
Straßenverkehrszählung 2021 Methodik der manuellen Zählungen und der temporären Messungen

Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für
Straßenwesen

Straßenverkehrszählung 2021

Methodik der manuellen Zählungen und der temporären Messungen

von
Christiane Schneider
Michael Pelzer
Peter Dick
Erric Gallus
AVISO GmbH Aachen

Beratung durch
Norbert Lensing

Fachveröffentlichung
Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen

Impressum

Referat: V2 - Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Verkehrsstatistik

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

Gestaltungskonzept:
MedienMélange:Kommunikation

Bergisch Gladbach, Juni 2023

Inhalt

1	Vorbemerkung	7
2	Erhebungsplan	10
2.1	Zählabschnitte	10
2.2	Zähltermine der manuellen Zählungen (MZ)	10
2.3	Zählumfang je Zählstelle der manuellen Zählungen (MZ)	12
2.4	Zählplanung der temporären Messungen (TM)	13
2.5	Fahrzeugarten	14
2.6	Zählstellenverzeichnis	14
2.7	Zähldaten der manuellen Zählungen (MZ)	17
2.7.1	Prüfungen der Zähldaten-Eingabe	17
2.7.2	Bearbeitungsstand der Zähldaten	18
2.7.3	Plausibilitätsprüfungen	19
2.8	Zähldaten der Temporären Messungen (TM)	22
2.9	Automatische Dauerzählstellen	23
3	Hochrechnung der manuellen Zählungen (MZ)	26
3.1	Überblick	26
3.2	Zählstellen in Streckenzügen	27
3.2.1	Bildung von Streckenzügen	27
3.2.2	Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren	28
3.2.3	Hochrechnung der Zählstellen in den Streckenzügen	29
3.3	Zählstellen in Flächenregionen	35
3.3.1	Bildung von Flächenregionen	35
3.3.2	Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren	38
3.3.3	Hochrechnung der Zählstellen	40
3.3.4	Hochrechnungsbeispiel	44
3.3.5	Besonderheiten für Fahrtzweckgruppen und DTV_{NZB}	50

3.4	Sonderfälle der Hochrechnung	51
3.4.1	Unvollständige Zählzeiten	51
3.4.2	Fehlende Zählungen an Sonderzähltagen	51
3.4.3	Zählstellen mit Reduktion	52
4	Hochrechnung und Fortschreibung der Temporären Messungen (TM)	54
4.1	Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren	55
4.2	Hochrechnung im Zähljahr	56
4.3	Fortschreibung der Verkehrsdaten auf 2021	57
5	Bemessungsverkehrsstärken	59
5.1	Kennwerte aus dem HBS 2015	59
5.2	MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für Zählstellen in Streckenzügen	59
5.3	MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für manuelle Zählstellen (MZ) in Flächenregionen	60
5.4	MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für Temporäre Messungen (TM) in Flächenregionen	62
6	Berechnung von Lärmkennwerten	63
6.1	RLS-90	63
6.2	RLS-19	64
6.3	Lärmkennwerte für Zählstellen in Streckenzügen	65
6.4	Lärmkennwerte für Zählstellen in Flächenregionen	66
7	Ergebnisse	69
7.1	Prüfung der finalen Verkehrskenngrößen	69
7.2	Änderungen gegenüber der SVZ 2015	70
7.3	Hinweise für zukünftige Zählungen	71
	Abkürzungsverzeichnis	75

1 Vorbemerkung

Zur Ermittlung der Verkehrsentwicklung und zur Bereitstellung der Verkehrsstärken auf den Bundesfernstraßen – Bundesautobahnen und Bundesstraßen – fand im Jahr 2021 wieder eine bundesweite Straßenverkehrszählung (SVZ 2021) statt. Die im üblichen Fünfjahres-Turnus für das Jahr 2020 geplante Straßenverkehrszählung war aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie im Jahr 2020 auf das Jahr 2021 verschoben worden.

Die Zählungen wurden nach einheitlichen Richtlinien von den Straßenbauverwaltungen der Länder und der Autobahn GmbH des Bundes organisiert. Die Erhebungen fanden grundsätzlich auf Freien Strecken statt. Die Länder konnten in eigener Zuständigkeit über die Einbeziehung von Ortsdurchfahrten entscheiden.

Zudem wurden in den meisten Bundesländern zeitgleich auch Zählungen auf Landes-, Staats- und Kreisstraßen durchgeführt, auf die hier im Weiteren nicht eingegangen wird, da hier ausschließlich die Bundesfernstraßen betrachtet werden.

Die Veröffentlichung der Straßenverkehrszählung 2021 auf Bundesfernstraßen erfolgt in der Schriftenreihe „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen“, Unterreihe V, unter den Titeln

- Straßenverkehrszählung 2021: Methodik der manuellen Zählungen und der temporären Messungen
- Straßenverkehrszählung 2021: Ergebnisse.

Die Dateien mit den detaillierten Angaben zu den Verkehrsbelastungen der einzelnen Bundesfernstraßen-Abschnitte im Außerortsbereich stehen auf der Homepage der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zum Download unter www.bast.de/svz bereit.

Die im Jahr 2021 im Bundesgebiet durchgeführte Straßenverkehrszählung ist hinsichtlich des Erhebungsverfahrens und der Hochrechnung weitgehend vergleichbar mit den Zählungen der vergangenen Jahre. Die manuellen Erhebungen wurden - wie in der Vergangenheit - in Form von Kurzzeitzählungen an ausgewählten Tagen auf dem überörtlichen Straßennetz durchgeführt. In einigen Bundesländern wurden auch temporäre Zählungen mit Seitenradargeräten für ausgewählte Zählwochen durchgeführt.

Die Zählwerte der Autobahn-Querschnitte wurden wieder mit streckenzugsbezogenen Faktoren auf die Zielgrößen DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke aller Tage des Jahres), MSV (maßgebende stündliche Verkehrsstärke aller Stunden des Jahres, Bemessungsverkehrsstärke) und Werte für Lärmberechnungen hochgerechnet. Bei den Zählwerten des übrigen Straßennetzes wurden diese Zielgrößen überwiegend mit flächenbezogenen Faktoren ermittelt.

Die Methodik der Erhebung und Hochrechnung der als Kurzzeitzählungen konzipierten manuellen Zählungen (MZ) auf die für die Planung relevanten Zielgrößen basiert auf den im Rahmen eines Forschungsauftrages des Bundesministeriums für Verkehr aus dem Jahr 1978 gewonnenen Erkenntnissen /SCHMIDT 1978/. Eine Aktualisierung der Methodik - insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Aufwandsreduktion - erfolgte in einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen veranlassten Untersuchung im Jahr 1998 /LAFFONT 1998/. Anlassbezogene Aktualisierungen der Methodik ergaben sich

dann jeweils bei den einzelnen Straßenverkehrszählungen, letztmalig mit der Straßenverkehrszählung 2015 /SCHMIDT 2020/, und werden in den jeweiligen Methodik-Berichten erläutert.

Die Grundlagen der Methodik der Erhebung und Hochrechnung der temporären Messungen (TM) wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mobilen Mess-Systemen“ erarbeitet /SCHMIDT 2013/. Erstmals war bei der SVZ 2015 in einigen Bundesländern ein Teil der Zählungen mit Seitenradargeräten durchgeführt worden. In der SVZ 2021 wurden Seitenradarsysteme für temporäre Messungen in einem größeren Umfang von insgesamt 8 Bundesländern eingesetzt.

Die Zähldaten aller Zählstellen, die manuell gezählt wurden, wurden von den Straßenbauverwaltungen über die von der BAST entwickelte Web-Anwendung SVZ-Online erfasst. Erste Aufbereitungen und Auswertungen erfolgten in der zentralen Datenbank bei der BAST, die eigentlichen Hochrechnungen erfolgten beim Auswertebüro.

Auch für die Zähldaten der temporären Messungen gibt es in SVZ-Online eine Import-Möglichkeit, um die Daten im definiertem TM-Austauschformat in die Datenbank aufzunehmen. Dies wurde von einigen Bundesländern genutzt, andere haben die Daten direkt dem Auswertebüro in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung gestellt.

