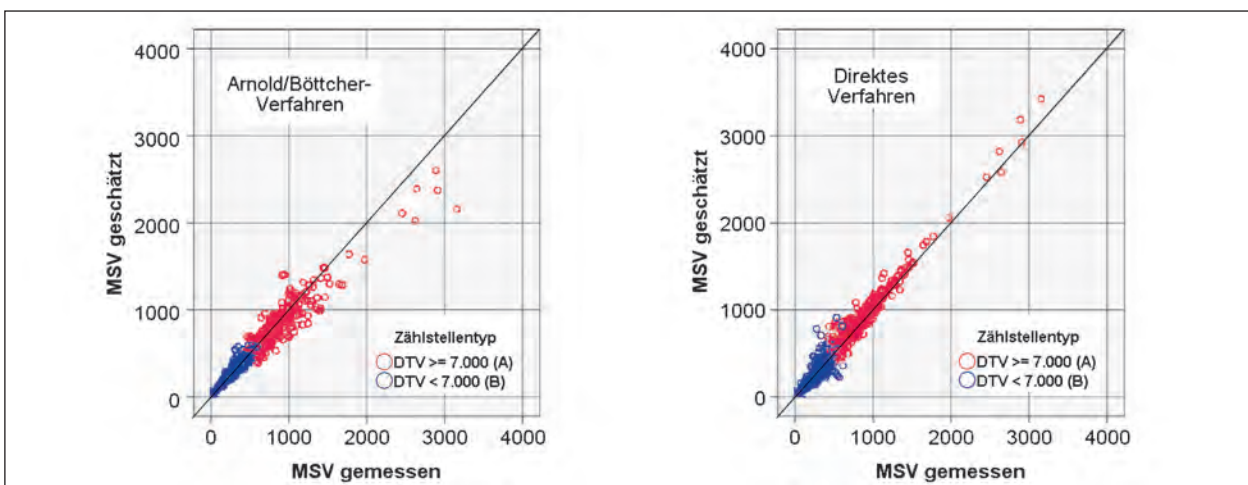


Bild 6: Gegenüberstellung gemessener und geschätzter MSV-Werte für die Verfahren ARNOLD/BÖTTCHER und direkte Schätzung auf Basis von SVZ-Kurzzeitählungen (100. Stunde)

de) unverändert bleiben. Dadurch, dass die gemessenen Werte für die höheren Stunden niedriger liegen, verändert sich hier die Schätzgenauigkeit.

In den Bildern 7 bis 11 sind die relativen Fehler der Schätzungen für den MSV-Wert verschiedenen charakteristischen SVZ-Kennwerten gegenüberge-

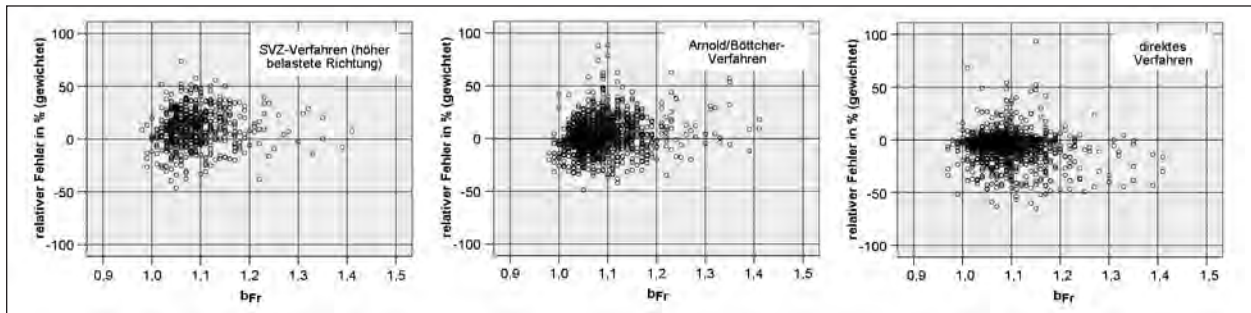


Bild 7: Gegenüberstellung der Freitagfaktoren (b_{Fr}) und gerichteten relativen Fehler bei der Schätzung der MSV-Werte

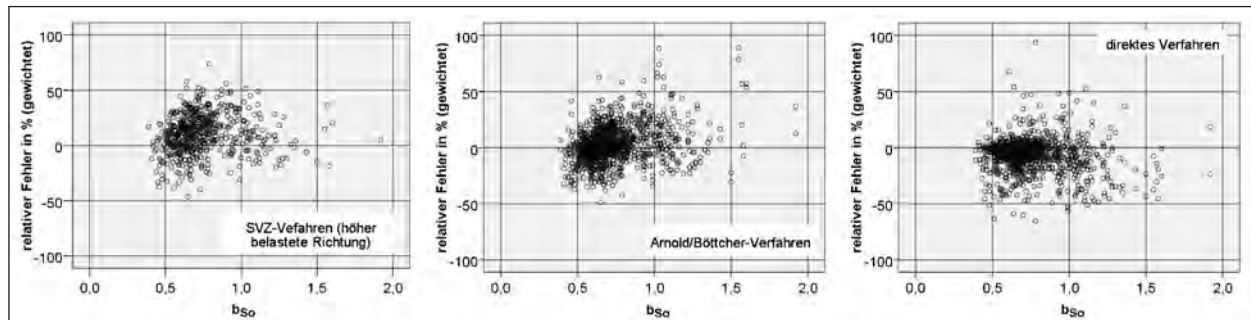


Bild 8: Gegenüberstellung der Sonntagsfaktoren (b_{So}) und gerichteten relativen Fehler bei der Schätzung der MSV-Werte

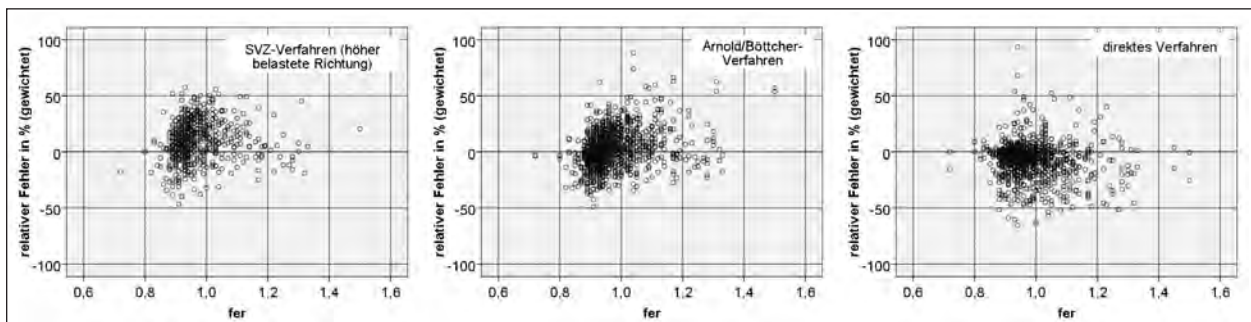


Bild 9: Gegenüberstellung der Ferienfaktoren (fer) und gerichteten relativen Fehler bei der Schätzung der MSV-Werte

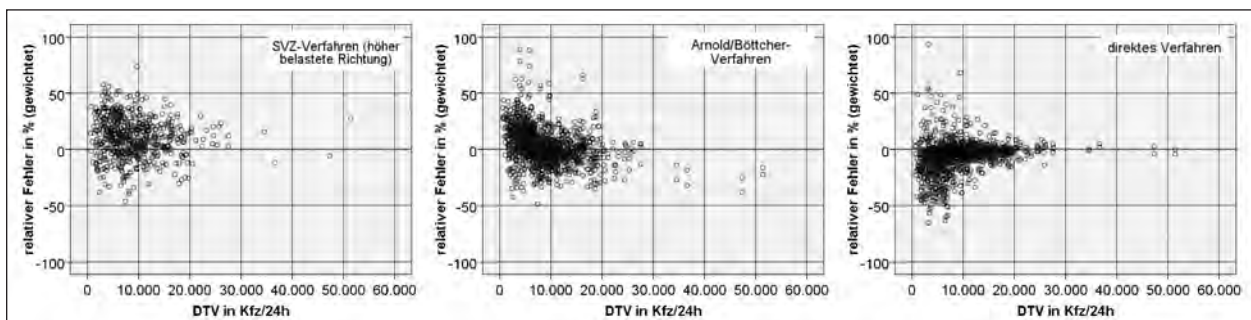


Bild 10: Gegenüberstellung der DTV-Werte und gerichteten relativen Fehler bei der Schätzung der MSV-Werte

stellt. Damit soll überprüft werden, ob es Möglichkeiten zur Verbesserung der Schätzungen gibt. Nachdem diese SVZ-Kennwerte beim SVZ-Verfahren und beim ARNOLD/BÖTTCHER-Verfahren bereits in die Schätzung eingehen, ist nicht zu erwarten, dass für diese Verfahren systematische Zu-

sammenhänge zwischen relativen Fehlern und den SVZ-Kennwerten erkennbar werden. Dies wird durch die Bilder 5 bis 11 bestätigt. Aber auch für die direkte Schätzung ist nicht erkennbar, dass die Schätzung durch Einbeziehung weiterer Kenngrößen verbessert werden könnte.

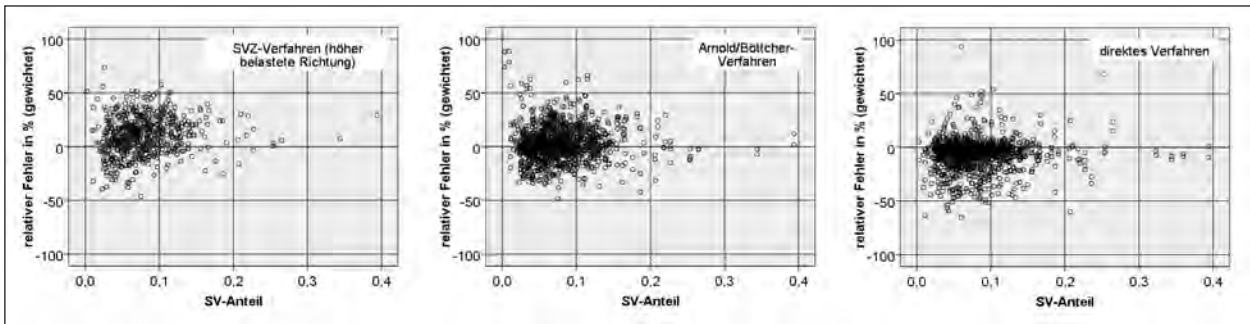


Bild 11: Gegenüberstellung der Schwerverkehrsanteile und gerichteten relativen Fehler bei der Schätzung der MSV-Werte

In der Regel sind keine Zusammenhänge zwischen den relativen Fehlern und den SVZ-Kennwerten erkennbar. Lediglich beim direkten Verfahren wird deutlich, dass die MSV-Werte von B-Zählstellen mit DTV-Werten nicht höher als 7.000 Kfz/24h systematisch unterschätzt werden, weil im Rahmen der SVZ-Kurzzeitählung Vormittags- und Freitagszählungen nicht vorgenommen werden. Um dieser systematischen Unterschätzung zu begegnen, wurde mittels einer Regression untersucht, ob sich aus den unabhängigen Kenngrößen

- DTV,
- Schwerverkehrsanteil,
- Ferienfaktor,
- Freitagsfaktor,
- Sonntagsfaktor und
- Richtungsfaktor

und dem Schätzfehler der direkten Schätzung ein Zusammenhang nachweisen lässt. Die besten Übereinstimmungen ergeben sich für den Freitagsfaktor – der aber für B-Zählstellen nicht vorliegt – und den Richtungsfaktor. Für den Richtungsfaktor wurde dementsprechend ein Korrekturfaktor (k) für die Bemessungsverkehrsstärke an B-Zählstellen mit Hilfe der Regressionsgleichung

$$k = \text{[]} + \text{[]} \cdot \text{rifakt}$$

gebildet. Der resultierenden Überschätzung der MSV um knapp 5 % (siehe Streudiagramm in Bild 12) wurde anschließend durch eine absolute Korrektur (Absenkung) begegnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

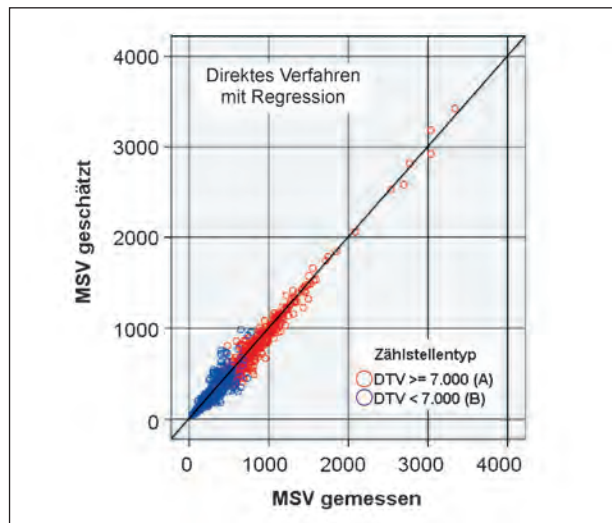


Bild 12: Streudiagramm direktes Verfahren nach Korrektur mittels Regression

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wird für Kurzzeitählungen nach dem SVZ-Verfahren empfohlen, für A-Zählstellen das direkte Verfahren zur Ermittlung der MSV-Werte anzuwenden. Für B-Zählstellen sind die ungerichteten relativen Fehler der Schätzung nach dem ARNOLD/BÖTTCHER-Verfahren besser geeignet, sodass es sich für diese Zählstellen empfiehlt, dieses Verfahren anzuwenden.

Genauigkeit	DTV (Kfz/24h)	ARNOLD/BÖTTCHER			direkte Schätzung (ohne Korrektur)			direkte Schätzung mit Korrektur		
	Stunde	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Bestimmtheitsmaß	< 7.000 (B)	0.78	0.81	0.85	0.65	0.64	0.62	0.68	0.66	0.64
	≥ 7.000 (A)	0.70	0.74	0.80	0.87	0.88	0.88	0.87	0.88	0.88
	Gesamt	0.85	0.88	0.91	0.88	0.89	0.89	0.88	0.89	0.90
Durchschnittliche Abweichung (in %)	< 7.000 (B)	15.5	14.1	12.4	16.7	15.4	16.1	14.9	14.9	15.4
	≥ 7.000 (A)	10.3	9.7	8.7	7.2	6.8	7.9	7.2	6.8	7.9
	Gesamt	13.4	12.3	10.9	12.8	11.9	12.8	11.7	11.6	12.4
Relativer Fehler (in %)	< 7.000 (B)	9.2	8.4	7.5	-11.4	-6.5	1.3	0.0	0.0	0.0
	≥ 7.000 (A)	-1.8	-1.9	-2.3	-3.3	-0.1	5.0	-3.3	-0.1	5.0
	Gesamt	4.9	4.3	3.6	-8.1	-3.9	2.8	-1.4	0.0	2.0

Tab. 7: Bestimmtheitsmaß, durchschnittliche Abweichung und relative Fehler der Schätzung von Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von SVZ-Kurzzeitzählungen, mit Korrektur der direkten Schätzung mittels Regression und Absenkung

3.3.4 Bemessungsrelevanter Schwerverkehrsanteil b_{SV}

In diesem Zusammenhang wurden verschiedene Schätzverfahren alternativ untersucht:

- Nutzung des Schwerverkehrsanteils für Bemessungszwecke an Werktagen als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} und Schätzung nach dem SVZ-Verfahren per Regression aus dem jahresdurchschnittlichen Schwerverkehrsanteil an Werktagen („SVZ“):

$$SV_AntMSV_W = [] + [] \cdot SV_AntW,$$
- Nutzung des Schwerverkehrsanteils während der höchstbelasteten Stunde aus der SVZ-Stichprobe als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} („höchstbelastete Stunde“),
- Nutzung des maximalen Schwerverkehrsanteils der beiden höchstbelasteten Stunden aus der SVZ-Stichprobe als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} („zwei höchstbelastete Stunden“),
- Nutzung des maximalen Schwerverkehrsanteils der beiden höchstbelasteten Werktagsstunden (Mo-Fr) aus der SVZ-Stichprobe als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} („zwei höchstbelastete Werktagsstunden“),
- Nutzung des maximalen Schwerverkehrsanteils der beiden höchstbelasteten Stunden aus der

SVZ-Stichprobe als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} , wobei für die Rangreihung die Wochenend-Verkehrsstärken um 20 % abgesenkt werden („zwei höchstbelastete Stunden mit Gewichtung“).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Wie aus den Messwerten zur Schätzgenauigkeit ersichtlich ist, bieten sich lediglich zwei Verfahren für die Schätzung der bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile b_{SV} an. Im Hinblick auf das Bestimmtheitsmaß erweist sich die SVZ-Methodik bei der 50. und 100. Stunde als am besten geeignet, auch wenn die Bestimmtheitsmaße mit 0,51 bzw. 0,61 vergleichsweise gering sind. Die bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile werden bei diesem Verfahren relativ unverzerrt geschätzt. Im Hinblick auf die durchschnittliche Abweichung weist das Verfahren die geringsten Fehler auf, bei denen eine „Dauerlinie“ aus den Zählwerten der SVZ-Stichprobe gebildet wird, wobei die Zählwerte des Wochenendes mit dem Faktor 0,8 gewichtet werden und somit mit geringerer Wahrscheinlichkeit in den oberen Bereich dieser „Dauerlinie“ gelangen. Aus dieser gewichteten Dauerlinie werden die am stärksten belasteten zwei Stunden ermittelt und das Maximum der SV-Anteile aus diesen zwei Stunden als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} herangezogen. Durch die Gewichtung wird gewährleistet, dass tendenziell niedrige SV-Anteile an Wochenenden nur dann herangezogen werden, wenn die Belastungsspitzen an Wochenenden maßgeblich höher sind als

Verfahren	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
SVZ		0,465	0,507	0,614	48,2 %	46,6 %	38,1 %	2,7 %	-0,7 %	-13,7 %
Höchstbelastete Stunde		0,413	0,409	0,403	46,4 %	45,0 %	45,2 %	-33,7 %	-37,3 %	-41,3 %
Zwei höchstbelastete Stunden		0,442	0,440	0,442	39,1 %	37,3 %	37,5 %	-20,0 %	-24,3 %	-28,7 %
Zwei höchstbelastete Werktagsstunden		0,471	0,495	0,571	46,3 %	42,7 %	34,7 %	9,5 %	4,7 %	-7,7 %
Zwei höchstbelastete Stunden mit Gewichtung		0,510	0,503	0,524	37,9 %	36,3 %	33,0 %	-9,8 %	-13,4 %	-21,6 %

Tab. 8: Bemessungsrelevanter Schwerverkehrsanteil: Kenngrößen

an Werktagen. Bei diesen Verfahren werden die bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile jedoch deutlich stärker unterschätzt als bei den SVZ-Verfahren.

Aus diesem Grund wird in Abstimmung mit der Betreuungsgruppe empfohlen, das bisherige SVZ-Verfahren zur Schätzung der Schwerverkehrsanteile zu Bemessungsstunden an Werktagen beizubehalten und als Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} heranzuziehen.

3.4 Ermittlung von Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von fakultativen Kurzzeitmessungen

In diesem Kapitel werden für Abschnitte, an denen keine Erkenntnisse aus turnusmäßigen Kurzzeitmessungen aus der SVZ vorliegen, Verfahren entwickelt, wie auf der Basis von fakultativen Kurzzeitmessungen entsprechende Schätzungen für die Bemessungsverkehrsstärke sowie für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} vorgenommen werden können. Dabei wird unterschieden nach automatischen Wochenzählungen, bei denen sämtliche 168 Stunden einer Kalenderwoche gezählt werden, und automatischen oder manuellen Tageszählungen, bei denen mindestens die Zeiträume zwischen

- 6:00 und 8:00 Uhr sowie 15:00 und 18:00 Uhr an Werktagen Di-Do,
- 12:00 und 19:00 Uhr an Freitagen sowie
- 9:00 und 19:00 Uhr an Wochenendtagen Sa+So gezählt werden.

Zunächst werden Verfahren zur Ableitung der Bemessungsverkehrsstärken aus den gezählten

Werten abgeleitet. Die mit diesen Verfahren zu erzielende Schätzgenauigkeit bei der Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken auf der Basis von fakultativen Kurzzeitmessungen hängt entscheidend davon ab, wann die Kurzzeitmessung vorgenommen wird. Dies betrifft zum einen die gewählte Woche/Jahreszeit, zum anderen aber – im Falle von Kurzzeitmessungen – auch den gezählten Wochentag. Aus diesem Grund wurden dezidierte Zählzeitempfehlungen abgeleitet, wobei in diesem Zusammenhang nach unterschiedlichen Zählstellentypen differenziert werden musste.

3.4.1 Ableitung von Schätzverfahren für den MSV-Wert

Bei Zählung einer Woche als Stichprobe bietet es sich an, den maximalen Stundenwert der Wochenzählung als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke heranzuziehen. In einzelnen Wochen wird man mit diesem Verfahren die Bemessungsverkehrsstärke, die sich auf die 30., 50. oder 100. stärkstenbelastete Stunde eines Jahres bezieht, überschätzen. Diese Überschätzung wird umso häufiger auftreten, je breiter sich die Belastungsspitzen auf mehrere Wochen verteilen. Aus diesem Grund wurden auch noch nachrangige Stunden der „Wochendauerlinie“ als Schätzgrößen für die Bemessungsverkehrsstärke getestet.

Im Einzelnen wurden die folgenden Verfahren untersucht:

- Verkehrsstärke der am höchsten belasteten Wochenstunde als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke („stärkste Wochenstunde“),
- Verkehrsstärke der am zweithöchsten belasteten Wochenstunde als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke („2. stärkste Wochenstunde“),
- Verkehrsstärke der am dritthöchsten belasteten Wochenstunde als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke („3. stärkste Wochenstunde“).

Verfahren	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
stärkste Wochenstunde		0,70	0,71	0,72	21,6 %	20,1 %	20,5 %	-14,1 %	-7,8 %	2,1 %
2. stärkste Wochenstunde		0,72	0,73	0,75	23,4 %	20,6 %	18,7 %	-19,6 %	-13,8 %	-4,6 %
3. stärkste Wochenstunde		0,73	0,75	0,77	25,5 %	21,9 %	18,3 %	-23,5 %	-18,0 %	-9,3 %
4. stärkste Wochenstunde		0,74	0,75	0,78	27,7 %	23,6 %	18,8 %	-26,7 %	-21,4 %	-13,2 %
5. stärkste Wochenstunde		0,74	0,76	0,79	29,7 %	25,4 %	19,8 %	-29,3 %	-24,3 %	-16,3 %

Tab. 9: Kennwerte der Schätzgenauigkeit für die untersuchten Verfahren zur Schätzung der Bemessungsverkehrsstärke aus Wochenzählungen (alle Zählstellen)

sungsverkehrsstärke („3. stärkste Wochenstunde“),

- Verkehrsstärke der am vierthöchsten belasteten Wochenstunde als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke („4. stärkste Wochenstunde“),
- Verkehrsstärke der am fünfhöchsten belasteten Wochenstunde als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke („5. stärkste Wochenstunde“).

Für jede Zählstelle gab es somit 52 Wochenstichproben mit jeweils einem Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke. Je untersuchtem Verfahren wurden diese Schätzwerte den tatsächlichen Bemessungsverkehrsstärken gegenübergestellt und die Kennwerte zur Schätzgenauigkeit ermittelt. Diese sind in Tabelle 9 zusammenfassend dargestellt.

Die Kennwerte zur Schätzgenauigkeit liefern unterschiedliche Aussagen zur Qualität der einzelnen Schätzverfahren. Misst man die Schätzgenauigkeit an dem Bestimmtheitsmaß, so werden die Schätzungen umso besser, je weiter man sich von der verkehrsstärksten Stunde einer Woche entfernt. Umgekehrt sinkt der relative Fehler, wenn man anstelle „nachrangiger“ Stunden die Stunde mit der höchsten Verkehrsstärke einer Woche wählt. Zudem tendieren die Verfahren, bei denen nicht die höchstbelastete Stunde aus der Wochenstichprobe als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke herangezogen wird, dazu, den MSV-Wert deutlich stärker zu unterschätzen als das Wochenmaximum.

Aus diesem Grund wird in Abstimmung mit der Betreuungsgruppe beschlossen, aus der Wochenstichprobe die Stunde mit der höchsten Verkehrsstärke für die Ermittlung des MSV-Wertes als Schätzgröße zu verwenden.

3.4.2 Definition von charakteristischen Zählstellentypen

Für die Ableitung von Zählzeitempfehlungen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, nach charakteristischen Zählstellentypen zu unterscheiden. Im Zuge der Forschungsarbeiten wurden an dieser Stelle verschiedene Typisierungsmerkmale untersucht:

- Typisierung der Zählstellen anhand des Anteils von Tagestypen an den 200 am stärksten belasteten Stunden eines Jahres,
- Typisierung der Zählstellen anhand von charakteristischen Ganglinienkennwerten aus der SVZ,
- Typisierung der Zählstellen anhand von speziellen Kennwerten aus der Jahresganglinie,
- Typisierung der Zählstellen anhand der Anteile von Jahreszeiten an den 200 am stärksten belasteten Stunden eines Jahres.

Bei der Typisierung von Zählstellen war zu berücksichtigen, dass entsprechende Kennwerte aus der Jahresganglinie, der Dauerlinie oder der SVZ an den Zählstellen nicht vorliegen, für die die Schätzverfahren der Bemessungsverkehrsstärke aus fakultativen Kurzzeitzählungen herangezogen werden. Die Typisierung muss somit so gestaltet werden, dass ein fachkundiger Anwender ohne Kenntnis statistischer Kennwerte, aber mit fundierter Kenntnis der Verkehrsverhältnisse vor Ort in der Lage ist, eine entsprechende Zuordnung der jeweiligen Zählstelle zu einem Zählstellentyp vorzunehmen.

Vor diesem Hintergrund wurde im Verlauf der Forschungsarbeiten und in Abstimmung mit der Betreuungsgruppe folgende Typisierung von Zählstellen gewählt:

1. Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs:

Hierbei handelt es sich um Abschnitte, an denen der normalwerktägliche Verkehr Mo-Fr außerhalb der Ferienzeiten dominiert. Belastungsspitzen treten regelmäßig an diesen Tagen oder einzelnen Tagen (z. B. Freitagnachmittag) auf. An Wochenenden (Sa+So) werden hingegen i. d. R. unterdurchschnittliche Verkehrsstärken beobachtet.

Für die Ableitung von Zählzeitempfehlungen für Tageszählungen wurde dieser Typ weiter unterteilt in

- Zählstellen mit starken Belastungsspitzen in Wochenendrandlage, bei denen insbesondere am Freitagnachmittag deutlich überdurchschnittliche Verkehrsstärken im Vergleich zu den Werktagen Di-Do zu beobachten sind, und
- Zählstellen mit weitgehend ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage Mo-Fr.

2. Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren:

Derartige Abschnitte sind stark geprägt von Wochenend- und Feiertagsverkehren z. B. aufgrund von Ausflugs- und Freizeitfahrten, Einkaufsverkehren an Samstagen oder Urlaubsverkehren. Verkehre an Werktagen außerhalb der

Ferienzeiten weisen an derartigen Zählstellen keine so ausgeprägten Belastungsspitzen auf wie die Wochenendverkehre.

In der Datenbasis wurde diese Zählstellentypisierung anhand der Tages- und Stundenanteile während der ersten 200 Stunden der Dauerlinie nachgebildet. Dabei wurden die folgenden Kriterien verwendet:

- Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs: mindestens 160 der 200 stärksten Stunden an Normalwerktagen Mo-Fr:
 - Abschnitte mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage: mindestens 80 der 200 stärksten Stunden im Zeitbereich Freitag 12:00 bis 24:00 Uhr,
 - Zählstellen mit weitgehend ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage Mo-Fr: höchstens 79 der 200 stärksten Stunden im Zeitbereich Freitag 12:00 bis 24:00 Uhr,
- Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren: höchstens 159 der 200 stärksten Stunden an Normalwerktagen Mo-Fr.

Bild 13 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Werktagsstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie. Entsprechend wurden dem Abschnittstyp „Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs“ 878 Zählstellen-Richtungskombinationen zu-

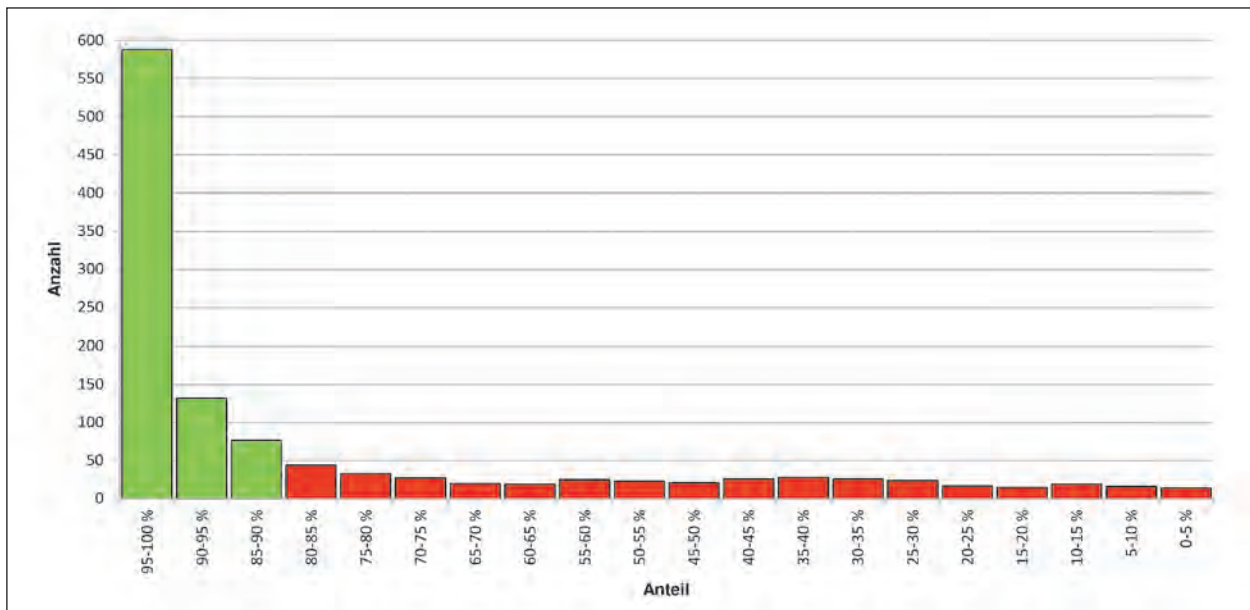


Bild 13: Häufigkeitsverteilung der Anteile von Stunden an Werktagen an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie

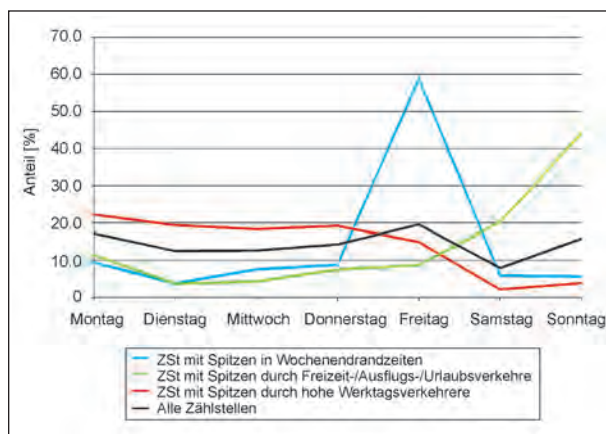


Bild 14: Anteile der Wochentage an den ersten 50 Stunden der Dauerlinie

geordnet. Von diesen entfallen 163 auf den Typ „Belastungsspitzen in Wochenendrandlage“. Der Abschnittstyp „Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren“ umfasst in dem Datenkollektiv 316 Zählstellen-Richtungskombinationen.

Um die Auflösungsschärfe dieser Zählstellentypisierung zu prüfen, wurden je Zählstelle die Anteile der einzelnen Wochentage an den ersten 50 Stunden der Dauerlinie ermittelt. In Bild 14 sind diese mittleren Wochentagsanteile dargestellt. Über alle Zählstellen des Datenkollektivs ergibt sich eine vergleichsweise ausgeglichene Verteilung auf die Wochentage. Differenziert man jedoch nach Zählstellentypen, so zeigt sich ein deutlich anderes Bild. Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Werktagsverkehren Mo-Do weisen kaum Spitzenbelastungen an Wochenenden auf. Auch der Freitag spielt eine geringere Rolle im oberen Bereich der Dauerlinie als die restlichen Werkstage. Bei Zählstellen mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage sticht der Freitag mit einem mittleren Anteil von 60 % der Stunden im oberen Bereich der Dauerlinie heraus. Auch Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund des Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsverkehrs heben sich mit erhöhten Stundenanteilen an Samstagen und insbesondere Sonntagen deutlich von den anderen Zählstellentypen ab. Durch die Typisierung der Zählstellen wird somit eine verhältnismäßig treffsichere Aussage über die Verkehrscharakteristik auf dem jeweiligen Abschnitt ermöglicht.

3.4.3 Zählzeitempfehlungen für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs

Im Folgenden werden Empfehlungen zu Zählzeiten für automatische Wochenzählungen bzw. Kurzzeitzählungen an einbahnigen Landstraßen hergeleitet. Dabei geht es zunächst darum, eine geeignete Woche auszuwählen. Im nachfolgenden Schritt kann darauf aufbauend für eine weitere Verkürzung der Zählzeiten eine Empfehlung zur Lage der Zählzeiten innerhalb der Woche ausgesprochen werden.

Im ersten Unterkapitel wird erläutert, wie die Wochen eines Jahres nach verschiedenen Kriterien typisiert werden können, um eine sinnvolle Einteilung in charakteristische Wochentypen zu erhalten.

Bildung von charakteristischen Wochentypen

Die Auswertungen, die die Basis für die in diesem Kapitel vorgenommenen Analysen bilden, beruhen auf Daten aus dem Jahr 2005. Wie bereits oben (Kapitel 2) erläutert, war dies das aktuellste Jahr, für das alle benötigten Daten der Dauerzählstellen auf einbahnigen Landstraßen vorlagen. Somit wurden auch die Kalenderanalysen zur Typisierung der Wochen auf der Basis von 2005 vorgenommen. Dies bezieht sich naturgemäß insbesondere auf die Lage der Schulferien. Daraus ergibt sich unmittelbar, dass die Typisierung je Bundesland mit dem zugehörigen Ferienkalender verknüpft werden musste. Als Grundlagenarbeit wurde somit im ersten Schritt ein bundeslandspezifischer Ferienkalender 2005 operationalisiert, der die Lage der Wochenenden, Feiertage und Schulferien enthielt. Dieser ist grafisch in Bild 15 dargestellt. Farblich sind dabei Sonntage in Schwarz, Feiertage in Blau, Ferien in Rot und alle übrigen („normalen“) Tage in Hellgrün dargestellt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die einzelnen Bundesländer teilweise sehr individuelle Ferienprofile aufweisen. Insbesondere ist hervorzuheben, dass in einigen Bundesländern die Pfingstferien, in anderen aber die Herbstferien ein höheres Gewicht haben.

Entsprechend den in Bild 15 dargestellten Feiertagen und Ferientagen wurden die Wochen des Jahres 2005 je Bundesland nach folgenden Kriterien typisiert:

- Sommer-/Winterwochen,



Bild 15: Ferien- und Feiertagskalender 2005

- Feiertagswochen, Wochen in den Sommerferien („große Ferien“), Wochen in anderen Ferien im Sommer („kleine Ferien“), Ferienwochen im Winter, „Normalwochen“.

Die Charakterisierung anhand der Feiertage wurde dabei nachrangig gegenüber der Zugehörigkeit zu einem Ferienzeitraum behandelt. Dies beruht auf der Tatsache, dass ein in einer Woche liegender Feiertag deren Charakteristika schwächer beeinflusst als die Lage der Woche in einem Ferienzeitraum. Auch Wochen mit nur einem Feiertag wurden hier als Ferienwochen klassifiziert.

Die Grenze zwischen Sommer und Winter wurde anhand der Zeitumstellung gezogen, d. h., die Wochen zwischen 27.03. (Beginn Sommerzeit) und 30.10. (Ende Sommerzeit) wurden als Sommerwochen definiert, die übrigen Wochen als Winterwochen.

Insgesamt ergibt sich so eine Aufteilung der Wochen in sieben Kategorien:

- Ferienwoche Sommer groß,
- Ferienwoche Sommer klein,
- Ferienwoche Winter,

- Feiertagswoche Sommer,
- Feiertagswoche Winter,
- Normalwoche Sommer,
- Normalwoche Winter.

Die Normalwochen (im Sommer und Winter) machen in dieser Einteilung mehr als die Hälfte des Jahres aus.

Aussagen zu optimalen Zählwochen

Um Aussagen zu Zählwochen, die bei Verwendung des direkten Verfahrens zur Schätzung der MSV gute Ergebnisse erwarten lassen, ableiten zu können, wurden diverse Auswertungen über die Zählstellendatenbank laufen gelassen. Grundgesamtheit waren dabei immer die 878 Kombinationen aus Zählstellen und Richtungen. Bei 52 Wochen ergeben sich somit immer insgesamt 45.656 Ausprägungen. Jede Woche wurde einer der im vorangegangenen Kapitel definierten Wochenkategorien zugeordnet. Auf diese Weise wurde ermittelt, welcher dieser Wochentypen die beste Schätzung für den MSV-Wert zulässt.

	Wochentyp	R ²	mittlere Abweichung	relativer Fehler
30. Stunde	Normalwoche Winter	0,939	9,1 %	-5,8 %
	Urlabswoche Winter	0,849	14,7 %	-11,8 %
	Feiertagswoche Winter	0,915	9,3 %	-0,5 %
	Normalwoche Sommer	0,938	7,2 %	-1,4 %
	Urlabswoche klein Sommer	0,855	9,4 %	-1,5 %
	Urlabswoche groß Sommer	0,886	13,0 %	-9,3 %
	Feiertagswoche Sommer	0,930	7,9 %	1,5 %
50. Stunde	Normalwoche Winter	0,943	8,0 %	-2,7 %
	Urlabswoche Winter	0,856	13,3 %	-8,9 %
	Feiertagswoche Winter	0,912	9,9 %	3,2 %
	Normalwoche Sommer	0,942	7,3 %	1,9 %
	Urlabswoche klein Sommer	0,854	9,5 %	1,9 %
	Urlabswoche groß Sommer	0,891	11,6 %	-6,3 %
	Feiertagswoche Sommer	0,935	8,6 %	4,9 %
100. Stunde	Normalwoche Winter	0,945	7,8 %	2,2 %
	Urlabswoche Winter	0,861	12,1 %	-4,3 %
	Feiertagswoche Winter	0,908	12,7 %	8,7 %
	Normalwoche Sommer	0,943	9,3 %	7,1 %
	Urlabswoche klein Sommer	0,853	11,4 %	7,1 %
	Urlabswoche groß Sommer	0,893	10,6 %	-1,5 %
	Feiertagswoche Sommer	0,936	11,8 %	10,3 %

Tab. 10: Kenngrößen der MSV-Schätzung für „Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs“

Untersuchte Größe bei allen diesen Auswertungen war der Schätzfehler für die MSV beim Verfahren mit direkter Ableitung, d. h., es wurden

- das Bestimmtheitsmaß,
- die mittlere Abweichung und
- der relative Fehler

zwischen gemessener MSV (30. Stunde aus der Dauerlinie) und geschätzter MSV (maximaler Stundenwert aus der jeweils gewählten Woche) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt.