Eine Übersicht der angewandten Methodik zur Hochrechnung der Zähldaten auf Jahreskenngrößen zeigt Bild 1. Aus den Daten der Dauerzählstellen werden alle relevanten Hochrechnungsfaktoren abgeleitet. Diese wurden zum einen für die Hochrechnung der manuellen Zählungen aus dem Jahr 2021 auf Jahreskennwerte benötigt. Zum anderen wurden entsprechende Hochrechnungsfaktoren auch für die Hochrechnung der Temporären Messungen (TM) benötigt. Da TM-Zählungen nicht nur im Jahr 2021, sondern auch in den Jahren davor durchgeführt wurden, mussten die ermittelten Jahreskenngrößen der früheren Jahre auf das Jahr 2021 fortgeschrieben werden.

Im Ergebnis liegen für alle Zählstellen Jahreskenngrößen für das Jahr 2021 vor. Ausgehend von dieser Basis wurden im Weiteren die Bemessungsverkehrsstärken und Lärmkennwerte pro Zählstelle berechnet. Abschließend wurden pro Bundesland und Straßenklasse mittlere DTV-Werte und daraus die Jahresfahrleistungen auf den Bundesfernstraßen ermittelt.

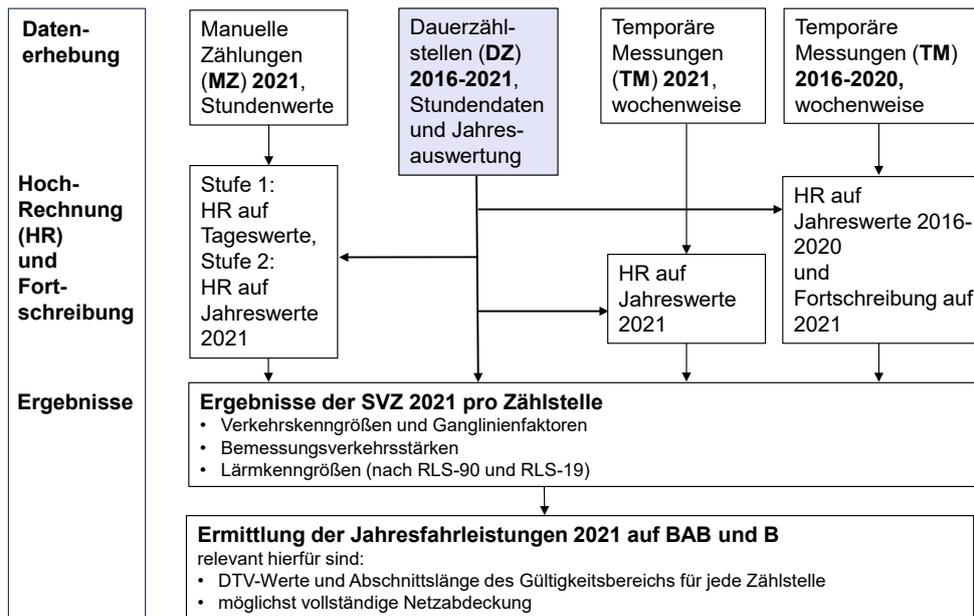


Bild 1: Übersicht zur Methodik der Hochrechnung der Zähldaten von manuellen Zählungen und TM-Zählungen im Rahmen der SVZ 2021

Der vorliegende Bericht enthält eine detaillierte Beschreibung der Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik der manuellen Zählungen und der temporären Messungen zur Ermittlung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken sowie eine Darstellung der Berechnung von weiteren verkehrlichen Kenngrößen (Bemessungsverkehrsstärken und Werte für Lärmberechnungen), für die eine vorherige Ermittlung der DTV-Werte Voraussetzung ist.

Die methodischen Erläuterungen werden ergänzt durch beispielhafte Berechnungen. Außerdem werden Änderungen im Vergleich zur Methodik der Straßenverkehrszählung 2015 erläutert.

Die Beschreibung der Methodik der manuellen Zählungen entspricht im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse in großen Teilen dem Methodik-Bericht der SVZ 2015 /SCHMIDT 2020/.

Im Jahr 2021 waren einige Zählstellen bzw. Zählungen vor allem in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz von der großen Flutkatastrophe im Juli 2021 betroffen. Nach Sichtung und Diskussion der vorliegenden Daten und Informationen zu den betroffenen Zählstellen wurde entschieden, die Methodik der Hochrechnung auch für diese Zählstellen unverändert anzuwenden. Ziel war es, ein Verkehrsbild für das Jahr 2021 zu ermitteln.

2 Erhebungsplan

Die Straßenverkehrszählung ist grundsätzlich als räumliche Totalerhebung konzipiert. Die Zählungen selbst wurden als zeitliche Stichprobe durchgeführt.

Die Dateneingabe aus den Zählblättern der manuell durchgeführten Zählungen erfolgte für die SVZ 2021 wie in 2015 webbasiert mittels des von der BAST entwickelten Programms SVZ-Online, d.h. die Zähldaten wurden von den Straßenbauverwaltungen zentral auf einem bei der BAST vorhandenen Server abgelegt. Dies geschah entsprechend auch für die manuellen Zählungen, die per Videosystem erfasst und im Nachgang manuell am Bildschirm ausgezählt wurden.

Die Dateneingabe der Zähldaten der temporären Messungen erfolgte je nach Bundesland unterschiedlich. Teilweise wurden die Daten im TM-Austauschformat oder in einem Rohdaten-Format auf dem zentralen Server bei der BAST über SVZ-Online abgelegt. Teilweise wurden die Daten direkt dem Auswertebüro, meist in einem Rohdaten-Format, zur Verfügung gestellt. Daher mussten die TM-Zähldaten zunächst alle in ein einheitliches Datenformat überführt werden.

2.1 Zählabschnitte

Die Zählstellenverzeichnisse der vorherigen Zählung 2015 wurden von der BAST für die SVZ 2021 anhand der Informationen aus dem Bundesinformationssystem Straße (BISStra) für das Bundesfernstraßennetz aktualisiert. Weiterhin wurden alle von den Ländern bereit gestellten Informationen zum klassifizierten Straßennetz aus den Straßeninformationsbanken (SIB) aufbereitet und von der BAST in die Zählstellenverzeichnisse integriert, so dass den Ländern voraktualisierte Verzeichnisse zur Verfügung gestellt werden konnten.

Auf Basis dieser Daten sind die Freien Strecken der Straßen des überörtlichen Verkehrs in Zählabschnitte mit möglichst gleichbleibender Verkehrscharakteristik und Verkehrsstärke unterteilt. Für jeden dieser Zählabschnitte ist eine Zählstelle vorgesehen, die im Zählstellenverzeichnis in SVZ-Online angelegt und mit allen relevanten Attributen und Informationen beschrieben ist. In der Regel waren diese Abschnitte, abgesehen von Neubaustrecken, mit denen der vorhergehenden Straßenverkehrszählung identisch, so dass eine Vergleichbarkeit mit früheren Zählungen gewährleistet ist.

2.2 Zähltermine der manuellen Zählungen (MZ)

Die Termine für die manuellen Zählungen wurden vom Auswertebüro für jedes Bundesland vorgeschlagen, mit den Länderverwaltungen abgestimmt und in den „Richtlinien für die Straßenverkehrszählungen 2020 im Jahre 2021 auf den Bundesfernstraßen“ definiert. Bei der Festlegung dieser Terminvorschläge wurden sowohl die Feiertags- und Ferienkonstellationen des jeweiligen Bundeslandes als auch die der angrenzenden Bundesländer und des benachbarten Auslandes berücksichtigt. Ebenso wurden Termine von größeren Messen und anderen Großveranstaltungen in den einzelnen Bundesländern recherchiert und bei der Festlegung der Zähltag beachtet. Damit sollte gewährleistet werden, dass an den Zähltagen weitgehend normale, von Besonderheiten unbeeinflusste Verkehrsverhältnisse herrschten. Tab. 1 zeigt beispielhaft die Zähltermine für das Bundesland Niedersachsen.