Im Hinblick auf das Bestimmtheitsmaß und die mittlere Abweichung weisen die Normalwochen im Winter- und im Sommerhalbjahr die höchste Schätzgenauigkeit auf. Auch Feiertagswochen während des Sommerhalbjahres liefern relativ gute Schätzergebnisse im Hinblick auf diese beiden Genauigkeitsmaße. Bei der Frage, wie stark bei Zählungen in den einzelnen Jahreszeiten die Bemessungsverkehrsstärke über- oder unterschätzt wird, zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der Zielgröße 30., 50. und 100. Stunde. Die sommerlichen Normalwochen liefern weitgehend unverzerrte Schätzungen für den MSV-Wert, während die winterlichen Normalwochen insbesondere den MSV_{30} stärker unterschätzen. Bei der Zielgröße MSV_{100} hingegen wird die Bemessungsverkehrsstärke bei Zählung in der Normalwoche Sommer stärker überschätzt als bei Zählung in der Normalwoche Winter.

Als optimaler Zählzeitbereich für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs werden Wochen im Sommerhalbjahr (April bis Oktober) definiert, die außerhalb der Schulferien des jeweiligen Bundeslandes liegen und die keine Wochenfeiertage beinhalten („Normalwoche Sommer“). Liegen Wochenzählungen aus dem Winterhalbjahr vor, die ebenfalls keine Ferienzeiten oder Feiertage beinhalten, so können diese ebenfalls verwendet werden, jedoch empfiehlt es sich, die maximal gemessene Verkehrsstärke entsprechend der Tabelle 11 hoch- bzw. herunterzurechnen, um einen Schätzwert für den jeweiligen MSV-Wert zu bestimmen.

In Bild 16 ist am Beispiel des MSV_{30} dargestellt, wie sich die Schätzgenauigkeit durch Eingrenzung der Zählzeit auf den empfohlenen Zählzeitbereich Normalwoche Sommer verbessert. Das linke Streudiagramm zeigt die Schätzung auf Basis aller Wochen eines Jahres gegenüber den tatsächlichen MSV-Werten an den Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs. Die Streuung der Schätzwerte um die Diagonale des Diagramms, die die optimale Schätzung darstellen würde, ist erkennbar höher als im rechten Diagramm, bei dem die Zählzeit auf die Normalwochen Sommer eingegrenzt wurde.

Wochentyp	MSV_{30}	MSV_{50}	MSV_{100}
Normalwoche Sommer	1,01	0,98	0,94
Normalwoche Winter	1,06	1,03	0,98

Tab. 11: Korrekturfaktoren zur Ermittlung der MSV-Werte auf der Basis der maximalen Verkehrsstärken einer Wochenzählung an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs

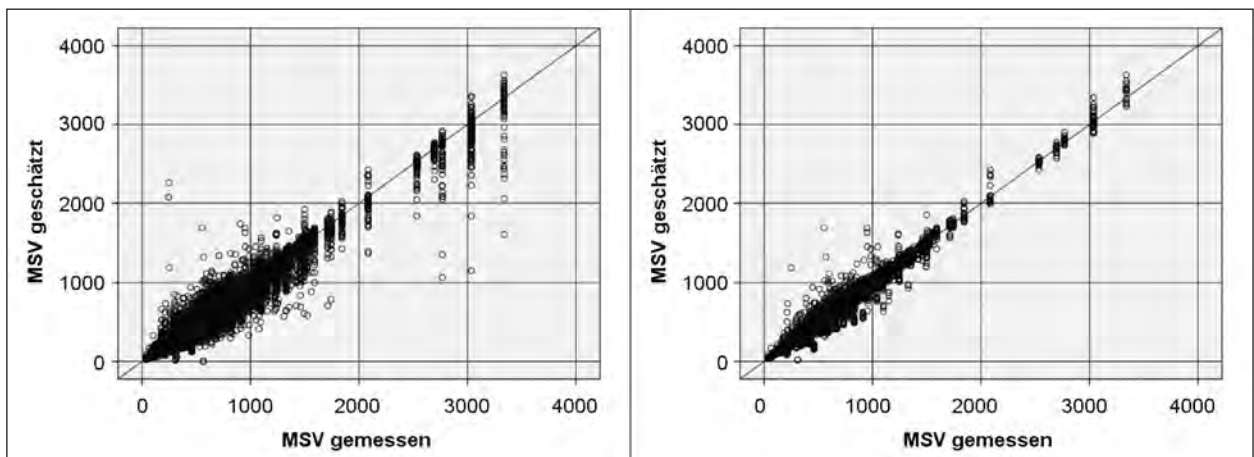


Bild 16: Streudiagramme für Zählstellen des Typs „Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs“: links alle Wochen, rechts nur Normalwochen im Sommer (entsprechend der Zählzeitempfehlung), 30. Stunde

Aussagen zu optimalen Zählzeiten bei Tageszählungen

Wie in Kapitel 3.4.2 dargestellt, wurden die Zählstellen mit Belastungsspitzen im Werktagsverkehr weiter unterteilt in zwei Gruppen:

- Zählstellen mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage und
- Zählstellen mit weitgehend ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage Mo-Fr.

Um für diese Zählstellentypen geeignete Zählzeiten zu definieren, wurden die Anteile der einzelnen Werktagsstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie ermittelt. Dabei wurde nach den Werktagen Mo-Do und Fr unterschieden. Bild 17 zeigt die Stundenanteile für die Tagesgruppe Mo-Do. Bei Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Werktagsverkehren Mo-Do treten Belastungsspitzen gehäuft morgens zwischen 6:00 und 8:00 Uhr sowie nachmittags zwischen 15:00 und 18:00 Uhr auf.

Entsprechend lautet die Empfehlung für diesen Zählstellentyp, dass an Normalwerktagen Di-Do während der Sommerzeit (April bis Oktober) morgens zwischen 6:00 und 8:00 Uhr sowie nachmittags zwischen 15:00 und 18:00 Uhr gezählt werden soll. Auszuschließen sind dabei Werktage während der Ferien des jeweiligen Bundeslandes:

- Wochenfeiertage,
- Brückentage sowie
- Tage vor Wochenfeiertagen und Ferienbeginn.

Wie aus Bild 18 ersichtlich, empfiehlt sich für Zählstellen mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage eine andere Zählzeit. Dargestellt sind die Anteile der Freitagsstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie. Zählstellen mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage weisen eine Häufung zwischen 12:00 und 19:00 Uhr auf.

Entsprechend wird für derartige Abschnitte mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage empfohlen, eine Zählung an Freitagen im Sommerhalbjahr (April bis Oktober) außerhalb der Ferienzeiten zwischen 12:00 und 19:00 Uhr vorzunehmen. Brückentage sowie Freitage vor Ferienbeginn sind dabei auszuschließen.

Wendet man diese Zählzeitempfehlung auf die Datenbasis an, so ergeben sich die in Tabelle 12 dargestellten Maßzahlen für die Schätzgenauigkeit. Die Bestimmtheitsmaße liegen für Tageszählungen an Zählstellen mit ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage sogar leicht über denen der Wochenzählung, bei denen nicht weiter nach den beiden Abschnittstypen differenziert wurde. Auch für Belastungsspitzen in Wochenendrandlage erreichen die Bestimmtheitsmaße ein relativ hohes Niveau. Auch die durchschnittliche Abweichung liegt mit Werten bis maximal 10 % in einem annehmbaren Bereich.

Aufgrund des geringeren Stichprobenumfangs tendieren die Tageszählungen dazu, die MSV-Werte stärker zu unterschätzen. Hier wird die Anwendung folgender Korrekturfaktoren empfohlen (Tabelle 13).

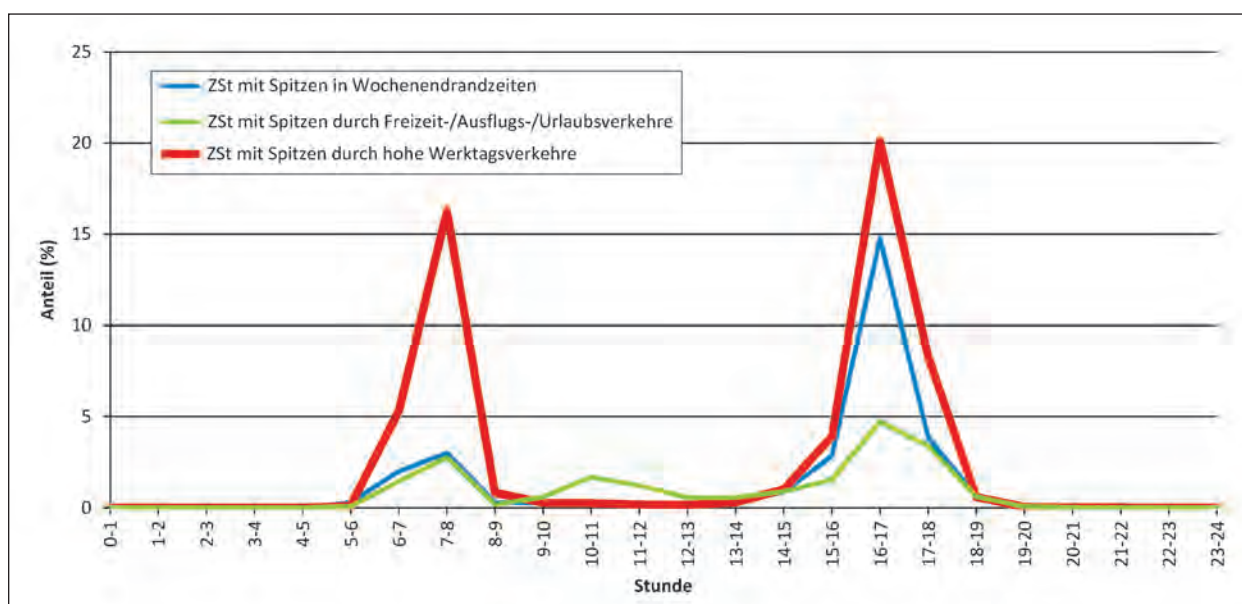


Bild 17: Anteile der Stunden Montag bis Donnerstag an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie differenziert nach Zählstellentypen

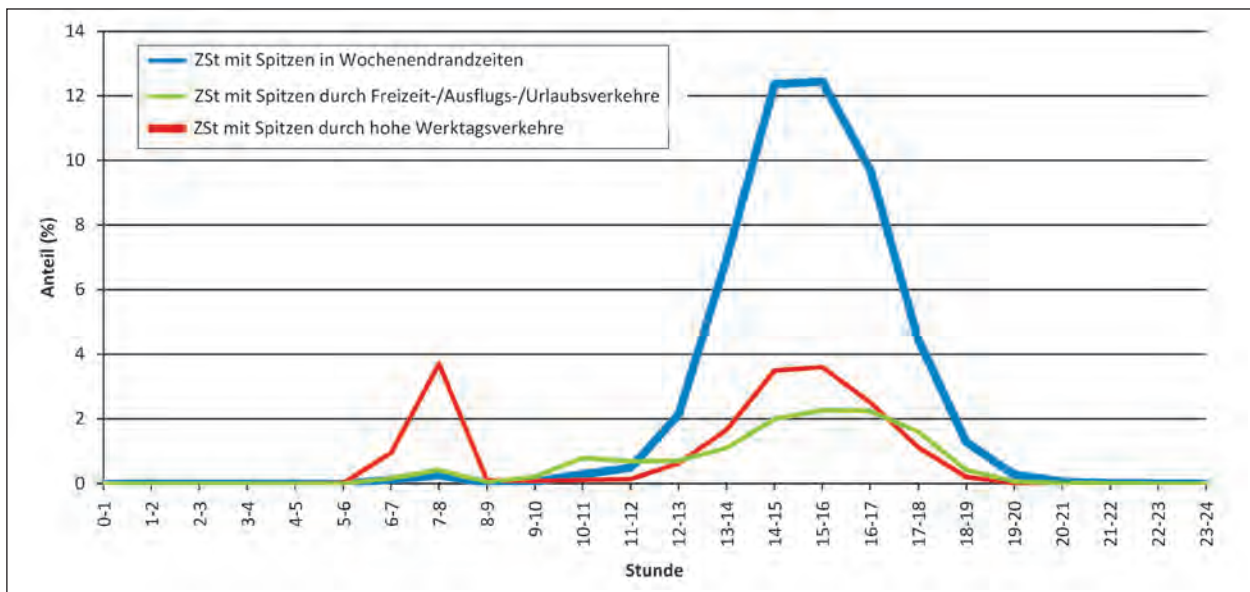


Bild 18: Anteile der Freitagstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie

Zählstellentyp	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage		0,950	0,958	0,963	10,0 %	8,1 %	6,6 %	-9,1 %	-6,2 %	-1,6 %
Belastungsspitzen in Wochenendrandlage		0,903	0,912	0,914	9,1 %	8,3 %	9,6 %	-4,8 %	-0,6 %	5,5 %

Tab. 12: Schätzgenauigkeit für Tageszählungen an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs

Zählstellentyp	MSV ₃₀	MSV ₅₀	MSV ₁₀₀
ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage	1,10	1,07	1,02
Belastungsspitzen in Wochenendrandlage	1,06	1,00	0,95

Tab. 13: Korrekturfaktoren zur Ermittlung der MSV-Werte auf der Basis der maximalen Verkehrsstärken einer Tageszählung an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs

3.4.4 Zählzeitempfehlungen für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

Analyse der Dauerlinien von Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

Ausgangspunkt für die Ableitung von Zählzeitempfehlungen für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren war eine eingehende Analyse der zugrunde liegenden Dauerlinien. Die beiden Grafiken in Bild 19

stellen zunächst dar, welch breites Spektrum von Streckentypen in dieser Kategorie vertreten ist. In der linken Abbildung wurde für jede Strecke bestimmt, in welchem Monat die meisten der ersten 50 Stunden der Dauerlinie auftreten. Es zeigt sich, dass dies sehr oft im Mai der Fall ist, aber auch die Sommermonate Juli und August sowie der Oktober treten häufig auf. In der rechten Abbildung ist umgekehrt dargestellt, für wie viele Strecken die einzelnen Monate in den ersten 50 Stunden der Dauerlinie überhaupt nicht vertreten sind. In der Kombination lässt sich erkennen, dass sich nicht allgemeingültig ein Monat für die Zählung empfehlen lässt.

Eine rein regionale Gruppierung der Zählstellen lässt hier ebenfalls keine differenzierten Empfehlungen zu, wie die stilisierte Karte (Bild 20) zeigt. Zwar tritt entlang der Nord- und Ostseeküste eine Häufung von Strecken auf, die die Mehrzahl ihrer Spitzen im Sommer (Juli/August) aufweisen, aber dies ist keineswegs allgemeingültig. Darüber hinaus lässt sich auch für alle anderen Regionen keine eindeutige Tendenz herauslesen.

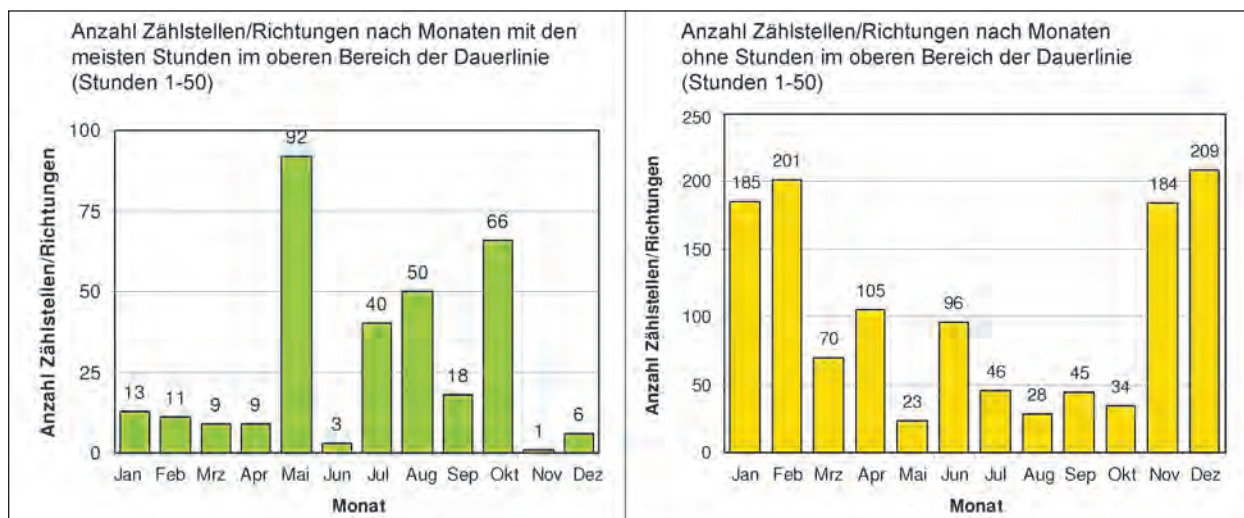


Bild 19: Monatsauswertungen für Zählempfehlungen Kategorie „Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren“

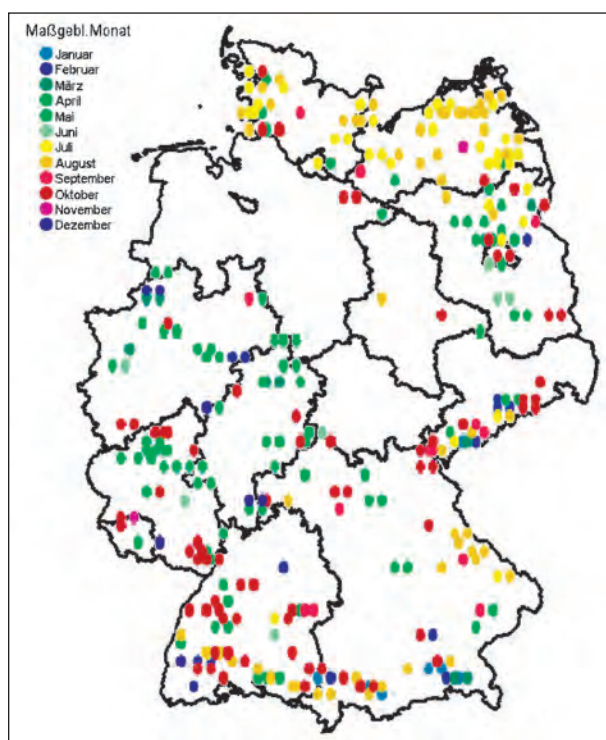


Bild 20: Regionale Typisierung der Strecken „Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren“

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurden die Dauerlinien der Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren einzeln in Augenschein genommen. Spezielles Augenmerk lag darauf, ob über die Jahreszeiten der Stunden im oberen Bereich der Dauerlinie Erkenntnisse über die Verkehrscharakteristik und damit über die optimalen Zählzeiten gewonnen werden können. Im Folgenden sind charakteristi-

sche Beispiele für derartige Dauerlinien dargestellt. Bild 21 zeigt zunächst zwei Zählstellen, bei denen im oberen Bereich der Dauerlinie (bis zur 100. Stunde) fast ausschließlich Stunden während des Winters (Dezember bis März) vorzufinden sind. Diese Dauerlinien weisen einen relativ steilen Verlauf jenseits der 20. Stunde auf. Sie finden sich im Zulauf auf die Wintersportgebiete Oberwiesenthal und Reit im Winkl. Bei derartigen Zählstellen würde aufgrund des zunächst steilen Verlaufs die Bemessungsverkehrsstärke um mehr als 50 % überschätzt, wenn einzelne einzelne Stunden aus den ersten zehn der Dauerlinie auf die Zählwoche entfallen

Im Gegensatz dazu sind in Bild 22 ebenfalls saisonreine Zählstellen dargestellt, die jedoch einen deutlich flacheren Verlauf aufweisen. Die Belastungsspitzen im oberen Bereich liegen dabei im Herbst bzw. im Frühjahr. Selbst wenn die Zählwoche Stunden aus dem Bereich zwischen der ersten und der zehnten Stunde beinhaltet, würde die Bemessungsverkehrsstärke nur geringfügig überschätzt.

Bei Zählstellen mit starker Durchmischung der Jahreszeiten im oberen Bereich der Dauerlinie gibt es sowohl solche mit einem sehr steilen Verlauf (Bild 23) als auch solche mit tendenziell flachem Verlauf (Bild 24).

Bei Zählstellen mit steilem Verlauf treten oftmals auffällige Häufungen von einzelnen Jahreszeiten gerade bei den ersten Spitzenbelastungen auf. Der flachere Bereich der Dauerlinie jenseits dieser Spitzenbelastungen kann dabei durch eine starke

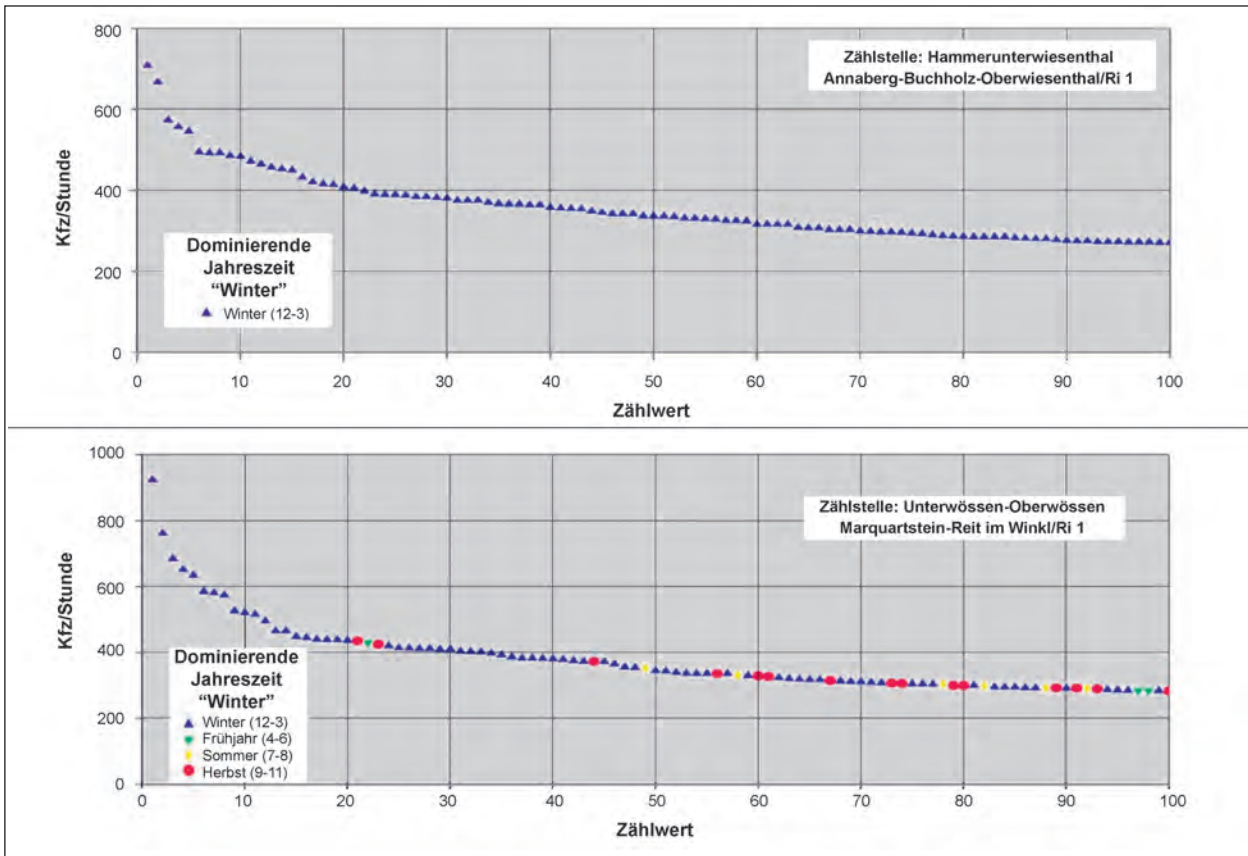


Bild 21: Zählstellen mit einseitigen Belastungsspitzen in den Wintermonaten Dezember bis März

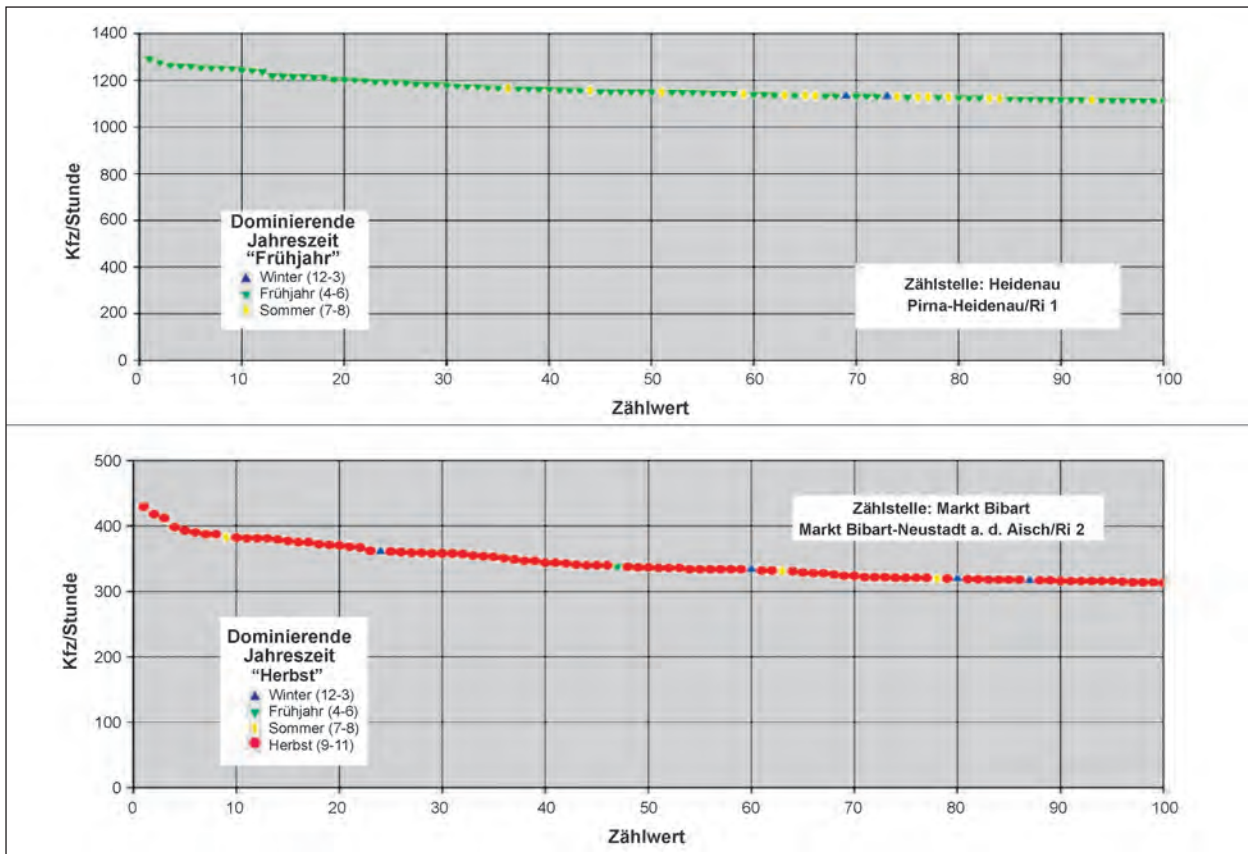


Bild 22: Zählstellen mit flachem Verlauf und ausgeprägter Häufung von bestimmten Jahreszeiten im oberen Bereich der Dauerlinie

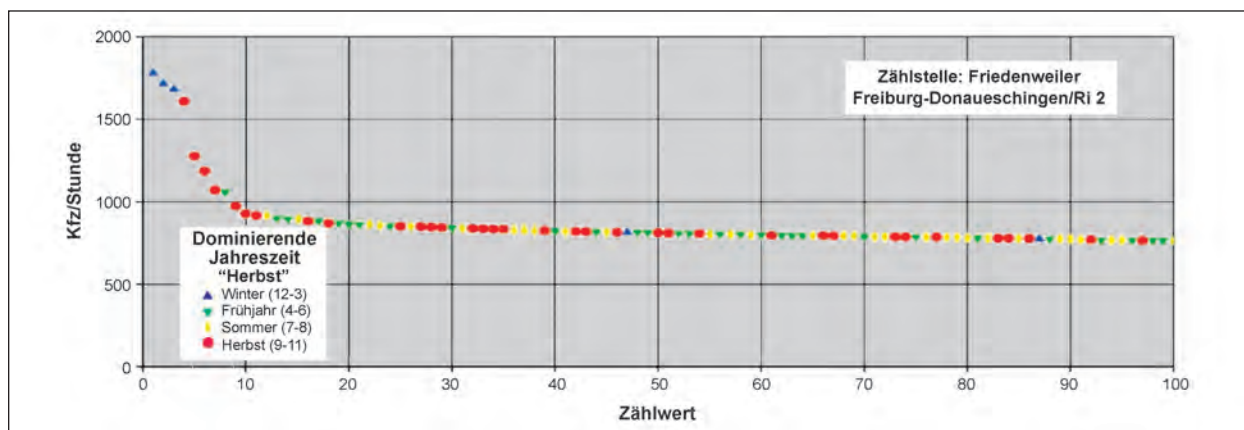


Bild 23: Beispiel einer Zählstelle mit steilem Verlauf und starker Durchmischung der Jahreszeiten

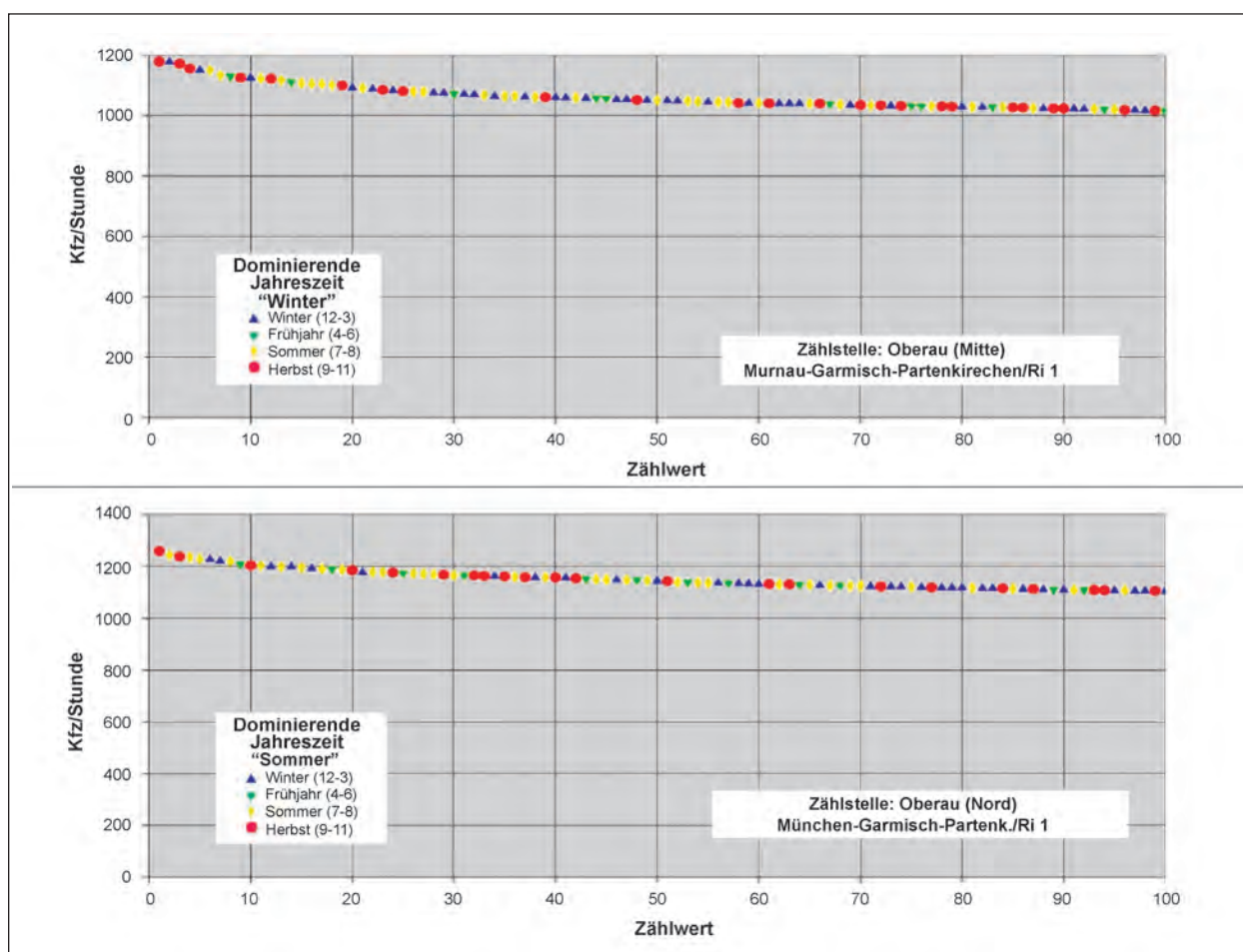


Bild 24: Zählstellen mit flachem Verlauf und starker Durchmischung der Jahreszeiten

Durchmischung von Jahreszeiten geprägt sein oder aber eine Konzentration auf dieselbe oder eine andere Jahreszeit enthalten (Bild 25).

Aus den Einzeldarstellungen der Dauerlinien wird deutlich, dass insbesondere dann, wenn die ersten Stunden der Dauerlinie durch besondere Jahreszeiten oder besondere Ereignisse gekennzeichnet

sind und aus diesem Grund der Verlauf der Dauerlinie zu Beginn sehr steil ist, eine Zählung, die diese Spitzenstunden beinhaltet, zu einer deutlichen Überschätzung der Bemessungsverkehrsstärke führen würde. Dies trifft umso mehr zu, wenn anstelle der 30. oder 50. Stunde die 100. Stunde als Bemessungsstunde gewählt würde.

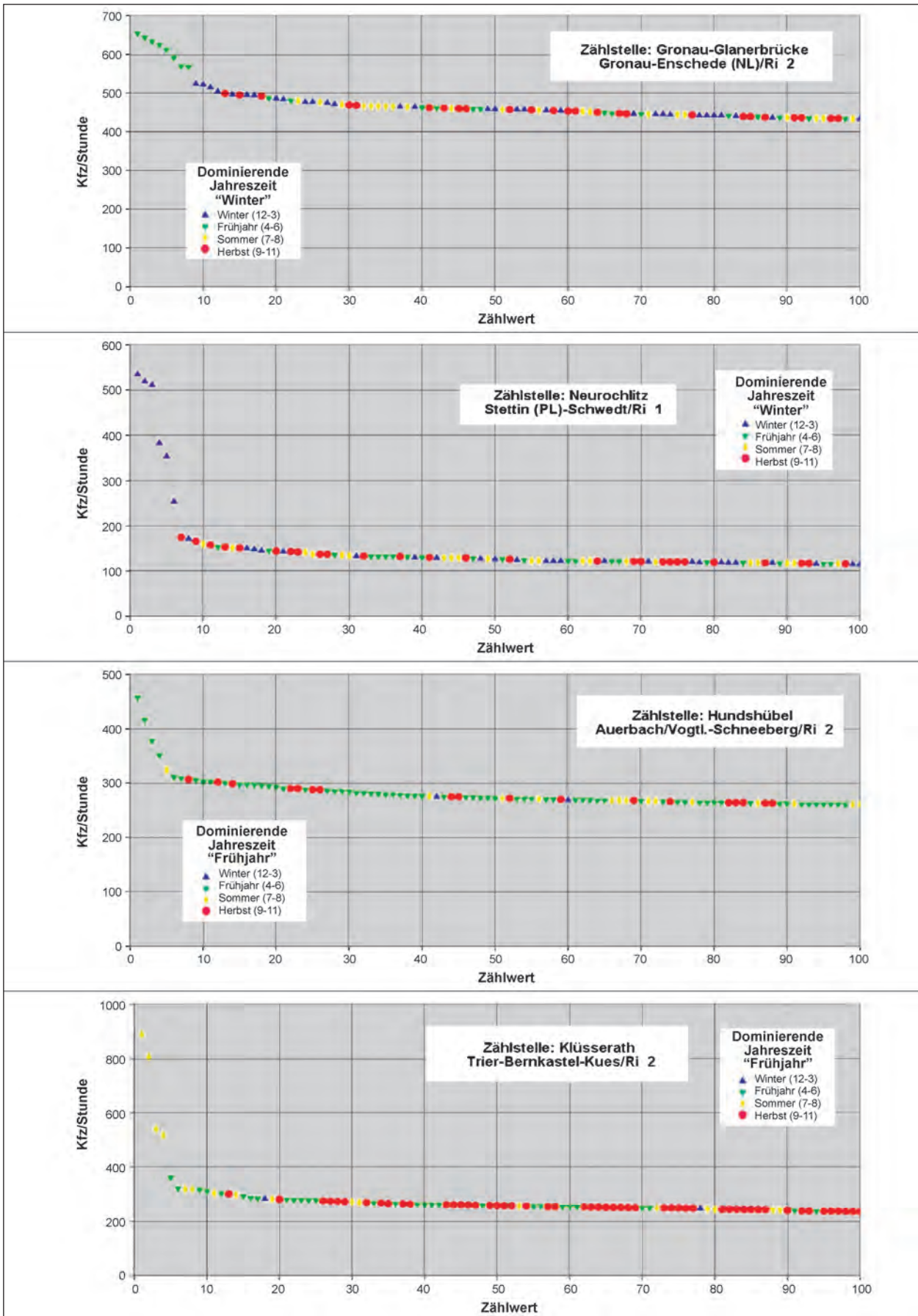


Bild 25: Zählstellen mit auffälliger Häufung von Jahreszeiten im obersten Bereich der Dauerlinie

In diesem Zusammenhang wurde speziell der Verlauf der Dauerlinie zwischen der 50. und der 100. Stunde untersucht, um herauszufinden, ob bei Wahl der 100. Stunde als Bemessungsstunde deutlich andere und möglicherweise „stabilere“ Verkehrscharakteristiken bei der Bemessung zugrunde gelegt würden. In Bild 26 sind die Zählstellen mit einer auffälligen Häufung der Wintermonate im oberen Bereich der Dauerlinie abgebildet. Diese Dauerlinien weisen oftmals einen sehr steilen Verlauf auf. Sie wurden nach der absoluten Verkehrsstärke zur 50. Stunde sortiert und in dieser Reihenfolge, jedoch mit einheitlichem Abstand zwischen den Verkehrsstärken der 50. Stunde dargestellt. Auf diese Weise kann man den Verlauf der Dauerlinien zwischen der 50. und der 100. sowie zwischen der 1. und der 50. Stunde vergleichen. Bis auf wenige Ausnahmen verlaufen die Dauerlinien zwischen der 50. und der 100. Stunde parallel. Entsprechend ist davon auszugehen, dass sich die Verkehrscharakteristik in diesem Bereich nur geringfügig ändert.