Zähltermine der Straßenverkehrszählung 2021

Niedersachsen

Monat	Normalwerktag			Freitag	Sonntag
April	Di 20.	Mi 21.	Do 22.	Fr 23.	So 25.
	Di 27.	Mi 28.	Do 29.	Fr 30.	
Mai	Di 04.	Mi 05.	Do 06.	Fr 07.	So 09.
	Di 11.	Mi 12.			
	Di 18.	Mi 19.	Do 20. Do 27.	Fr 28.	So 30.
Juni	Di 01.	Mi 02.	Do 03.*	Fr 04.	So 06.
	Di 08.	Mi 09.	Do 10.	Fr 11.	So 13.
	Di 15.	Mi 16.	Do 17.	Fr 18.	So 20.
	Di 22.	Mi 23.	Do 24.	Fr. 25.	So 27.
Juli	Di 29.	Mi 30.			
	Di 06.	Mi 07.	Do 01. Do 08.	Fr 02.* Fr 09.	So 04.* So 11.
September	Di 13.	Mi 14.	Do 15.		
	Di 07.	Mi 08.	Do 09.	Fr 03. Fr 10.	So 05. So 12.
	Di 14.	Mi 15.	Do 16.	Fr 17.	So 19.
	Di 21.	Mi 22.	Do 23.	Fr 24.	So 26.
Oktober	Di 28.	Mi 29.	Do 30.		
	Di 05.	Mi 06.	Do 07.	Fr 08.	So 10.
	Di 12.	Mi 13.	Do 14.		
Ferienwerktag					
April	Di 06.	Mi 07.	Do 08.		
Juli	Di 27.	Mi 28.	Do 29.		
August	Di 03.	Mi 04.	Do 05.		
	Di 10.	Mi 11.	Do 12.		
	Di 17.	Mi 18.	Do 19.		
	Di 24.	Mi 25.	Do 26.		

An den **fettgedruckten** Terminen ist bevorzugt zu zählen.

Zusätzliche Zähltag für Bundesautobahnen:

Freitage: 02. Juli 16. Juli 01. Oktober

Sonntage: 04. Juli 18. Juli

*: Soweit nicht vom Feiertagsverkehr bzw. Ferienbeginn in Nordrhein-Westfalen oder Hessen beeinflusst

Tab. 1: Zähltermine der SVZ 2021 (Beispiel Niedersachsen)

Aus diesen Terminvorschlägen wurden von den Straßenbauverwaltungen die beiden Zähltag für jede Tagesgruppe (vgl. Kap. 2.3) ausgewählt.

An den Normalwerktagen waren jeweils ein Zähltag in das 1. Halbjahr (vor den Sommerferien) und einer in das 2. Halbjahr (nach den Sommerferien) zu legen. Zwischen den beiden Freitagen und den beiden Sonntagen sollten jeweils mindestens 4 Wochen und zwischen den beiden Ferienwerktagen mindestens 2 Wochen liegen.

Bei den vom Auswertebüro vorgeschlagenen Zählterminen konnten regional begrenzte Veranstaltungen (Feiern, kleinere Messen, Sportveranstaltungen, ...) nicht berücksichtigt werden. Deshalb war bei der endgültigen Festlegung der Zähltag auch seitens der Straßenbauverwaltungen noch einmal darauf zu achten, dass an den ausgewählten Zähltag ein weitgehend normaler Verkehrsablauf gewährleistet war.

Im Jahr 2021 waren von der Flutkatastrophe im Juli 2021 insbesondere Teilgebiete in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen stark betroffen. Aufgrund der Überschwemmungen waren neben den dramatischen Folgen für die Menschen in diesen Regionen auch große Schäden an der Verkehrsinfrastruktur entstanden, Straßen waren teilweise langfristig gesperrt, Brücken zerstört. Für diese Regionen wurde der Zeitraum für

Zählungen im 2. Halbjahr verlängert und zusätzliche Zähltermine bis Ende Oktober im Rahmen der SVZ zugelassen, um die durch die außergewöhnliche Extremsituation nicht möglichen Zählungen ggf. zu einem späteren Zeitpunkt noch durchführen zu können, wenn auch unter veränderten Randbedingungen.

2.3 Zählumfang je Zählstelle der manuellen Zählungen (MZ)

Zur Abstufung des Erhebungsaufwandes wurden die Zählstellen, die manuell gezählt wurden, in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe A: Zählstellen an Bundesautobahnen sowie Zählstellen des nachgeordneten Netzes mit $DTV > 7.000$ Kfz/24h.

Gruppe B: Zählstellen des nachgeordneten Netzes mit $DTV \leq 7.000$ Kfz/24h.

Die Zuordnung der Zählstellen zur jeweiligen Gruppe erfolgte bei Zählstellen, die bereits bei der Zählung 2015 vorhanden waren, durch die BASt anhand der damals berechneten DTV-Werte.

Die Straßenbauverwaltungen konnten die Gruppenzugehörigkeit dieser Zählstellen dem Zählstellenverzeichnis in SVZ-Online entnehmen und ggf. ändern. Für Zählstellen, an denen 2021 erstmals gezählt wurde, erfolgte die Gruppenzuordnung durch Schätzung der Verkehrsstärke seitens der Straßenbauverwaltungen. Eine Übersicht über den Zählumfang je Zählstellengruppe enthält Tab. 2.

Im Normalfall wurde bei Zählungen der Gruppe A an insgesamt 8 Tagen (2 Normalwerktage, 2 Freitage, 2 Ferienwerktage und 2 Sonntage) gezählt. An den Werktagen fanden die Zählungen in der Zeit von 15 – 18 Uhr, an den Sonntagen von 16 – 19 Uhr und an den beiden Normalwerktagen zusätzlich vormittags in der Zeit von 7 – 9 Uhr statt. Insgesamt ergab sich für eine A-Zählstelle somit ein Zählaufwand von 28 Stunden je Zählstelle.

Bei den Zählstellen der Gruppe B wurde an insgesamt 6 Tagen (2 Normalwerktage, 2 Ferienwerktage und 2 Sonntage) gezählt. An den Werktagen fanden die Zählungen in der Zeit von 15 – 18 Uhr, an den Sonntagen von 16 – 19 Uhr statt. Vormittagszählungen an den Normalwerktagen wurden nicht durchgeführt. Insgesamt ergab sich für eine B-Zählstelle ein Zählaufwand von 18 Stunden.

Freie Strecken und Ortsdurchfahrten	
Zst.-Gruppe A (DTV > 7.000 Kfz/24h)	Zst.-Gruppe B (DTV ≤ 7.000 Kfz/24h)
2 Normalwerktage (Di, Mi, Do) jeweils 7-9 und 15-18 Uhr d.h. insgesamt 5 h	2 Normalwerktage (Di, Mi, Do) jeweils 15-18 Uhr d.h. insgesamt 3 h
2 Freitage jeweils 15 - 18 Uhr, d.h. insgesamt 3 h	
2 Ferienwerktage (Di, Mi, Do) jeweils 15-18 Uhr, d.h. insgesamt 3 h	
2 Sonntage * jeweils 16-19 Uhr, d.h. insgesamt 3 h	
insgesamt 8 Zähltag bzw. 28 Zählstunden	insgesamt 6 Zähltag bzw. 18 Zählstunden

* abw eichend von den anderen Tagen finden die Sonntags-Zählungen nachmittags von 16-19 Uhr statt

Tab. 2: Zählzeiten der Straßenverkehrszählung 2021

Bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen konnte der Zählaufwand bei beiden Zählstellengruppen reduziert werden. Grundlagen für solche Reduktionen waren im Rahmen einer Untersuchung /LAFFONT 1998/ geschaffen worden, die im Vorfeld der Straßenverkehrszählung 2000 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr durchgeführt wurde. Unterschieden wurde dort nach 3 Reduktionsarten:

- Reduktionsart 1: Vollständiger Verzicht auf Zählungen: Die Ergebnisse werden von einem benachbarten Zählquerschnitt mit 8+1 Dauerzählstellen übertragen.
- Reduktionsart 2: Verzicht auf Zählungen an den sog. Sonderzähltagen (Freitage/Sonntage/Ferienwerktage): Die verkehrlichen Gegebenheiten an diesen Tagen werden aus den Daten der SVZ 2015 an der betroffenen Zählstelle abgeleitet.
- Reduktionsart 3: Verzicht auf Zählungen an Sonderzähltagen: Die Daten werden aus einer Dauerzählstelle in räumlicher Nähe abgeleitet.