Anders verhält es sich mit dem Bereich zwischen der 1. und der 50. Stunde. Hier kommt es zu deutlichen „Überschneidungen“ der Dauerlinien, was

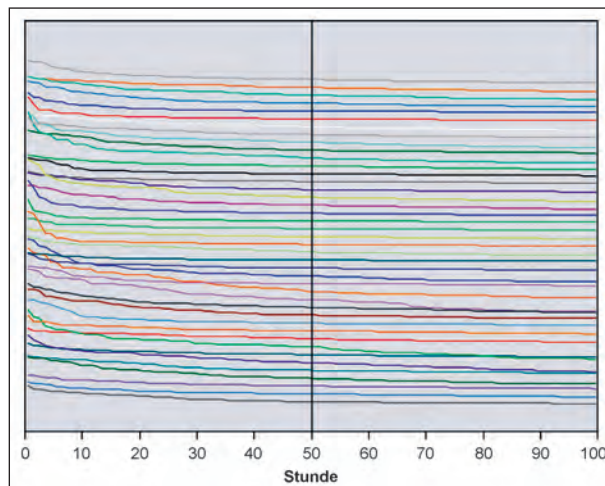


Bild 26: Phänotypischer Vergleich der Dauerlinien mit auffälliger Häufung von Stunden im Winter im oberen Bereich der Dauerlinie

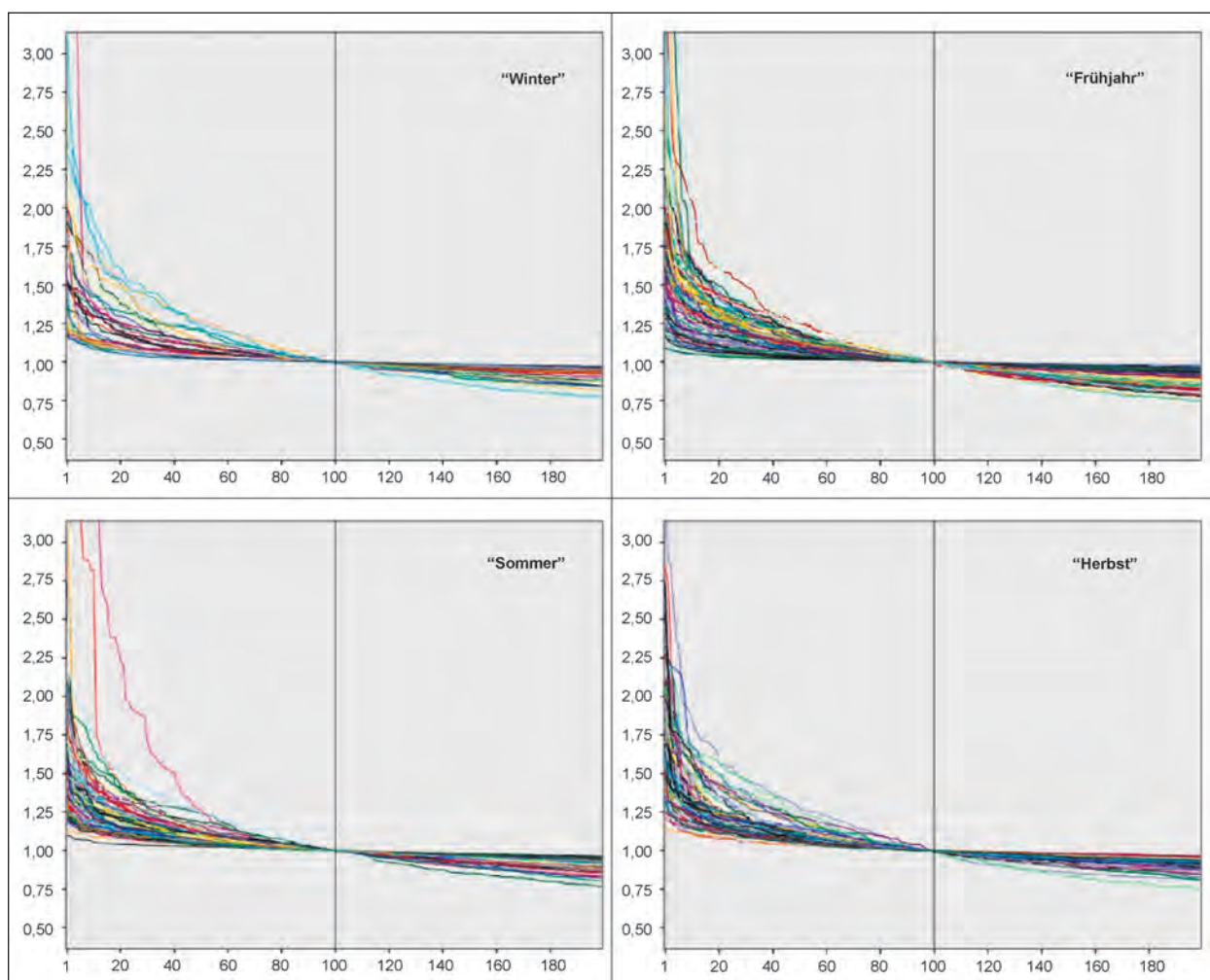


Bild 27: Normierte Dauerlinien ($MSV_{100} = 1,0$) von Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

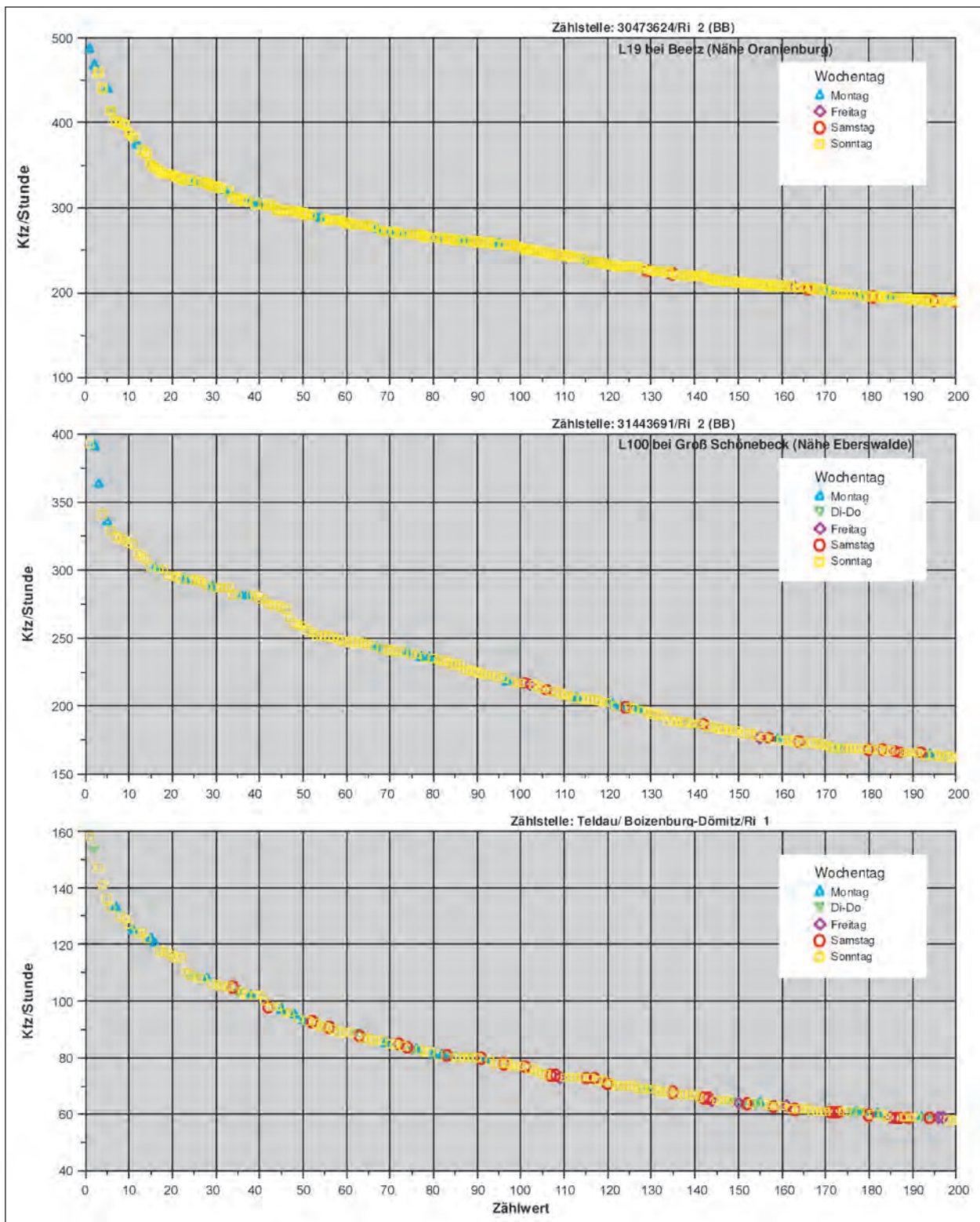


Bild 28: Beispieldauerlinien für Zählstellen mit steilem Verlauf und Häufung von Sonntagsstunden im oberen Bereich

auf je nach Zählstelle sehr unterschiedliche Verkehrscharakteristiken zwischen der 1. und der 50. Stunde schließen lässt.

Bild 27 stellt einen ähnlichen Zusammenhang auch für die restlichen Zählstellen mit Belastungsspitzen

aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren dar. Jede Zählstelle wurde dabei nach dem häufigsten Auftreten einer Jahreszeit im oberen Bereich der Dauerlinie einer der vier Jahreszeiten zugeordnet. Jede Dauerlinie wurde auf den MSV-Wert

der 50. Stunde normiert ($MSV_{50} = 1,0$). Während die Dauerlinien im obersten Bereich weit auffächern, ist der Verlauf zwischen der 50. und der 100. Stunde bis auf wenige Ausnahmen deutlich gleichmäßiger. Es ist somit davon auszugehen, dass selbst in der Gruppe der Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren zwischen der 50. und der 100. Stunde keine deutlichen Änderungen der Verkehrscharakteristik auftreten. Selbst wenn es sich um Strecken mit einem vergleichsweise steilen Verlauf zwischen der 50. und der 100. Stunde handelt und der Sonntag im oberen Bereich der Dauerlinie eine maßgebliche Rolle spielt, treten auch im Bereich der 100. Stunde noch häufig Stunden an Sonntagen auf (siehe Bild 28).

Ableitung von Zählzeitempfehlungen für Wochenzählungen

Die Analysen im vorangegangenen Kapitel werfen die Frage auf, ob die Zeitbereiche mit hohen Belastungen eher in die empfohlenen Zählzeiten einbezogen werden sollten oder eher nicht. Einerseits besteht bei Einbeziehung derartiger Zeitbereiche mit bekannt hohen Verkehrsbelastungen die Gefahr, den MSV-Wert zu überschätzen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich bei den Belastungsspitzen um singuläre Ereignisse handelt, wie beispielsweise sehr hohe Verkehrsbelastungen auf Straßen im Zulauf auf Wintersportgebiete zu Zeiten, wenn dort Veranstaltungen (Skirennen, Skispringen o. Ä.) stattfinden.

Um dieser Frage nachzugehen, wurden zwei „hypothetische“ Zählzeitempfehlungen formuliert und im Hinblick auf die Schätzgenauigkeit untersucht:

- Zählungen während der stärksten Woche eines Jahres (ein Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke je Zählstelle und Richtung),
- Ausschluss der Wochen mit den drei höchsten Stundenwerten der Dauerlinie (49 bis 51

Schätzwerte für die Bemessungsverkehrsstärke je Zählstelle und Richtung).

Diese hypothetischen Zählzeitempfehlungen wurden mit einer Schätzung auf Basis aller Wochen eines Jahres verglichen (52 Wochenzählungen mit je einem Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke je Zählstelle und Richtung). Als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke wurde aus der jeweiligen Wochenzählung die maximale stündliche Verkehrsstärke herangezogen.

In Tabelle 14 sind die statistischen Kennwerte für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit für diese drei „Zählzeitempfehlungen“ dargestellt.

Im Hinblick auf das Bestimmtheitsmaß liefern Zählungen während der Woche mit der absoluten Spitzenbelastung die höchste Schätzgenauigkeit für den MSV_{30} und den MSV_{50} . Allerdings werden die Bemessungsverkehrsstärken extrem stark überschätzt. Aus diesem Grund sollte sich eine Zählzeitempfehlung nicht speziell auf die Wochen mit erwarteten extrem hohen Belastungen beziehen. Ein Ausschluss gerade dieser Wochen mit erwarteten extrem hohen Belastungen führt gegenüber keiner Einschränkung der Empfehlung auf bestimmte Wochen im Hinblick auf Bestimmtheitsmaß und durchschnittliche Abweichung zu einer Erhöhung der Schätzgenauigkeit. Allerdings werden die MSV-Werte im Durchschnitt etwas stärker unterschätzt. Dies lässt sich jedoch durch eine entsprechende Hochrechnung der gemessenen Spitzenbelastungen ausgleichen.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wird empfohlen, bei Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren Wochen aus der Menge der Zählwochen auszuschließen, bei denen aufgrund von speziellen Ereignissen extrem hohe Verkehrsstärken zu erwarten sind. Derartige spezielle Ereignisse können z. B. sein:

einbezogene Zählwochen	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
nur Woche der maximalen Verkehrsstärke		0,78	0,75	0,70	52,8 %	65,3 %	84,8 %	+52,8 %	+65,3 %	+84,8 %
alle Wochen		0,70	0,71	0,72	21,6 %	20,1 %	20,5 %	-14,1 %	-7,8 %	+2,1 %
Ausschluss der Wochen mit den drei höchsten Verkehrsstärken		0,74	0,75	0,76	20,7 %	18,7 %	18,3 %	-16,5 %	-10,4 %	-0,8 %

Tab. 14: Vergleich der Schätzgenauigkeit bei Einbeziehung und Ausschluss von „Spitzenwochen“ der Dauerlinie

- saisonale Sportveranstaltungen, die nicht regelmäßig stattfinden (Weltcup-Skirennen, Regatten o. Ä.),
- Volksfeste, Weinfeste etc., die an einem bestimmten Wochenende stattfinden,
- Sonderverkaufsveranstaltungen oder Wochenenden nach Erscheinen besonderer Kataloge (z. B. Möbelhäuser).

Die Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren wurden weiter unterteilt. Hierzu wurde unterschieden nach der Häufigkeit des Auftretens von Jahreszeiten im oberen Bereich der Dauerlinie. Maßgebend hierfür waren die Stunden 6-25 der Dauerlinie. Eine Zählstelle wurde zu einer Jahreszeitkategorie

- Winter (Dezember bis März),
- Frühjahr (April bis Juni),
- Sommer (Juli und August) oder
- Herbst (September bis November)

zugeordnet, wenn mindestens 70 % (14 Stunden) in diese Jahreszeit fielen. Zählstellen, die auf diese Weise nicht einer Jahreszeit zugeordnet werden konnten, wurden einer Gruppe „Rest“ zugewiesen.

Als Zählzeiten wurden untersucht:

- die Wintermonate November bis März,
- die Sommermonate Juli und August sowie
- die restlichen Monate des Sommerhalbjahres (April bis Juni sowie September und Oktober).

In Tabelle 15 sind die Kennwerte zur Messung der Schätzgenauigkeit für die Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren dargestellt. Unterschieden werden dabei die oben genannten fünf „Jahreszeitkategorien“ (vier Jahreszeiten + Rest). Für jede dieser Jahreszeitkategorien werden die drei Zählzeitbereiche Winter, Sommer und April bis Juni sowie September und Oktober untersucht.

Die Wintermonate November bis März eignen sich nicht als Zählzeiten zur Bestimmung der Bemes-

Jahreszeitkategorie	Zählzeit	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
			30	50	100	30	50	100	30	50	100
Winter (17 Richtungsabschnitte)	Winter (Nov-März)		0,59	0,59	0,59	27,7 %	27,1 %	30,0 %	-18,4 %	-10,2 %	+4,0 %
	Sommer (Juli+Aug)		0,82	0,84	0,87	27,2 %	21,1 %	14,0 %	-26,5 %	-19,4 %	-7,0 %
	Apr-Jun+Sep-Okt		0,69	0,70	0,73	30,6 %	25,5 %	19,7 %	-29,8 %	-22,9 %	-11,1 %
Frühjahr (16 Richtungsabschnitte)	Winter (Nov-März)		0,86	0,89	0,95	32,1 %	27,7 %	22,0 %	-31,1 %	-25,7 %	-16,3 %
	Sommer (Juli+Aug)		0,89	0,89	0,89	17,9 %	16,1 %	18,5 %	-12,6 %	-5,3 %	+7,7 %
	Apr-Jun + Sep-Okt		0,88	0,89	0,88	17,1 %	17,7 %	22,2 %	-7,9 %	0,0 %	13,9 %
Sommer (31 Richtungsabschnitte)	Winter (Nov-März)		0,40	0,41	0,44	41,9 %	37,8 %	32,2 %	-41,8 %	-37,3 %	-30,9 %
	Sommer (Juli+Aug)		0,90	0,89	0,85	11,2 %	14,1 %	23,2 %	+2,6 %	+10,3 %	+22,4 %
	Apr-Jun + Sep-Okt		0,68	0,69	0,71	23,3 %	19,2 %	15,2 %	-21,9 %	-16,1 %	-7,3 %
Herbst (15 Richtungsabschnitte)	Winter (Nov-März)		0,68	0,70	0,74	22,8 %	18,9 %	15,4 %	-21,6 %	-15,7 %	-8,2 %
	Sommer (Juli+Aug)		0,84	0,86	0,87	16,6 %	12,5 %	9,4 %	-15,4 %	-9,1 %	-0,9 %
	Apr-Jun + Sep-Okt		0,72	0,71	0,72	16,4 %	14,8 %	14,9 %	-10,8 %	-4,0 %	+4,9 %
Rest (248 Richtungsabschnitte)	Winter (Nov-März)		0,73	0,76	0,78	26,6 %	23,1 %	19,1 %	-25,0 %	-19,9 %	-11,9 %
	Sommer (Juli+Aug)		0,92	0,92	0,91	11,4 %	10,9 %	15,6 %	-5,3 %	+1,5 %	+12,4 %
	Apr-Jun + Sep-Okt		0,85	0,86	0,86	14,2 %	13,6 %	16,4 %	-7,4 %	-0,9 %	+9,5 %

Tab. 15: Kennwerte der MSV-Schätzung für Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

Jahreszeitkategorie	Zählzeit	Stunde	Hochrechnungsfaktoren		
			30	50	100
Winter (17 Richtungsabschnitte)	Sommer		1,36	1,24	1,08
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,42	1,30	1,12
Frühjahr (16 Richtungsabschnitte)	Sommer		1,14	1,06	0,93
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,09	1,00	0,88
Sommer (31 Richtungsabschnitte)	Sommer		0,97	0,91	0,82
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,28	1,19	1,08
Herbst (15 Richtungsabschnitte)	Sommer		1,18	1,10	1,01
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,12	1,04	0,95
Rest (248 Richtungsabschnitte)	Sommer		1,06	0,99	0,89
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,08	1,01	0,91

Tab. 16: Korrekturfaktoren zur Ermittlung der MSV-Werte auf der Basis der maximalen Verkehrsstärken einer Wochenzählung an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

sungsverkehrsstärken. Selbst bei Zählstellen, die eine auffällige Häufung von Belastungsspitzen in den Wintermonaten aufweisen, sind die Bestimmtheitsmaße bei Zählungen im Winter deutlich geringer und die durchschnittlichen Abweichungen höher als bei Zählungen während der Sommermonate Juli und August. Unabhängig von der „Jahreszeitkategorie“ einer Zählstelle erweisen sich die Sommermonate Juli und August als optimale Zählzeiten. In der Regel liefern auch Zählungen in den restlichen Monaten des Sommerhalbjahres (April bis Juni sowie September und Oktober) vergleichsweise gute Schätzungen.

Aus diesem Grund wird empfohlen, Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren vorrangig während der Sommermonate Juli und August zu zählen. Da eine Einschränkung auf einen derartig engen Zählzeitbereich wenig praktikabel erscheint, wird als Alternative angeboten, auch während der restlichen Monate des Sommerhalbjahres April bis Juni sowie September und Oktober zu zählen. Unabhängig davon, in welchen Monaten des Sommerhalbjahres gezählt wird, sind diejenigen Wochen auszuschließen, in denen extreme Spitzenbelastungen z. B. aufgrund von Sonderereignissen zu erwarten sind. Entsprechende Informationen sollten ortskundigen Fachleuten vorliegen.

Auf Grundlage dieser Zählzeitempfehlungen werden die MSV-Werte tendenziell unterschätzt, zum Teil sogar erheblich. Einzig bei Zählstellen mit star-

ker Häufung der Sommermonate im oberen Bereich der Dauerlinie werden die MSV-Werte zum Teil erheblich überschätzt. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die aus einer Wochenzählung gewonnenen Schätzwerte für die Bemessungsverkehrsstärke anhand der in Tabelle 16 dargestellten Hochrechnungsfaktoren zu korrigieren.

Ableitung von Zählzeitempfehlungen für Tageszählungen

Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren weisen eine Häufung von Spitzenbelastungen an Wochenendtagen auf. Tageszählungen sollten sich deshalb auf die Wochentage Samstag und Sonntag konzentrieren. In den Bildern 29 und 30 sind die Anteile der Stunden an Samstagen bzw. Sonntagen an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie des Gesamtjahres dargestellt. Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs weisen deutlich weniger Stunden an Samstagen oder Sonntagen im oberen Bereich der Dauerlinie auf als Zählstellen mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren. Bei diesen Zählstellen gibt es eine klare Häufung der Spitzenstunden an Sonntagen. Eine Eingrenzung der Zählzeiten auf bestimmte Stundengruppen ist an diesen Tagen sehr schwierig, da sowohl Samstage als auch Sonntage eine breite tageszeitliche Verteilung besitzen. Eine Eingrenzung der Zählzeiten auf die Stunden 16:00 bis 19:00 Uhr an Sonntagen ist nicht geeignet, die Belastungsspitzen an Wochenendtagen abzugreifen.

Aus diesem Grund wird empfohlen, Zählungen an Wochenendtagen grundsätzlich auf den Zeitbereich zwischen 9:00 und 19:00 Uhr auszudehnen. Bei der Frage, an welchen Wochenenden eines Jahres eine derartige Zählung stattfinden sollte, wurde auf die Erkenntnisse zurückgegriffen, die im Zuge der Wochenzählungen erarbeitet wurden. Dementsprechend sollten Wochenenden in den Sommermonaten Juli und August gewählt wer-

den. Alternativ können auch Wochenenden während der restlichen Monate des Sommerhalbjahres (April bis Juni sowie September und Oktober) für Tageszählungen herangezogen werden. Wochenenden mit extremen Belastungsspitzen aufgrund spezieller Ereignisse sollten dabei ausgeschlossen werden (Ferienbeginn, Sportveranstaltungen etc.).

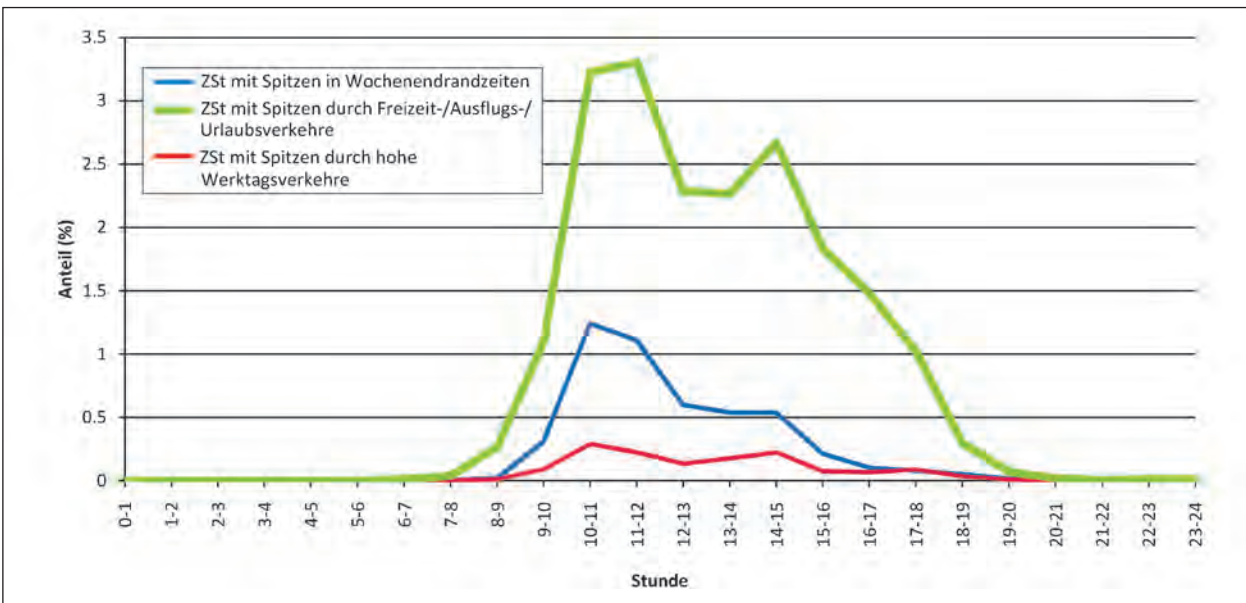


Bild 29: Anteile der Samstagsstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie

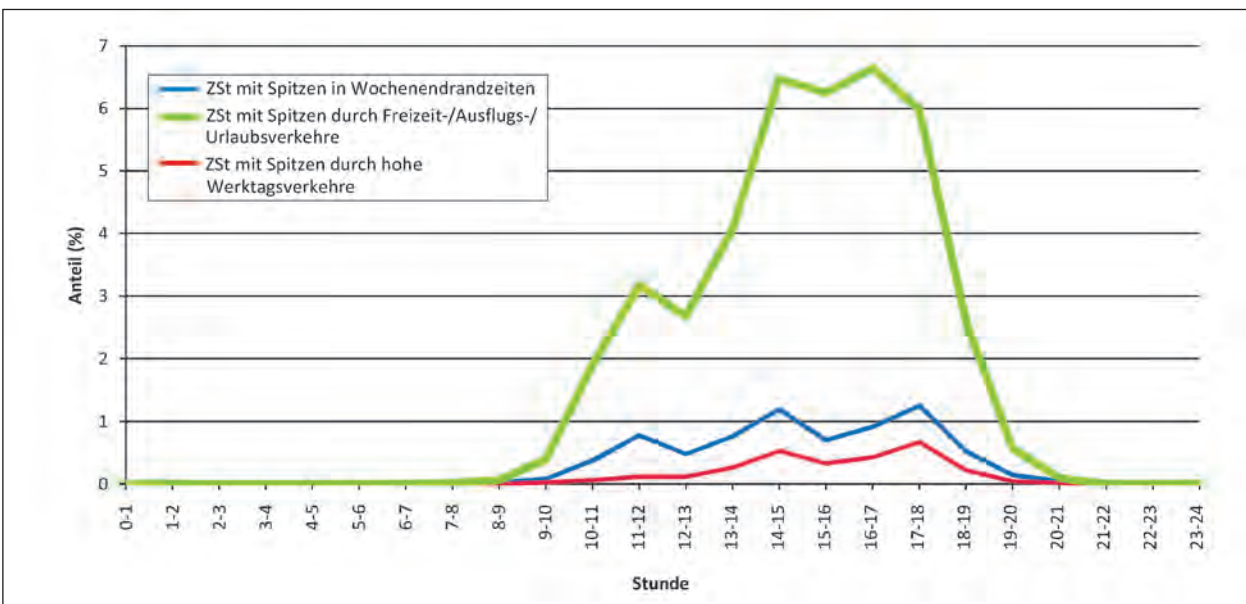


Bild 30: Anteile der Sonntagsstunden an den ersten 200 Stunden der Dauerlinie

Kategorie	Zählzeit	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
			30	50	100	30	50	100	30	50	100
Winter (17 Richtungsabschnitte)	Sommer Apr-Jun + Sep-Okt		0,83	0,85	0,88	29,3 %	23,1 %	15,2 %	-29,1 %	-22,2 %	-10,4 %
			0,62	0,63	0,67	33,9 %	28,7 %	22,5 %	-33,2 %	-26,6 %	-18,3 %
Frühjahr (16 Richtungsabschnitte)	Sommer Apr-Jun + Sep-Okt		0,83	0,84	0,84	23,4 %	21,0 %	20,7 %	-19,1 %	-12,6 %	-0,7 %
			0,84	0,86	0,87	23,1 %	21,4 %	21,4 %	-17,5 %	-10,8 %	+1,4 %
Sommer (31 Richtungsabschnitte)	Sommer Apr-Jun + Sep-Okt		0,85	0,85	0,83	12,4 %	12,5 %	17,5 %	-4,7 %	+2,4 %	+13,4 %
			0,66	0,66	0,69	28,9 %	21,7 %	19,7 %	-28,2 %	-22,9 %	-14,8 %
Herbst (15 Richtungsabschnitte)	Sommer Apr-Jun + Sep-Okt		0,80	0,81	0,82	21,1 %	17,0 %	13,1 %	-20,3 %	-14,4 %	-6,6 %
			0,66	0,65	0,65	23,5 %	20,5 %	18,1 %	-19,9 %	-13,7 %	-5,7 %
Rest (248 Richtungsabschnitte)	Sommer Apr-Jun + Sep-Okt		0,90	0,90	0,89	13,6 %	12,3 %	15,3 %	-9,3 %	-2,8 %	+7,7 %
			0,83	0,84	0,84	17,9 %	16,0 %	16,3 %	-13,8 %	-7,7 %	+1,9 %

Tab. 17: Schätzgenauigkeit für Tageszählungen an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

Kategorie	Zählzeit	Stunde	Hochrechnungsfaktoren		
			30	50	100
Winter	Sommer		1,41	1,29	1,12
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,50	1,36	1,22
Frühjahr	Sommer		1,24	1,14	1,01
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,21	1,12	0,99
Sommer	Sommer		1,05	0,98	0,88
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,39	1,30	1,17
Herbst	Sommer		1,25	1,17	1,07
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,25	1,16	1,06
Rest	Sommer		1,10	1,03	0,93
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,16	1,08	0,98

Tab. 18: Korrekturfaktoren zur Ermittlung der MSV-Werte auf der Basis der maximalen Verkehrsstärken einer Tageszählung an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

In Tabelle 17 sind die mit derartigen Tageszählungen erzielbaren Schätzgenauigkeiten dargestellt. Auch mit Tageszählungen lassen sich annehmbare Schätzgenauigkeiten erzielen. Bestimmtheitsmaß und durchschnittliche Abweichungen weisen in der Regel nur geringfügig schlechtere Werte auf als bei Zählung vollständiger Wochen.

Auf der Grundlage der relativen Fehler, die angegeben, wie stark auf der Basis der gewählten Stichprobe die MSV-Werte über- oder unterschätzt werden, wurden die in Tabelle 18 dargestellten Hochrechnungsfaktoren ermittelt. Die während der Zählzeit ermittelten Spitzenbelastungen sollten zur Ermittlung der MSV-Werte mit diesen Hochrechnungsfaktoren multipliziert werden.

3.4.5 Schätzgenauigkeit insgesamt

Nach der Ableitung der Schätzverfahren für die Bemessungsverkehrsstärke, der einzelnen Zählstellentypen und der jeweiligen Hochrechnungsfaktoren zur Korrektur systematischer Über- oder Unterschätzungen wurden die mit diesen Verfahren erzielbaren Schätzgenauigkeiten zusammenfassend ermittelt. Diese sind in Tabelle 19 für Wochenzählungen und in Tabelle 20 für Tageszählungen zusammenfassend dargestellt. Aufgrund der verwendeten Hochrechnungsfaktoren beträgt der relative Fehler immer 0 %.

Zählstellentyp	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs	Mo-Do	0,94	0,94	0,95	7,2 %	6,9 %	6,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Wochenendrandlage	0,91	0,92	0,91	8,4 %	7,9 %	8,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren		0,83	0,84	0,84	14,9 %	14,4 %	14,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
gesamt		0,89	0,90	0,90	10,7 %	10,4 %	10,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Tab. 19: Schätzgenauigkeit für die Ermittlung MSV-Werte auf der Basis von Wochenzählungen bei Anwendung der Zählzeitempfehlungen und empfohlenen Hochrechnungsfaktoren

Zählstellentyp	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs	Mo-Do	0,95	0,96	0,96	7,7 %	7,1 %	6,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Wochenendrandlage	0,91	0,92	0,92	8,6 %	7,9 %	7,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren		0,88	0,81	0,81	16,7 %	16,3 %	16,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
gesamt		0,91	0,89	0,90	11,8 %	11,3 %	11,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Tab. 20: Schätzgenauigkeit für die Ermittlung MSV-Werte auf der Basis von Tageszählungen bei Anwendung der Zählzeitempfehlungen und empfohlenen Hochrechnungsfaktoren

Zusammenfassend lässt sich dazu Folgendes feststellen:

- Die geringsten Schätzfehler werden bei Zählungen an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Werktagsverkehren erzielt, die regelmäßig an Montagen bis Donnerstagen stattfinden. Auch für Abschnitte mit Belastungsspitzen in Wochenendrandlage (insbesondere an Freitagnachmittagen) sind die Schätzfehler vergleichsweise gering. Die MSV-Werte der von Werktagsverkehren geprägten Abschnitte können mit einer durchschnittlichen Abweichung von weniger als 10 % geschätzt werden.
- Die höchsten Schätzfehler weisen Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren auf. Die durchschnittliche Abweichung liegt hier bei ca. 15 %.
- Mit einer Verkürzung der Stichprobe von einer Wochen- auf eine Kurzzeitzählung an einem bzw. zwei Tagen werden nur geringfügig höhere Schätzgenauigkeiten in Kauf genommen.

Über alle Zählstellen ergeben sich durchschnittliche Abweichungen bei der Ermittlung der MSV-Werte zwischen 10 % und 12 %.

3.4.6 Bemessungsrelevanter Schwerverkehrsanteil b_{SV}

Neben dem MSV-Wert sind Aussagen zum zugehörigen Schwerverkehrsanteil zu machen. Bei den einzusetzenden Schätzverfahren ist zu unterscheiden zwischen Wochen- und Tageszählungen. Für die Ableitung der Verfahrensempfehlung für die Ermittlung des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} wurde unterstellt, dass eine Kurzzeitzählung gemäß den in Kapitel 3.4.3 und 3.4.4 hergeleiteten Zählzeitempfehlungen vorliegt.

Für Wochenzählungen wurden verschiedene Schätzverfahren untersucht:

- Schwerverkehrsanteil aus der höchstbelasteten gezählten Stunde, die als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke b_{SV} herangezogen wird („höchstbelastete Stunde“),

Zählstellentyp	Verfahren	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
			30	50	100	30	50	100	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund Werktagsverkehr	höchstbelastete Stunde		0,49	0,50	0,52	34,5 %	34,8 %	35,7 %	-31,1 %	-31,6 %	-32,7 %
	zwei höchstbelastete Stunden		0,47	0,48	0,50	35,2 %	35,5 %	36,3 %	-32,0 %	-32,4 %	-33,5 %
	zwei höchstbelastete Werktagsstunden		0,53	0,56	0,57	32,6 %	32,9 %	33,8 %	-29,0 %	-29,5 %	-30,6 %
	zwei höchstbelastete Stunden mit Gewichtung		0,52	0,54	0,56	33,0 %	33,2 %	34,1 %	-29,3 %	-29,9 %	-31,0 %
	Mittelwert 5 Stunden		0,56	0,59	0,63	33,3 %	33,5 %	34,5 %	-31,5 %	-31,8 %	-33,1 %
Belastungsspitzen aufgrund Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsver- kehr	höchstbelastete Stunde		0,32	0,35	0,36	65,0 %	65,4 %	60,2 %	-28,9 %	-32,4 %	-47,4 %
	zwei höchstbelastete Stunden		0,29	0,32	0,32	65,3 %	65,7 %	62,5 %	-34,2 %	-39,8 %	-52,5 %
	zwei höchstbelastete Werktagsstunden		0,32	0,37	0,47	81,8 %	77,2 %	55,2 %	+40,5 %	+30,3 %	-1,4 %
	zwei höchstbelastete Stunden mit Gewichtung		0,36	0,40	0,47	69,1 %	66,3 %	52,3 %	+7,5 %	-1,2 %	-25,0 %
	Mittelwert 5 Stunden		0,46	0,51	0,54	58,9 %	59,4 %	54,1 %	-13,7 %	-20,1 %	-39,4 %
Gesamt	höchstbelastete Stunde		0,45	0,47	0,47	43,5 %	43,8 %	42,9 %	-29,9 %	-31,9 %	-37,1 %
	zwei höchstbelastete Stunden		0,44	0,45	0,44	44,1 %	44,4 %	44,1 %	-32,6 %	-34,6 %	-39,1 %
	zwei höchstbelastete Werktagsstunden		0,43	0,46	0,53	47,2 %	46,0 %	40,1 %	-8,4 %	-11,8 %	-22,0 %
	zwei höchstbelastete Stunden mit Gewichtung		0,46	0,49	0,53	43,7 %	43,0 %	39,5 %	-18,5 %	-21,4 %	-29,2 %
	Mittelwert 5 Stunden		0,54	0,58	0,60	41,6 %	41,9 %	40,8 %	-25,7 %	-28,0 %	-35,2 %

Tab. 21: Kennzahlen zur Schätzgenauigkeit des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} bei Wochenzählungen

- maximaler Schwerverkehrsanteil aus den beiden höchstbelasteten Stunden im Zählzeitbereich (zwei höchstbelastete Stunden),
- maximaler Schwerverkehrsanteil der beiden höchstbelasteten Werktagsstunden (Mo-Fr) aus den gezählten Stunden an Werktagen,
- maximaler Schwerverkehrsanteil der beiden höchstbelasteten Stunden aus den gezählten Stunden, wobei für die Rangreihung die Wochenend-Verkehrsstärken um 20 % abgesenkt werden,
- mittlerer Schwerverkehrsanteil der n höchstbelasteten gezählten Stunden (wobei eine geeignete Anzahl n von einzubeziehenden Stunden zu bestimmen war).

In einem ersten Schritt wurde für das zuletzt dargestellte Verfahren ermittelt, wie sich die Genauigkeitskennwerte ändern, wenn die Anzahl der höchstbelasteten Stunden, die in die Mittelwertbildung eingehen, verändert wird. Im Ergebnis steigt

die Schätzgenauigkeit an, je mehr Stunden in diese Mittelwertbildung einbezogen werden. Der Anstieg ist zu Beginn am größten; ab Einbeziehung der ca. fünf höchstbelasteten Stunden ist der zusätzliche Gewinn an Schätzgenauigkeit, der mit Einbeziehung einer weiteren Stunde erzielt werden kann, marginal. Aus diesem Grund wurde entschieden, beim Vergleich der Schätzverfahren die fünf höchstbelasteten Stunden in die Mittelwertbildung einzubeziehen.

Die Ergebnisse für die Kennwerte für die Wochenzählung sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Daraus wird die Empfehlung abgeleitet, den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} anhand des mittleren Schwerverkehrsanteils der fünf am höchsten belasteten Stunden der Zählwoche zu schätzen. Nachdem die bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile in der Regel deutlich unterschätzt werden, sollten diese mit den in Tabelle 22 dargestellten Hochrechnungsfaktoren multipliziert werden.

Für Tageszählungen mit deutlich weniger Stunden in der Zählstichprobe bieten sich lediglich zwei Verfahren zur Ableitung des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} an:

- Schwerverkehrsanteil aus der höchstbelasteten gezählten Stunde, die als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke herangezogen wird („höchstbelastete Stunde“),
- mittlerer Schwerverkehrsanteil aller gezählten Stunden.

Die zugehörigen Hochrechnungsfaktoren, mit denen der mittlere SV-Anteil aus den gezählten Stunden multipliziert werden sollte, sind in Tabelle 23 dargestellt.

Zählstellentyp	Bemessungsstunde		
	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund Werktagsverkehr	1,46	1,47	1,49
Belastungsspitzen aufgrund Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsverkehr	1,16	1,25	1,65

Tab. 22: Hochrechnungsfaktoren für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} bei Wochenzählungen

Zählstellentyp	Bemessungsstunde		
	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund Werktagsverkehr	1,05	1,06	1,07
Belastungsspitzen aufgrund Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsverkehr	1,45	1,97	2,45

Tab. 23: Hochrechnungsfaktoren für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} bei Tageszählungen

Die Genauigkeitskennwerte sind in Tabelle 24 dargestellt. Auf dieser Grundlage wird empfohlen, bei Tageszählungen den mittleren SV-Anteil aller Zählstunden als Schätzwert für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} heranzuziehen.

3.5 Empfehlung für das HBS

Für das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) waren Empfehlungen abzuleiten, wie an Abschnitten an einbahnigen Landstraßen ohne Dauerzählungen aus entsprechenden Kurzzeitzählungen die für die Bemessung relevanten Kennwerte

- Bemessungsverkehrsstärke bzw. maßgebende stündliche Verkehrsstärke und
 - bemessungsrelevanter Schwerverkehrsanteil b_{SV}
- abgeleitet werden können.

Liegen an derartigen Abschnitten turnusmäßige Zählungen nach dem SVZ-Verfahren vor, dann sollten diese Kennwerte aus der jeweiligen Straßenverkehrszählung übernommen werden. Für die Herleitung der Kennwerte aus den SVZ-Kurzzeitzählungen wurde empfohlen, bei der Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke weiterhin nach A- und B-Zählstellen zu unterscheiden. Als Schätzwert für die maßgebliche stündliche Verkehrsstärke an stark belasteten Abschnitten (A-Zählstellen) wird die maximale während der Zählzeit gemessene Verkehrsstärke empfohlen. Für Abschnitte mit geringerer Verkehrsbelastung (B-Zählstellen) wird das

Zählstellentyp	Verfahren	Stunde	Bestimmtheitsmaß			Durchschnittliche Abweichung			Relativer Fehler		
			30	50	100	30	50	100	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund Werktagsverkehr	höchstbelastete Stunde		0,51	0,56	0,57	31,8 %	31,8 %	32,5 %	-27,4 %	-27,9 %	-29,2 %
	Mittelwert aller Stunden		0,46	0,52	0,54	29,1 %	27,4 %	28,3 %	-4,4 %	-5,6 %	-6,8 %
Belastungsspitzen aufgrund Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsverkehr	höchstbelastete Stunde		0,35	0,32	0,33	61,4 %	64,3 %	68,2 %	-57,1 %	-59,2 %	-66,7 %
	Mittelwert aller Stunden		0,36	0,34	0,36	52,1 %	56,1 %	60,9 %	-46,0 %	-49,1 %	-59,1 %
Gesamt	höchstbelastete Stunde		0,50	0,52	0,49	37,6 %	38,2 %	39,6 %	-33,2 %	-34,1 %	-36,6 %
	Mittelwert aller Stunden		0,45	0,48	0,45	33,6 %	33,0 %	34,7 %	-12,6 %	-14,2 %	-17,1 %

Tab. 24: Kennzahlen zur Schätzgenauigkeit des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} bei Tageszählungen

von ARNOLD/BÖTTCHER (2005) entwickelte Verfahren zur Anwendung empfohlen. Zur Ermittlung der bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile b_{SV} aus den SVZ-Kurzzeitählungen empfiehlt es sich, den nach dem bisherigen SVZ-Verfahren hergeleiteten Schwerverkehrsanteil für den MSV der Fahrtzweckgruppe W heranzuziehen.

Wenn keine derartigen Zählungen aus einer turnusmäßigen Straßenverkehrszählung (SVZ) vorliegen, muss auf andere Kurzzeitählungen zurückgegriffen werden. Dabei kann es sich um Zählungen einer gesamten Woche (i. d. R. automatische Zählungen) oder automatische bzw. manuelle Tageszählungen handeln. Für die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke sind jedoch nicht alle Tage bzw. Wochen gleichermaßen geeignet. Je nach Abschnittstyp gibt es unterschiedlich geeignete Zählzeiten. Dabei werden folgende Abschnittstypen unterschieden:

1. Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs:

Hierbei handelt es sich um Abschnitte, an denen der normalwerktägliche Verkehr Mo-Fr außerhalb der Ferienzeiten dominiert. Belastungsspitzen treten regelmäßig an diesen Tagen oder einzelnen Tagen (z. B. Freitagnachmittag) auf. An Wochenenden (Sa+So) werden hingegen unterdurchschnittliche Verkehrsstärken beobachtet.

Für die Ableitung von Zählzeitempfehlungen für Tageszählungen wurde dieser Typ weiter unterteilt in

- Abschnitte mit starken Belastungsspitzen in Wochenendrandlage, bei denen am Freitagnachmittag deutlich überdurchschnittliche Verkehrsstärken im Vergleich zu den Werktagen Di-Do zu beobachten sind, und

- Abschnitte mit weitgehend ausgeglichenen Belastungsspitzen während der Werktage Mo-Fr.

2. Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren:

Derartige Abschnitte sind stark geprägt von Wochenend- und Feiertagsverkehren z. B. aufgrund von Ausflugs- und Freizeitfahrten, Einkaufsverkehren an Samstagen oder Urlaubsverkehren. Verkehre an Werktagen außerhalb der Ferienzeiten weisen an derartigen Abschnitten keine so ausgeprägten Belastungsspitzen auf wie die Wochenendverkehre.

In Tabelle 25 sind die empfohlenen Zählzeiten für Kurzzeitählungen dargestellt, die sich für die Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken eignen. Als Normalwochen sind dabei Wochen bezeichnet, die keinen Einflüssen aus den Ferienzeiten des jeweiligen Bundeslandes oder aus Wochenfeiertagen unterliegen. Für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs eignen sich insbesondere Normalwochen im Sommerhalbjahr. Falls jedoch Zählungen für eine Normalwoche außerhalb dieses Zeitbereichs vorliegen, so können diese ebenfalls verwendet werden. Die Schätzung der Bemessungsverkehrsstärke ist jedoch in diesem Fall mit höheren Unsicherheiten verbunden als bei Schätzungen auf Grundlage einer Zählung während des Sommerhalbjahres.

Die besten Schätzergebnisse für die Bemessungsverkehrsstärke an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren lassen sich mit Zählungen während der Sommermonate Juli und August erzielen. Dies gilt unabhängig davon, ob der jeweilige Abschnitt stark durch Verkehre zu anderen Jahreszeiten (z. B. während der Wintermonate im Zulauf auf Winter-

Abschnittstyp		Geeignete Wochen	Geeignete Tage	Mindestanforderung Zählstunden
Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs	Mo-Do	Normalwoche im Sommerhalbjahr (April bis Oktober)	Di-Do	6:00-8:00 Uhr und 15:00-18:00 Uhr
	Wochenendrandlage	alternativ: Normalwoche Winter (November bis März)	Fr	12:00-19:00 Uhr
Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren		Juli und August alternativ: April bis Juni sowie September und Oktober Ausschluss von Wochen mit Spitzenbelastungen aufgrund von Sonderereignissen	Sa+So	9:00-19:00 Uhr

Tab. 25: Zählzeitempfehlungen

sportorte) geprägt ist. Da eine Einschränkung der empfohlenen Zählzeiten auf lediglich zwei Monate zu eng wäre, kann alternativ unter Inkaufnahme einer geringeren Schätzgenauigkeit auch während der restlichen Monate des Sommerhalbjahres April bis Oktober gezählt werden. In jedem Fall sind Zählzeiten mit erwarteten extrem hohen Belastungsspitzen aufgrund von Sonderereignissen aus der Erhebung auszuschließen. Derartige Sonderereignisse könnten beispielsweise sein:

- Großveranstaltungen wie z. B. Sportfeste, Brauchtumsveranstaltungen o. Ä.,
- Marketingveranstaltungen von großen Einkaufszentren (z. B. Erscheinen des IKEA-Katalogs oder Sonderrabattaktionen größeren Ausmaßes),
- saison- und witterungsbedingte extreme Sondereinflüsse (z. B. Herbsttage mit angekündigter Schönwetterlage im Zulauf auf Weinanbaugelände oder Naherholungsgebiete), sofern hierbei singuläre Belastungsspitzen zu erwarten sind;

hohe Verkehrsstärken dürfen dabei durchaus in der Erhebung erfasst werden, jedoch sollten extrem herausragende Belastungsspitzen vermieden werden.

Tageszählungen an Abschnitten mit Belastungsspitzen im Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehr sollten, sofern keine gesicherten Informationen über das ausschließliche Auftreten der Verkehrsspitzen an Samstagen oder Sonntagen vorliegen, möglichst an beiden Wochenendtagen erhoben werden, um die tatsächlichen Belastungsspitzen abgreifen zu können.

Als Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke Kfz wird unabhängig vom Abschnittstyp und der Zählzeit die am stärksten belastete Stunde aus dem Zählintervall herangezogen. Da damit die tatsächliche Bemessungsverkehrsstärke als Verkehrsstärke zur 30., 50. oder 100. Stunde der Dauerlinie im Durchschnitt unterschätzt wird, sollten diese Schätzwerte anschließend mit Hochrechnungsfaktoren multipliziert werden. Die entsprechenden Hochrechnungsfaktoren für Abschnitte mit

Zählzeit	Stunde	Wochenzählung			Tageszählung		
		30	50	100	30	50	100
Normalwoche Sommer	Mo-Do	1,01	0,98	0,94	1,10	1,07	1,02
	Wochenendrandlage				1,06	1,00	0,95
Normalwoche Winter	Mo-Do	1,06	0,99	0,89	1,14	1,11	1,06
	Wochenendrandlage				1,12	1,07	1,01

Tab. 26: Hochrechnungsfaktoren für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs

Jahreszeitkategorie	Zählzeit	Stunde	Wochenzählung			Tageszählung		
			30	50	100	30	50	100
unspezifisch	Sommer		1,06	0,99	0,89	1,10	1,03	0,93
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,08	1,01	0,91	1,16	1,08	0,98
Winter	Sommer		1,36	1,24	1,08	1,41	1,29	1,12
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,42	1,30	1,12	1,50	1,36	1,22
Frühjahr	Sommer		1,14	1,06	0,93	1,24	1,14	1,01
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,09	1,00	0,88	1,21	1,12	0,99
Sommer	Sommer		0,97	0,91	0,82	1,05	0,98	0,88
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,28	1,19	1,08	1,39	1,30	1,17
Herbst	Sommer		1,18	1,10	1,01	1,25	1,17	1,07
	Apr-Jun + Sep-Okt		1,12	1,04	0,95	1,25	1,16	1,06

Tab. 27: Hochrechnungsfaktoren für die Bestimmung der MSV-Werte an Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren

Zählstellentyp	Wochenzählung			Tageszählung		
	30	50	100	30	50	100
Belastungsspitzen aufgrund Werktagsverkehr	1,46	1,47	1,49	1,05	1,06	1,07
Belastungsspitzen aufgrund Freizeit-, Ausflugs- und Urlaubsverkehr	1,16	1,25	1,65	1,45	1,97	2,45

Tab. 28: Hochrechnungsfaktoren für die Bestimmung der bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile b_{SV}

Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs sind in Tabelle 26 und für Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren in Tabelle 27 dargestellt.

Bei Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren sollten im Allgemeinen die Hochrechnungsfaktoren der als „unspezifisch“ bezeichneten Jahreszeitkategorie herangezogen werden. Lediglich wenn an einem Abschnitt hohe Belastungen ausschließlich zu einer bestimmten Jahreszeit auftreten, sind die für die jeweilige Jahreszeit angegebenen Hochrechnungsfaktoren relevant.

Bei der Ermittlung des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} aus Kurzzeitzählungen ist nach Wochen- und Tageszählungen zu differenzieren. Bei Vorliegen einer Wochenzählung werden zunächst die fünf am stärksten belasteten Stunden einer Woche ermittelt und anschließend der Mittelwert der zu diesen Stunden auftretenden Schwerverkehrsanteile bestimmt. Dieser mittlere SV-Anteil während der fünf am stärksten belasteten Stunden wird nach Multiplikation mit den in Tabelle 28 dargestellten Hochrechnungsfaktoren als Schätzwert für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} herangezogen. Bei Tageszählungen wird der mittlere SV-Anteil über alle gezählten Stunden multipliziert mit den in Tabelle 28 dargestellten Hochrechnungsfaktoren als Schätzwert verwendet.

4 Fortschreibung von Verkehrsmengenwerten für Jahre ohne Zähldaten

Verkehrserhebungen sind aufwändig und kostenintensiv. Daher stellt sich immer dann, wenn Verkehrszählungen aus vergangenen Jahren vorliegen die Frage, ob diese Ergebnisse verwendet werden können. Um eine in sich konsistente Datenbasis zu verwenden, müssen sich alle Zählergebnisse auf

dasselbe Jahr beziehen. Damit stellt sich die Aufgabe, Zählungen auf Folgejahre (ohne Zählung) fortzuschreiben. Dies gilt insbesondere auch für die Ergebnisse der bundesweiten Straßenverkehrszählung (SVZ), die alle fünf Jahre neu durchgeführt wird und deren Ergebnisse auf Jahre ohne Zählung übertragen werden könnten. Hierzu finden in der Regel die Daten der automatischen Dauerzählstellen Verwendung. Auch wenn für eine Fortschreibung grundsätzlich die Forderung besteht, dass sich keine strukturellen Änderungen im Netz vollzogen haben, lässt sich dies nicht immer ausschließen.

Ziel der Arbeiten ist es, mit den derzeit verfügbaren Fortschreibungsmethoden ohne Berücksichtigung eventueller Strukturänderungen historische Zählungen fortzuschreiben und mit vorliegenden aktuellen Daten zu vergleichen.

Zur Analyse wurden die Daten der automatischen Dauerzählstellen in Nordrhein-Westfalen der Jahre 2005 bis 2009 herangezogen. Eine statistische Analyse diente zur Bewertung der Genauigkeit und zur Ableitung möglicher Empfehlungen.

Für die Bemessung von Landstraßen sind die beiden verkehrlichen Kennwerte

- MSV (maßgebliche stündliche Verkehrsstärke der Kfz im Gesamtquerschnitt), entspricht der Bemessungsverkehrsstärke q_B des HBS,
- b_{SV} (Anteil des Schwerverkehrs in der Stunde der MSV)

maßgebend.

Das Ziel der Fortschreibung ist die Anpassung bestehender Zählergebnisse auf Folgejahre. Es wird in 1-Jahres-Schritten vorgegangen und die Fortschreibung erfolgt unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verkehrsentwicklung. Aufgrund der alle 5 Jahre erfolgenden Zählungen im Rahmen der SVZ wird eine Fortschreibung auf einen maximalen Zeitraum von vier Jahren begrenzt.

In Kapitel 4.1 werden verschiedene Ansätze und Varianten der Fortschreibung (in Anlehnung an die Methodik der SVZ, ganglinienbasierte Verfahren) vorgestellt und untersucht. Zunächst wird eine Fortschreibung in Anlehnung an die Berechnungsmethodik der SVZ vorgenommen. Dabei werden verschiedene Varianten im Rahmen eines Sensitivitätstests hinsichtlich ihrer Genauigkeitsunterschiede miteinander verglichen. Weiter wird betrachtet, welche Differenzierung der Fahrzeugarten sinnvoll ist und wie sich unterschiedliche Zeitschritte bei der Fortschreibung auswirken. Abschließend wird zur Fortschreibung ein Ansatz untersucht, bei dem nicht die räumliche Nähe der Zählstelle zu Dauerzählstellen im Vordergrund steht, sondern die Zuordnung über Ganglinientypen erfolgt.

4.1 Methodik in Anlehnung an SVZ

Um eine Genauigkeitsaussage dieser Vorgehensweisen zu ermöglichen, wird das Kollektiv der Dauerzählstellen verwendet. Deren Ergebnisse liegen für die Jahre 2005 bis 2009 detailliert vor. Somit ist bei einer Fortschreibung dieses Kollektivs mit der allgemeinen Verkehrsentwicklung ein direkter Vergleich mit dem tatsächlichen Zählergebnis des Folgejahres möglich. Dies umfasst sowohl die DTV- als auch die MSV-Werte.

Als Kollektiv werden zunächst alle Dauerzählstellen in NRW ausgewählt, deren Fahrzeugartendifferenzierung $\geq 5+1$ Fahrzeugarten ist und die einer Datenprüfung unterzogen wurden. Eine erneute eigenständige Prüfung und ggf. Datenkorrektur erfolgten nicht, um keine Diskrepanzen zu den veröffentlichten Ergebnissen entstehen zu lassen. Diese Dauerzählstellen wurden je Fahrzeugart und je Fahrtzweckgruppe ausgewertet.

Die Regressionsfaktoren für den MSV und die b_{SV} -Werte wurden analog zur Methodik der SVZ gebildet.¹⁰ Dazu wurde eine Differenzierung nach DTV kleiner und größer gleich 18.000 Kfz/d vorgenommen.¹¹ Die Auswertungen erfolgten zunächst richtungsgemeinsam. Die Einflussgrößen f_{er} , b_{S0} , b_{Fr} , die in den gemäß der SVZ-Methodik verwendeten Regressionsrechnungen benötigt werden, wurden

gemäß ihrer jeweiligen Definitionen aus den einzelnen Jahreszählwerten abgeleitet.

Da auf Landstraßen i. d. R. keine Streckenzüge im Sinne der SVZ-Methodik (wie für BAB) gebildet werden konnten, erfolgte die Bearbeitung auf der Grundlage der zugeordneten Flächenregionen. Dabei wurden die Entwicklungsraten der in den Flächenregionen enthaltenen Dauerzählstellen gemittelt.

4.1.1 Genereller Ablauf

Das beschriebene Verfahren kann erst nach Vorlage aller Dauerzählstellenergebnisse der betroffenen Region für das Zähljahr erfolgen, auf das fortgeschrieben werden soll. Es ist nicht geeignet für Zählstellen, in deren Umfeld Veränderungen der Infrastruktur erfolgt sind. Die Berechnungen der DTV-Werte können fahrzeugartenscharf (FzA) und getrennt je Fahrtzweckgruppe (V) erfolgen. Die MSV-Werte werden aus den fortgeschriebenen DTV-Werten abgeleitet (siehe Bild 31).

Die Qualität der Fortschreibung ist abhängig von der Anzahl und der Repräsentativität der Dauerzählstellen der betroffenen Flächenregion. Vor allem bei stark unterschiedlichen Verkehrsentwicklungen innerhalb der Region ist eine weitere Differenzierung derzeit nicht realisierbar. Ebenso ist eine Fortschreibung in den bisherigen Verfahren nur richtungsgemeinsam möglich. Als MSV-Wert

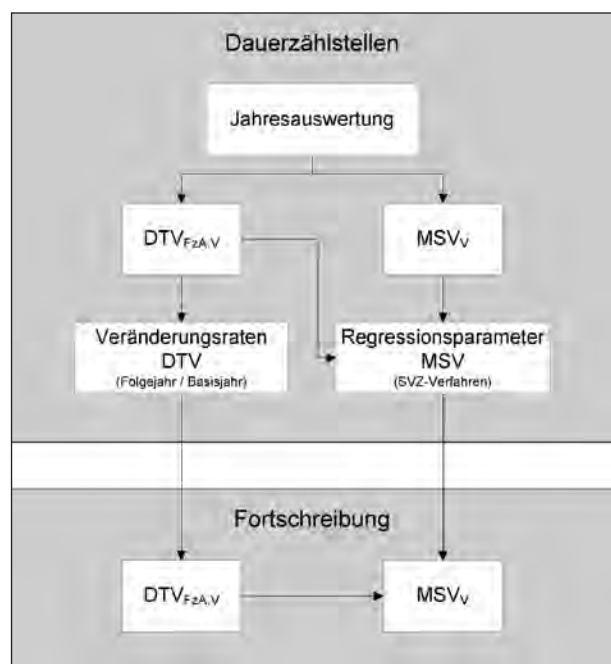


Bild 31: Genereller Ablauf der Fortschreibung

¹⁰ Siehe KATHMANN et al. (2009), S. 32

¹¹ Diese Grenze wird in der SVZ verwendet. Sie beschreibt größenordnungsmäßig auch den Wechsel von zweistreifigen auf mehrstreifige Straßen.

wird die 30. Stunde ausgewiesen, andere Bezugsstunden sind mit der zugrunde liegenden SVZ-Methodik nicht direkt ermittelbar. Schließlich ist die Qualität der Fortschreibung auch abhängig von der Plausibilität der Ausgangswerte selbst.

4.1.2 Veränderungsrate des DTV

Der Berechnungsablauf für die Ermittlung eines Veränderungsindex (v_i) zwischen Basisjahr (B) und Folgejahr (F) an Dauerzählstellen ist im Überblick in Bild 32 dargestellt.

Zunächst müssen für einen Einsatz bei SVZ-Zählstellen die Informationen, die für 8+1 Fahrzeugarten vorliegen, auf die sechs in der SVZ verwendeten Kraftfahrzeugarten umgerechnet werden. Dabei ist jedoch zu hinterfragen, ob für Fortschreibungen nicht generell eine Reduktion der Fahr-

zeugarten auf nur zwei oder drei Gruppen vorgenommen werden sollte.

Aufgrund einzelner sehr außergewöhnlicher Verkehrsentwicklungen an Zählstellen wird eine so genannte „Ausreißerbehandlung“ durchgeführt, bei der sehr stark abweichende Einzelergebnisse auf Grenzperzentilwerte gesetzt werden. Damit wird nach wie vor die starke Veränderung an der Zählstelle übernommen, ihr Ausmaß jedoch begrenzt. Ein Ausschluss der Zählstelle wird zunächst als nicht zielführend gewertet, weil oftmals nur eine einzelne Fahrzeugart betroffen ist und meist innerhalb der Flächenregionen nur die Mindestanzahl benötigter Dauerzählstellen vorhanden ist. Bei einem Ausschluss wäre eventuell innerhalb der gesamten Region eine Fortschreibung nicht mehr möglich.

Eine weitere Differenzierung wird in der vorgestellten Methodik hinsichtlich der Straßenklassen vorgenommen, wobei Bundesstraßen separat behandelt werden. Diese Differenzierung ist jedoch aus unserer Sicht nicht zwingend erforderlich.

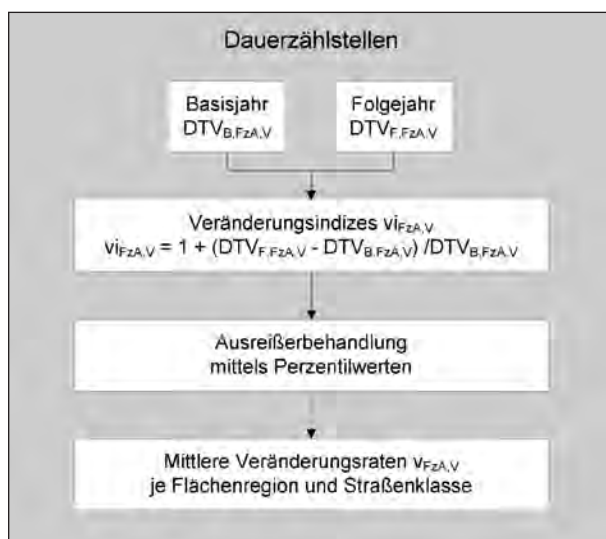


Bild 32: Ermittlung der Veränderungsrate

4.1.3 Fortgeschriebener DTV

Die Fortschreibung mit den im vorigen Arbeitsschritt ermittelten Veränderungsfaktoren erfolgt getrennt für Straßenklassen und jede Fahrzeugart. Parallel wird hier auch eine Fortschreibung des Kfz-Wertes vorgenommen. Erfahrungsgemäß ergibt die Summe der Fahrzeugarten nach einer solchen Fortschreibung nicht den gleichen Wert wie die direkte Fortschreibung des Kfz-Wertes. Daher wird eine Korrektur vorgenommen, wobei der fortgeschriebene Kfz-Wert als Zielgröße verwendet wird. Zum Abgleich werden die Differenzen anteilmäßig verteilt.

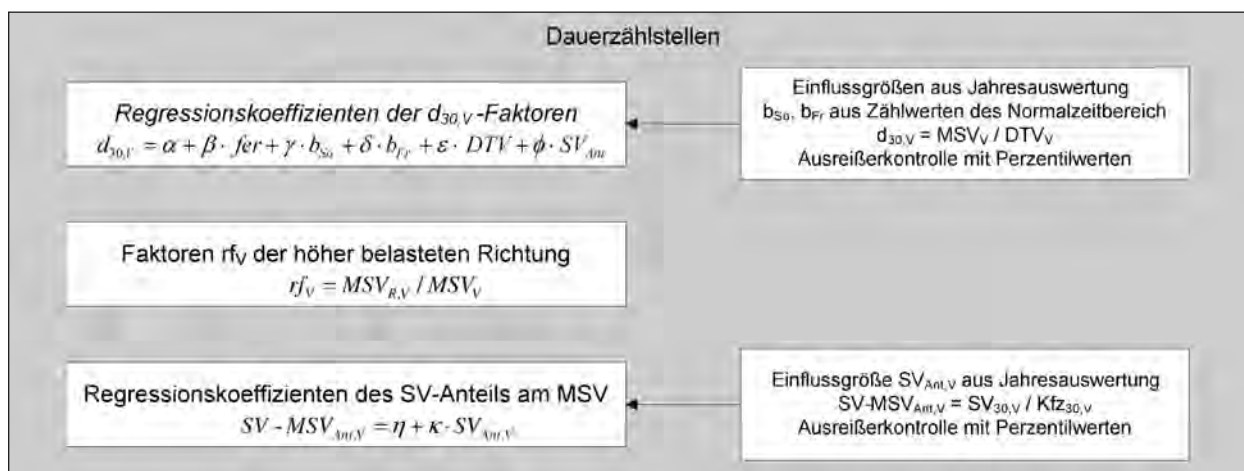


Bild 33: Regressionsansatz nach SVZ

Die Ergebnisse für alle Tage werden aus dem gewichteten Mittel der Fahrtzweckgruppen w , u , s gebildet, die Fahrzeuggruppen (Kfz, PV, GV, SV) direkt als Summe der einzelnen Fahrzeugarten. Abschließend erfolgt daraus die Berechnung abgeleiteter Kenngrößen (z. B. SV-Anteil).

4.1.4 Regressionskoeffizienten und Richtungsfaktoren des MSV

Zur Anwendung kommt bislang das Verfahren der SVZ. Dabei erfolgt eine Differenzierung hinsichtlich der Gesamtverkehrsmenge in die Gruppen größer/gleich und kleiner 18.000 Kfz/d. Die Struktur der Berechnungsschritte ist in Bild 33 dargestellt.

Der Regressionsansatz zeigt jedoch nur mäßige Bestimmtheitsmaße, insbesondere beim b_{SV} -Wert (siehe Tabelle 33 mit Werten von 0,51 bis 0,72 für Werktagsverkehr bei DTV < 18.000 Kfz/d). Hier ist zu prüfen, ob andere Ansätze bessere Ergebnisse ergeben können. Hierzu ist insbesondere der Untersuchungsansatz für das Hochrechnungsverfahren von ARNOLD/BÖTTCHER (2005) in Betracht zu ziehen.

4.1.5 Abgeleiteter MSV-Wert

Auch für die Berechnung der MSV-Werte erfolgt eine Trennung in Zählstellen mit einem DTV-Wert größer/gleich oder kleiner 18.000 Kfz/d. Die Einflussgrößen b_{S_0} und b_{F_r} werden aus dem Basisjahr der Fortschreibung übernommen, da deren Entwicklung unbekannt ist. Der b_{SV} -Wert wird nur für die Fahrtzweckgruppen w und u verwendet, da es für den Sonn- und Feiertagsverkehr keine vergleichbare Größe darstellt (Sonntagsfahrverbote).

Auch in diesem Berechnungsschritt werden Regressionsgleichungen verwendet, deren Bestimmtheitsmaße jedoch in der Regel eher kritisch sind (siehe Tabelle 32). Daher ist an dieser Stelle des Verfahrens ebenfalls eine Schwachstelle festzustellen.

Um die in den vorstehenden Kapiteln dargestellte Vorgehensweise an einem konkreten Beispiel zu verdeutlichen, wird im Folgenden auf der Grundlage der Dauerzählstellen von Nordrhein-Westfalen die Qualität der Fortschreibung beleuchtet.

4.2 Sensitivitätsstudie am Beispiel Nordrhein-Westfalen

Die Ergebnisse der Dauerzählstellen des Landes Nordrhein-Westfalen wurden als Datengrundlage gewählt, da hier eine hohe Anzahl Dauerzählstellen auf Landesstraßen für die Jahre 2005 bis 2009 vorlag. Aus dem Gesamtkollektiv wurden diejenigen ausgewählt, die auf einbahnigen Straßen lagen. Da die Anzahl von Dauerzählstellen im Bereich von Ortsdurchfahrten sehr gering war, wurde auf diese verzichtet. Somit bezieht sich die Untersuchung nur auf Zählstellen auf der freien Strecke. In Tabelle 29 ist die Anzahl der verfügbaren Zählstellen für die Jahre 2005 bis 2009 zusammengestellt.

Für die Untersuchung konnten nur die Zählstellen verwendet werden, deren Daten jeweils für mindestens zwei benachbarte Jahre vorlagen. Daher schwankt die Anzahl der verglichenen Zählstellen sowohl zwischen den Jahren als auch bei einzelnen Fahrzeuggruppen. In Tabelle 30 ist die Verteilung

Str.-Kl.	2005	2006	2007	2008	2009
B	76	88	88	84	83
L+K	31	52	52	53	52
Summe	107	140	140	137	135

Tab. 29: Dauerzählstellenverteilung nach Straßenklasse

DTV-Klasse	2005	2006	2007	2008	2009
unter 500					
500- < 1.000					
1.000- < 1.500	1				
1.500- < 2.000	2	4	5	4	5
2.000- < 3.000	4	5	7	9	7
3.000- < 4.000	6	9	6	5	4
4.000- < 5.000	8	8	9	10	11
5.000- < 6.000	6	9	9	9	8
6.000- < 8.000	22	24	24	24	23
8.000- < 10.000	9	20	16	19	19
10.000- < 12.000	18	19	23	19	20
12.000- < 14.000	11	13	14	13	12
14.000- < 16.000	4	8	7	10	11
16.000- < 18.000	3	5	4	3	4
18.000- < 20.000	3	3	4	4	3
20.000- < 25.000	4	5	4	3	3
25.000- < 30.000	2	2	3	2	2
30.000- < 35.000	3	3	2	1	1
35.000- < 40.000	1	1	2	2	2
40.000 und mehr	1	1	1		
Summe 107	107	140	140	137	135

Tab. 30: Dauerzählstellenverteilung nach DTV-Klassen

der Dauerzählstellen nach DTV-Klassen für alle Straßenklassen dargestellt (Klassengrenzen analog SVZ 2005).

4.2.1 Fortschreibung

Ausgehend von der unter Kapitel 4.1 beschriebenen Methodik erfolgte die Fortschreibung der ausgewählten Zählstellen für die Jahre 2006 bis 2009. Dazu wurden ausschließlich Dauerzählstellen herangezogen, deren Zählergebnis für das jeweilige Folgejahr vorlag. Die Fortschreibung basierte jeweils auf dem tatsächlichen DTV der Dauerzählstellen des Vorjahres.

Entwicklungsraten der Dauerzählstellen

Es wurden die jährlichen Fortschreibungen 2005 auf 2006, 2006 auf 2007, 2007 auf 2008 und 2008 auf 2009 vorgenommen. Die angewendeten Entwicklungen jeder einzelnen Fahrzeugart wurden anhand

Str.-KI.	2006	2007	2008	2009
B	44,7 %	48,9 %	52,4 %	61,4 %
L+K+G	54,8 %	38,5 %	39,6 %	42,3 %

Tab. 31: Anteil von der Ausreißerbehandlung betroffener Dauerzählstellen

DTV	Fahrtzweck	Jahr			
		2006	2007	2008 2	009
< 18.000 Kfz/d	a	0,49	0,56	0,63	0,67
	w	0,49	0,44	0,50	0,60
	u	0,48	0,52	0,63	0,62
	s	0,50	0,66	0,70	0,75
≥ 18.000 Kfz/d	a	0,17	0,50	0,79	0,85
	w	0,11	0,54	0,75	0,84
	u	0,17	0,48	0,49	0,64
	s	0,30	0,75	0,30	0,56

Tab. 32: Bestimmtheitsmaße der d_{30} -Schätzung

DTV	Fahrtzweck	Jahr			
		2006	2007	2008 2	009
< 18.000 Kfz/d	w	0,72	0,67	0,51	0,55
	u	0,62	0,69	0,52	0,63
≥ 18.000 Kfz/d	w	0,75	0,89	0,84	0,96
	u	0,75	0,74	0,82	0,80

Tab. 33: Bestimmtheitsmaße der Schätzung der b_{SV} -Werte

der 5%- bzw. 95%-Perzentile auf Ausreißer untersucht und die gefundenen Ausreißer auf die Grenzwerte (5%- bzw. 95%-Perzentile) gesetzt. Durch das fahrzeugartenscharfe Vorgehen ist die große Anzahl betroffener DZ zu erklären (Tabelle 31). Meist sind jedoch nur einzelne Fahrzeugarten betroffen.

Eine alternative Betrachtung der 1%- bzw. 99%-Perzentile hätte keine Ausreißer in den Entwicklungsraten aufgedeckt. Um dennoch unwahrscheinliche Spitzenwerte in ihrer Wirkung begrenzen zu können, wurden die 5%- und 95%-Grenze gewählt.

MSV-Koeffizienten und -Faktoren

Die MSV-Werte wurden aus dem fortgeschriebenen DTV abgeleitet. Hierzu wurden die MSV-Koeffizienten und -Faktoren aus den DZ des jeweiligen Fortschreibjahres, differenziert nach DTV-Klasse, mittels einer multiplen linearen Regression ermittelt. Deren Bestimmtheitsmaße sind in Tabelle 32 zusammengestellt. Die teils niedrigen Bestimmtheitsmaße lassen erwarten, dass die auf den Gleichungen aufbauenden Ergebnisse deutliche Abweichungen enthalten können (siehe Tabelle 34).

Die Berechnung der b_{SV} -Werte erfolgte analog für die Fahrtzweckgruppen w und u (Tabelle 33).

Der Richtungsfaktor zur Ermittlung des MSV-Wertes der höher belasteten Richtung wurde direkt aus den Faktoren der Dauerzählstellen gemittelt.

Abweichungen

Die Ergebnisse der Fortschreibung (FS) wurden mit den tatsächlichen Dauerzählstellenergebnissen (DZ) anhand der prozentualen Abweichungen der absoluten Differenzen verglichen. Die prozentuale Abweichung des fortgeschriebenen DTV einer Fahrzeugart (FzA) je Dauerzählstelle ergab sich aus:

$$Abw_{FzA} = \frac{|DTV_{FzA,FS} - DTV_{FzA,DZ}|}{DTV_{FzA,DZ}} * 100$$

Die Abweichungen der MSV-Werte wurden analog ermittelt. Die Berechnungen wurden für alle Jahre (2006 bis 2009) durchgeführt. In Tabelle 34 sind exemplarisch die mittleren Abweichungen der ersten beiden Einzeljahre ausgewiesen.

Zur besseren Interpretierbarkeit der tabellarisch dargestellten Abweichungen wurden Streudiagramm-

Straßen- klasse	Kenn- größe	2006						2007					
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Min	Max	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Min	Max
Bundestraßen (freie Strecken)	DTV _a Kfz	65	2,68	1,88	3,07	0,00	19,12	76	3,60	1,99	5,12	0,01	25,63
	DTV _a PV	65	2,77	1,88	3,03	0,00	18,80	76	3,62	2,01	5,30	0,00	27,44
	DTV _a GV	65	4,40	3,50	3,66	0,00	22,34	76	6,14	4,53	5,48	0,00	22,02
	DTV _a SV	65	5,41	3,26	5,91	0,00	33,74	76	8,59	5,15	9,73	0,00	57,07
	DTV _w Kfz	65	2,63	1,67	3,24	0,10	20,06	76	3,56	1,77	5,48	0,00	25,91
	DTV _w PV	65	2,71	1,80	3,18	0,08	19,75	76	3,67	1,91	5,65	0,04	28,65
	DTV _w GV	65	4,24	3,20	4,05	0,05	22,90	76	6,39	4,51	6,00	0,00	25,69
	DTV _w SV	65	5,49	3,64	6,08	0,26	32,35	76	8,95	4,82	10,69	0,16	60,91
	DTV _u Kfz	65	2,97	2,00	3,34	0,07	16,69	76	4,23	3,00	5,19	0,00	30,74
	DTV _u PV	65	3,12	2,44	3,22	0,06	16,06	76	4,30	3,03	5,47	0,17	34,53
	DTV _u GV	65	4,65	2,92	4,28	0,20	21,93	76	6,49	5,30	5,26	0,00	20,87
	DTV _u SV	65	5,82	4,00	6,10	0,15	37,65	76	8,82	5,99	9,28	0,00	56,25
	DTVs Kfz	65	3,36	2,22	3,28	0,17	18,83	76	3,70	2,11	5,08	0,05	30,84
	DTVs PV	65	3,35	2,20	3,30	0,05	18,84	76	3,70	1,97	5,12	0,00	31,00
	DTVs GV	65	6,69	5,37	5,02	0,00	25,13	76	9,65	6,99	10,57	0,14	73,29
	DTVs SV	65	7,38	5,81	6,84	0,00	35,65	76	28,53	23,73	22,48	1,03	91,89
	MSV _a	65	10,63	9,89	8,09	0,09	33,83	76	12,48	9,10	10,37	0,73	50,32
	MSV _w	65	8,32	7,55	6,21	0,39	32,22	76	8,46	6,73	7,69	0,12	34,90
	MSV _u	65	7,40	6,86	5,27	0,00	22,09	76	7,03	4,85	6,79	0,00	35,73
	MSV _s	65	8,00	6,26	6,79	0,24	28,30	76	9,35	6,78	7,49	0,89	31,13
MSV _{ra}	65	13,73	13,24	9,50	0,31	35,46	76	16,40	13,04	12,92	0,00	61,87	
MSV _{rw}	65	12,27	11,56	7,97	0,78	36,02	76	13,00	11,21	10,39	0,76	45,54	
MSV _{ru}	65	10,84	10,14	7,78	0,00	35,65	76	10,86	8,76	8,68	0,44	46,02	
MSV _{rs}	65	10,36	8,42	7,39	0,00	25,88	76	12,23	9,95	9,34	0,13	40,56	
b _{SV} w	69	43,14	14,96	102,39	0,37	603,26	76	70,10	18,00	185,53	0,67	1.400,41	
b _{SV} u	69	33,98	20,30	50,95	0,42	282,43	75	41,09	21,42	64,03	0,88	303,54	

Tab. 34: Auszug der prozentualen Abweichungen

me (Bild 34 bis 36) und Boxplots (Bild 37 und 38) erstellt. Bei den Streudiagrammen wurden je Dauerzählstelle der tatsächliche Wert und der fortgeschriebene Wert gegenübergestellt. Liegen die Punkte nahe der Winkelhalbierenden, sind die Abweichung und damit die Streuung gering, wie dies für den DTV-Kfz in Bild 34 zu sehen ist. Die Bestimmtheitsmaße einer mit diesen Punkten durchgeführten Regression lägen zwischen 0,96 (2006) und 0,98 (2009) und erzielen eine sehr gute Übereinstimmung.

Die MSV-Werte zeigen eine deutlich größere Streuung, liegen aber mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,88 bis 0,95 ebenfalls in einem guten Bereich (Bild 35).

Eine deutliche Streuung ist bei der Ableitung des Schwerverkehrsanteils (b_{SV}) zu erkennen. Dies geben auch die Bestimmtheitsmaße mit Werten von nur 0,44 bis 0,36 wieder (Bild 36).