Von der BASt wurden die Reduktionsmöglichkeiten geprüft und in SVZ-Online hinterlegt, so dass die Länder nur solche Reduktionen auswählen konnten, die die Voraussetzung erfüllten.

2.4 Zählplanung der temporären Messungen (TM)

Wurden anstelle von manuellen Zählungen temporäre Messungen mit Seitenradargeräten durchgeführt, erstellten die jeweiligen Straßenbauverwaltungen eine Zählplanung über den Zeitraum von ursprünglich 5 Jahren (2016 bis 2020), infolge der Verschiebung der SVZ auf das Jahr 2021 auch noch mit Berücksichtigung des Jahres 2021.

Dies entspricht grundsätzlich der in /SCHMIDT 2013/ vorgeschlagenen Methodik zur Erhebung der Daten durch temporäre Messungen im Rahmen der SVZ. Damit ist gewährleistet, dass mit einer begrenzten Anzahl von Zählgeräten für ca. 20% der Zählstellen innerhalb des Zeitraums von 5 Jahren jede Zählstelle mindestens in einem Jahr gezählt werden kann.

Gemäß /SCHMIDT 2013/ sind jeweils Wochenzählungen durchzuführen, wobei innerhalb des Zähljahres 2 Wochen außerhalb der Ferienzeiten (1 Woche vor den Sommerferien und 1 Woche nach den Sommerferien) und eine Woche innerhalb der Sommerferien liegen sollte. Weitere Vorgaben zur Auswahl der Zählwochen gibt es nicht, so dass die Festlegung der Zählwochen ausschließlich durch die Straßenbauverwaltungen erfolgte.

2.5 Fahrzeugarten

Bei der Zählung 2021 wurde analog der SVZ 2015 nach 6 Fahrzeugarten differenziert (vgl. Bild 2). Dies entspricht den Vorgaben zur Fahrzeugartenaufteilung nach UN-ECE. Es werden die folgenden Fahrzeugarten unterschieden: Rad (1), Krad (2), LVm (3), Bus (4), LoA (5) und Lzg (6).

Die folgenden Teilaggregationen sind zusätzlich relevant:

- LV (Leichtverkehr): Fahrzeugarten 2 (Krad) und 3 (LVm)
- SV (Schwerverkehr): Fahrzeugarten 4 (Bus), 5 (LoA) und 6 (Lzg)
- SGV (Schwerer Güterverkehr): Fahrzeugarten 5 (LoA) und 6 (Lzg).

Bei den manuellen Zählungen wurden generell alle Kraftfahrzeuge gezählt (einschließlich motorisierter Zweiräder). Die Einbeziehung der Fahrräder (Fahrzeugart 1) in die Erhebungen war den Straßenbauverwaltungen freigestellt.

Fahrzeuge von Militärkolonnen wurden nicht gezählt, einzeln fahrende Militärfahrzeuge wurden genau wie landwirtschaftliche Fahrzeuge sowie Spezial- und Sonderfahrzeuge ihrer Bauart entsprechend einer der Fahrzeugarten 2 bis 6 zugeordnet.

Fz.-Gr	Lfd. Nr	Fahrzeugart	Erläuterungen	Symbole
	1	Fahrräder	Fahrräder und Fahrräder mit Elektro-Hilfsantrieb ohne Versicherungskennzeichen, Elektrokleinstfahrzeuge (z.B. Elektrotretroller)	
LV	2	Motorisierte Zweiräder	Fahrräder mit Hilfsmotor ¹ mit Versicherungskennzeichen, Kleinkrafträder (z. B. Mofas, Mopeds, Mokicks) mit Versicherungskennzeichen, Motorroller, Krafträder (auch mit Seitenwagen oder Laderaum), Trikes (motorisierte Dreiräder), Quads, Leicht- und Kleinkrafträder mit amtlichem Kennzeichen	
	3	Personenkraftwagen Lieferwagen	auch vergleichbare Fahrzeuge wie Kombinationskraftwagen, Krankenwagen, Kleinomnibusse (bis 9 Sitzplätze einschl. Fahrer), Pkw mit Anhänger (z.B. Gepäck- und Bootsanhänger, Wohnwagen), Wohnmobile und Transporter bis zu 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht (auch mit Anhänger)	  
SV	4	Kraftomnibusse	und Obusse mit 10 und mehr Sitzplätzen einschl. Fahrer (auch mit Anhänger), Gelenkbusse	
	5	Lastkraftwagen >3,5 t	mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht ohne Anhänger, mit einer oder mehreren Hinterachsen, einschl. Zugmaschinen (auch landwirtschaftliche) und Spezialfahrzeuge	
	6	Lastzüge	Lastkraftwagen mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht mit Anhänger, Sattelkraftfahrzeuge, Zugmaschinen mit Anhänger (auch landwirtschaftliche) und Spezialfahrzeuge mit Anhänger	 

Bild 2: Abgrenzung der Fahrzeugarten (Fahrzeugartenaufteilung nach UN-ECE Vorgaben, wie sie auch zur SVZ angewandt werden /BMVI 2021/)

2.6 Zählstellenverzeichnis

Das Zählstellenverzeichnis (ZV) der SVZ 2021 dient der Beschreibung der Zählstellen hinsichtlich der verwaltungstechnischen und räumlichen Zuordnung, der Charakterisierung

des Zählabschnittes sowie der Festlegung der Zählart und des Zählumfangs. Die Ausgangsdaten der SVZ 2015 waren auf ihre Gültigkeit bzgl. der Zählung 2021 zu überprüfen. Entscheidend war dabei die genaue Einhaltung der Richtlinien für die Straßenverkehrszählung im Jahre 2021 auf den Bundesfernstraßen. In 2021 erstmals zu zählende Querschnitte waren nach dem Netzstand 1. Juli 2021 mit allen notwendigen Angaben zu ergänzen, entfallende Zählstellen waren als gelöscht zu markieren.

Bei der Zählung 2021 wurde das Zählstellenverzeichnis wie in 2015 in SVZ-Online bearbeitet. Das dazu notwendige Programm war auf einem zentralen Server der BAST gespeichert. Im weiteren Text wird sowohl die Web-Anwendung zur Bearbeitung des Zählstellenverzeichnisses als auch die Eingabe der Zähldaten (siehe Kap. 2.7) unter dem Begriff SVZ-Online zusammengefasst.

Die Aktualisierung des Zählstellenverzeichnisses wurde zunächst auf Basis von Zulieferungen der Straßenbauverwaltungen der Bundesländer durch die BAST durchgeführt, ggf. ergänzt durch weitere Aktualisierungen in SVZ-Online durch die Straßenbauverwaltungen.

Durch eine ZV-Prüfung wurde sichergestellt, dass alle relevanten Angaben bezüglich der Zählstellenbeschreibung zur späteren Datenaufbereitung und Auswertung vorhanden und plausibel sind.

Es wurden dabei verschiedene Prüfungen auf Vollständigkeit und Plausibilität der Zählstelleninformationen anhand durch die BAST vorgegebener Kriterien innerhalb des Programms SVZ-Online durchgeführt und fehlende bzw. implausible Daten in Kommentarzeilen angezeigt. Hierzu gehörten z.B. fehlender Name der Zählstelle, Anfang und/oder Ende des Gültigkeitsbereichs, nicht plausible Fahrbahnbreitenklasse, fehlende Netzknoten und Längen. Je nach festgestellten Mängeln erhielten die Zählstellen den Status vollständig, Warnung, unplausibel oder unvollständig. Eine ausführliche Programmbeschreibung und Bearbeitungsanweisung zum Zählstellenverzeichnis in SVZ-Online für die Straßenverkehrszählung 2021 wurde von der BAST den Straßenbauverwaltungen zur Verfügung gestellt.