Ein Boxplot bietet die Möglichkeit, die prozentualen Abweichungen aller vier Fortschreibejahre vergleichbar in einem Diagramm darzustellen. Die Box wird begrenzt durch die untere Quartile (25 % aller Abweichungen sind kleiner) und die obere Quartile (25 % aller Abweichungen sind größer). Somit repräsentiert die Box 50 % der Beobachtungen. Der Punkt stellt die Lage des Medians dar. Die senkrechten Linien (Whisker) zeigen Minimum und Maximum. In den Bildern liegt das Maximum in den meisten Fällen außerhalb des Diagramms, was an

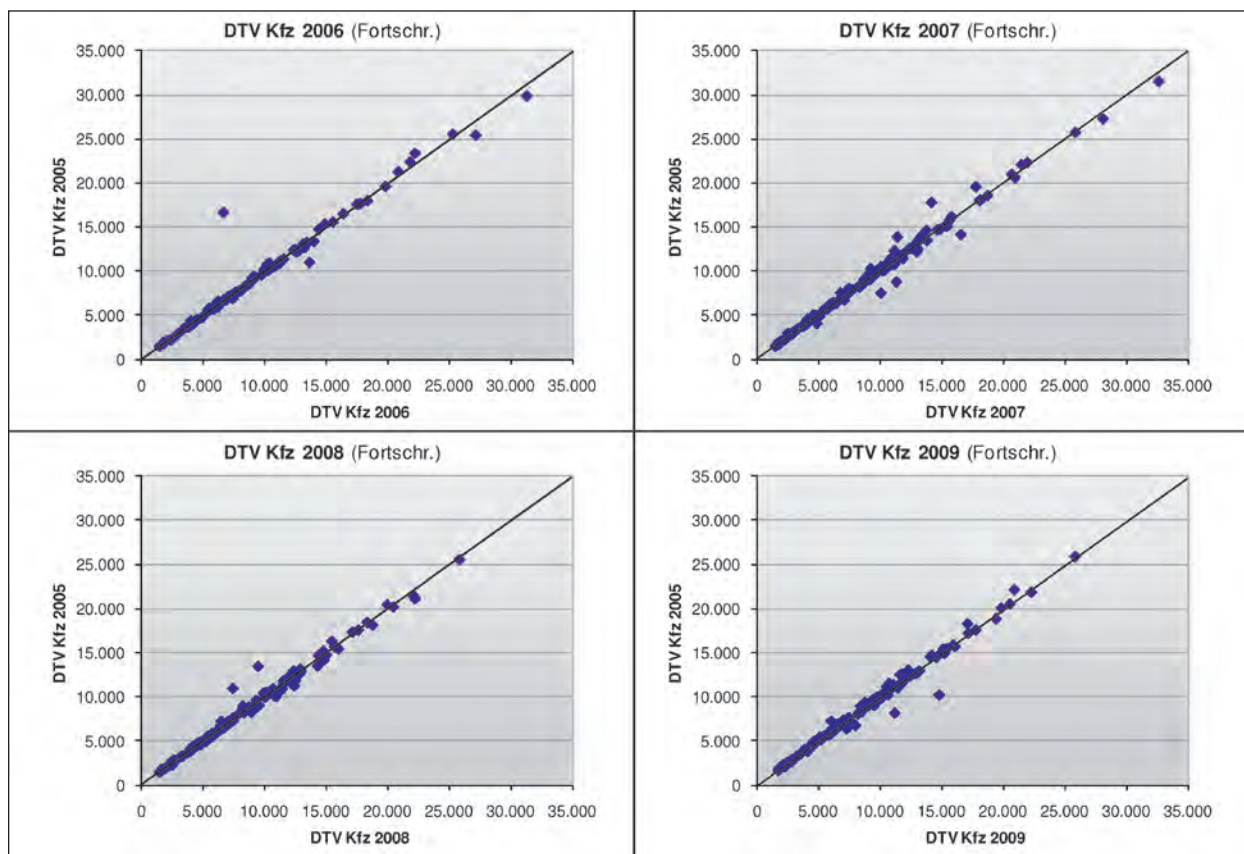


Bild 34: Streudiagramme des DTV Kfz

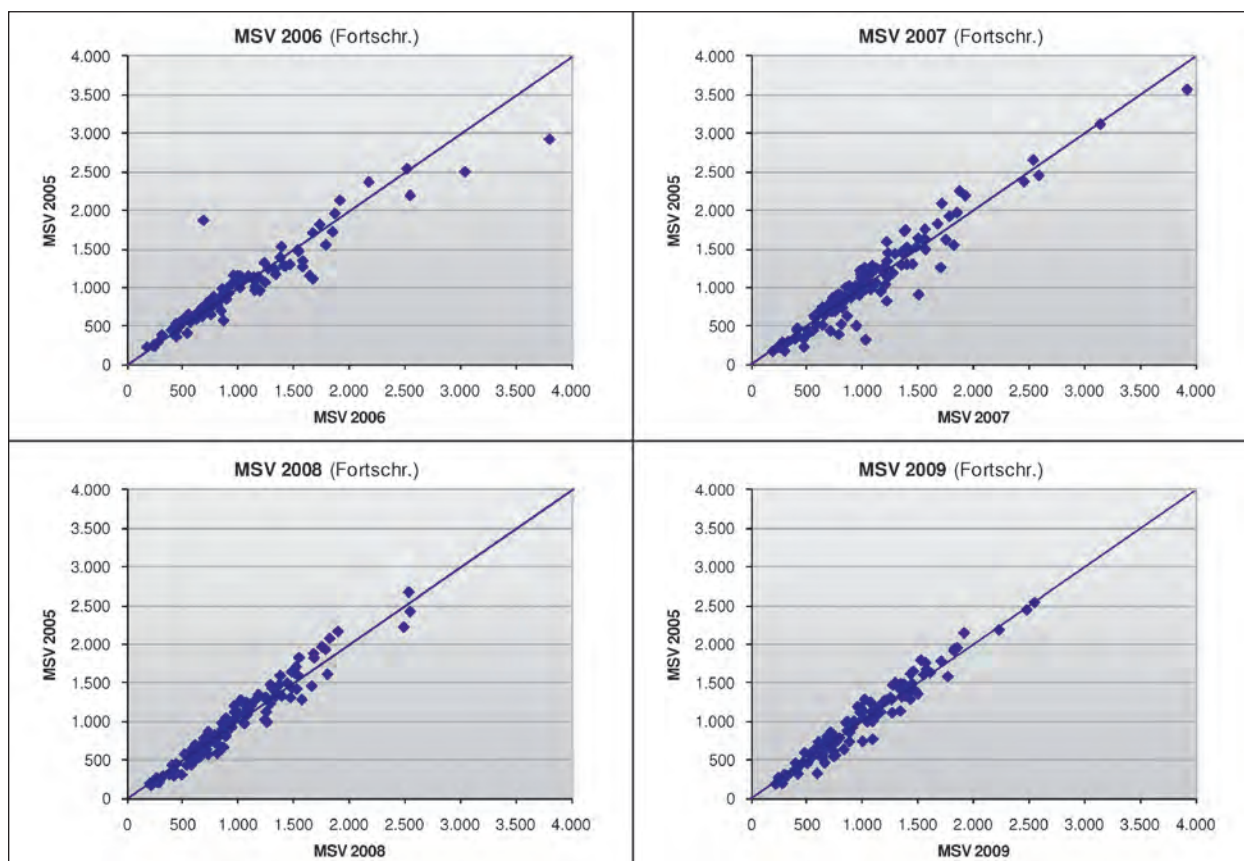


Bild 35: Streudiagramme des MSV

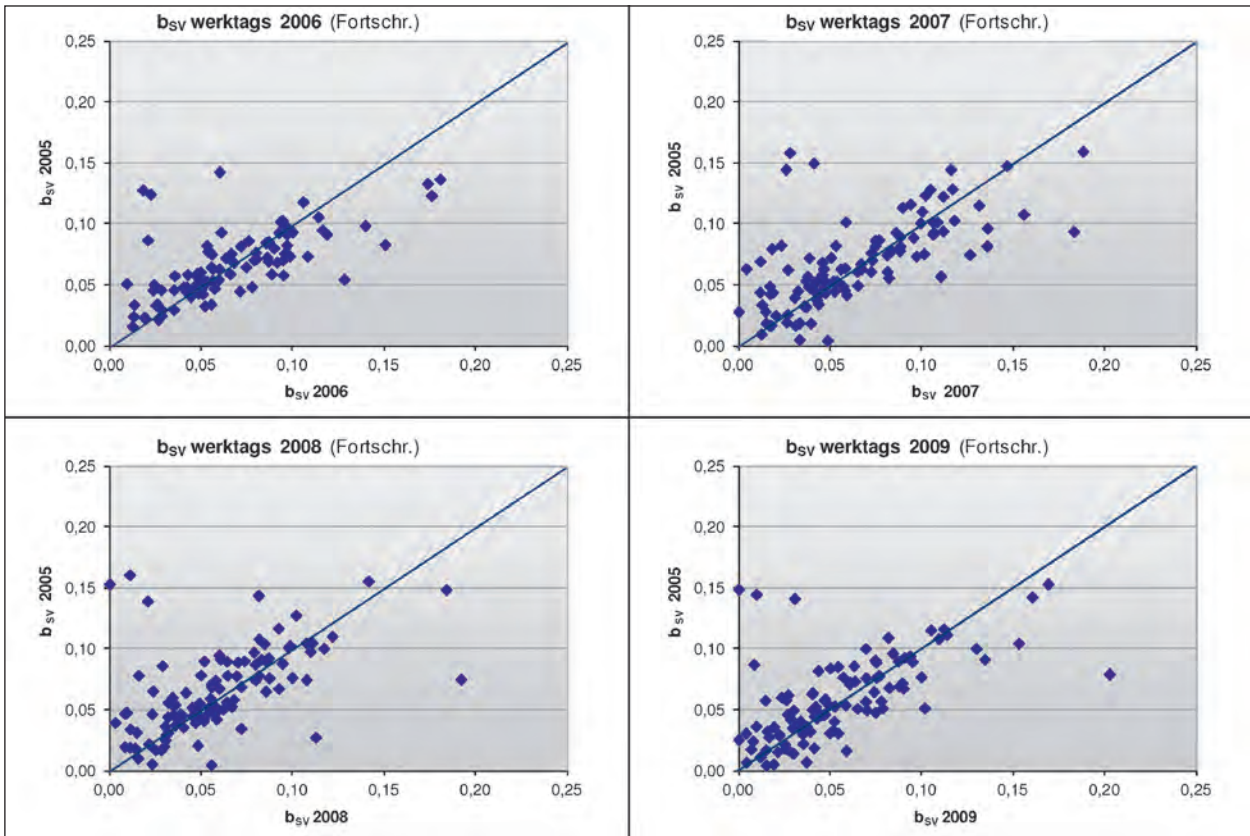


Bild 36: Streudiagramme der b_{SV} -Werte

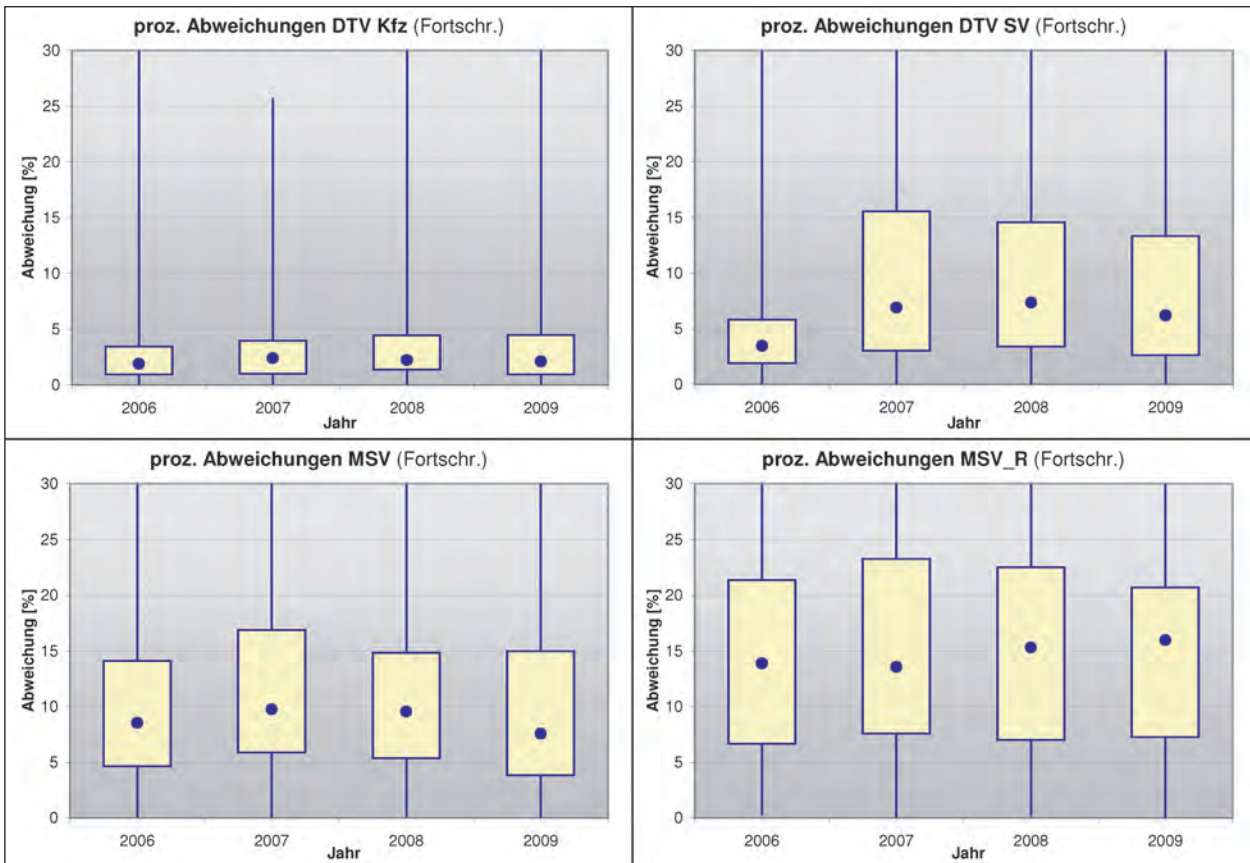


Bild 37: Abweichungen der fortgeschriebenen DTV- und MSV-Werte

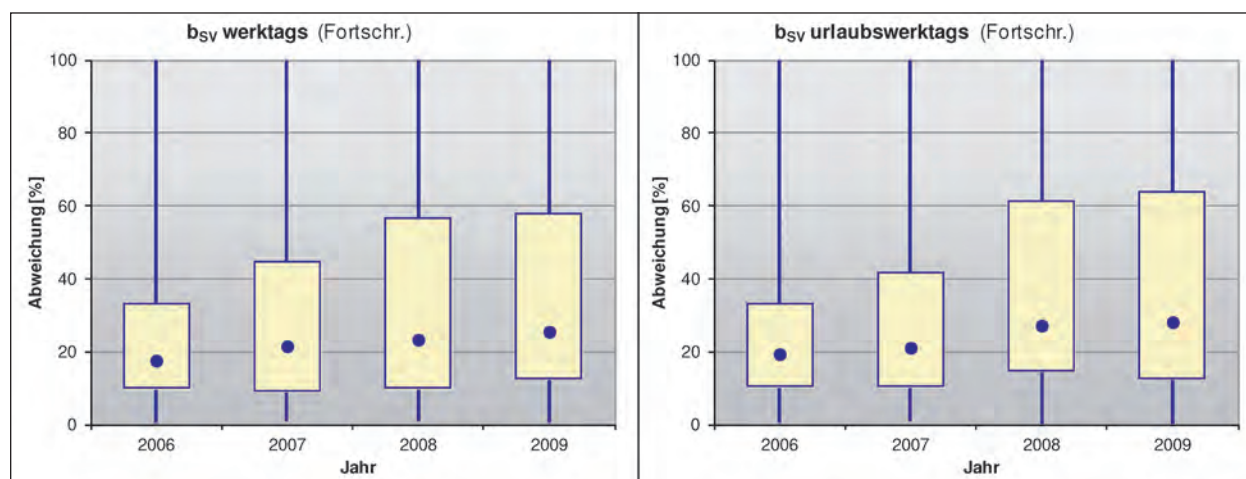


Bild 38: Abweichungen der abgeleiteten b_{SV} -Werte

den bis zum oberen Bildrand reichenden senkrechten Linien zu erkennen ist.

Die Darstellungen (Bild 37 und Bild 38) korrespondieren mit den Streuungen bzw. den Bestimmtheitsmaßen der Streudiagramme.

4.2.2 Methodikvarianten

Ausreißerbehandlung

Wie im methodischen Vorgehen beschrieben, wurden im durchgeführten Beispiel besonders auffällige Entwicklungsraten einzelner Fahrzeugarten bei Überschreitung der Grenzwerte auf den Grenzwert gesetzt. Damit konnten nach wie vor alle Dauerzählstellen in die mittlere Entwicklung einer Flächenregion eingehen. Alternativ dazu könnten auch Zählstellen mit solchen Extremwerten unberücksichtigt bleiben. Nachfolgend wird dargestellt, welche Unterschiede diese Vorgehensweise hervorrufen würde.

Eine fahrzeugartenscharfe Betrachtung der Ausreißer würde zu einer zu großen Anzahl ausgeschlossener DZ führen, sodass keine ausreichende Basis mehr für die Berechnung mittlerer Entwicklungsraten gegeben wäre (siehe Tabelle 31). Daher werden für die Vergleichsbetrachtung nur die Entwicklungen für Kfz und SV (Mo-So) betrachtet. Dauerzählstellen, die die 5%-Perzentile unterschreiten bzw. die 95%-Perzentile überschreiten, werden nun von der Berechnung der mittleren Entwicklung je Flächenregion ausgeschlossen.

Aus dieser Ausreißerbehandlung ergaben sich die in Tabelle 35 zusammengestellten Anteile ausgeschlossener Dauerzählstellen.

Str.-KI.	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
B	7,9 %	9,1 %	9,5 %	9,6 %
L+K	6,5 %	7,7 %	7,5 %	7,7 %
Summe	7,5 %	8,6 %	8,8 %	8,9 %

Tab. 35: Anteil der ausgeschlossenen DZ

Bei Betrachtung der 1%- bzw. 99%-Perzentile hätten sich keine Ausreißer ergeben.

Ein Nachteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass Ausreißer in einzelnen Fahrzeugarten bestehen bleiben, wenn die Kfz- bzw. SV-Grenzen insgesamt eingehalten werden. Damit gehen sie in die Mittelbildung einer Flächenregion ein und wirken sich auf alle Zählstellen dieser Region aus. Zudem kann die Anzahl von verwendbaren Dauerzählstellen einer Region sehr gering werden.

Analog zur Fortschreibung wurden aus den verbleibenden Dauerzählstellen mittlere Entwicklungsraten je Flächenregion berechnet. Um den fortgeschriebenen DTV einer Dauerzählstelle zu erhalten, wurde der tatsächliche DTV des Basisjahres mit der zugehörigen mittleren Entwicklungsraten multipliziert.

Um die Ergebnisse der beiden Verfahren zur Ausreißerbehandlung (auf Grenzwert setzen vs. löschen) zu vergleichen, wurden prozentuale Differenzen am Beispiel des DTV (Mo-So) aller vier Fortschreibungsjahre gebildet. Die Werte sind in Tabelle 36 zusammengefasst. Positive Differenzen bedeuten eine Zunahme der Abweichungen (Verschlechterung des Ergebnisses), wenn die Ausreißer gelöscht werden. Negative Werte zeigen eine Verringerung der Abweichung an (Verbesserung).

Straßen-klasse	Kenn-größe	Fortschreibung MSV-Faktoren nach SVZ-Methoden				Fortschreibung Festhalten der MSV-Faktoren						
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Diff. Mittel	Diff. Median	Diff. Stdabw.
Bundesstr. (freie Strecken)	DTVa Kfz	288	2,87	1,92	3,50	288	2,90	1,97	3,49	1,2%	2,5%	-0,4% □
	DTVa PV	288	2,98	1,97	3,53	288	3,05	2,11	3,51	2,3%	7,3%	-0,5% □
	DTVa GV	288	5,63	3,98	5,65	288	5,65	3,92	5,75	0,4%	-1,4% □	1,8%
	DTVa SV	288	7,70	4,83	10,05	288	8,19	5,28	10,49	6,3%	9,2%	4,4%
Landes- und Kreisstr. (freie Strecken)	DTVa Kfz	166	5,29	2,81	12,88	166	5,21	2,80	12,95	-1,5% □	-0,3% □	0,5%
	DTVa PV	159	5,28	3,34	7,40	159	5,35	3,29	7,52	1,3%	-1,5% □	1,6%
	DTVa GV	159	20,30	8,44	23,56	159	20,13	8,63	23,58	-0,8% □	2,3%	0,1%
	DTVa SV	159	21,16	8,22	28,00	159	20,80	7,00	28,20	-1,7% □	-14,8% □	0,7%

Tab. 36: Unterschied der DTV-Abweichungen nach Ausreißerbehandlung

Das „Löschen von Ausreißern“ (auf der Basis von Kfz- und SV-Entwicklungen) führt zu keinen eindeutigen Unterschieden gegenüber der Vorgehensweise „auf Grenzwert setzen“. Auf Bundesstraßen zeigen sich leicht höhere Abweichungen, während auf Landes- und Kreisstraßen eine leichte Verbesserung eintritt. Nur der Schwerverkehr weist einen signifikanten Unterschied auf. Seine Abweichungen liegen auf Bundesstraßen durch das Löschen von Ausreißern um 9,2 % (Median) über denen aus „auf Grenzwert setzen“. Auf Landes- und Kreisstraßen zeigt sich dagegen eine deutliche Verbesserung von 14,8 %.

Als Fazit wird postuliert, dass sich keine eindeutigen Vorteile durch das Löschen von Ausreißern der Entwicklungsraten ergeben (Ausnahme Schwerverkehr auf Landesstraßen). Die Nachteile, die durch deutliche Beschränkungen bei der Verwendbarkeit von Dauerzählstellen entstehen, überwiegen aus unserer Sicht. Daher kann der eingangs beschriebene Ansatz mit einer Ausreißerbehandlung, bei der Extremwerte auf Grenzwerte gesetzt werden, beibehalten werden.

Festhalten des d_{30} aus dem Basisjahr

In der bisher beschriebenen Methodik wurden die d_{30} -Faktoren bei der Fortschreibung neu abgeleitet. Alternativ soll geprüft werden, welche Qualitätsveränderungen durch eine Beibehaltung der Ausgangswerte des Zähljahres entstehen würden. In Tabelle 37 sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst und werden nachfolgend kommentiert. Negative Differenzen der Abweichungen bedeuten wieder eine Verbesserung der Fortschreibungsergebnisse.

Mit diesen Faktoren wurden dann die MSV-Werte aus den fortgeschriebenen DTV-Werten abgeleitet. Vergleichsgrundlage war die bestehende Fortschreibung (DTV für die sechs Kraftfahrzeugarten der SVZ, wobei die MSV-Werte nach der SVZ-Methodik ermittelt wurden). Da für 2005 nur 107 Dauerzählstellen in Flächenregionen vorlagen, wurden die fehlenden Dauerzählstellen mit d_{30} -Faktoren und den Faktoren für die höher belastete Richtung sowie nachträglich erzeugten b_{SV} -Werte für Werktag und Urlaubswerktag aus dem Jahr 2006 versorgt.

Die Ableitung der MSV-Werte durch das Festhalten der Faktoren aus dem Basisjahr 2005 ergab eine deutliche Verbesserung der Abweichungen um bis zu 75 % gegenüber den Ergebnissen nach der SVZ-Methodik. Lediglich die Schwerverkehrsanteile wiesen eine Verschlechterung der Abweichung auf.

Der Vergleich der MSV-Berechnungsmethoden (SVZ vs. Festhalten der Faktoren) zeigt deutlich den Vorteil des Festhaltens der Faktoren gegenüber der Ermittlung mittels einer multiplen linearen Regression nach SVZ-Methodik.

Straßenklasse	Kenngröße	Fortschreibung MSV-Faktoren nach SVZ-Methoden				Fortschreibung Festhalten der MSV-Faktoren				Diff. Mittel	Diff. Median	Diff. Stdabw.
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.			
Bundesstr. (freie Strecken)	MSVa	288	10,50	8,60	8,31	295	5,34	3,34	5,83	-49,1% □	-61,1% □	-29,8% □
	MSVw	288	7,78	5,93	6,79	295	4,99	3,09	5,70	-35,9% □	-47,9% □	-16,1% □
	MSVu	288	6,48	4,74	5,69	295	4,90	3,51	5,02	-24,4% □	-25,9% □	-11,9% □
	MSVs	288	8,89	6,83	6,96	295	5,55	3,96	5,74	-37,6% □	-42,1% □	-17,5% □
	MSVra	288	15,54	14,26	11,29	295	6,22	4,11	6,79	-60,0% □	-71,2% □	-39,8% □
	MSVrw	288	12,36	11,19	8,67	295	5,24	3,52	5,49	-57,6% □	-68,6% □	-36,8% □
	MSVru	288	9,83	8,14	7,50	295	5,25	3,63	5,71	-46,6% □	-55,4% □	-23,8% □
	MSVrs	288	11,94	10,37	8,67	295	5,89	3,94	5,76	-50,7% □	-62,0% □	-33,6% □
	b _{SV} w	290	61,73	20,54	164,85	289	39,48	23,93	57,20	-36,0% □	16,5% □	-65,3% □
b _{SV} u	290	54,07	21,74	107,40	289	60,57	32,83	94,40	12,0% □	51,0% □	-12,1% □	
Landes- und Kreisstr. (freie Strecken)	MSVa	160	12,99	9,97	16,05	184	6,47	3,70	12,93	-50,2% □	-62,9% □	-19,4% □
	MSVw	159	9,06	7,12	8,10	183	5,60	3,34	6,51	-38,2% □	-53,1% □	-19,6% □
	MSVu	159	7,35	6,31	6,52	183	5,71	4,05	6,00	-22,3% □	-35,8% □	-7,9% □
	MSVs	159	9,51	7,65	8,03	183	6,38	5,00	6,38	-33,0% □	-34,7% □	-20,5% □
	MSVra	160	18,03	16,16	16,27	184	7,48	3,83	13,73	-58,5% □	-76,3% □	-15,6% □
	MSVrw	159	14,49	13,73	9,87	183	6,51	3,84	7,97	-55,0% □	-72,0% □	-19,2% □
	MSVru	159	10,62	9,33	7,50	183	6,07	4,38	6,18	-42,8% □	-53,0% □	-17,6% □
	MSVrs	159	12,28	10,05	9,42	183	6,63	5,12	6,61	-46,0% □	-49,1% □	-29,8% □
	b _{SV} w	113	72,04	31,59	160,86	105	60,75	31,97	130,01	-15,7% □	1,2% □	-19,2% □
	b _{SV} u	112	67,18	29,09	111,75	106	66,70	29,97	121,66	-0,7% □	3,0% □	8,9% □

Tab. 37: Unterschied der MSV-Abweichungen

4.2.3 Nullfall

Ergänzend wird ein so genannter „Nullfall“ untersucht, bei dem die Fehler ermittelt werden, die bei den DTV-Werten und den abgeleiteten Größen (z. B. MSV) auftreten, wenn keine Fortschreibung vorgenommen würde. Damit soll exemplarisch geprüft werden, ob es eine Notwendigkeit zur Fortschreibung gibt. Hierzu wurden die Ergebnisse der Dauerzählstellen des Basisjahres 2005 direkt mit den tatsächlichen DZ-Ergebnissen der Fortschreibjahre 2006 bis 2009 verglichen. Wie im bisherigen Verfahren wurden auch hier die Abweichungen ermittelt und tabellarisch (Tabelle 38) aufbereitet.

Auffällig sind besonders die hohen Abweichungen der Fahrzeuggruppe GV (Güterverkehr). Dies wird auf die Ausgangsdaten von 2005 zurückgeführt. Die Streuung der DTV-Kfz-Werte ergeben gegenüber der Fortschreibung etwas höhere Bestimmtheitsmaße von 0,99 in 2006 bis 0,97 in 2009. Auch die Bestimmtheitsmaße der Streuung des MSV

sind leicht besser als bei der Fortschreibung. Die des b_{SV} -Anteils weisen mit Bestimmtheitsmaßen von 0,45 bis 0,31 ähnlich schlechte Werte auf wie die Fortschreibung. Die mittleren Abweichungen stellen sich bei den MSV-Werten im Nullfall gegenüber der Fortschreibung deutlich besser dar. Bei den b_{SV} -Werten für Werktag und Urlaubswerktag kommen die fortgeschriebenen Werte jedoch den tatsächlichen näher als die des Nullfalls.

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Ergebnisse des Nullfalls denen der Fortschreibung mit „Ausreißer auf Grenzwert“ gegenübergestellt. In Tabelle 39 werden die DTV-Ergebnisse mit der Fortschreibung und in Tabelle 40 die MSV-Ergebnisse verglichen.

Für die Dauerzählstellen auf Bundesstraßen werden die DTV-Werte durch die Fortschreibung eindeutig besser nachgebildet als im Nullfall. Auf den Landes- und Kreisstraßen verhält es sich genau umgekehrt. Dies resultiert auch aus der stark unter-

Straßen-klasse	Kenn-größe	2006						2007					
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Min	Max	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Min	Max
Bundestraßen (freie Strecken)	DTV _a Kfz	65	2,66	1,73	3,19	0,05	19,01	75	4,54	3,25	5,27	0,01	31,29
	DTV _a PV	65	4,55	3,59	4,19	0,12	18,73	65	5,31	4,13	5,56	0,07	31,91
	DTV _a GV	65	21,21	8,11	21,82	0,14	81,11	65	22,75	12,87	21,36	0,09	82,22
	DTV _a SV	65	5,59	3,10	6,06	0,00	32,53	65	8,88	6,24	10,29	0,00	48,75
	DTV _w Kfz	65	2,59	1,59	3,32	0,02	20,41	75	4,70	3,71	5,36	0,02	30,83
	DTV _w PV	65	4,40	3,12	4,27	0,10	20,00	65	5,51	4,21	5,73	0,14	31,56
	DTV _w GV	65	20,41	7,83	21,30	0,11	80,76	65	22,20	13,19	20,74	0,49	82,03
	DTV _w SV	65	5,24	3,41	6,36	0,00	31,37	65	9,03	5,76	10,86	0,00	52,27
	DTV _u Kfz	65	3,00	2,04	3,34	0,11	16,45	75	4,82	3,18	5,51	0,05	31,79
	DTV _u PV	65	4,72	3,59	4,21	0,05	22,86	65	5,47	4,13	5,83	0,17	32,58
	DTV _u GV	65	21,65	9,81	21,80	0,16	81,14	65	22,51	11,19	21,25	0,25	81,77
	DTV _u SV	65	6,31	5,08	5,84	0,05	32,94	65	8,74	5,84	8,82	0,00	42,93
	DTVs Kfz	65	4,41	3,50	3,85	0,02	17,41	75	4,69	2,72	5,50	0,07	36,18
	DTVs PV	65	5,58	5,09	4,46	0,12	17,63	65	5,06	3,41	5,55	0,16	35,86
	DTVs GV	65	34,19	14,29	33,19	0,47	89,64	65	34,94	15,20	33,09	0,42	90,10
	DTVs SV	65	8,08	6,25	7,56	0,00	40,87	65	11,58	9,52	8,79	0,00	42,31
	MSV _a	65	5,15	2,80	7,09	0,00	39,95	75	6,66	3,95	7,07	0,00	32,49
	MSV _w	65	4,62	2,02	6,79	0,11	39,03	75	7,04	4,18	7,57	0,16	34,63
	MSV _u	65	4,35	2,31	5,52	0,14	35,60	75	5,75	3,52	6,46	0,00	30,87
	MSV _s	65	5,77	4,07	6,38	0,00	37,72	75	6,86	4,10	7,55	0,20	40,41
MSV _{ra}	65	5,57	3,55	5,81	0,00	24,29	75	7,68	4,86	8,53	0,12	36,49	
MSV _{rw}	65	4,38	3,35	4,25	0,00	23,25	75	6,97	4,67	7,00	0,00	34,82	
MSV _{ru}	65	5,03	3,34	6,24	0,00	40,29	75	5,43	3,06	6,22	0,00	37,13	
MSV _{rs}	65	5,96	4,31	5,62	0,00	28,59	75	6,96	4,50	7,58	0,00	34,64	
b _{SVW}	65	31,70	19,42	36,93	0,09	240,46	65	37,55	21,24	60,47	0,00	449,20	
b _{SVU}	65	39,61	29,27	38,88	1,94	222,45	64	48,31	35,77	57,47	1,63	293,25	

Tab. 38: Auszug der prozentualen Abweichungen (Nullfall)

Straßen-klasse	Kenn-größe	Nullfall				Fortschreibung Ausreißer auf Grenzwerte setzen						
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Diff. Mittel	Diff. Median	Diff. Stdabw.
Bundesstr. (freie Strecken)	DTV _a Kfz	285	4,52	2,95	5,22	288	2,87	1,92	3,50	-36,6%□	-35,0%□	-32,9%□
	DTV _a PV	255	5,78	4,49	5,51	288	2,98	1,97	3,53	-48,5%□	-56,1%□	-35,9%□
	DTV _a GV	255	23,26	15,29	21,18	288	5,63	3,98	5,65	-75,8%□	-74,0%□	-73,3%□
	DTV _a SV	255	12,10	7,71	13,42	288	7,70	4,83	10,05	-36,3%□	-37,3%□	-25,1%□
Landes- und Kreisstr. (freie Strecken)	DTV _a Kfz	159	4,11	2,74	5,06	166	5,29	2,81	12,88	28,7%	2,5%	154,9%
	DTV _a PV	108	4,90	3,06	5,08	159	5,28	3,34	7,40	7,8%	9,0%	45,6%
	DTV _a GV	108	18,01	8,38	20,98	159	20,30	8,44	23,56	12,7%	0,7%	12,3%
	DTV _a SV	108	10,89	6,06	14,19	159	21,16	8,22	28,00	94,3%	35,7%	97,4%

Tab. 39: Unterschied der DTV-Abweichungen

Straßenklasse	Kenngröße	Nullfall				Fortschreibung Ausreißer auf Grenzwerte setzen						
		Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Anz. DZ	Mittel	Median	Stdabw.	Diff. Mittel	Diff. Median	Diff. Stdabw.
Bundesstr. (freie Strecken)	MSVa	285	6,68	4,12	7,17	288	10,50	8,60	8,31	57,1%	108,6%	16,0%
	MSVw	285	6,45	3,93	7,12	288	7,78	5,93	6,79	20,7%	50,8%	-4,7%□
	MSVu	285	6,10	3,90	6,60	288	6,48	4,74	5,69	6,3%	21,5%	-13,8%□
	MSVs	285	7,85	5,47	7,85	288	8,89	6,83	6,96	13,2%	24,8%	-11,4%□
	MSVra	285	7,41	5,07	7,64	288	15,54	14,26	11,29	109,9%	181,3%	47,7%
	MSVrw	285	6,65	4,66	6,62	288	12,36	11,19	8,67	85,7%	140,5%	31,1%
	MSVru	285	6,09	4,15	6,43	288	9,83	8,14	7,50	61,4%	96,2%	16,6%
	MSVrs	285	8,06	5,49	7,81	288	11,94	10,37	8,67	48,3%	89,1%	11,0%
	b _{SV} w	257	41,32	25,92	58,19	290	61,73	20,54	164,85	49,4%	-20,8%□	183,3%
b _{SV} u	257	63,47	33,09	98,29	290	54,07	21,74	107,40	-14,8%□	-34,3%□	9,3%	
Landes- und Kreisstr. (freie Strecken)	MSVa	159	5,89	3,93	6,46	160	12,99	9,97	16,05	120,6%	153,7%	148,3%
	MSVw	159	5,39	3,89	5,91	159	9,06	7,12	8,10	68,3%	83,0%	37,1%
	MSVu	159	6,05	4,60	5,76	159	7,35	6,31	6,52	21,5%	37,3%	13,0%
	MSVs	159	6,47	4,42	6,13	159	9,51	7,65	8,03	47,1%	73,3%	31,0%
	MSVra	159	6,35	3,43	9,02	160	18,03	16,16	16,27	184,1%	371,5%	80,4%
	MSVrw	159	6,46	4,00	8,20	159	14,49	13,73	9,87	124,4%	243,1%	20,3%
	MSVru	159	5,61	4,11	5,19	159	10,62	9,33	7,50	89,4%	126,7%	44,4%
	MSVrs	159	6,60	4,43	6,45	159	12,28	10,05	9,42	86,0%	127,0%	46,0%
	b _{SV} w	101	62,37	32,51	132,28	113	72,04	31,59	160,86	15,5%	-2,8%□	21,6%
	b _{SV} u	102	68,62	30,98	123,63	112	67,18	29,09	111,75	-2,1%□	-6,1%□	-9,6%□

Tab. 40: Unterschied der MSV-Abweichungen

schiedlichen Anzahl an Dauerzählstellen, zumal die absoluten Abweichungen der Mittelwerte und der Medianwerte eher gering sind.

Für die Neubildung der MSV-Werte ergibt sich ein ebenso eindeutiges Bild. Im Nullfall werden deutlich geringere Abweichungen und damit bessere Ergebnisse erreicht. Ausnahme bildet hier der Anteil des Schwerverkehrs (b_{SV}). Auch hier spielt die unterschiedliche Anzahl betrachteter Dauerzählstellen eine Rolle.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das beschriebene Fortschreibungsverfahren für die DTV-Werte deutlich bessere Werte liefert als ein Festhalten an den letztbekannten Belastungswerten. Dieses Ergebnis stellt sich selbst bei den im Mittel eher moderaten Verkehrsveränderungen in den hier betrachteten Jahren 2005 bis 2009 ein, wobei aufgrund der Weltwirtschaftskrise auch größere Veränderungsraten enthalten waren. Die „Nullfall“-Variante stellt daher nur dann eine Option dar,

wenn die Verkehrsentwicklung praktisch ohne Veränderungen ist.

Die in dem dargestellten Verfahren verwendete Methode zur Berechnung der MSV-Werte ist jedoch verbesserungsfähig. Eine Option stellt dabei durchaus auch eine Übernahme dieser Werte aus der letztgültigen Zählung dar.

4.3 Differenzierung der Fahrzeugarten

Wurden in den bisherigen Untersuchungsschritten primär der Gesamt- und der Schwerverkehr betrachtet, soll in diesem Kapitel in Anlehnung an das HBS eine differenzierte Betrachtung der drei Gruppen Leichtverkehr (LV), Lkw und Bus (LkwB) und Lastzüge (Lz) erfolgen (Tabelle 41). Zur Bildung dieser Gruppen ist eine Fahrzeugfassung von mindestens 5+1 Fahrzeugarten an automatischen Dauerzählstellen erforderlich.