In einem nachgelagerten Schritt wurden die Daten des Zählstellenverzeichnisses vom Auswertebüro erneut überprüft, da einerseits die Mängel zum Teil noch bestanden und andererseits die Abfragen sich auf die Prüfung weiterer relevanter Daten erstreckten. Es wurde z.B. festgestellt, dass die Länge Freie Strecke teilweise nicht plausibel war (z.B. größer als die Gesamtlänge des Abschnittes oder unvollständig). Ferner fehlten Angaben zum Kreis-schlüssel oder zur Gemeindekennziffer (wichtig für die spätere Hochrechnung) u.ä. bzw. waren fehlerhaft. In einigen Fällen fehlten Angaben zur Verkehrsführung und/oder zur Anzahl der Fahrstreifen. Sämtliche Mängel bzw. zu prüfende Fälle wurden in Listen zusammengestellt und den zuständigen Straßenbauverwaltungen der Bundesländer zur Prüfung, Korrektur und Vervollständigung übergeben. Seit Anfang Januar 2020 waren auch die 10 Niederlassungen der Autobahn GmbH des Bundes in den Prozess der SVZ integriert und erhielten deshalb zusätzlich jeweils die Meldung der Prüflisten zu den Zählstellen in ihrem Zuständigkeitsbereich.

Weiterhin wurden die Angaben zu den Dauerzählstellen im ZV geprüft, um festzustellen, ob alle Dauerzählstellen, die im Rahmen der BAST-Jahresauswertungen 2021 über verwertbare Daten verfügten, im ZV enthalten, d.h. einer SVZ-Zählstelle zugeordnet waren. Nur diese DZ wurden später in die Ergebnisausgaben einbezogen. Daher wurden fehlende DZ im ZV nachgetragen bzw. der betreffenden Zählstelle zugeordnet, die diesen Zählabschnitt abdeckt. Dies betraf z.B. auch vereinzelt DZ mit längeren Lücken, denn diese waren im Rahmen der Jahresauswertungen mit Schätzwerten geschlossen worden und konnten

damit in die Auswertungen einbezogen werden. In einigen Fällen stimmten ferner die im ZV enthaltenen Zst.-Nummer der Dauerzählstellen nicht mit den vierstelligen Nummern der BAST überein. Weiterhin wurde in Einzelfällen dieselbe Dauerzählstelle fälschlicherweise mehreren Zählabschnitten zugeordnet. Es wurde darauf geachtet, dass jede DZ mit Verkehrswerten 2021 letztendlich eindeutig einer SVZ-Zählstelle zugeordnet war. Hierbei wurde auch überprüft, ob die Richtungszuordnung von DZ und SVZ-Zählstelle gleich war oder die Daten der DZ bei der Übernahme bzgl. der Richtung gedreht werden mussten.

In einer weiteren Analyse wurde ein Abgleich der neuen Zählstellen mit den inaktiven durchgeführt, um festzustellen, ob eine auf einem Zählabschnitt als inaktiv definierte Zählstelle fälschlicherweise durch eine neue Zählstelle ersetzt worden war, da dadurch kein Entwicklungsvergleich erfolgen konnte. Es sollte auch festgestellt werden, ob neue Zählstellen, die nicht als neu und umgekehrt alte Zählstellen, die als neu gekennzeichnet waren, auftreten. Abschließend wurde überprüft, dass alle Zählstellen, für die aktuelle Zähl-daten aus dem Jahr 2021 vorlagen, im ZV vorhanden und mit allen relevanten Angaben versorgt waren, unabhängig davon, ob diese Zählstellen im ZV als aktiv oder inaktiv gekennzeichnet waren.

Übersichten der aufgrund der Prüfungen auffälligen Zählstellen wurden den Straßenbauverwaltungen zur Verfügung gestellt. Darin waren pro Zählstelle die Auffälligkeiten über Kürzel aufgelistet und mit Erläuterungen gekennzeichnet. Über eine Filterfunktion konnten diese Zählstellen in SVZ-Online entsprechend von der Straßenbauverwaltungen zur weiteren Prüfung gefiltert und bei Bedarf Korrekturen vorgenommen werden.

Es wurden außerdem pro Bundesland mit Hilfe eines GIS-Systems Auswertungen zur Lage der Zählstellen im Straßennetz der Autobahnen und Bundesstraßen durchgeführt und die Abdeckung der Straßennetze mit den Gültigkeitsbereichen der SVZ-Zählstellen dargestellt und den Straßenbauverwaltungen zur Verfügung gestellt (vgl. Bild 3). Hierfür wurde über die Lage der Netzknoten der Zählstellen eine Zuordnung der Zählstellen zum BISStra-Netz (Stand Q3 2020) durchgeführt, wobei aufgrund der unterschiedlichen Stände des ZV und des BISStra-Netzes für einen kleinen Teil (<5%) keine Zuordnung möglich war. Auffälligkeiten wurden im Weiteren überprüft.

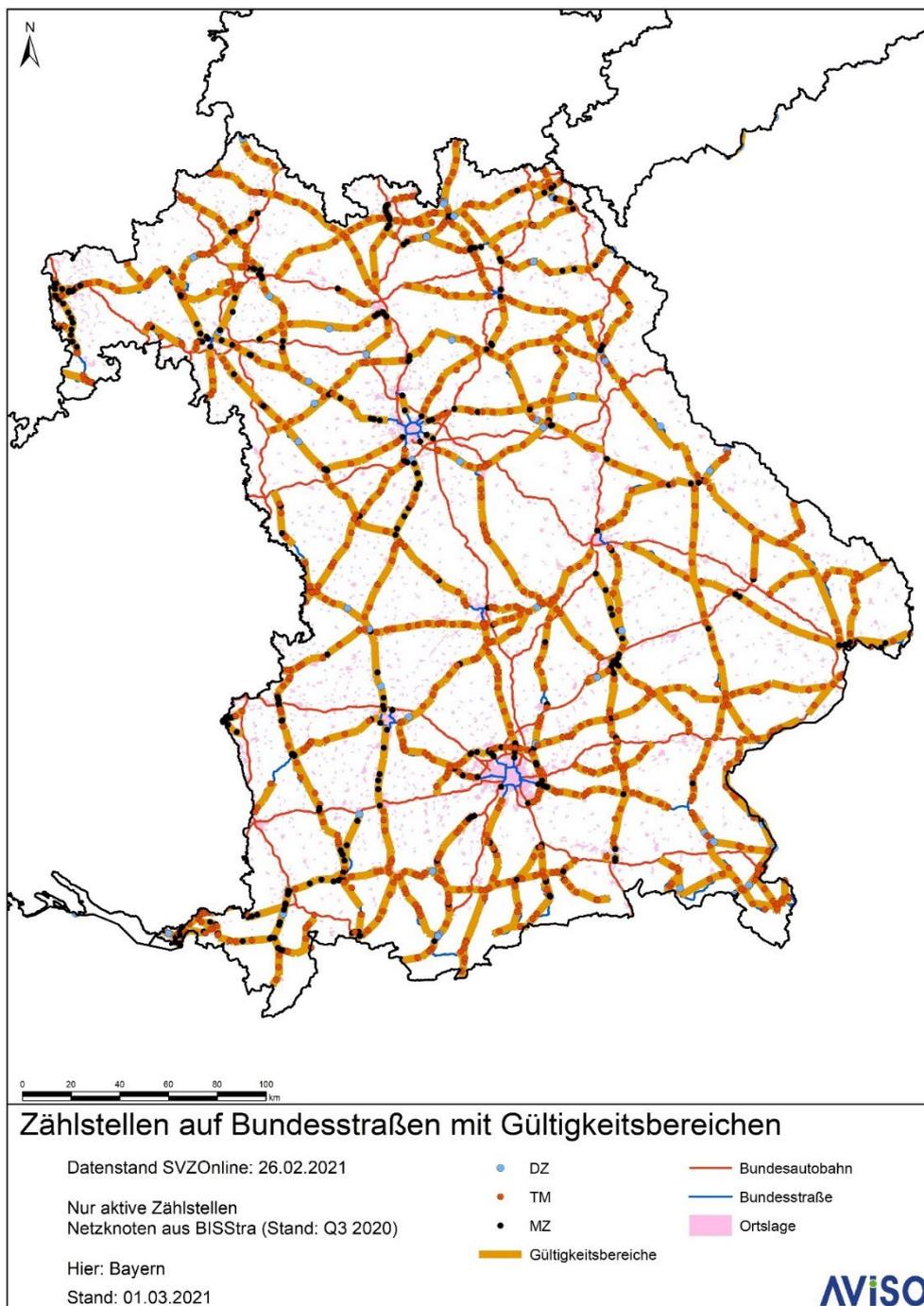


Bild 3: Lage der Zählstellen auf Bundesstraßen mit Kennzeichnung der Gültigkeitsbereiche (Beispiel Bayern)

2.7 Zähldaten der manuellen Zählungen (MZ)

2.7.1 Prüfungen der Zähldaten-Eingabe

Die Eingabe der Zähldaten durch die Straßenbauverwaltungen bzw. durch die beauftragten Zählbüros erfolgte wie beim ZV auf Basis von SVZ-Online. Mit dem Programm zur Zähldateneingabe konnten auch die Zählblätter zur Eintragung der durch das Zählpersonal manuell erfassten Zählwerte ausgedruckt werden. Eine ausführliche Programmbeschreibung und Bearbeitungsanweisung zur Zähldateneingabe in SVZ-Online für die Straßenverkehrszählung 2021 wurde von der BASt den Straßenbauverwaltungen zur Verfügung gestellt.

Bei der Dateneingabe im Programm SVZ-Online wurden direkt umfangreiche Abfragen zur Plausibilität der Daten durchgeführt. Sie waren in erster Linie zur sofortigen Erkennung und Behebung von z.B. Spaltenverschiebungen (z.B. Werte der LVm stehen in der Spalte Bus), Editierfehler (220 statt 22), Lesefehler (83 statt 38), aber auch von möglichen Additionsfehlern innerhalb der Zählblätter bestimmt. Dazu waren je Fz.-Art, Zählart (A-, B-Zählstellen) und Tagesgruppe (Werktage, Sonntage) Grenz-/Schwellenwerte hinterlegt, anhand derer die einzelnen Stundenwerte überprüft wurden. Die Grenzwerte waren so gewählt, dass möglichst nicht mehr als etwa 5% der stündlichen Zählwerte als fehlerhaft, unregelmäßig oder unplausibel angemerkt wurden.

Durch diese differenzierte Prüfung sollte erreicht werden, dass direkt bei der Dateneingabe in SVZ-Online, wenn die Zählblätter noch vorliegen, Meldungen zu erkannten Unregelmäßigkeiten, Fehleingaben oder Implausibilitäten analysiert und kommentiert werden. Die zu großen Teilen aus den o.a. Lese-, Eingabe- oder Additionsfehlern bestehenden Meldungen ließen sich dabei sofort korrigieren und wurden dann anschließend nochmals auf Plausibilität geprüft. Durch diese Vorabprüfung und sofortige Korrektur sollten spätere Fehlermeldungen im Rahmen der Prüfung durch das Auswertebüro und die damit verbundenen aufwändigen Rückgriffe auf die Zählblätter verringert und der Prüfprozess insgesamt erleichtert werden. Zur Prüfung bei der Dateneingabe wurde dabei ein abgestufter Weg eingeschlagen, bei dem zunächst die Plausibilität der einzelnen Stundenwerte eines Zähltages geprüft wurde. Mit Eingabe der Daten der zweiten Zählperiode erfolgten dann Vergleiche der Tage untereinander sowie weitergehende Prüfungen.

Generell lassen sich die Prüfungen durch folgende drei Stufen beschreiben:

- Prüfung der einzelnen richtungsbezogenen Stundenwerte anhand von differenzierten Grenzwerten je Fz.-Art (Stufe 1, horizontale Prüfung)
- Vergleich der Zählwerte jeder Stunde mit dem mittleren Stundenwert je Fz.-Art, untereinander und getrennt nach Morgen- bzw. Nachmittagszählung mit ebenfalls differenzierten Grenzwerten (Stufe 2, vertikale Prüfung)
- Vergleich der mittleren Kfz-Stundenwerte der beiden Zähltage einer Tagestyp-Klasse (NoW, Fr, So, FeW), auch zur Feststellung von Richtungsvertauschungen und Verkehrsbrüchen zwischen den Zählperioden (Stufe 3).

Die Prüfungen der Stufen 1 und 2 bezogen sich dabei grundsätzlich auf das jeweilige Zählblatt und damit auf eine einzelne richtungsgetrennte Zählung. Bei der Stufe 3 wurden alle Zählschichten untereinander verglichen. Die festgestellten Auffälligkeiten mussten entweder korrigiert oder, wenn die Zählwerte so korrekt waren, durch Auswahl vorgegebener Kategorien in SVZ-Online mit individuellen Kommentaren begründet werden. Erst damit waren die Zählwerte als vollständig, unauffällig bzw. kommentiert zu betrachten und auch entsprechend in SVZ-Online gekennzeichnet.

2.7.2 Bearbeitungsstand der Zähldaten

Die Straßenbauverwaltungen wurden in regelmäßigen Abständen über den aktuellen Bearbeitungsstand der Eingabe manueller Zählwerte informiert. Dies erfolgte anhand einer tabellarischen Übersicht mit Gegenüberstellung der (rechnerischen) Sollzählwerte und der Zählwerte mit in SVZ-Online eingetragenen Terminen und Daten (siehe Beispiel Tab. 3). Die Angaben wurden pro Bauamt und Straßenmeisterei aufgelistet und den Straßenbauverwaltungen der Bundesländer und den Niederlassungen der Autobahn GmbH des Bundes zur Verfügung gestellt. Es wurde zusätzlich jeweils der Anteil der eingetragenen Werte und der nicht eingetragenen Werte für die Termine und die Zählwerte ausgewiesen.

Außerdem wurde ausgewiesen für wie viele Zähltag die Zählzeiten gemäß SVZ-Online vollständig und plausibel, ungeprüft, unvollständig, unplausibel oder mit Warnung gekennzeichnet waren.

Wiederholt wurde auf die Notwendigkeit des Eintrags vollständiger Informationen zu Baustellen, Umleitungen oder sonstigen Besonderheiten wie z.B. die Flutkatastrophe im Juli 2021 im Feld „Besonderheiten im Zähljahr“ mit der Angabe der Ursache, Auswirkung und des Zeitbereiches (von, bis) hingewiesen. Nur wenn an dieser Stelle Informationen in SVZ-Online eingegeben wurden, werden diese letztendlich in der Darstellung der finalen SVZ-Ergebnisse als Hinweise zu Besonderheiten der Zählstelle ausgewiesen.

LandNr/ AdBNr	Landname/ AdB Name	SM	BA	Straßen- klasse	Zählart	Anzahl Zählstellen insgesamt	Anzahl Zähltag					Anteil an Zähltag (rechnerisch Soll)				Anzahl Zähltag mit Daten gemäß SVZ Online				
							rechnerisch Soll	Termin eingetragen	Termin nicht eingetragen	Zählzeiten eingetragen	Zählzeiten nicht eingetragen	Termin eingetragen	Termin nicht eingetragen	Zählzeiten eingetragen	Zählzeiten nicht eingetragen	vollständig und plausibel	ungeprüft	unvollständig	unplausibel	mit Warnung
14	SN	SM 11	BA 61	B	A	9	72	72	0	24	48	100%	0%	33%	67%	12	4	0	8	0
14	SN	SM 12	BA 13	B	A	1	8	8	0	1	7	100%	0%	13%	88%	1	0	0	0	0
14	SN	SM 12	BA 52	B	A	4	32	32	0	9	23	100%	0%	28%	72%	7	0	0	2	0
14	SN	SM 12	BA 61	B	A	8	64	64	0	18	46	100%	0%	28%	72%	9	2	0	7	0
14	SN	SM 12	BA 62	B	A	4	32	32	0	8	24	100%	0%	25%	75%	6	2	0	0	0
14	SN	SM 12	BA 71	B	A	7	56	56	0	15	41	100%	0%	27%	73%	10	0	0	5	0
14	SN	SM 13	BA 13	B	A	2	16	16	0	6	10	100%	0%	38%	63%	4	0	0	2	0
14	SN	SM 13	BA 52	B	A	14	112	112	0	30	82	100%	0%	27%	73%	22	2	0	6	0
14	SN	SM 13	BA 61	B	A	3	24	24	0	9	15	100%	0%	38%	63%	4	1	0	3	1
14	SN	SM 13	BA 62	B	A	5	40	40	0	12	28	100%	0%	30%	70%	7	1	0	4	0
14	SN	SM 13	BA 71	B	A	12	96	96	0	29	67	100%	0%	30%	70%	21	1	0	7	0
14	SN	SM 14	BA 52	B	A	12	96	96	0	25	71	100%	0%	26%	74%	13	2	0	10	0
14	SN	SM 14	BA 61	B	A	12	96	96	0	15	81	100%	0%	16%	84%	7	4	0	4	0
14	SN	SM 14	BA 62	B	A	1	8	8	0	1	7	100%	0%	13%	88%	0	1	0	0	0
14	SN	SM 14	BA 71	B	A	5	40	40	0	13	27	100%	0%	33%	68%	8	0	0	5	0
14	SN	SM 15	BA 71	B	A	8	64	64	0	20	44	100%	0%	31%	69%	13	2	0	5	0
14	SN	SM 2	BA 12	B	A	2	16	16	0	6	10	100%	0%	38%	63%	5	0	0	1	0
14	SN	SM 2	BA 51	B	A	8	64	64	0	21	43	100%	0%	33%	67%	12	1	0	8	0
14	SN	SM 2	BA 61	B	A	4	32	32	0	6	26	100%	0%	19%	81%	6	0	0	0	0
14	SN	SM 2	BA 62	B	A	3	24	24	0	7	17	100%	0%	29%	71%	6	0	0	1	0
14	SN	SM 2	BA 71	B	A	7	56	56	0	21	35	100%	0%	38%	63%	12	1	0	8	0
14	SN	SM 21	BA 11	B	A	1	8	8	0	3	5	100%	0%	38%	63%	2	0	0	1	0
14	SN	SM 21	BA 51	B	A	16	128	128	0	36	92	100%	0%	28%	72%	24	0	0	12	0