	Erfassungsart		
	8+1	6+1	5+1
Leichtverkehr (LV)	Krad	PuZ	PkwG
	Pkw		
	Lfw	Lfw	
	PkwA	PkwA	PkwA
	nk Kfz	nk Kfz	nk Kfz
LkwB	Bus	Bus	Bus
	Lkw	Lkw	Lkw
Lz	LkwA	LkwK	LkwK
	Sattel-Kfz		

Tab. 41: Differenzierung Fahrzeugarten

Str.-Klasse		2005	2006	2007	2008	2009
B	Anzahl	76	88	88	84	83
	Länge [km]	237,0	277,6	277,6	270,3	265,3
L + K	Anzahl	31	52	52	53	52
	Länge [km]	103,8	176,9	176,9	177,5	175,6
Summe	Anzahl	107	140	140	137	135
	Länge [km]	340,8	454,5	454,5	447,9	441,0

Tab. 42: Verteilung der DZ nach Anzahl und Abschnittslängen

DTV-Klasse [Kfz/d]	2005		2006		2007		2008		2009	
	Anzahl	Länge [km]	Anzahl	Länge [km]	Anzahl	Länge [km]	Anzahl	Länge [km]	Anzahl	Länge [km]
unter 500										
500- < 1.000										
1.000- < 1.500			1	3,1						
1.500- < 2.000	2	6,4	4	10,0	5	13,1	4	9,7	5	13,1
2.000- < 3.000	4	15,0	5	14,7	7	22,5	9	34,6	7	29,2
3.000- < 4.000	6	24,7	9	40,4	6	26,2	5	18,7	4	19,1
4.000- < 5.000	8	18,3	8	18,3	9	24,3	10	25,7	11	25,3
5.000- < 6.000	6	21,4	9	32,7	9	33,2	9	35,0	8	31,8
6.000- < 8.000	22	73,1	24	90,2	24	90,8	24	88,3	23	89,1
8.000- < 10.000	9	31,6	20	61,5	16	47,3	19	51,1	19	51,8
10.000- < 12.000	18	63,0	19	71,0	23	85,6	19	76,5	20	78,4
12.000- < 14.000	11	30,2	13	40,3	14	41,0	13	42,9	12	35,9
14.000- < 16.000	4	8,0	8	17,0	7	16,8	10	22,0	11	19,9
16.000- < 18.000	3	8,9	5	12,9	4	7,0	3	8,9	4	14,1
18.000- < 20.000	3	4,9	3	4,9	4	9,3	4	8,4	3	7,0
20.000- < 25.000	4	20,6	5	22,7	4	13,8	3	9,3	3	9,3
25.000- < 30.000	2	3,4	2	3,4	3	12,3	2	11,1	2	11,1
30.000- < 35.000	3	8,7	3	8,7	2	5,5	1	0,4	1	0,4
35.000- < 40.000	1	2,2	1	2,2	2	5,4	2	5,4	2	5,4
40.000 und mehr	1	0,3	1	0,3	1	0,3				
Summe	107	340,8	140	454,5	140	454,5	137	447,9	135	441,0

Tab. 43: Verteilung der DZ nach Belastungsklasse

Um das Zählstellenkollektiv durch die Wahl dieser Fahrzeuggruppen, hinsichtlich einer guten Abbildung der Verkehrsentwicklung, möglichst nicht zu reduzieren, wurden Zählstellen mit einer geringeren Fahrzeugartenerfassung analog dem Vorgehen der SVZ (übertragen der Fahrzeugartenanteile aus den 8+1-Zählstellen) auf die drei Fahrzeuggruppen erweitert.

Somit standen für die nachfolgenden Untersuchungen die in Tabelle 42 zusammengestellten Dauerzählstellenkollektive zur Verfügung. Die Tabelle enthält zusätzlich die zugehörigen Zählabschnittslängen gemäß der SVZ 2005.

Differenziert man die Dauerzählstellen weiter hinsichtlich ihrer jeweiligen DTV-Klassen, ergibt sich die in Tabelle 43 exemplarisch für 2009 dargestellte Verteilung.

Die relative Dauerzählstellenverteilung zeigt, dass drei Viertel der Dauerzählstellen in einem mittleren DTV-Bereich von 3.000 bis 14.000 Kfz/d angeordnet sind.

4.3.1 Veränderungsraten

Die Ergebnisse der Dauerzählstellen der Jahre 2005 bis 2008 wurden als Ausgangswerte der Basisjahre für die Einjahresfortschreibungen verwendet. Die fortgeschriebenen DTV-Werte ergeben sich aus der Multiplikation der Entwicklungsrate mit den DTV-Werten des Basisjahres. Aus diesen fortgeschriebenen DTV-Werten wurden dann die MSV-Werte mit Hilfe der aus dem jeweiligen Basisjahr festgehaltenen d_{30} -Faktoren und Schwerverkehrsanteilen abgeleitet.

Die Veränderungsindizes (v_i) wurden aus den Ergebnissen der Dauerzählstellen des Fortschreibungsjahres (F) bezogen auf das Basisjahr (B) gebildet. Differenziert wurde hierbei nach den drei Fahrzeuggruppen (Fzg) LV, LkwB, Lz sowie dem Gesamtverkehr Kfz und den Fahrtzweckgruppen (V), Werktagen, Urlaubswerktagen sowie Sonn- und Feiertagen.

Veränderungsindex:

$$v_{i_{FB,Fzg,V}} = 1 + \frac{DTV_{F,Fzg,V} - DTV_{B,Fzg,V}}{DTV_{B,Fzg,V}}$$

Eine richtungsgetrennte Ermittlung der Verkehrsentwicklung erscheint nicht sinnvoll, da eine Zuordnung der Richtungen verschiedener Dauerzählstellen zu einer gemeinsamen Richtung für die Mittelwertbildung subjektiv wäre. Da aber für die spätere Ableitung der MSV-Werte ein richtungsgetrennter DTV erforderlich ist, werden die Richtungsanteile des Basisjahres übernommen.

Aus den Veränderungsindizes der einzelnen Dauerzählstellen wurden mittlere Indizes je Flächenregion der SVZ 2005 und je Straßenklasse gebildet. Hierbei diente die Abschnittslänge (ebenfalls aus der SVZ 2005) als Gewichtung.

In der Verkehrsentwicklung auffällige Dauerzählstellen wurden nicht von der Mittelwertbildung ausgeschlossen, sondern entsprechend den Erkenntnissen in Kapitel 4.2.2 auf einen Grenzwert gesetzt, um die Kollektive nicht zu verkleinern. Als Grenzwerte boten sich die 1%- und 99%- bzw. 5%- und 95%-Perzentilwerte der Grundgesamtheit an. In den folgenden Diagrammen sind als Symbol die Veränderungsindizes aller Tage der Dauerzählstellen je Fahrzeuggruppe und Straßenklasse dargestellt sowie als Fläche die als Ausreißergrenzen verwendeten Perzentilwerte. Deutlich zu erkennen ist der engere Gültigkeitsbereich bei den 5%- und 95%-Perzentilen, die aber auch zu einer größeren Anzahl von Korrekturen führen.

In Bild 39 sind beispielhaft die Veränderungsindizes je Straßenklasse und Fahrzeuggruppe für die Entwicklung des Jahres 2006 zu 2005 dargestellt. Dabei stellt jeder Punkt die Veränderungsrate einer DZ dar. Die farbigen Blöcke markieren die 1%-, 5%-, 95%- und 99%-Perzentilwerte. Als Ergebnis ist festzustellen, dass die Streuung der Fahrzeuggruppen LkwB und Lz sichtbar größer als die des Leicht- und Gesamtverkehrs ist. Zudem ist die Streuung auf Landesstraßen stärker als auf Bundesstraßen.

Bei Anwendung der 1%- und 99%-Perzentile als Ausreißergrenzen werden aufgrund der relativ kleinen Anzahl von Dauerzählstellen viele Extremwerte nicht in diese Gruppe fallen und daher weder erkannt noch korrigiert. Die dargestellte Anzahl der vorgenommenen Ausreißerkorrekturen ergibt für die 1%- und 99%-Perzentile maximal 1,5 % aller DZ in der Fahrzeuggruppe Kfz, die angepasst würden. Bei 5%- und 95%-Perzentilen wären es maximal 5,1 %.

In Tabelle 44 ist die Summe der Fahrzeuggruppen nicht gleich der Kfz-Anzahl, da die Perzentilwerte jeweils für die Teilkollektive ermittelt wurden. Angegeben ist jeweils die Summe der Korrekturen aller Fahrzeuggruppen.

In den Tabellen 45 bis 48 sind die aus der Ausreißerkorrektur resultierenden mittleren Veränderungsindizes getrennt nach Straßenklassen dargestellt. In Tabelle 45 sind zum Vergleich die Indizes auch ohne Ausreißerbehandlung dargestellt. Da bei der Ausreißerbehandlung mit den 1%- und 99%-Perzentilwerten die Extremwerte nur in wenigen Fällen korrigiert würden und sich somit die mittleren Veränderungsindizes nur unwesentlich von denen ohne Ausreißerbehandlung unterscheiden, wurde für die folgenden Berechnungen eine Korrektur anhand der 5%- und 95%-Perzentile vorgenommen.

Eine Empfehlung fester Grenzwerte für eine Ausreißerkontrolle erscheint nicht sinnvoll, da sich die zugrunde gelegten Dauerzählstellenkollektive hinsichtlich Anzahl und Streuung der Verkehrsentwicklung stark unterscheiden können. Die Definition von Perzentilwerten zur Ausreißerbehandlung hat sich als zielführender Ansatz erwiesen. Bei jeder Anwendung sollte jedoch geprüft werden, welche Perzentilwerte wie viele Korrekturen zur Folge haben. Ein solches Vorgehen erübrigt aber nicht den Ausschluss von Ergebnissen, die fehlerhaft oder aufgrund externer Einflüsse stark beeinflusst sind.

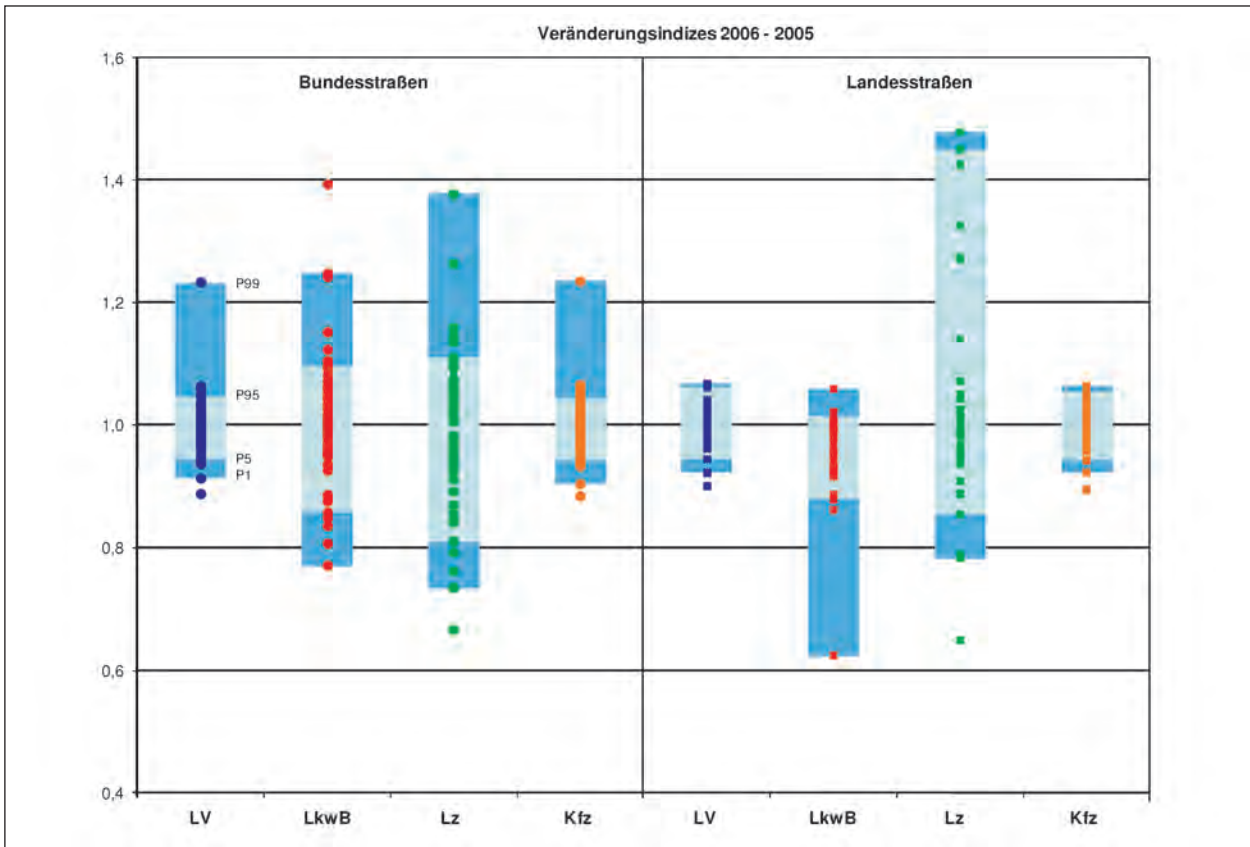


Bild 39: Veränderungsindizes ausgewählter DZ 2006 zu 2005 je Straßen- und Fahrzeugklasse

p 1/99	2005-2006				2006-2007				2007-2008				2008-2009			
	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz
B	0,0 %	1,3 %	0,3 %	0,7 %	0,0 %	0,6 %	0,6 %	0,6 %	0,3 %	0,0 %	0,9 %	1,5 %	0,0 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %
L	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,5 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,5 %
Alle	0,0 %	0,9 %	0,5 %	0,5 %	0,0 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,2 %	0,2 %	0,5 %	1,3 %	0,0 %	0,4 %	0,4 %	0,6 %
p 5/95	2005-2006				2006-2007				2007-2008				2008-2009			
	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz
B	0,3 %	2,6 %	3,3 %	3,9 %	0,3 %	2,6 %	2,3 %	4,0 %	1,5 %	3,9 %	1,8 %	4,2 %	0,6 %	1,8 %	1,8 %	5,1 %
L	0,8 %	3,2 %	3,2 %	1,6 %	1,0 %	1,4 %	1,4 %	4,8 %	0,5 %	3,3 %	1,4 %	2,8 %	0,0 %	0,0 %	2,9 %	3,4 %
Alle	0,5 %	2,8 %	3,3 %	3,3 %	0,5 %	2,1 %	2,0 %	4,3 %	1,1 %	3,6 %	1,6 %	3,6 %	0,4 %	1,1 %	2,2 %	4,4 %

Tab. 44: Anteil der „Korrekturen“ bei Anwendung der Perzentile

ohne	2005-2006				2006-2007				2007-2008				2008-2009			
	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz
B	0,996	1,000	0,997	0,996	1,015	0,960	1,126	1,013	0,990	0,951	0,970	0,988	1,009	0,927	0,971	1,004
L	1,002	0,947	1,091	1,002	1,013	0,927	1,200	1,009	0,979	0,993	0,994	0,979	1,023	0,921	0,932	1,017

Tab. 45: Mittlere Veränderungsindizes ohne Ausreißerbehandlung

p 1/99	2005-2006				2006-2007				2007-2008				2008-2009			
Fahrzeuggr. Str.-KI	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz
B	0,996	0,999	0,997	0,996	1,015	0,960	1,125	1,012	0,992	0,951	0,970	0,989	1,008	0,927	0,970	1,003
L	1,002	0,947	1,092	1,003	1,011	0,927	1,200	1,007	0,979	0,993	0,994	0,980	1,023	0,920	0,932	1,017
p 5/95	2005-2006				2006-2007				2007-2008				2008-2009			
Fahrzeuggr. Str.-KI	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz	LV	LkwB	Lz	Kfz
B	0,993	0,996	0,991	0,994	1,014	0,940	1,108	1,012	0,992	0,955	0,956	0,989	1,008	0,922	0,975	1,003
L	1,003	0,957	1,093	1,003	1,010	0,912	1,162	1,007	0,980	0,993	0,989	0,981	1,014	0,921	0,929	1,009

Tab. 46: Mittlere Veränderungsindizes mit Korrektur (Perzentile)

Straßen- klasse	Jahr 2006/Jahr 2005		Jahr 2007/Jahr 2006		Jahr 2008/Jahr 2007		Jahr 2009/ Jahr 2008	
	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %
B	76	-0,6	88	1,2	84	-1,1	83	0,3
L	31	0,3	52	0,7	53	-1,9	52	0,9

Tab. 47: Mittlere Veränderungsrate mit Korrektur bei 5%- und 95%-Perzentilen

Straßen- klasse	Jahr 2006/Jahr 2005		Jahr 2007/Jahr 2006		Jahr 2008/Jahr 2007		Jahr 2009/ Jahr 2008	
	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %	Anzahl DZ	Veränderungsrate %
B	60	-0,2	60	0,8	60	-0,9	60	0,2
L	50	-0,4	50	0,7	50	-1,2	50	0,2
Summe	110	-0,3	110	0,8	110	-1,1	110	0,2

Quelle: Ergebnisse automatischer Dauerzählstellen, Hrsg. MBV NRW

Tab. 48: Verkehrsentwicklung (Mo-So) der Dauerzählstellen auf freien Strecken in NRW

Aus den Indizes der Tabelle 46 ergaben sich die in Tabelle 47 zusammengestellten mittleren Veränderungsrate. Ein Vergleich mit den offiziellen Verkehrsentwicklungen der Dauerzählstellen auf freien Strecken in NRW (Herausgeber Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen) ist aufgrund der stark unterschiedlichen Kollektive schwer zu interpretieren (Tabelle 48). Die Werte weisen jedoch in ihrer generellen Tendenz und unter Beachtung der insgesamt sehr niedrigen Werte in die gleichen Richtungen.

4.3.2 Fortschreibung in Einjahresschritten

Die Fortschreibung der DTV-Werte basiert auf den jährlichen Ergebnissen der Dauerzählstellen. Für das Folgejahr (F) wurden für die Fahrzeuggruppen (V) w, u, s je Fahrzeuggruppe (Fzg) die DTV-Werte des Basisjahres (B) mit dem entsprechenden Veränderungsindex (v_i) multipliziert.

DTV Folgejahr:

$$DTV_{F,Fzg,V} = DTV_{B,Fzg,V} * v_{i_{FB,Fzg,V}}$$

Die Summe der so ermittelten DTV-Werte der drei Fahrzeuggruppen wurde anschließend mit dem Erwartungswert des Kfz-Verkehrs verglichen.

Kfz-Erwartungswert:

$$DTV_{F,Kfz,V} = DTV_{B,Kfz,V} * v_{i_{FB,Kfz,V}}$$

Die Differenz zwischen der Summe der Fahrzeuggruppen und dem Kfz-Erwartungswert wurde dann anteilmäßig auf die drei Gruppen verteilt. Diese Vorgehensweise trägt dem größeren Vertrauen in die Kfz-Entwicklung, gegenüber den Veränderungen der einzelnen Fahrzeuggruppen, Rechnung. Insbesondere bei schwach belasteten Zählstellen ergeben sich bei dieser Vorgehensweise zuverlässigere Ergebnisse.

Die DTV-Werte für alle Tage (Mo-So) wurden aus dem mit der Tagesanzahl (n) gewichteten Mittel der Fahrtzweckgruppen (V) gebildet.

$$DTV_{F,Fzg} = (n_w * DTV_{F,Fzg,w} + n_u * DTV_{F,Fzg,u} + n_s * DTV_{F,Fzg,s}) / (n_w + n_u + n_s)$$

Der DTV des Gesamtverkehrs Kfz wurde immer aus der Summe der Fahrzeuggruppen gebildet.

Für die Ableitung der richtungsgetrennten MSV-Werte sind richtungsgetrennte DTV-Werte der Kfz (Mo-So) erforderlich. Wie bereits in Kapitel 4.3.1 erläutert, ist es stimmiger, die Veränderungsindizes auf den Gesamtquerschnitt zu beziehen. Um die Richtungs-DTV-Werte zu erhalten, wurden die Richtungsanteile der einzelnen Dauerzählstellen des Basisjahres übernommen. War die Richtungsverteilung nicht bekannt, wurde eine Halbierung des DTV des Gesamtquerschnittes vorgenommen. Die Häufigkeitsverteilung der Richtungsanteile aller betrachteten Dauerzählstellen der Jahre 2005 bis 2009 stützt diese Näherung. Rund 90 % aller Richtungsanteile liegen zwischen 0,48 und 0,52.

Die Untersuchung der Varianzen ergab gegenüber den bisherigen Untersuchungen grafisch keine nennenswerten Unterschiede. Daher wird auf eine Darstellung verzichtet.

Als MSV (maßgeblicher stündlicher Verkehr [Kfz/h]) ist z. Zt. die 30. höchste Stunde des Gesamtverkehrs eines Jahres definiert. Aus dem fortgeschriebenen (F) DTV des Kfz-Verkehrs (Mo-So) wurden die MSV-Werte unter Festhalten der d_{30} -Faktoren des Basisjahres (B) abgeleitet. Die richtungsbezogenen (ri) DTV-Werte ergaben sich aus den Richtungsanteilen (ra) des Basisjahres.

MSV-Wert:

$$MSV_{F,ri} = DTV_{F,Kfz} * ra_{B,ri,Kfz} * d_{30,B,ri}$$

Der Schwerverkehrsanteil in der 30. Kfz-Stunde ergab sich aus den Anteilen des Basisjahres. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die 30. höchste Stunde möglicherweise an einem Sonntag war und der zugehörige SV-Anteil (b_{SV} -Wert) gegen null ging.

SV-Anteil am MSV (b_{SV} -Wert):

$$b_{SV,F,ri} = b_{SV,B,ri}$$

Die abgeleiteten MSV-Werte ergaben ebenfalls nur geringe Abweichungen gegenüber den realen Werten.

Aufgrund der oben beschriebenen Problematik zur Ermittlung der b_{SV} -Werte in der maßgeblichen Stunde kommt es bei der Auswertung der Schwerverkehrsanteile am MSV wie auch bei den vorstehenden Varianten zu deutlich größeren Varianzen. Daher sollte auf aufwändige Rechnungen verzichtet werden und die b_{SV} -Werte aus dem Basisjahr direkt übernommen werden.

4.3.3 Genauigkeitsbetrachtung der Einjahresfortschreibung

Um die Abweichungen der fortgeschriebenen bzw. abgeleiteten Werte ($\hat{\chi}$) von den tatsächlich vorhandenen Werten (χ) der Dauerzählstellen zu beschreiben, wurden wie in Kapitel 3 beschrieben, drei Genauigkeitsmaße herangezogen:

1. Bestimmtheitsmaß,
2. durchschnittliche Abweichung,
3. relativer Fehler.

Alle Maßzahlen wurden mit der Zählabschnittslänge gewichtet. Um die Abweichungen zwischen exaktem und fortgeschriebenem Wert visualisieren zu können, sind in Bild 40 exemplarisch für die DTV-Werte die einzelnen relativen Abweichungen aufgetragen. Auf der x-Achse sind alle Dauerzählstellen ihrer Nummer nach geordnet einzeln dargestellt.

In der Regel liegen die relativen Fehler der Zählstellen für den DTV-Kfz (alle Tage) zwischen -10 % und +10 %. Auffallend sind vereinzelt auftretende Ausreißer. Dies wird exemplarisch am Beispiel der DZ 5209 näher dargestellt. Die Belastungen dieser Zählstelle sind im Jahresvergleich zusammengestellt (Tabelle 49). Exemplarisch ist ein Beispiel einer Zeitreihe dargestellt, bei der der niedrige DTV-Wert des Jahres 2008 auffällt. Er resultiert aus baustellenbedingten Verkehrsbeschränkungen.

Da für den fortgeschriebenen DTV-Wert bei Einjahresschritten das Basisjahr 2007 zugrunde gelegt wird, ergibt sich mit dem gemittelten Veränderungsindex 2008/2007 der betroffenen Flächenregion ein im Vergleich zu hoher fortgeschriebener Wert für 2008. Die Veränderungsindizes 2008/2007 dieser Zählstelle wurden mit den angesetzten Perzentilwerten korrigiert, sodass der Einfluss der DZ 5209 nicht so stark in die Mittelwertbildung der Flächen-

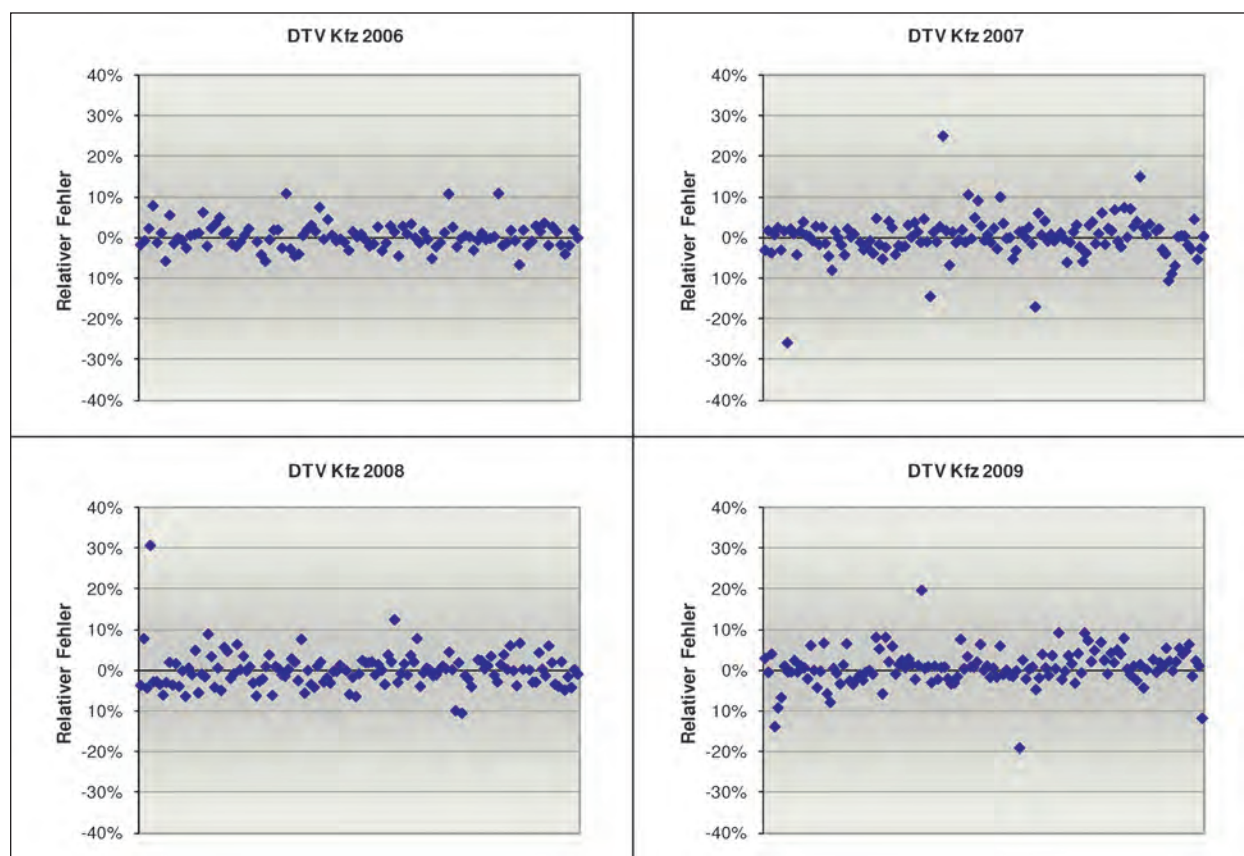


Bild 40: Relativer Fehler je Zählstelle, DTV Kfz (alle Tage)

DTV Kfz (alle Tage)		2005	2006	2007	2008	2009
Aus Zählwerten	[Kfz/d]	5.519	5.299	5.326	3.962	4.623
Fortgeschrieben	[Kfz/d]	---	5.421	5.362	5.179	3.982
Relativer Fehler			2,3 %	0,7 %	30,7 %	-13,9 %

Tab. 49: DTV-Ergebnisse für DZ 5209 (B 258)

region einging. Die gegenteilige Wirkung tritt bei der Fortschreibung 2008 auf 2009 auf. Ausgehend vom niedrigen Zählwert 2008 und einer nahezu stagnierenden Entwicklung in der Region ergibt sich ein nahezu gleich hoher Fortschreibungswert für 2009. Tatsächlich waren die baustellenbedingten Behinderungen jedoch im Jahr 2009 wieder weitgehend beseitigt, sodass sich der tatsächliche Wert wesentlich höher einstellt. Daher tritt in diesem Fall eine hohe negative Abweichung auf.

Aus solchen externen Einflüssen auf eine Zählstelle resultieren bei der Genauigkeitsbetrachtung von Einjahresfortschreibungen daher oftmals zwei aufeinanderfolgende große Abweichungen. Dieser Effekt würde bei Mehrjahresfortschreibungen eventuell nicht auftreten.

Die relativen Fehler des DTV SV streuen stärker. Dies ist zum einen auf die geringe Fahrzeuganzahl zurückzuführen. Zum anderen spielt die Qualität der Datenplausibilisierung eine entscheidende Rolle. Im hier betrachteten Zählstellenkollektiv wurden drei Dauerzählstellen mit einer Abweichung von mehr als 100 %, durch vorherigen Ausschluss, bei der Genauigkeitsbetrachtung des DTV SV nicht berücksichtigt.

Bei der Analyse der MSV-Werte auftretende Extremwerte der relativen Fehler resultieren meist aus Zählstellen, die in einem der beiden Jahre (Basisjahr, Fortschreibejahr) starke Richtungsasymmetrien aufwiesen. Da die Verhältnisse des Basisjahres auf das Fortschreibejahr übertragen wurden, konnten bei Fällen von Richtungsvertauschung an

Fortschreibejahr/ Basisjahr	Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)			MSV	b _{SV}
		Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV		
2006/2005	Bestimmtheitsmaß	0,998	0,998	0,995	0,997	0,997	0,995	0,983	0,419
	Durchschn. Abweichung [%]	2,1	2,3	4,6	2,2	2,3	4,8	4,5	60,1
	Relativer Fehler [%]	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,8	0,3	21,8
2007/2006	Bestimmtheitsmaß	0,992	0,992	0,980	0,992	0,992	0,980	0,988	0,354
	Durchschn. Abweichung [%]	2,9	2,9	8,6	2,9	2,9	8,5	5,1	99,1
	Relativer Fehler [%]	0,1	-0,2	4,1	0,2	-0,2	4,4	-0,3	72,9
2008/2007	Bestimmtheitsmaß	0,996	0,996	0,992	0,997	0,997	0,993	0,989	0,165
	Durchschn. Abweichung [%]	2,9	3,0	6,8	2,9	3,0	6,1	5,7	92,2
	Relativer Fehler [%]	-0,1	-0,1	1,0	-0,1	-0,1	1,2	0,6	65,3
2009/2008	Bestimmtheitsmaß	0,996	0,996	0,991	0,997	0,997	0,991	0,993	0,488
	Durchschn. Abweichung [%]	2,8	2,8	7,3	2,7	2,6	6,8	4,6	54,5
	Relativer Fehler [%]	0,6	0,5	1,1	0,6	0,5	1,2	1,3	22,2
Gesamt	Bestimmtheitsmaß	0,995	0,995	0,988	0,995	0,995	0,988	0,988	0,313
	Durchschn. Abweichung [%]	2,7	2,8	7,0	2,7	2,7	6,6	5,0	76,9
	Relativer Fehler [%]	0,2	0,1	1,8	0,3	0,1	2,0	0,5	46,2

Tab. 50: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung in Einjahresschritten

der Dauerzählstelle zwischen den beiden betrachteten Jahren große relative Fehler auftreten.

Nachfolgend sind die für die Genauigkeitsbeurteilung der Fortschreibung bzw. Ableitung verwendeten Maßzahlen aus den zur Verfügung stehenden Jahren gegenübergestellt. Die Fortschreibung der DTV-Werte zeigt sehr gute Bestimmtheitsmaße und die relativen Fehler gruppieren sich, wie auch die entsprechenden Abbildungen zeigen, ziemlich gleichförmig um die Nulllinie. Erwartungsgemäß sind die Genauigkeitsmaße beim Schwerverkehr, auch aufgrund der geringeren Fahrzeugmenge, etwas schlechter.

Auch der mit den d_{30} -Faktoren des Basisjahres abgeleitete MSV wird sehr gut abgebildet. Lediglich der Schwerverkehrsanteil in der Stunde des MSV (b_{SV}) weist in seiner bestehenden Form der Ermittlung eine schlechte Genauigkeit auf.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 50 zusammengestellt.

4.3.4 Fortschreibung über mehrere Jahre

Bei der Fortschreibung in Mehrjahresschritten wird ausgehend vom Basisjahr direkt auf das Fortschreibejahr hochgerechnet, ohne Ermittlung der Ergebnisse für die Zwischenjahre. Für eine Bewer-

tung der Ergebnisse konnten jeweils nur die Zählstellenkollektive herangezogen werden, die in beiden Jahren Daten lieferten. Zur Ermittlung der Verkehrsentwicklung der Dauerzählstellen wurden die Veränderungsindizes analog zur im vorstehenden Kapitel beschriebenen Methodik aus den Ergebnissen der Dauerzählstellen des Fortschreibejahres (F) bezogen auf das Basisjahr (B) ermittelt.

Insgesamt wurden folgende Fortschreibungen untersucht:

- 2005 nach 2007, 2008, 2009,
- 2006 nach 2008, 2009,
- 2007 nach 2009.

Damit standen insgesamt drei 2-Jahresfortschreibungen, zwei 3-Jahresfortschreibungen und eine 4-Jahresfortschreibung zur Auswertung zur Verfügung. In Bild 41 sind exemplarisch die Streudiagramme für die DTV-Kfz-Werte aller Tage dargestellt.

Die MSV-Werte und die b_{SV} -Werte streuen wieder, wie in den anderen Untersuchungen, deutlich stärker.

Für eine detaillierte Genauigkeitsbetrachtung werden die einzelnen Abweichungen ermittelt. Auffällig ist die Zunahme von Extremwerten der relativen

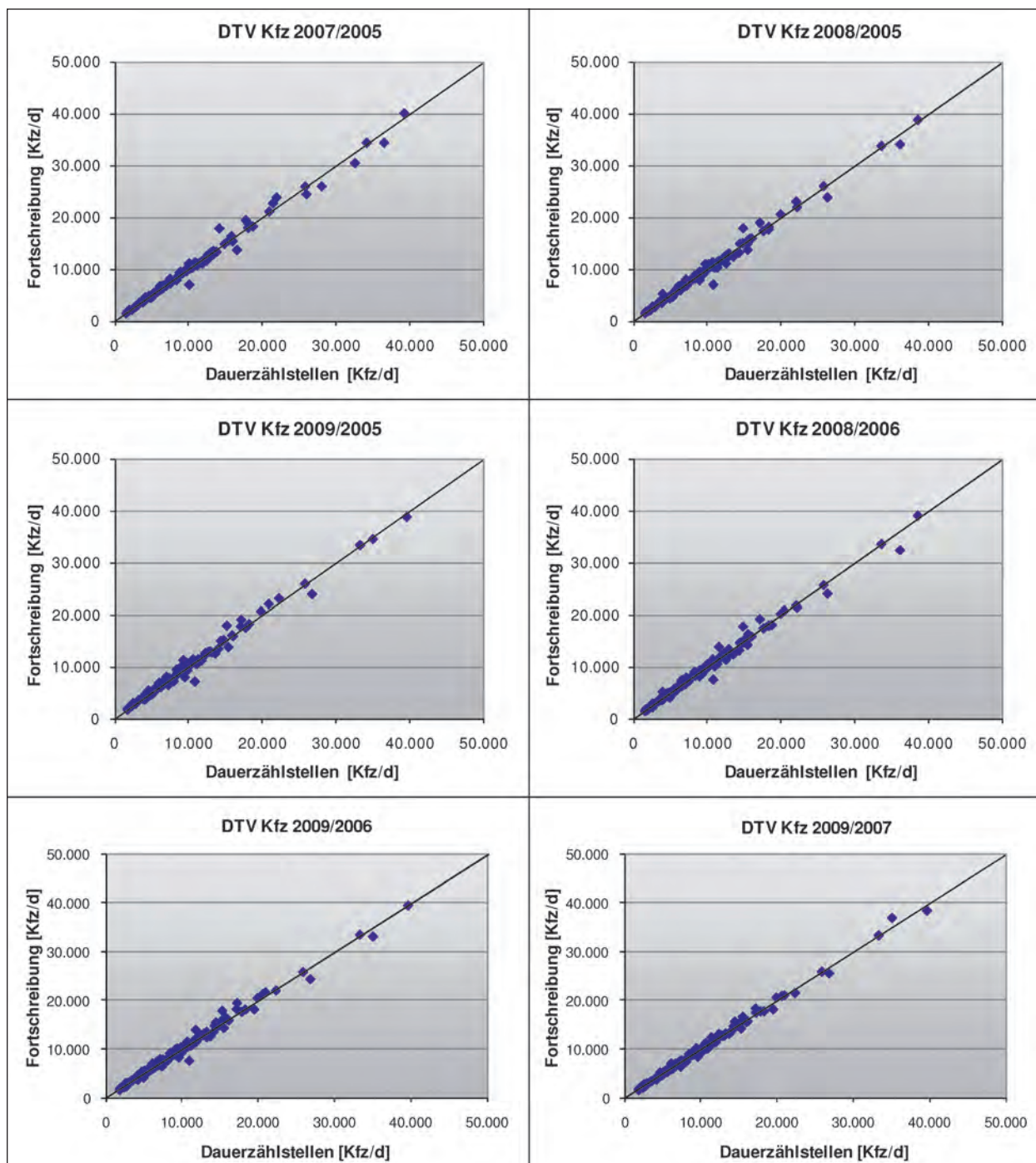


Bild 41: Streudiagramme des DTV Kfz bei Mehrjahresfortschreibungen

Fehler. Sie resultieren aus Belastungssprüngen der betrachteten Zählstellen. Dies ist wieder ein Hinweis darauf, dass Fortschreibungen bei grundlegenden Veränderungen der Verkehrssituation nicht vorgenommen werden sollten. In solchen Fällen sind neue Zählungen zu empfehlen, um verlässliche Daten zur Verfügung zu haben.

In Tabelle 51 sind die Genauigkeitsmaße für 2-Jahresfortschreibungen zusammengestellt, in Tabelle

52 für 3-Jahresfortschreibungen und in Tabelle 53 für die untersuchte 4-Jahresfortschreibung.

Reduziert man die Ergebnisse auf die durchschnittlichen Werte aller betrachteter Fälle, ist eine klare (und auch erwartete) Genauigkeitsabnahme mit zunehmender Fortschreibungsdauer festzustellen.

Die Werte sind in Tabelle 54 zusammengestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl der

Fortschreibejahr/ Basisjahr	Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)			MSV	b _{sv}
		Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV		
2007/2005	Bestimmtheitsmaß	0,990	0,990	0,969	0,990	0,990	0,968	0,972	0,389
	Durchschn. Abweichung [%]	3,6	3,7	10,7	3,8	3,9	10,8	6,1	87,7
	Relativer Fehler [%]	0,3	-0,1	6,3	0,3	-0,1	6,1	0,3	51,3
2008/2006	Bestimmtheitsmaß	0,986	0,987	0,971	0,986	0,986	0,970	0,981	0,198
	Durchschn. Abweichung [%]	4,4	4,6	10,9	4,3	4,5	10,6	6,9	107,8
	Relativer Fehler [%]	0,2	0,0	2,1	0,2	0,1	2,4	-0,1	85,6
2009/2007	Bestimmtheitsmaß	0,994	0,994	0,989	0,995	0,994	0,990	0,985	0,250
	Durchschn. Abweichung [%]	3,5	3,6	8,5	3,4	3,5	7,9	7,4	74,3
	Relativer Fehler [%]	0,2	0,1	0,9	0,2	0,1	0,9	1,6	48,9
Gesamt	Bestimmtheitsmaß	0,990	0,990	0,975	0,990	0,990	0,975	0,979	0,236
	Durchschn. Abweichung [%]	3,9	4,0	10,0	3,9	4,0	9,7	6,8	89,9
	Relativer Fehler [%]	0,2	0,0	2,9	0,3	0,0	2,9	0,6	62,1

Tab. 51: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung in Zweijahresschritten

Fortschreibejahr/ Basisjahr	Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)			MSV	b _{sv}
		Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV		
2008/2005	Bestimmtheitsmaß	0,987	0,988	0,962	0,988	0,989	0,960	0,972	0,457
	Durchschn. Abweichung [%]	4,5	4,7	12,5	4,5	4,7	12,4	6,6	89,2
	Relativer Fehler [%]	0,4	0,3	4,3	0,5	0,4	4,2	0,2	62,9
2009/2006	Bestimmtheitsmaß	0,987	0,987	0,970	0,988	0,988	0,971	0,975	0,241
	Durchschn. Abweichung [%]	4,7	4,9	12,7	4,7	4,7	12,3	8,2	65,7
	Relativer Fehler [%]	0,6	0,3	2,6	0,6	0,3	2,7	0,9	50,9
Gesamt	Bestimmtheitsmaß	0,987	0,988	0,965	0,988	0,988	0,965	0,973	0,308
	Durchschn. Abweichung [%]	4,6	4,8	12,6	4,6	4,7	12,3	7,5	76,7
	Relativer Fehler [%]	0,5	0,3	3,4	0,5	0,3	3,3	0,6	56,5

Tab. 52: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung in Dreijahresschritten

Fortschreibejahr/ Basisjahr	Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)			MSV	b _{sv}
		Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV		
2009/2005	Bestimmtheitsmaß	0,987	0,987	0,964	0,988	0,988	0,963	0,967	0,454
	Durchschn. Abweichung [%]	4,5	4,9	12,4	4,5	4,8	12,4	8,3	71,4
	Relativer Fehler [%]	0,4	0,3	4,1	0,5	0,3	4,0	-0,2	48,0

Tab. 53: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung in Vierjahresschritten

zugrunde liegenden Vergleichsfälle stark unterschiedlich ist.

Insgesamt ist festzustellen, dass, zumindest bei den gegenwärtigen sehr geringen Veränderungen der durchschnittlichen Belastungen, das vorgestellte Fortschreibungsverfahren für den Gesamt-Kfz-Wert im Mittel Abweichungen von weniger als 3 %

bei einer 1-Jahresfortschreibung ergab. Aber auch 3- oder 4-Jahresfortschreibungen weisen lediglich eine durchschnittliche Abweichung von weniger als 5 % auf.

Die MSV-Werte streuen dagegen bereits bei 1-Jahresfortschreibungen deutlicher. Die durchschnittlichen Abweichungen steigern sich jedoch bei zu-

Fortschreibe-/bzw. Ableitungsgröße	Fortschreibesintervall [Jahre]	Anz. DZ	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]
DTV Kfz (alle Tage)	1	510	0,995	2,7	0,2
	2	374	0,990	3,9	0,2
	3	237	0,987	4,6	0,5
	4	103	0,987	4,5	0,4
MSV	1	1.018	0,988	5,0	0,5
	2	746	0,979	6,8	0,6
	3	472	0,973	7,5	0,6
	4	206	0,967	8,3	0,6

Tab. 54: Genauigkeitsvergleich je Fortschreibungsdauer

nehmender Fortschreibungszeit (3- oder 4-Jahresfortschreibung) weniger stark, sodass bei einer 4-Jahresfortschreibung durchschnittlich 8,3 % Abweichung ermittelt wurden.

4.4 Fortschreibung mit Ganglinienansatz

Der bisher beschriebene Ansatz für die Fortschreibung von Zählungen basiert vor allem auf der räumlichen Nähe der zugrunde gelegten Dauerzählstellen und weniger auf verkehrlichen Gemeinsamkeiten von Zählstellen. Daher wird ein Verfahren betrachtet, das für jede Zählstelle einen nach verkehrlichen Kennwerten passenden Repräsentanten sucht, mit dessen Datenbasis die Fortschreibung durchgeführt wird. Dadurch wird eine Qualitätssteigerung der Fortschreibungsgenauigkeit erwartet.

Für Fortschreibungen- und Hochrechnungen wird eine Bezugsbasis benötigt, für die Ergebnisse von Dauerzählstellen vorliegen. Die verfügbaren Dauerzählstellen unterscheiden sich grundsätzlich hinsichtlich folgender Kriterien:

- Lage: Bundesland, Flächenregion oder Streckenzug (nach SVZ), Kreis, innerorts/freie Strecke, Straßenklasse,
- verkehrlich: Belastungsklasse, SV-Anteil, Ganglinienverläufe.

Bisher wurden vor allem Lagekriterien für die Zuordnung von Dauerzählstellen genutzt. Das führt jedoch dazu, dass z. B. bei Kreisen, die am Rand von

Großstädten liegen, sehr heterogene Verkehrszustände einerseits an der an die Großstadt grenzenden Seite und andererseits auf der „Hinterlandseite“ vorliegen. Um aber dieses unterschiedliche Verkehrsverhalten zwischen eher städtischem und eher ländlichem Verkehr nicht zu vermischen, wäre eine weitere Aufteilung sinnvoll. Gleichzeitig sinkt aber die Anzahl verfügbarer Dauerzählstellen je Klasse von gewünschten Merkmalen. Da für Regressionsrechnungen mindestens drei (besser vier) Dauerzählstellen benötigt werden, stößt man hierbei schnell an die Grenzen des Möglichen.

Dies gilt auch für einen Untersuchungsansatz, bei dem eine Unterscheidung nach Straßen- und Belastungsklassen vorgenommen würde. Dabei ist auch zu beachten, dass Dauerzählstellen auf Kreisstraßen so gut wie nicht vorhanden sind. Daher kann eine Straßenklassendifferenzierung sinnvollerweise nur Bundes- und Landes-/Staatsstraßen unterscheiden. Bei dieser Vorgehensweise bliebe die verkehrliche Vergleichbarkeit der als Basis gewählten Dauerzählstellen aber nach wie vor weitgehend unbeachtet.

Um stärker die ganglinienbeschreibenden Kriterien für den Vergleich heranziehen zu können, sollten primär die den Verkehr beschreibenden Größen verwendet werden. Dazu bietet es sich an, die im aktuellen Forschungsprojekt „Erarbeitung neuer Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsberechnungen (RAS-W) mit Aktualisierung der Nutzen- und Kostenkomponenten“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Projekt-Nr. 23.0009/2006) erarbeiteten Ganglinienbeschreibungen zu nutzen. Damit wäre es unabhängig von der räumlichen Lage der Zählstelle möglich, die Basis für Fortschreibungsfaktoren zu ermitteln. Es besteht somit allein die Abhängigkeit davon, ob ein ähnlicher Ganglinienverlauf vorliegt.

Der Vorteil einer solchen Vorgehensweise läge einerseits in der erwarteten Genauigkeitssteigerung für alle Fortschreibungs- und Hochrechnungsverfahren, die auf der Entwicklung von Dauerzählstellen aufbauen. Andererseits wird erwartet, dass durch die Entmischung unterschiedlicher verkehrlicher Verhältnisse die Besonderheiten von Zählstellen wesentlich besser berücksichtigt werden könnten. Durch die sonst üblichen Mittelwertbildungen kommt es unweigerlich zu einer Egalisierung von ausgeprägten Spitzenwerten, sodass die Ergebnisse zwar im Mittel eine gute Qualität aufweisen, an

den einzelnen Zählstellen jedoch deutliche Abweichungen auftreten können. Damit wird eine deutliche Genauigkeitssteigerung vor allem für Zählstellen erwartet, die nicht typische (mittlere) Verhältnisse aufweisen.

4.4.1 Einflussfaktoren der Verkehrsentwicklung

Als die zur Fortschreibung der DTV-Werte maßgebende Zielgröße kann die Verkehrsentwicklung mit dem Veränderungsindex als Wert gesehen werden. Also liegt es nahe, Einflussfaktoren für die Verkehrsentwicklung zu definieren. Dies sind:

- strukturelle Parameter,
- Bruttoinlandsprodukt BIP (mit primärem Einfluss auf den SV),
- Kraftstoffpreise (mit primärem Einfluss auf den LV),
- Einwohnerentwicklung (mit primärem Einfluss auf den LV),
- Neuansiedlungen von Industrie-, Gewerbe- oder Wohngebieten (LV + SV),
- Lageparameter,
- Kreis (als derzeit kleinstmögliche Raumeinheit),
- Lage zu einem Oberzentrum,
- Verbindungsfunktion,
- freie Strecke/Ortsdurchfahrt.

Diese Parameter sind nur schwer einzelnen oder einer Gruppe von Zählstellen zuzuordnen. Ihre Ermittlung ist zwar für Detailfragen und lokale Untersuchungen möglich, für generelle Fragestellungen oder landesweite Untersuchungen wäre die Datenbereitstellung aber mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden. Daher wird statt dieser direkten Einflussgrößen auf indirekte, das verkehrliche Geschehen abbildende Parameter zurückgegriffen.

Außer dem maximalen Tagesverkehr ($\max b_{TW}$) sind diese Kennwerte auch aus der SVZ bekannt:

- Ferienfaktor f_{er} ,
- Sonntagsfaktor b_{SO} ,
- Freitagsfaktor b_{Fr} ,
- maximaler Tageswert $\max b_{TW}$,

- DTV Kfz,
- SV-Anteil,
- d_{30} -Faktor,
- Straßenklasse.

Eine Zuordnung dieser Kennwerte zu einzelnen Zählstellen ist möglich. Dies gilt weitgehend auch für Zählungen über zumindest eine Woche.

Im weiteren Verlauf werden daher nur die verkehrlichen Einflussgrößen betrachtet.

Die Verkehrsentwicklung zeigt im bundesweiten Vergleich auf der Basis der verfügbaren Daten der BASt für einbahnige Bundesstraßen derzeit keine nennenswerten Veränderungen. Der Veränderungsindex bewegt sich bei den mittleren Veränderungen in einem sehr engen Bereich um den Faktor 1,00 (siehe Tabelle 55). Insofern sind alle Betrachtungen zur Genauigkeit auch vor dem Hintergrund der derzeit geringen Entwicklungsraten zu interpretieren.

Für die nachstehenden Untersuchungen wird ebenfalls das bereits beschriebene Dauerzählstellenkollektiv des Landes Nordrhein-Westfalen zugrunde gelegt.

Die mittleren Veränderungsindizes für die Dauerzählstellen in Nordrhein-Westfalen werden für den

Bundesland	Anz. DZ	2006/05	2007/06	2008/07
Schleswig-Holstein	35	0,997	1,006	0,984
Hamburg	7	1,000	0,989	1,032
Niedersachsen	47	0,984	1,020	0,987
Bremen	1	0,982	1,001	1,014
Nordrhein-Westfalen	78	0,993	1,009	0,994
Hessen	44	0,988	1,019	0,981
Rheinland-Pfalz	55	1,001	1,003	0,976
Baden-Württemberg	45	1,004	1,014	0,987
Bayern	69	0,975	1,020	0,993
Saarland	8	0,990	1,008	0,984
Brandenburg	34	1,002	1,013	0,980
Mecklenburg-Vorpo.	36	0,958	1,000	0,998
Sachsen	28	0,945	0,969	0,956
Sachsen-Anhalt	40	0,989	1,009	0,989
Thüringen	21	0,986	1,035	0,977
Gesamt	548	0,988	1,009	0,989

Tab. 55: Bundesweite Veränderungsindizes auf einbahnigen Bundesstraßen (eigene Berechnung)

Zeitraum von 2005 bis 2009 näher untersucht. Die in Bild 42 dargestellten Werte schwanken in einem sehr engen Bereich von rund 3%. Rot als Linie hervorgehoben wurde der Veränderungsindex 1,00, bei dem die Verkehre unverändert zum Vergleichsjahr wären.

Sie liegen damit in einem Bereich, der auch durch die statistischen Unsicherheiten mit geprägt wird. Es ist festzustellen, dass die Entwicklung auf Landesstraßen mit Ausnahme des Wertes von 2008/2007 homogener verläuft als auf Bundesstraßen. Differenziert man zusätzlich in die Fahrzeuggruppen in Anlehnung an das HBS, ergeben sich die in Tabelle 56 angegebenen Indizes.

Die Lastzüge (Lz) weisen in beiden Straßenklassen deutlich größere Spannweiten in den Verände-

rungsindizes auf als die anderen Fahrzeuggruppen. Dies gilt insbesondere für Landesstraßen, an denen die insgesamt größte Varianz festzustellen ist. Ein Grund dafür sind die geringen Lastzugzahlen an den ohnehin schon geringeren Verkehrsmengen der Landstraßen.

Für das untersuchte Zählstellenkollektiv sind die Werte der mittleren verkehrlichen Einflussgrößen je Jahr in Tabelle 58 zusammengestellt. Die Daten verdeutlichen einen annähernd konstanten Verlauf über die betrachteten Jahre. Um zu prüfen, ob ein linearer Zusammenhang zwischen den verkehrlichen Einflussfaktoren und der Verkehrsentwicklung besteht, werden die Korrelationskoeffizienten ermittelt. Um das Datenkollektiv zu vergrößern, wurden alle Jahre gemeinsam betrachtet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 57 zusammengestellt.

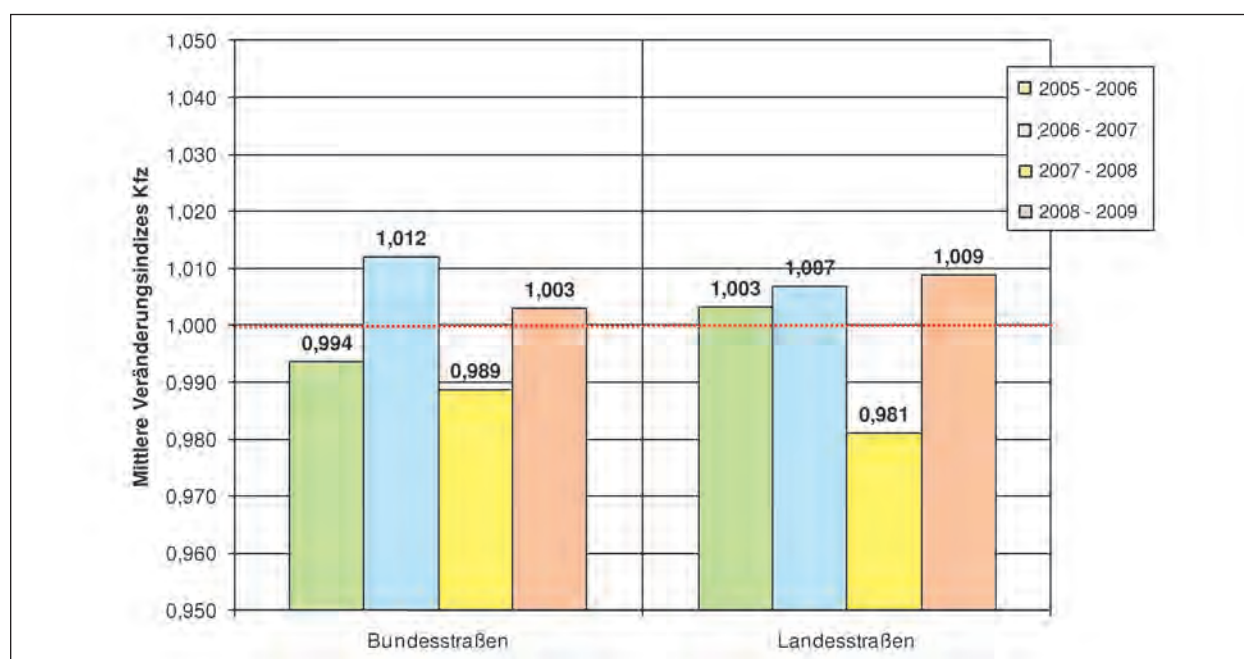


Bild 42: Veränderungsindizes des Kfz-Verkehrs

Bundesstraßen	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Delta Max/Min
LV	0,993	1,014	0,992	1,008	0,022
LkwB	0,996	0,940	0,955	0,922	0,074
Lz	0,991	1,108	0,956	0,975	0,152
Kfz	0,994	1,012	0,989	1,003	0,023
Landesstraßen	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Delta Max/Min
LV	1,003	1,010	0,980	1,014	0,034
LkwB	0,957	0,912	0,993	0,921	0,081
Lz	1,093	1,162	0,989	0,929	0,233
Kfz	1,003	1,007	0,981	1,009	0,028

Tab. 56: Veränderungsindizes der Fahrzeugarten

Variable	Korrelationsfaktor
fer	0,01
b _{So}	-0,04
b _{Fr}	-0,01
max b _{TW}	0,05
DTV Kfz	-0,04
DTV SV	-0,02
SV-Anteil	0,01
fer ²	0,01
b _{So} ²	-0,05
b _{Fr} ²	-0,01
log(DTV Kfz)	-0,03
log(DTV SV)	-0,02
d ₃₀ R1	0,00
d ₃₀ R2	0,00

Tab. 57: Korrelationskoeffizienten

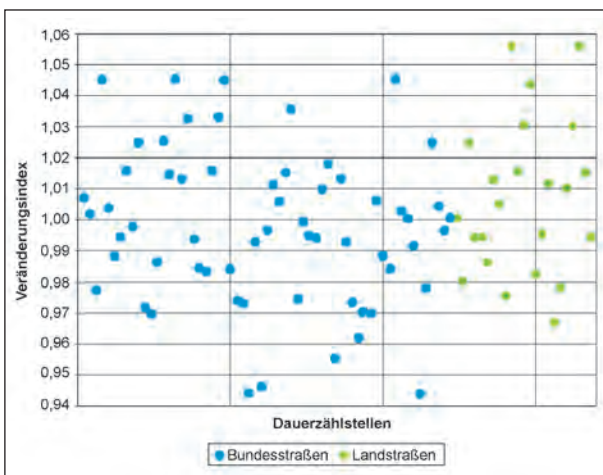


Bild 43: Veränderungsindizes für Kfz zwischen 2006 und 2005 (x-Achse: Zählstellen sortiert nach Straßenklasse und ZSt-Nummer)

In allen Fällen, auch bei quadratischem oder logarithmischem Ansatz, gehen die Korrelationskoeffizienten gegen null. Damit kann rein rechnerisch kein linearer Zusammenhang zwischen Verkehrsentwicklung und den verkehrlichen Parametern nachgewiesen werden.

Da die Faktoren nicht miteinander korrelieren, erübrigt sich eine lineare multiple Regression. Deren (unbrauchbares) Ergebnis wäre eine Konstante mit einem Bestimmtheitsmaß gegen null. Die vermutliche Ursache liegt im gleichförmigen Verlauf aller Einflussgrößen sowie der Verkehrsentwicklung selbst. Um die Konstanz der Verkehrsentwicklung zu verdeutlichen, sind in Bild 43 die Veränderungsindizes des Kfz-Verkehrs 2006/2005 für alle Dauerzählstellen einzeln dargestellt. Auf der x-Achse sind die einzelnen Dauerzählstellen nach Bundes- und Landesstraßen unterschieden aufgereiht.

Alle Werte konzentrieren sich auf den Bereich um den Wert 1,00. Dies wäre der Nullfall, bei dem keine Entwicklung stattfinden würde. Alle Werte liegen in einer Bandbreite von lediglich $\pm 0,06\%$ und somit in einem sehr eng gefassten Bereich. Schließlich verteilen sie sich auch fast ausgeglichen über und unter die 1,00 Linie.

Aufgrund der insgesamt kaum erfolgten Entwicklung muss festgestellt werden, dass Verfahren, die auf Regressionen basieren, unter solchen Randbedingungen nicht eingesetzt werden können. Gleichzeitig gilt jedoch auch, dass insgesamt eventuell zu erreichende Verbesserungen bei Fortschreibungsverfahren eher gering ausfallen werden. Es wird erwartet, dass die Unterschiede bei größeren Entwicklungsraten deutlicher werden.

Jahr Einflussgröße	2005	2006*	2007	2008	2009
fer	0,948	0,945	0,946	0,933	0,953
b _{So}	0,715	0,680	0,701	0,687	0,693
b _{Fr}	1,066	1,059	1,058	1,073	1,060
max b _{TW}	1,456	1,444	1,463	1,425	1,444
DTV Kfz [Kfz/d]	10.376	10.335	10.439	10.306	10.299
SV-Anteil [%]	7,7	7,7	7,5	7,3	6,8
d ₃₀ R1	0,129	0,129	0,131	0,130	0,131
d ₃₀ R2	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129

* geringeres Kollektiv der DZ

Tab. 58: Veränderung der Einflussgrößen

4.4.2 Differenzierung nach Ganglinientypen

Da sich der Ansatz des direkten Zusammenhangs zwischen der Verkehrsentwicklung und verkehrlichen Parametern als nicht zielführend erweist, wird nun gezeigt, dass eine Differenzierung nach Ganglinientypen eine Verbesserung der durchschnittlichen Abweichung des fortgeschriebenen DTV-Wertes (gegenüber einer Unterteilung nach Flächenregionen) ergibt.

Verwendung finden die Ganglinientypen des Projektes „Erarbeitung neuer Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsberechnungen (RAS W) mit Aktualisierung der Nutzen- und Kostenkomponenten“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Projekt-Nr. 23.0009/2006) getrennt nach Jahres-Wochen- und Tagesganglinientypen. Die im genannten Projekt ermittelten Ganglinientypen wurden auf der Basis von Clusteranalysen aus allen bundesweit verwendbaren Dauerzählstellen abgeleitet. Dabei wurde besonderer Wert auf eindeutig beschreibbare Unterschiede der Charakteristik der Ganglinien gelegt. Diese können sowohl mittels verbaler Beschreibungen als auch verkehrlicher Parameter zugeordnet werden.

Da für Samstags und Sonn- und Feiertage einheitliche Ganglinientypen festgelegt wurden, ist eine Unterscheidung nur in folgenden Bereichen erforderlich:

- 3-Jahres-Wochenganglinientypen im Leichtverkehr,
- 2-Jahres-Wochenganglinientypen im Schwerverkehr,
- 3-Tagesganglinientypen im Leichtverkehr für Montage,
- 3-Tagesganglinientypen im Leichtverkehr für Dienstag bis Donnerstag,
- 3-Tagesganglinientypen im Leichtverkehr für Freitage.

Die verwendeten Musterganglinien sind in den Bildern 44 bis 48 dargestellt.

Die Tabelle 59 zeigt für die 84 Dauerzählstellen, die nach dem Schema der RAS-W untersucht wurden, für das Basisjahr 2005 die Häufigkeit der zugeordneten Ganglinientypen. Die Typisierung erfolgt in der RAS-W richtungsweisend, Tabelle 59 zeigt die Anzahlen in einer Richtung.

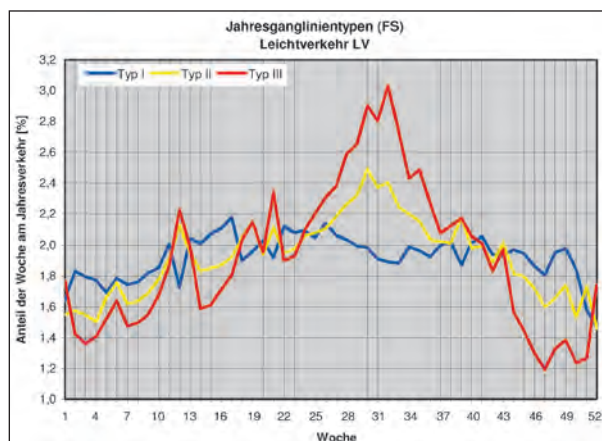


Bild 44: Jahres-Wochenganglinien für den Leichtverkehr

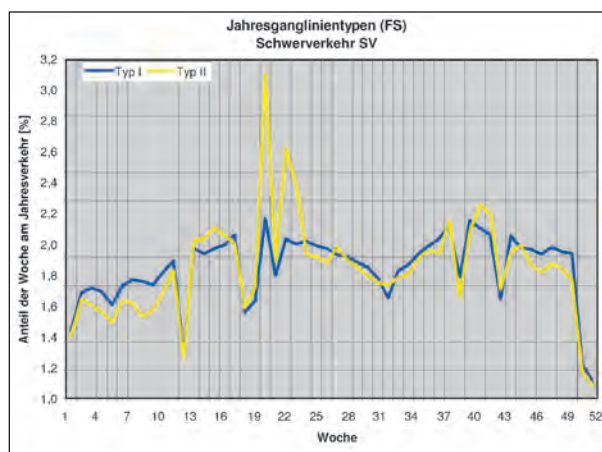


Bild 45: Jahres-Wochenganglinien für den Schwerverkehr

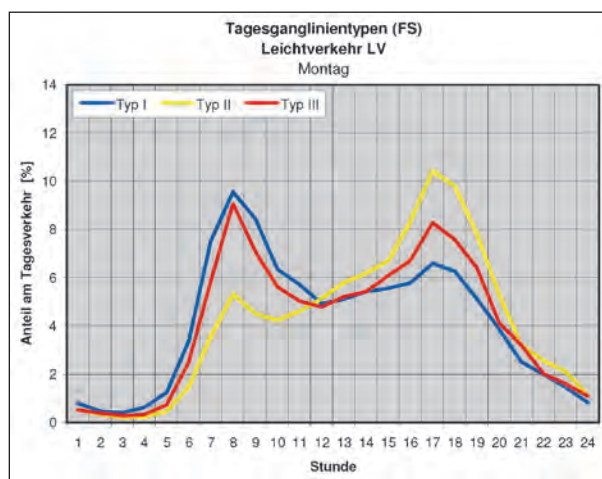


Bild 46: Tagesganglinien für den LV, montags

Da der Jahres-Wochenganglinientyp II des Schwerverkehrs nur sehr selten vorkommt, wurde im weiteren Verlauf der Untersuchung auf eine Differenzierung nach Jahres-Wochenganglinientypen des Schwerverkehrs verzichtet. Folgende in Tabelle 60 aufgeführte Kombinationen von Ganglinientypen

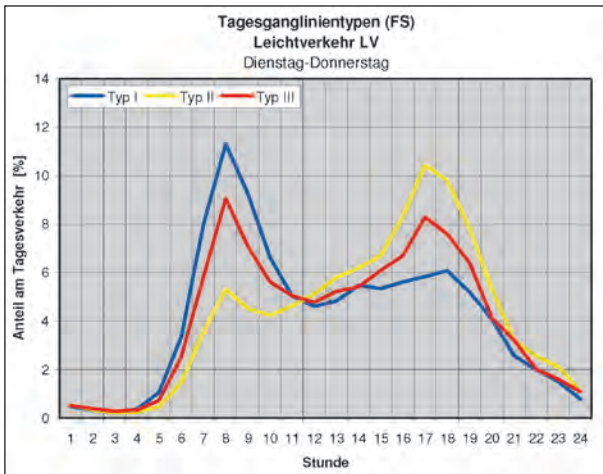


Bild 47: Tagesganglinien für den LV, Di-Do

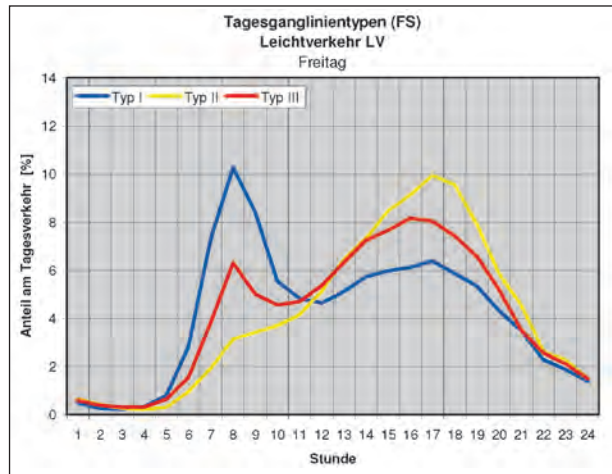


Bild 48: Tagesganglinien für den LV, freitags

		Tagesganglinientyp LV Montag			Tagesganglinientyp LV Dienstag-Donnerstag			Tagesganglinientyp LV Freitag			Alle	
		I	II	III	I	II	III	I	II	III		
Straßenklasse	Jahres-Wochenganglinientyp		n	n	n	n	n	n	n	n	n	
	LV	SV										
B	I	I	20	10	20	4	16	30	9		41	50
		II	1		1			2	1		1	2
	II	I	3	2	3		4	4		2	6	8
		II		1			1			1		1
L	I	I	4	10	4	1	12	5	2	3	13	18
		II										
	II	I	1	2	1		3	1		2	2	4
		II			1		1				1	1
Alle			29	25	30	5	37	42	12	8	64	84

Tab. 59: Häufigkeiten der Ganglinientypen in 2005

Jahres-Wochenganglinientyp LV	Tagesganglinientyp LV Montag	Tagesganglinientyp LV Dienstag-Donnerstag	Tagesganglinientyp LV Freitag	Anzahl
I	I	I	I	5
I	I	III	I	6
I	I	III	III	14
I	II	II	II	3
I	II	II	III	17
I	III	II	III	8
I	III	III	I	1
I	III	III	III	16
II	I	II	III	1
II	I	III	III	3
II	II	II	II	5
II	III	II	III	3
II	III	III	III	2

Tab. 60: Anzahl Dauerzählstellen je Kombinationen der Ganglinientypen

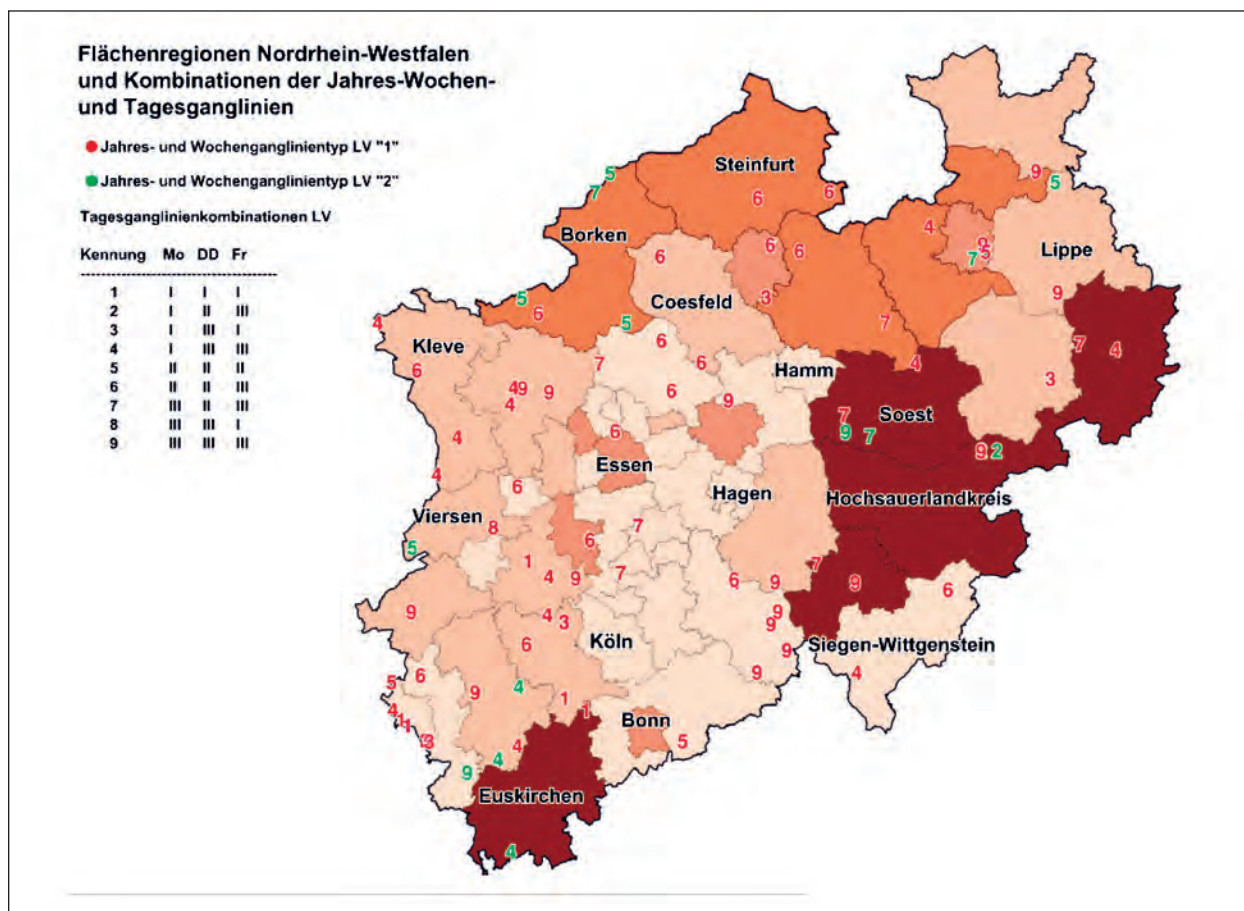


Bild 49: Kombinationen der Ganglinientypen je Flächenregion

wurden (in einer Richtung) von den betrachteten Dauerzählstellen in Nordrhein-Westfalen abgedeckt.

Zu erkennen ist, dass der Jahres-Wochenganglinientyp I (weitgehend ausgeglichener Verlauf) des Leichtverkehrs deutlich öfter vorkommt als der Typ II (Spitzen in den Ferien- und Feiertagswochen). Der Jahres-Wochenganglinientyp III (ausgeprägte Spitzen in den Ferienzeiten) ist im betrachteten Dauerzählstellenkollektiv nicht vorhanden.

Bei den Tagesganglinientypen tritt der Typ III an besonders vielen Dauerzählstellen auf. Der Typ III steht bei allen Wochentagen für eine Doppelspitze, während die Typen I (nur eine Vormittagsspitze) und II (nur eine Nachmittagspitze) seltener vertreten sind.

Zwei Ganglinientypkombinationen sind nur an einer Dauerzählstelle zu beobachten.

In Bild 49 sind die Ganglinienkombinationen räumlich zugeordnet und in der NRW-Karte kreis- und lagescharf dargestellt.

4.4.3 Genauigkeitsbetrachtung

Vorgehen

Analog zum vorher beschriebenen methodischen Vorgehen wurden aus den 84 ganglinientypisierten Dauerzählstellen mittlere Veränderungsindizes je Ganglinienkombination ermittelt. Diese wurden mit den DTV-Werten des Basisjahres multipliziert und ergaben damit die DTV-Werte des Fortschreibejahres. Für die Genauigkeitsbetrachtung wurden, wie in Kapitel 4.3.3 beschrieben, die Abweichungen vom tatsächlichen DTV mit Hilfe des Bestimmtheitsmaßes, der durchschnittlichen Abweichung und des relativen Fehlers berechnet.

Differenziert wurde nach

- Einjahresfortschreibungen: 2005 nach 2006, 2006 nach 2007, 2007 nach 2008 und 2008 nach 2009,
- Mehrjahresfortschreibungen: 2005 nach 2007, 2005 nach 2008, 2005 nach 2009, 2006 nach 2008, 2006 nach 2009 und 2007 nach 2009.

Hierbei wurden die Ganglinientypen des SVZ-Jahres 2005 auf die nachfolgenden Jahre übertragen. Somit lag für alle Jahre ein identisches und damit vergleichbares Dauerzählstellenkollektiv vor.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Fortschreibungen über unterschiedliche Zeitspannen wurde auch ein so genannter „Nullfall“ mit ausgewertet, bei dem keine Fortschreibung erfolgt, sondern alle Werte des Basisjahres in das Fortschreibungsjahr übernommen werden. Es wird erwartet, dass dieses Vorgehen zumindest bei kleinen Veränderungs-raten eine Alternative darstellen kann.

Insgesamt werden jeweils sechs Verfahren miteinander verglichen.

- 1) Zunächst erfolgt die Ermittlung der Abweichungen für den Fall ohne Fortschreibung („Nullfall“).
- 2) Als Nächstes wird das in Kapitel 4.1 beschriebene Verfahren untersucht, das in Anlehnung an die SVZ-Methodik auf Flächenregionen basiert.
- 3) Im dritten Verfahren wird zusätzlich innerhalb der Flächenregionen die Straßenklasse unterschieden.

Diese Verfahrensansätze werden mit drei Varianten des Ganglinienverfahrens verglichen:

- 4) In einem ersten Schritt wird lediglich eine Zuordnung über den Jahres-Wochenganglinientyp vorgenommen.
- 5) Dieser Ansatz wird weiter um die zusätzliche Differenzierung nach Straßenklassen ergänzt.
- 6) Abschließend werden alle Kombinationen der Jahres-Wochen- und Tagesganglinien sowie die Unterscheidung von Straßenklassen für die Fortschreibung genutzt.

Ergebnisse

Die Genauigkeitsmaße sind beispielhaft in Tabelle 61 für die Einjahresfortschreibung 2005 nach 2006 und in Tabelle 62 für die Vierjahresfortschreibung 2005 nach 2009 dargestellt. Die Ganglinientypen des RAS-W-Projektes sind richtungsweisend definiert, sodass in Richtung und Gegenrichtung unterschiedliche Ganglinienkombinationen vorliegen können. Die richtungsgetrenten Fortschreibungsergebnisse, die aufgrund der Differenzierung nach

Verfahren		Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)		
Nr.	Bezeichnung		Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV
1	Nullfall keine Fortschreibung	Bestimmtheitsmaß	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
		Durchschn. Abweichung [%]	2,2	2,3	4,2	2,1	2,2	4,3
		Relativer Fehler [%]	-0,3	-0,2	-0,2	-0,8	-0,8	-0,6
2	Flächenregion	Bestimmtheitsmaß	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
		Durchschn. Abweichung [%]	2,2	2,3	4,3	2,2	2,4	4,5
		Relativer Fehler [%]	-0,5	-0,4	-0,2	-0,5	-0,5	-0,2
3	Flächenregion, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,996	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
		Durchschn. Abweichung [%]	2,1	2,3	4,3	2,1	2,3	4,4
		Relativer Fehler [%]	-0,4	-0,4	-0,3	-0,5	-0,4	-0,3
4	JaWo-Ganglinientyp	Bestimmtheitsmaß	0,995	0,995	0,994	0,995	0,995	0,994
		Durchschn. Abweichung [%]	2,2	2,3	4,2	2,1	2,2	4,3
		Relativer Fehler [%]	0,1	0,1	0,9	0,1	0,0	0,9
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,996	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
		Durchschn. Abweichung [%]	2,1	2,2	4,3	2,0	2,2	4,4
		Relativer Fehler [%]	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,5
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,996	0,996	0,994	0,996	0,996	0,994
		Durchschn. Abweichung [%]	1,8	1,8	3,8	1,8	1,8	3,9
		Relativer Fehler [%]	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3

JaWo-Ganglinientyp = Jahres-Wochenganglinientyp

Tab. 61: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung 2005 nach 2006

Ganglinientypen erforderlich wurden, wurden für die Berechnung der Abweichungen zusammengefasst und gemittelt.

Übereinstimmend zeigen alle Methoden relativ geringe Unterschiede auf einem (erwarteten) guten Genauigkeitsniveau. Dennoch ist eine Steigerung

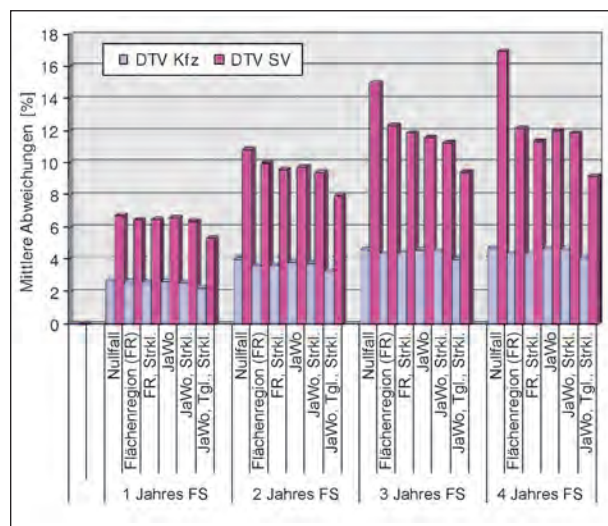


Bild 50: Durchschnittliche Abweichungen aller untersuchten Verfahren

der Genauigkeit festzustellen. Dies gilt vor allem für das sechste Verfahren, das insgesamt für den Kfz-Verkehr eine Verbesserung gegenüber dem Flächenregionsansatz von 0,4% ergibt. Dies entspricht einer Verbesserung um 18% gegenüber der Vergleichsgenauigkeit. Die Tendenzen sind für alle dargestellten Kontrollgrößen ähnlich.