Tab. 3: Beispiel einer Übersicht über den Bearbeitungsstand der Eingabe der manuellen Zählzeiten zum Stand 16.06.2021 (Ausschnitt)

2.7.3 Plausibilitätsprüfungen

Durch die bei der Dateneingabe in SVZ-Online hinterlegten differenzierten Plausibilitätsprüfungen konnte die Qualität der Dateneingabe bereits verbessert werden. Es zeigte sich aber, dass in den als geprüft gelieferten Daten noch Implausibilitäten enthalten waren, die erst im direkten Vergleich mit anderen Tagen sichtbar wurden, ferner markierte Auffälligkeiten mit inhaltsleeren Kommentaren (z.B. Sonstiges: keine) versehen waren.

Zu ergänzenden Beurteilung aller Zählzeiten in übersichtlicher Form wurde daher analog zur SVZ 2015 eine sog. Zählzeiten-Übersicht erstellt, in der alle relevanten Informationen einer Zählstelle zusammengefasst sind und die zusätzlich einen Vergleich mit den Zählwerten der letzten SVZ einschließt.

Sie wurde für alle Zählstellen erstellt, also auch für Zählstellen, bei denen in der ersten Prüfphase keine Auffälligkeiten erkannt worden waren. Dadurch wurde ermöglicht, mehrere Zählstellen direkt miteinander zu vergleichen. Durch den Vergleich mit anderen Tagen sollten auch verkehrliche Auswirkungen von Ereignissen besser erkennbar werden.

Aufgrund der Kenntnisse der Straßenbauverwaltungen über lokale Besonderheiten sollten diese auch an benachbarten Zählstellen geprüft werden.

Die Übersichten wurden nach Abschluss der Dateneingabe für alle Zählstellen eines Landes oder einer Niederlassung der Autobahn GmbH des Bundes erzeugt und als PDF-Übersichtstabellen und mit einer ergänzenden Erläuterung zu den dargestellten Werten und deren farbigen Kennzeichnungen den Straßenbauverwaltungen übersandt. In Tab. 4 ist solch eine Zählstellen-Übersicht beispielhaft für eine Zählstelle dargestellt.

In der Übersicht waren alle Stundenwerte farbig (hellblau) markiert, die bei den Kontrollen der Dateneingabe im Rahmen von SVZ-Online als auffällig gemeldet worden waren. Anhand der Farbgebung der Zähltage in der ersten Spalte war zusätzlich der Status gemäß SVZ-Online gekennzeichnet, ob z.B. bei auffälligen Stundenwerten es einen erläuternden Kommentar dazu gab. Ebenso wurden die im Rahmen der erweiterten Prüfung als auffällig identifizierten Kennwerte farbig gekennzeichnet.

Die Zählstellen-Übersicht besteht inhaltlich aus folgenden Teilen:

- Allgemeine Angaben einer Zählstelle im Tabellenkopf.
- Angabe des Zähltags und Farbgebung des Prüfstatus des Zähltags gemäß SVZ-Online.
- Gezählte Stundenwerte nach Fahrzeugarten und die Kfz-Summen.
- Kennung für ggfs. eingetragene Kommentare (Baust., Uml., Stau, Wetter, Sonst., Erklär.) in SVZ-Online für die Zählstunden: sofern Auffälligkeiten der Zählstellen auf Baustellen, Umleitungen, Stau oder besondere Wetterverhältnisse zurückzuführen und in SVZ-Online angegeben waren, wurden diese hier durch entsprechende Kreuze markiert. Ein Kreuz unter „Sonst.“ erforderte immer eine individuelle Begründung (in SVZ-Online).
- Blocksumme der gezählten Daten nach Stundengruppen vormittags und nachmittags für jede Zählstunde.
- Richt.-Faktor: Richtungsfaktoren je Stundengruppe als Verhältnis des Kfz-Wertes der ersten Richtung (RI) zum Kfz-Wert der zweiten Richtung (RII) zur Erkennung von Richtungsvertauschungen neben dem Ergebnisblock „Summe nach Stundengruppen“.
- Vergl. Tage RI und RII: Vergleich der beiden Zähltage anhand der Quotienten des zwei- bzw. dreistündigen Kfz-Verkehrs aus den jeweils beiden Tagen der vier Tagestyp-Klassen (NoW, Fr, So, FeW) je Richtung zur Feststellung evtl. Verkehrsbrüche oder sonstiger Besonderheiten zwischen den Zählperioden.
- GL-Faktoren: Ganglinien-Faktoren $b_{FR,3}$, fer_3 und $b_{SO,3}$ aus den dreistündigen Kfz-Werten (q_3) des Gesamtquerschnitts (GQ) je Zähltag und die entsprechenden Faktoren aus den dreistündigen Kfz-Werten der SVZ 2015 zum Vergleich.
- Block Besonderheiten im Zähljahr: Im Falle der Einträge zu Baustellenverkehr und Umleitungen bei der Dateneingabe in SVZ-Online waren hier Ursachen und Wirkungen sowie deren zeitliche Bereiche (von/seit...bis) angegeben. In SVZ-Online konnten hierzu verschiedene Standardtexte ausgewählt werden. Außerdem wurde hier angegeben, ob in SVZ-Online weitere interne Informationen dazu angegeben wurden.
- Block Vergleich Zählstellen 2021 / 2015 nach Tagestypklassen: Als ergänzende Informationen zur Interpretation von Besonderheiten wurden die mittleren Stundenwerte des Gesamtquerschnitts der Nachmittagszählungen je Tagestyp-Klasse sowie getrennt nach LV und SV den entsprechenden Werten der SVZ 2015 gegenübergestellt und Veränderungsdaten angegeben.

Auf Basis dieser Zählstellen-Übersichten sollten die zuständigen Personen der Straßenbauverwaltungen die als auffällig erkannten Zählwerte nochmals überprüfen, ggf. korrigieren oder nachträglich ausscheiden, um Verzerrungen bei der Hochrechnung zu minimieren.