Bei der Fortschreibung über 4 Jahre sind die Effekte ähnlich, aber auf einem insgesamt höheren Niveau. Einerseits ergeben sich im „Nullfall“ ohne Fortschreibung durchschnittlich schlechtere Werte, andererseits kann vor allem beim SV das letzte ganglinienbasierte Verfahren deutliche Verbesserungen erreichen.

Vor diesem Hintergrund wurden alle oben genannten Fortschreibungsrechnungen systematisch durchgeführt und ausgewertet. Die wesentlichen Genauigkeitsmaße sind in den Tabellen 63 bis 66 zusammengestellt.

In Bild 50 sind die durchschnittlichen Abweichungen zusammengestellt. Übereinstimmend führt das sechste Verfahren sowohl für den Kfz- als auch für den SV-Verkehr zu den besten Ergebnissen.

Nr.	Verfahren Bezeichnung	Maßzahl	DTV (alle Tage)			DTV (Werktage)		
			Kfz	LV	SV	Kfz	LV	SV
1	Nullfall keine Fortschreibung	Bestimmtheitsmaß	0,983	0,983	0,967	0,984	0,984	0,967
		Durchschn. Abweichung [%]	4,7	5,0	17,0	4,7	5,0	16,2
		Relativer Fehler [%]	0,6	-0,4	14,8	0,2	-0,9	13,8
2	Flächenregion	Bestimmtheitsmaß	0,983	0,983	0,962	0,984	0,984	0,961
		Durchschn. Abweichung [%]	4,4	4,7	12,2	4,4	4,7	12,1
		Relativer Fehler [%]	0,3	0,2	3,2	0,2	0,1	3,0
3	Flächenregion, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,984	0,983	0,965	0,984	0,984	0,964
		Durchschn. Abweichung [%]	4,3	4,7	11,4	4,3	4,7	11,3
		Relativer Fehler [%]	0,3	0,2	2,8	0,2	0,1	2,5
4	JaWo-Ganglinientyp	Bestimmtheitsmaß	0,983	0,983	0,967	0,984	0,984	0,966
		Durchschn. Abweichung [%]	4,7	5,0	12,0	4,7	5,0	12,0
		Relativer Fehler [%]	0,5	0,1	5,2	0,5	0,1	5,1
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,983	0,983	0,966	0,984	0,984	0,965
		Durchschn. Abweichung [%]	4,6	5,0	11,9	4,6	5,0	11,8
		Relativer Fehler [%]	0,5	0,3	4,2	0,5	0,2	4,0
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	Bestimmtheitsmaß	0,984	0,984	0,968	0,985	0,985	0,967
		Durchschn. Abweichung [%]	4,1	4,3	9,2	4,1	4,3	9,2
		Relativer Fehler [%]	0,4	0,2	3,2	0,4	0,2	3,0

JaWo-Ganglinientyp = Jahres-Wochenganglinientyp

Tab. 62: Genauigkeitsmaße der Fortschreibung 2005 nach 2009

Verfahren		DTV Kfz			DTV SV		
Nr.	Bezeichnung	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]
1	Nullfall, keine Fortschreibung	0,993	2,7	0,1	0,986	6,7	3,5
2	Flächenregion	0,993	2,6	0,1	0,985	6,5	2,0
3	Flächenregion, Straßenklasse	0,993	2,6	0,1	0,986	6,5	1,9
4	JaWo-Ganglinientyp	0,993	2,6	0,2	0,987	6,6	2,5
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	0,993	2,6	0,2	0,988	6,4	2,2
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	0,995	2,3	0,1	0,991	5,3	1,6

Tab. 63: Mittlere Genauigkeitsmaße aller 1-Jahresfortschreibungen (333 DZ)

Verfahren		DTV Kfz			DTV SV		
Nr.	Bezeichnung	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]
1	Nullfall, keine Fortschreibung	0,986	4,0	0,3	0,971	10,8	7,4
2	Flächenregion	0,987	3,6	0,2	0,972	9,9	4,1
3	Flächenregion, Straßenklasse	0,987	3,6	0,2	0,975	9,6	3,6
4	JaWo-Ganglinientyp	0,987	3,8	0,4	0,976	9,7	4,7
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	0,987	3,8	0,3	0,978	9,4	4,1
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	0,989	3,3	0,3	0,983	8,0	3,1

Tab. 64: Mittlere Genauigkeitsmaße aller 2-Jahresfortschreibungen (249 DZ)

Verfahren		DTV Kfz			DTV SV		
Nr.	Bezeichnung	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]
1	Nullfall, keine Fortschreibung	0,983	4,6	0,6	0,964	15,0	11,3
2	Flächenregion	0,983	4,4	0,5	0,961	12,3	3,8
3	Flächenregion, Straßenklasse	0,983	4,4	0,4	0,962	11,9	3,3
4	JaWo-Ganglinientyp	0,983	4,6	0,5	0,970	11,6	5,0
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	0,983	4,6	0,5	0,969	11,3	4,2
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	0,985	4,0	0,4	0,972	9,5	3,3

Tab. 65: Mittlere Genauigkeitsmaße aller 3-Jahresfortschreibungen (165 DZ)

Signifikant ist der Genauigkeitsverlust mit Zunahme des Fortschreibungsintervalls insbesondere beim Schwerverkehr. Der Kfz-Verkehr zeigte nur zwischen den Ein- und Zweijahresfortschreibungen eine deutliche Zunahme der mittleren Abweichungen, während eine weitere Intervallverlängerung zu keinem spürbaren Genauigkeitsverlust führte.

Zu berücksichtigen sind bei dieser Gegenüberstellung die unterschiedlichen Dauerzählstellenanzahlen der Fortschreibungsintervalle.

Betrachtet wurden in den Tabellen 63 bis 66 nur identische Dauerzählstellen die in allen Jahren Ergebnisse hatten. Deshalb weichen die Werte der Tabellen 62 und 66 leicht voneinander ab.

Verfahren		DTV Kfz			DTV SV		
Nr.	Bezeichnung	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]	Bestimmtheitsmaß	Durchschn. Abweichung [%]	Relativer Fehler [%]
1	Nullfall, keine Fortschreibung	0,983	4,7	0,6	0,967	17,0	14,8
2	Flächenregion	0,984	4,4	0,4	0,963	12,2	3,2
3	Flächenregion, Straßenklasse	0,984	4,3	0,4	0,966	11,3	2,8
4	JaWo-Ganglinientyp	0,983	4,7	0,5	0,968	12,1	5,2
5	JaWo-Ganglinientyp, Straßenklasse	0,983	4,7	0,5	0,967	11,9	4,2
6	JaWo- und Tagesganglinientyp, Straßenklasse	0,985	4,1	0,4	0,971	9,2	3,2

Tab. 66: Mittlere Genauigkeitsmaße aller 4-Jahresfortschreibungen (82 DZ)

Differenzierte Betrachtungen

Neben den durchschnittlichen Abweichungen über alle betrachteten Zählstellen wird in zwei abschließenden Schritten untersucht, ob die Verbesserungen in den verschiedenen Flächenregionen (FR) ähnlich ausfallen oder sich stark unterscheiden. Schließlich werden Einzelvergleiche an Zählstellen mit besonderen Abweichungen vorgenommen.

Für die Fortschreibungen von 2005 nach 2006 und von 2005 nach 2009 werden die Veränderungen nach Flächenregionen getrennt ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 67 und Tabelle 68 dargestellt.

Während im ersten Fall in allen Flächenregionen meist deutliche Verbesserungen erzielt wurden, ist dies bei der 4-Jahresfortschreibung nicht in allen Regionen der Fall. Dabei ist aber zu beachten, dass in Flächenregion 05 03 lediglich vier Dauerzählstellen die Basis für die Berechnungen bilden und damit nur bedingt in diesem Vergleich bewertet werden können.

Insgesamt ist keine direkte Abhängigkeit von Gebietstypen ableitbar, zumal die Bildung der Flächenregionen nicht nur durch verkehrlichen Kriterien, sondern auch stark durch räumliche Zusammenhänge geprägt ist.

Wertet man die Ergebnisse statt nach Flächenregionen nach Kombinationen von Ganglinien aus, ergeben sich die in Tabelle 69 und Tabelle 70 für das gleiche Beispiel ermittelten Veränderungen. Die beiden Ganglinienkombinationen, die nur von einer Dauerzählstelle repräsentiert werden, werden bei dieser Betrachtung ausgeblendet.

Die beiden beispielhaft herangezogenen Auswertungen ergeben ebenfalls keine einheitlichen Er-

FIReg	Anz. DZ	Modell	mittl. Abw.	Std.-abw.	Min	Max
05 01	27	Flächenregionen	1,9	2,8	0,2	7,0
		Ganglinientypen	1,5	2,1	0,1	6,2
05 02	31	Flächenregionen	2,5	6,8	0,0	19,0
		Ganglinientypen	2,3	6,2	0,2	16,9
05 03	4	Flächenregionen	2,1	1,3	0,5	2,9
		Ganglinientypen	1,3	1,9	0,6	2,3
05 04	11	Flächenregionen	2,0	3,0	0,3	4,2
		Ganglinientypen	1,6	2,2	0,1	7,7
05 05	11	Flächenregionen	2,1	4,1	0,1	11,2
		Ganglinientypen	1,3	2,6	0,4	7,5

Tab. 67: Abweichungen je Flächenregion (1-Jahres-FS)

FIReg	Anz. DZ	Modell	mittl. Abw.	Std.-abw.	Min	Max
05 01	26	Flächenregionen	4,2	6,6	0,1	13,7
		Ganglinientypen	4,5	5,4	0,3	14,0
05 02	30	Flächenregionen	4,6	11,2	0,1	34,9
		Ganglinientypen	4,6	9,9	0,1	32,6
05 03	4	Flächenregionen	1,0	2,3	0,2	3,1
		Ganglinientypen	1,7	2,1	0,7	3,3
05 04	11	Flächenregionen	6,2	12,7	0,2	18,0
		Ganglinientypen	4,7	7,7	0,8	14,7
05 05	11	Flächenregionen	3,8	5,2	0,8	10,6
		Ganglinientypen	2,3	3,8	0,0	8,0

Tab. 68: Abweichungen je Flächenregion (4-Jahres-FS)

gebnisse. Daher ist abschließend festzustellen, dass die im Mittel erreichbaren deutlichen Verbesserungen nicht durch einzelne gegenteilige Ergebnisse geschmälert werden (sie sind in der Betrachtung

JGL	TGL Mo	TGL Di-Do	TGL Fr	Anz. DZ	Modell	mittl. Abw.	Std.-abw.	Min	Max
I	I	I	I	5	Flächenregionen	1,4	1,4	0,2	3,4
					Ganglinientypen	1,3	1,9	0,4	4,1
I	I	III	I	6	Flächenregionen	1,0	3,6	0,0	6,0
					Ganglinientypen	1,4	3,3	0,4	5,9
I	I	III	III	14	Flächenregionen	2,1	2,8	0,1	7,2
					Ganglinientypen	1,9	2,9	0,1	7,1
I	II	II	II	3	Flächenregionen	3,9	4,9	1,6	7,0
					Ganglinientypen	1,2	2,3	0,1	2,3
I	II	II	III	17	Flächenregionen	1,9	2,0	0,3	3,9
					Ganglinientypen	1,4	1,7	0,2	3,0
I	III	II	III	8	Flächenregionen	2,1	2,4	0,3	4,1
					Ganglinientypen	1,1	0,9	0,4	2,1
I	III	III	III	16	Flächenregionen	2,8	9,1	0,2	19,0
					Ganglinientypen	3,0	8,0	0,6	16,9
II	I	III	III	3	Flächenregionen	0,9	0,9	0,4	1,4
					Ganglinientypen	0,8	0,2	0,7	0,8
II	II	II	II	5	Flächenregionen	2,7	2,5	0,4	4,2
					Ganglinientypen	1,2	2,7	0,4	7,7
II	III	II	III	3	Flächenregionen	1,6	2,8	0,3	2,9
					Ganglinientypen	1,7	0,9	1,2	2,1
II	III	III	III	2	Flächenregionen	4,1	10,5	1,1	11,2
					Ganglinientypen	4,0	5,1	2,5	7,5

Tab. 69: Abweichungen je Ganglinienkombination (1-Jahres-FS)

JGL	TGL Mo	TGL Di-Do	TGL Fr	Anz. DZ	Modell	mittl. Abw.	Std.-abw.	Min	Max
I	I	I	I	5	Flächenregionen	3,9	5,3	0,4	11,0
					Ganglinientypen	5,0	3,5	2,8	11,1
I	I	III	I	6	Flächenregionen	4,1	20,6	0,2	34,9
					Ganglinientypen	6,0	17,8	1,5	32,6
I	I	III	III	14	Flächenregionen	3,7	7,2	0,1	16,8
					Ganglinientypen	3,6	6,7	0,2	18,7
I	II	II	II	3	Flächenregionen	1,5	1,8	0,6	2,6
					Ganglinientypen	1,3	2,9	0,3	3,3
I	II	II	III	17	Flächenregionen	3,0	7,4	0,2	13,7
					Ganglinientypen	3,4	5,4	0,3	11,0
I	III	II	III	8	Flächenregionen	7,3	12,5	0,1	18,0
					Ganglinientypen	4,7	6,3	1,3	10,7
I	III	III	III	16	Flächenregionen	4,9	8,0	0,1	17,4
					Ganglinientypen	5,6	6,1	1,4	14,0
II	I	III	III	3	Flächenregionen	2,3	2,2	0,9	3,2
					Ganglinientypen	0,3	0,7	0,0	0,9
II	II	II	II	5	Flächenregionen	9,8	3,8	7,0	11,8
					Ganglinientypen	5,8	11,0	0,1	14,7
II	III	II	III	3	Flächenregionen	3,4	7,9	1,3	10,6
					Ganglinientypen	1,4	3,6	0,7	4,8
II	III	III	III	2	Flächenregionen	11,7	3,8	9,1	12,8
					Ganglinientypen	5,3	1,4	4,9	6,2

Tab. 70: Abweichungen je Ganglinienkombination (4-Jahres-FS)

DZ	Str.-kl	Flächenregion	Ganglinientyp (LV)				DZ DTV Kfz	Flächenregionen		Ganglinientypen		Anz. DZ	
			Jahr	Mo	Di-Do	Fr		DTV Kfz	Abw. [%]	DTV Kfz	Abw. [%]	FIReg	GL-Komb.
5404	L	05 01	I	II	II	II	12.784	12.353	3,37	12.800	0,14	27	3
5227	L	05 02	I	I	III	III	10.325	10.538	2,06	10.334	0,17	31	14
5303	B	05 04	I	I	III	III	16.411	16.606	1,19	16.433	0,13	11	14
5347	B	05 02	II	II	II	II	1.863	1.907	2,36	1.870	0,38	31	5
5531	L	05 05	I	III	II	III	3.872	3.770	2,63	3.856	0,43	11	8
5534	L	05 04	II	II	II	II	4.881	4.679	4,14	4.847	0,74	11	5
5345	B	05 02	I	II	II	III	9.998	10.095	0,97	10.006	0,18	31	17
5322	B	05 05	II	I	II	III	3.433	3.537	3,03	3.458	0,73	11	1
5437	L	05 01	I	I	I	I	6.671	6.774	1,54	6.695	0,37	27	5

Tab. 71: Einzelvergleich von Zählstellen der Fortschreibung 2005 nach 2006

tung der Durchschnittswerte enthalten) und auch keine eindeutigen Muster für ihre Ursachen zu erkennen sind. Allerdings ist auch die Datengrundlage für solche weitergehenden Untersuchungen in vielen Fällen unzureichend.

Zur weiteren detaillierten Überprüfung der Ergebnisse wurden diejenigen Zählstellen ermittelt, bei denen die größten Abweichungen zwischen dem Flächenregionsverfahren (2) und dem Ganglinienverfahren (6) bestehen (Tabelle 71). Aufgeführt sind in der Tabelle diejenigen Zählstellen, deren Quotienten aus den relativen Abweichungen nach dem Flächenregions- (Spalte 10) und dem Ganglinienverfahren (Spalte 12) am größten sind und somit die größten Unterschiede in der Ergebnislage aufweisen.

Betrachtet man die Zählstelle 5404, wird erkennbar, dass die Fortschreibung mit Hilfe des Ganglinienverfahrens lediglich um 0,14% abweicht, während das Flächenregionsverfahren eine Abweichung von 3,37 % aufweist. Mit den in den letzten beiden Spalten der Tabelle 71 angegebenen Anzahlen der Dauerzählstellen in der betroffenen Flächenregion bzw. der vorhandenen Ganglinien-Kombination sind ebenfalls keine systematischen Zusammenhänge zwischen Abweichungshöhe und Region erkennbar.

4.5 Empfehlung

Die Untersuchung unterschiedlicher Ansätze für die Fortschreibung von Zählungen auf Folgejahre lässt die Formulierung folgender allgemeiner Ergebnisse zu:

- Eine Fortschreibung von vorliegenden Zähl- und Belastungsergebnissen ist sowohl sinnvoll als auch mit geringem Aufwand möglich.

- Zur Ermittlung von Veränderungsindizes sind die Ergebnisse automatischer Dauerzählstellen zu verwenden.
- Die Fortschreibung ist mit zunehmender Zeitspanne größeren Unsicherheiten unterworfen, sodass sie auf maximal vier Jahre begrenzt werden sollte.
- Ganglinienbasierte Verfahren sind einer regionalen Zuordnung überlegen und führen vor allem im Schwerverkehr zu deutlich geringeren Abweichungen.

Aus diesen allgemeinen Erkenntnissen wird eine Empfehlung abgeleitet, wie eine Aktualisierung von Zähl- und Belastungsergebnissen auf Landstraßen vorgenommen werden sollte. Diese Empfehlung ist dreigeteilt und deckt damit unterschiedliche Randbedingungen ab. Sie lässt sich wie folgt formulieren:

1. Wenn bekannt ist, dass die allgemeine Verkehrsentwicklung im betrachteten Raum gegen null geht, kann auf eine Fortschreibung verzichtet werden. In diesem Fall werden die letztbekanntesten Werte übernommen.
2. Liegt eine Verkehrsentwicklung vor, sollte eine Fortschreibung vorgenommen werden. Dazu ist das dargestellte ganglinienbasierte Verfahren zu empfehlen.
3. Sind im betrachteten Raum seit der letzten Zählung strukturelle Veränderungen eingetreten (z. B. Netzänderungen oder Flächenentwicklungen mit relevantem Verkehrsaufkommen), sollten neue Erhebungen durchgeführt werden.

Während im ersten und dritten Fall eine Fortschreibung entfällt, ist in der Mehrzahl der Fälle eine Fortschreibung nützlich und sinnvoll. Dazu sind die betroffenen Zählstellen anhand ihrer Ähnlichkeit den Ganglinientypen der derzeit in Überarbeitung befindlichen RAS-W zuzuordnen. Gleiches gilt für die landesweit zur Verfügung stehenden Dauerzählstellen. Auf eine Differenzierung der Jahres-Wochenganglinien des Schwerverkehrs kann bei geringer Datenverfügbarkeit verzichtet werden.

Das Verfahren zur Zuordnung der Ganglinien zu den RAS-W-Typen erfolgt entweder über eine verbale Beschreibung der Ganglinien oder anhand von Klassifizierungsvariablen. Im Einzelnen wird das Verfahren im Forschungsbericht zur neuen RAS-W dargestellt sein.

Für die betroffenen Ganglinienkombinationen (gk) sind die mittleren Veränderungsindizes für die gewünschten Fahrzeuggruppen aus dem Dauerzählstellenkollektiv zu ermitteln. Als Fahrzeuggruppen empfehlen sich LV und SV oder hilfsweise Kfz. Die fortzuschreibenden Zählergebnisse sind mit den jeweiligen Indizes zu multiplizieren und ergeben die fortgeschriebenen DTV-Werte.

DTV Folgejahr:

$$DTV_{F,Fzg,V,gk} = DTV_{B,Fzg,V,gk} * vi_{FB,Fzg,V,gk}$$

mit

- F Folgejahr
- B Basisjahr
- Fzg Fahrzeuggruppe
- V Fahrtzweckgruppe
- gk Ganglinienkombination
- vi Veränderungsindex (s. Kapitel 4.3.1)

Die MSV-Werte sind durch Beibehaltung des d_{30} -Faktors der zugrunde liegenden Zählung zu bilden.

MSV-Wert Folgejahr:

$$MSV_{F,ri} = DTV_{F,Fzg} * ra_{B,ri,Fzg} * d_{30,B,ri}$$

mit

- F Folgejahr
- B Basisjahr
- Fzg Fahrzeuggruppe
- ri Fahrtrichtung

ra Richtungsanteil

Die SV-Anteile am MSV-Wert sollten aus dem Basisjahr direkt übernommen werden, wenn keine getrennte Fortschreibung von LV und SV erforderlich ist.

Generell sollten bei einer Fortschreibung folgende Hinweise beachtet werden:

- Die Fortschreibung über mehrere Jahre in einem Arbeitsschritt hat gegenüber einer mehrmaligen Fortschreibung über jeweils ein Jahr keine deutlichen Nachteile ergeben.
- Eine Fortschreibung kleiner Fahrzeugmengen ist mit größeren Unsicherheiten belastet als die größerer Fahrzeugmengen. Daher sollten nicht Einzelfahrzeugarten, sondern Fahrzeuggruppen fortgeschrieben werden.
- Bei der Ableitung der Veränderungsindizes sind Dauerzählstellen mit untypischen Entwicklungen, wie z. B. durch Baustellen, entweder auszuschließen oder die Veränderungsdaten auf Grenzwerte zu setzen.

5 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Verfahren entwickelt,

- um aus Kurzzeitzählungen die für die Bemessung erforderlichen Nachfragekennwerte Bemessungsverkehrsstärke und bemessungsrelevanter Schwerverkehrsanteil b_{SV} abzuleiten sowie
- um die auf der Basis von Kurzzeitzählungen ermittelten DTV-Werte, Bemessungsverkehrsstärken und SV-Anteile auf Folgejahre ohne Zählung zu übertragen.

Bei den Kurzzeitzählungen handelt es sich um die turnusmäßig stattfindenden SVZ-Zählungen oder andere Wochen- oder Tageszählungen.

Für die Ermittlung der bemessungsrelevanten Nachfragewerte auf der Basis von SVZ-Zählungen wird anstatt des derzeit in der SVZ verwendeten Verfahrens empfohlen,

- für A-Zählstellen ein „direktes Verfahren“ anzuwenden, bei dem die maximal erhobene Verkehrsstärke aus den gezählten Stunden als

Schätzwert für die Bemessungsverkehrsstärke herangezogen wird, und

- für B-Zählstellen das von ARNOLD/BÖTTCHER (2005) entwickelte Verfahren zur Schätzung der Bemessungsverkehrsstärken anzuwenden.

Die durchschnittlichen in Kauf genommenen Abweichungen bei der Schätzung der Bemessungsverkehrsstärke liegen bei den stärker belasteten A-Zählstellen bei 7-8 % und bei den schwächer belasteten B-Zählstellen bei 12-16 %.

Als bester Schätzer für den bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteil b_{SV} auf Basis einer SVZ-Zählung erwies sich der nach dem bisherigen SVZ-Verfahren geschätzte SV-Anteil des MSV-Wertes der Fahrtzweckgruppe W.

Für Abschnitte ohne SVZ-Zählung wurden Verfahren entwickelt, um auf der Basis anderer Kurzzeit-zählungen (Wochen- oder Tageszählungen) die für die Bemessung relevanten Kennwerte zu schätzen. Hierzu wurde zunächst ermittelt, welche Jahreszeiten, Wochentypen und Wochentage sich eignen, um auf der Basis dieser Zählungen die entsprechenden Kennwerte zu schätzen. Dabei wurde unterschieden nach den folgenden Abschnittstypen:

- Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs und
- Abschnitte mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren.

Als Schätzer für die Bemessungsverkehrsstärke wurde die höchste gezählte Verkehrsstärke aus der Kurzzeitzählung empfohlen. Die damit in Kauf genommene durchschnittliche Abweichung der geschätzten Bemessungsverkehrsstärke von der tatsächlichen bewegt sich in einer Größenordnung von

- 7-9 % bei Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund des Werktagsverkehrs und
- 14-17 % bei Abschnitten mit Belastungsspitzen aufgrund von Freizeit-, Ausflugs- oder Urlaubsverkehren.

Der mit Tageszählungen gegenüber Wochenzählungen in Kauf genommene Genauigkeitsverlust bei der Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken ist somit vergleichsweise gering.

Für die Schätzung der bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile b_{SV} wurde eine Mittelwert-

bildung der SV-Anteile aus den fünf höchstbelasteten Stunden einer Wochenzählung bzw. allen Stunden einer Tageszählung empfohlen.

Die Schätzfehler, die bei der Ableitung der bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteile b_{SV} in Kauf genommen werden müssen, sind deutlich höher als bei der Schätzung der Bemessungsverkehrsstärken selbst. Dies ist zu einem nicht zu unterschätzenden Teil auf die Probleme zurückzuführen, die mit der Definition des bemessungsrelevanten Schwerverkehrs b_{SV} verbunden sind. Insbesondere bei Zählstellen, an denen im oberen Bereich der Dauerlinie sehr unterschiedliche Tagestypen und/oder Stunden mit somit sehr unterschiedlichen SV-Anteilen vertreten sind, ist es äußerst fraglich, ob der zur definierten Bemessungsstunde gemessene SV-Anteil eine geeignete Kenngröße ist. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde der bemessungsrelevante SV-Anteil als das Maximum der elf um die Bemessungsstunde liegenden Stunden (einschließlich der Bemessungsstunde selbst) herangezogen. Dies entspricht nicht der derzeitigen Definition der SV-Anteile der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke, wie sie in der Verkehrsstatistik verwendet wird. Es ist zu überlegen, ob diese Definition des bemessungsrelevanten Schwerverkehrsanteils b_{SV} auch in die jährliche Auswertung der automatischen Dauerzählstellen übernommen werden sollte.

Die Auswertungen wurden durchgängig für die Bemessungsstunden 30, 50 und 100 der Dauerlinie des Gesamtjahres vorgenommen. Somit enthalten die Empfehlungen entsprechende Ergebnisse zur Schätzung derartig definierter Bemessungsverkehrsstärken. Bei den Untersuchungen hat sich herauskristallisiert, dass die Unterschiede zwischen den Verkehrsstärken der 30., 50. oder 100. Stunde oftmals geringer sind als die mit der Ableitung dieser Werte aus Kurzzeitzählungen verbundenen Schätzungenauigkeiten. Dies wird noch verstärkt, wenn zusätzlich die Unsicherheiten in die Überlegungen einbezogen werden, die mit der Prognose der zukünftig abzuwickelnden maßgebenden Verkehrsnachfrage verbunden sind. Vor diesem Hintergrund kommt der Wahl der Bemessungsstunde eine weitaus geringere Bedeutung zu als der Wahl eines angemessenen Schätzverfahrens für die maßgebende Verkehrsstärke und eines adäquaten Prognosemodells.

Es besteht häufig der Bedarf, die Zählergebnisse aus Vorjahren auf Jahre ohne Zählung fortzuschrei-

ben. Dies gilt auch für die Zählergebnisse der bundesweiten Straßenverkehrszählung, deren alle fünf Jahre ermittelten Ergebnisse auch in den Zwischenjahren aktualisiert werden sollen. Hierzu finden in der Regel Verfahren Anwendung, die die Daten der automatischen Dauerzählstellen zur Ermittlung von Veränderungsindizes verwenden. Dabei stehen die DTV-, SV- und MSV-Werte im Vordergrund.

Die Anwendung solcher Verfahren ist generell nur sinnvoll, wenn sich im betrachteten Gebiet keine strukturellen Änderungen der Nachfrage oder des Straßennetzes ergeben haben. Ebenso gilt, dass sich bei Kenntnis über eine Stagnation der Verkehrsentwicklung im betrachteten Gebiet eine Fortschreibung erübrigt. In diesen Fällen können die vorhandenen Zählergebnisse weitergenutzt werden.

Liegt eine allgemeine Verkehrsentwicklung vor, ist eine Fortschreibung der Ergebnisse vorzunehmen. Im Vergleich unterschiedlicher Fortschreibungsverfahren, die auf den verkehrlichen Entwicklungen an zugeordneten Dauerzählstellen basieren, konnte nachgewiesen werden, dass die Fortschreibung der Zählergebnisse auf diese Weise zu empfehlen ist. Vor dem Hintergrund derzeit nur schwacher Verkehrsentwicklungen sind die Unterschiede der Verfahren relativ gering.

Da sich Dauerzählstellen überwiegend auf Bundesfernstraßen oder Landes- und Staatsstraßen befinden, sind diese Verfahren in der Regel auf diese Straßenklassen begrenzt.

Bei der Auswertung der Dauerzählstellen ist darauf zu achten, dass die dort auftretenden Veränderungsraten auf Plausibilität geprüft werden. Extreme Veränderungen, die auf externe Einflüsse, z. B. Baustellen, zurückzuführen sind, sollten entweder auf Grenzwerte gesetzt werden oder die auffällige Dauerzählstelle kann bei einer ausreichenden Anzahl vergleichbarer Dauerzählstellen aus der Betrachtung ausgeschlossen werden.

Es zeigt sich eindeutig, dass Verfahren, die auf Standardganglinien entsprechend der neuen RAS-W basieren, deutliche Genauigkeitsvorteile gegenüber einer reinen Flächenregionseinteilung gemäß der SVZ besitzen.

Zur Fortschreibung werden Veränderungsindizes der jeweiligen Ganglinienkombinationen aus den Dauerzählstellen für die Fahrzeug- und Fahrt-

zweckgruppen abgeleitet, mit denen die DTV-Werte der einzelnen Gruppen des Basisjahres multipliziert werden.

Zur Berechnung der MSV-Werte sollten die Anteilswerte aus der ursprünglichen Zählung übernommen werden.

Für diese Vorgehensweise wäre es hilfreich, wenn zukünftig die Auswertungen von Dauerzählstellen bereits die Angaben über die vorliegenden Ganglinienkombinationen nach der neuen RAS-W enthalten würden.

Ausblick

Im Rahmen der derzeitigen Überarbeitung des HBS soll an der Bemessung anhand einer maßgebenden Stunde festgehalten werden. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass von Seiten der Verkehrsstatistik die hierfür erforderlichen Kenngrößen bereitgestellt werden. Dies betrifft insbesondere zwei Bereiche:

- Für die Auswertung der SVZ 2010 sowie zukünftiger Straßenverkehrszählungen wird eine Veränderung der Auswertemethodik für die Landstraßen empfohlen. Sowohl für die Ermittlung des MSV-Wertes als auch des zugehörigen b_{SV} -Wertes sollte auf die in diesem Forschungsprojekt vorgeschlagenen Verfahren umgestellt werden.
- Bei der Auswertung der Dauerzählstellen sollte die Kenngröße b_{SV} überdacht werden, die sich derzeit nur auf die Stunde der maßgeblichen Verkehrsstärke (30. Stunde) bezieht. Wie dargestellt ist dieser SV-Anteil in vielen Fällen keine geeignete Bemessungsgröße. Die Statistik sollte in diesem Zusammenhang eine robustere Kenngröße wie beispielsweise der in diesem Forschungsvorhaben verwendete maximale SV-Anteil der 11 um die Bemessungsstunde liegenden Stunden (inkl. der Bemessungsstunde) heranziehen.

Auch die vorgeschlagene Fortschreibung von Verkehrsmengendaten aus vorangegangenen Jahren erfordert eine Menge an Eingangsdaten, die aus der Verkehrsstatistik zur Verfügung gestellt werden können. Neben der Bereitstellung der Ganglinienkombinationen wäre auch eine direkte Bereitstellung der jährlichen Fortschreibungsfaktoren nach dem Ganglinienverfahren (RAS-W) wünschenswert. Wenn dies sowohl auf Bundes- als auch auf

Landesebene erfolgen würde, könnte der Anwender selbst einheitliche Fortschreibungen für Bundes- und Landes-/Staatsstraßen vornehmen. Aufgrund der bisher nur in geringem Umfang auf Kreisstraßen vorhandenen Dauerzählstellen ist hier die Datenverfügbarkeit im Einzelfall zu prüfen und gegebenenfalls sind aktuelle Zählungen vorzuziehen.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurde die grundsätzliche Frage, ob die Bemessung an einer einzigen Stunde angemessen sei, nicht behandelt. Die Diskussionen um diese Frage zeigen immer wieder, dass für die Wahl dieser Stunde keine angemessenen Beurteilungskriterien bereitstehen. Versuche anhand von volkswirtschaftlichen Kriterien, wie beispielsweise monetarisierter Verlustzeiten, scheitern immer wieder daran, dass die Verlustzeiten als alleiniges Entscheidungskriterium nicht ausreichen. Vielmehr müssen die (Ausbau-)Kosten zur Vermeidung dieser Verlustzeiten volkswirtschaftlich mit ins Kalkül gezogen werden.

Eine derartige Abwägung geschieht derzeit im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, die neben den auf der Basis einer Gesamtjahresanalyse ermittelten Verlustzeiten als Eingangsgröße entsprechende Investitionskosten erfordern, die (idealtypisch) auf der Basis eines entsprechenden Entwurfs ermittelt werden. Für genau diesen Entwurf jedoch benötigen die Planer Anhaltspunkte, welche Entwurfsparameter zugrunde zu legen sind. Diese lassen sich derzeit nur unter Zuhilfenahme der maßgebenden Verkehrsstärke ableiten.

Eine Lösung dieses „Zirkelschlusses“ ist nur über eine stärkere iterative Verzahnung von Bemessung/Entwurf und Wirtschaftlichkeitsuntersuchung möglich. Im Falle von Ausbauprojekten wäre auch eine Umkehrung der Abläufe möglich. Dabei würden zunächst die monetarisierten Verlustzeiten für die Bezugssituation ohne Ausbau auf der Basis von Ganzjahresanalysen ermittelt werden, um darauf aufbauend zu schätzen, welche Investitionen in Ausbaumaßnahmen und welcher Ausbauzustand volkswirtschaftlich tragfähig wären.

6 Literatur

- ARNOLD, M. (2005): Dauerlinien und für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen maßgebende Verkehrsstärken. *Straßenverkehrstechnik* 49, Nr. 11, S. 553-558
- ARNOLD, M., BÖTTCHER, S. (2005): Bemessungsverkehrsstärken vor dem Hintergrund sich verändernder Pegel – deskriptive Analyse von Dauerlinien und Schätzung von Dauerlinienkennwerten auf der Basis von Kurzzeitzählungen. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 922
- ARNOLD, M., DAHME, J., HEDELER, M., WÖPPEL, H.-D. (2008): Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitzählungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 1007
- BRILON, W., GEISTEFELDT, J., REGLER, M. (2005): Zufallscharakter der Kapazität von Autobahnen und praktische Konsequenzen – Teil 1 und 2. *Straßenverkehrstechnik* Nr. 3, S. 136-144, und Nr. 4, S. 195-201
- BRILON, W., ZURLINDEN, H. (2003): Überlastungswahrscheinlichkeit und Verkehrsleistung als Bemessungskriterium für Straßenverkehrsanlagen. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 870
- BRILON, W., HOHMANN, S., ESTEL, A., BAUM, H., KRANZ, T., MANZ, W. (2010): Ermittlung der geeigneten Verkehrsnachfrage als Bemessungsgrundlage von Straßen. Zwischenbericht zum FE 03.0440/2008/AGB im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen
- FITSCHEN, A. (2009): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Verkehrstechnik*, Heft V 178
- HBS (2001): *Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen* – Ausgabe 2001. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- KATHMANN, T., ZIEGLER, H., THOMAS, B. (2009): *Straßenverkehrszählung 2005 – Methodik*. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Verkehrstechnik*, Heft V 179

- LENSING, N., MAVRIDIS, G., TÄUBNER, D. (1993): Typisierung von Dauerlinien stündlicher Verkehrsstärken des Kfz-Verkehrs nach Fahrtzweckgruppen und langfristige Veränderungen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 657
- RATZENBERGER, R., ARNOLD, M., BÖTTCHER, S. (2003): Langfristige Prognose der Verkehrsqualität auf ausgewählten Bundesautobahnen. Im Auftrag des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs e. V.
- SHARMA, S. C., OH, J. Y. (1989): Prediction of design hourly volume from road users' perspective. Journal of Transportation Engineering 115, Nr. 6, S. 646-660
- SNIZEK, S., STEIERWALD, G., STEINBACH, J. (1988): Anforderungs- und Leistungsprofile von Straßen (ALS). Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 358
- WALTHER, C., WASSMUTH, V., WIECZOREK, T., TSCHARAKTSCHIEW, S., JOHÄNNING, K. (2009): Verbesserung der Methoden zur Prognose von Kfz-Bemessungsverkehrsstärken. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1023
- ZIEGLER, H. et al. (2010): Erarbeitung neuer Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Wirtschaftlichkeitsberechnungen (RAS-W) mit Aktualisierung der Nutzen- und Kostenkomponenten. Entwurf des Endberichts zum AP 1 „Verkehrsmengengerüst“ zum FE 23.0009/2006 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2008

- V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM₁₀-Emissionen von Straßen
Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler € 14,50
- V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen, Kofmann € 26,00
- V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung
Kocher, Brose, Siebertz € 14,50
- V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit
Frost, Schulze € 15,50
- V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen
Wermuth, Wulff € 15,50
- V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen
Roos, Zimmermann, Riffel, Cyra € 16,50
- V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)
Weinert, Vengels € 17,50
- V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenerporiger Straßenbeläge
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00
- V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PM_x-Belastung an Straßen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, Becker, Richter, Schmidt € 29,00
- V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

2009

- V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw
Schulze, Hübel € 13,00
- V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50
- V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen € 26,00
- V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50
- V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn
Hausmann € 14,50

- V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50
- V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00
- V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00
- V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern
Alrutz, Bohle, Müller, Prahlow, Hacke, Lohmann € 19,00
- V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00
- V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst
Badelt, Moritz € 17,00
- V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes
Kirschfink, Aretz € 16,50

2010

- V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00
- V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM₁₀-Belastung an Straßen
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50
- V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Lank, Steinauer, Busen € 29,50
- V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme
Gärtner, Egelhaaf € 14,00
- V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen
Klöckner € 14,50
- V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50
- V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Londong, Meyer € 29,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen € 16,00
- V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50
- V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50
- V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz,
Sommer, Wermuth € 18,00

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM₁₀-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann,
Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM₁₀-Belastung
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009
Fitschen, Nordmann € 27,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

V 209: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2008/2009
Beer, Surkus, Kocher € 14,50

2012

V 210: Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)
Maier, Berger € 18,50

V 211: Innliegende Linkseinfädeltstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts und im Vorfeld bebauter Gebiete
Richter, Neumann, Zierke, Seebo € 17,00

V 212: Anlagenkonzeption für Meistereigehöfte – Optimierung von Arbeitsabläufen
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 213: Quantifizierung von Verkehrsverlagerungen durch Baustellen an BAB
Laffont, Mahmoudi, Dohmen, Funke-Akbiyik, Vieten € 18,00

V 214: Vernetzungseignung von Brücken im Bereich von Lebensraumkorridoren
Schmellekamp, Tegethof
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 215: Stauprävention auf BAB im Winter
Kirschfink, Poschmann, Zobel, Schedler € 17,00

V 216: Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)
Lippold, Weise, Jähig € 17,50

V 217: Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen
Alrutz, Bachmann, Rudert, Angenendt, Blase,
Fohlmeister, Häckelmann € 18,50

V 218: Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalösungen
Hausmann € 16,00

V 219: Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter
Roos, Zimmermann, Schulz, Riffel € 16,50

2013

V 220: Maßnahmen zur Bewältigung der besonderen psychischen Belastung des Straßenbetriebsdienstpersonals – Pilotstudie
Pöpping, Pollack, Müller € 16,00

V 221: Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen
Arnold, Kluth, Ziegler, Thomas € 18,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Komplettverzeichnis erhältlich.