Straßenverkehrszählung 2021 - Zählstellenübersicht

14 - SN		TK ZST 5339 1107		B94		Abschnitt: B 94/S 299 - B 94/B 173		FS: 3		Zählstellentyp: MZ		Zählart: A		Reduktion: Ohne					
BA: 52		Kreis: 523		Baulast: Bund		Zählabschnittslänge: 1,38 km		Fahrtrichtung: B 94/B 173		Zählstellenlänge: 1,38 km		Richtungstrennung:		I-bahnig mit Gegenverk.					
Tagestyp Datum	Zähl- std.	Fahrtrichtung: B 94/B 173		Fahrtrichtung: B 94/S 299		Fahrtrichtung: B 94/S 299		Fahrtrichtung: B 94/S 299		Fahrtrichtung: B 94/S 299		Erläuterungen		Wetter Sonst.		Erklär.			
		Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ		Baust.	Uml.	Stau
Now 1	7-8	0	1	156	2	13	5	177	0	3	263	0	25	6	297				
	8-9	0	1	137	0	12	8	158	0	0	182	1	21	5	209				
Di 18.05	15-16	2	4	364	3	0	22	393	0	3	352	1	8	10	374				
	16-17	0	4	295	0	0	12	311	0	2	315	1	4	9	331				
	17-18	0	0	225	0	0	1	226	0	1	225	0	6	6	238				
Now 2	7-8	0	1	144	0	11	9	165	0	2	221	2	11	8	244				
	8-9	0	0	140	0	11	13	164	0	3	218	1	13	5	240				
Do 30.09	15-16	0	4	253	0	10	13	280	1	0	315	3	8	18	344				
	16-17	0	7	246	0	4	11	268	1	5	289	1	1	15	311				
	17-18	0	7	211	0	2	3	223	1	9	275	2	4	9	299				
Fr 1	15-16	1	7	505	1	20	20	553	1	5	660	6	2	15	688				x
Fr 30.04 (Warnung)	16-17	1	0	310	0	0	10	320	1	5	479	3	2	4	493				x
Fr 2	17-18	0	2	270	1	0	3	276	2	5	422	2	1	4	434				x
Fr 10.09	15-16	0	3	289	0	5	3	300	2	7	304	3	4	6	324				
	16-17	1	13	247	2	4	4	270	3	12	318	1	2	2	335				
	17-18	2	5	237	0	0	1	243	0	6	255	2	4	2	269				
FeW 1	15-16	5	9	240	0	0	13	262	0	4	262	3	9	2	280				
Mi 28.07	16-17	2	3	309	0	0	10	322	0	4	297	4	8	4	317				
	17-18	0	6	249	3	0	7	265	0	7	270	4	4	8	293				
FeW 2	15-16	1	3	247	0	4	8	262	4	2	281	4	8	7	302				
Do 05.08	16-17	0	3	233	1	4	3	244	2	7	303	3	6	2	321				
	17-18	0	3	193	0	2	2	200	0	1	237	3	1	4	246				
So 1	16-17	2	50	200	0	0	1	251	4	38	250	0	0	0	288				x
So 09.05 (Warnung)	17-18	0	60	250	0	0	1	311	0	24	315	1	0	1	341				x
	18-19	1	27	160	0	0	1	188	0	12	231	0	0	0	243				
So 2	16-17	0	9	143	0	0	1	153	1	16	197	0	2	1	216				
	17-18	1	11	119	2	2	0	134	0	24	195	3	1	1	224				
	18-19	0	11	117	0	0	0	128	1	12	157	1	0	0	170				
Summe nach Stundengruppen																			
Now 1	7-9	0	2	293	2	25	13	335	0	3	445	1	46	11	506				
Now 2	15-18	2	8	884	3	0	35	930	0	6	892	2	18	25	943				
Fr 1	15-18	2	9	1.085	2	20	33	1.149	4	15	1.561	11	5	23	1.615				
Fr 2	15-18	3	21	773	2	9	8	813	5	25	877	6	10	10	928				
FeW 1	15-18	7	18	798	3	0	30	849	0	15	829	11	21	14	890				
FeW 2	15-18	1	9	673	1	10	13	706	6	10	821	10	15	13	869				
So 1	16-19	3	137	610	0	0	3	750	4	74	796	1	0	1	872				
So 2	16-19	1	31	379	2	2	1	415	2	52	549	4	3	2	610				
Vergleich der Zählstellen 2021 / 2015 nach Tagestypklassen																			
		2021		2015		Veränderung		2021		2015		Veränderung		2021		2015			
Now	LV/h	SV/h	KFZ/h	LV/h	SV/h	KFZ/h	LV/h	SV/h	LV/h	SV/h	KFZ/h	LV/h	SV/h	KFZ/h	2021	2015	Anmerkungen:		
Fr	728	23	751	605	38	643	2%	-11%	558	35	593	2%	-11%	1%	1,48	1,05	erhöhter Verkehr Umleitungsstrecke Ursache: von/seit: bis: interne Informationen vorhanden: ja		
FeW	529	24	552	494	33	527	7%	-27%	605	38	643	20%	-40%	17%	1,74	1,02	14.05.2021		
So	438	3	441	340	1	342	29%	125%	340	1	342	29%	125%	29%	1,81	1,43	14.05.2021		

Tab. 4: Beispiel einer Zählstellen-Übersicht

2.8 Zähldaten der Temporären Messungen (TM)

Elektronisch mit Seitenradargeräten erfasste Daten von temporären Messungen (TM) lagen für 8 Bundesländer vor. TM-Zählstellen, die in SVZ-Online als Zählstellen eingetragen sind, können über die Web-Anwendung TM-Online auf dem Server der BAST bearbeitet werden. Es können dort auch von den Straßenbauverwaltungen die Zähldaten in verschiedenen Formaten hochgeladen werden.

Gemäß der Methodik /SCHMIDT 2013/ sollen TM-Zählungen an zwei um einige Monate versetzte Wochen im Jahr außerhalb der Ferien (1. und 2. Halbjahr) und zusätzlich für eine Ferienwoche (Sommerferien oder mindestens zweiwöchige Herbstferien) durchgeführt werden.

Die Zählplanung obliegt den Straßenbauverwaltungen der Bundesländer, die den konkreten Einsatz ihrer Zählgeräte planen. Die relevanten Angaben dazu werden in einer Geräteeinsatzliste geführt. Diese sollte im Hinblick auf die Nutzung der Daten für die Auswertung und Hochrechnung im Rahmen der SVZ die folgenden Angaben enthalten:

- Geräte-Nummer
- Zählstellen-Nummer gemäß SVZ-Online
- Straßenklasse und Straßenummer
- Lagebeschreibung / Zählrichtung (z.B. in oder gegen Stationierungsrichtung oder verbal beschrieben)
- Kennzeichnung, ob 1 oder 2 Geräte an diesem Standort für die konkrete Messung eingesetzt wurden
- Messung: Beginn Datum und Uhrzeit, Ende Datum und Uhrzeit
- Hardwareversion des eingesetzten Gerätes
- Softwareversion des eingesetzten Gerätes zum Zeitpunkt der Messung
- Name der Rohdatendatei

Im Rahmen der SVZ 2021 wurden TM-Daten aus den Jahren 2016 bis 2021 berücksichtigt, die je nach Bundesland in einem der folgenden Datenformate zur Verfügung gestellt wurden:

- TM-Austauschformat, ohne Geräteeinsatzliste, teilweise als bereits plausibilisierte Stundendaten, teilweise ohne weitere Plausibilisierung aus den Rohdaten umgesetzt.
- Im sogenannten Rohdaten-Format, dann sind bei vollständiger Datenübermittlung alle relevanten Daten für die Geräteeinsatzliste enthalten.
- In Anlehnung an das Rohdaten-Format, aber ohne zusätzliche Informationen der Geräteeinsatzliste.

Es war daher zunächst notwendig, die Zähldaten aus den unterschiedlichen Datenformaten in das TM-Austauschformat zu überführen und dabei, soweit noch erforderlich, zu Stundenwerten zu aggregieren. Hierfür wurden entsprechende Schnittstellen erstellt. Es wurden dabei zusätzlich die Angaben aus den separat bei den Bundesländern angeforderten Geräteeinsatzlisten den jeweiligen Zählungen zugeordnet.

Nach diesem ersten Schritt der Datenaufbereitung wurden im Weiteren zur Plausibilisierung der Zähldaten folgende Prüfungen durchgeführt:

- Prüfung, ob Ausfallstunden vorhanden waren, die ggf. durch geschätzte Werte gefüllt werden konnten,
- Prüfung auf plausible Fahrzeugartenanteile,
- Prüfung auf einen auffälligen Wochengang,
- Prüfung auf auffällige Tageswerte im Vergleich zu anderen Zählwochen,

- Prüfung, ob eine vollständige Zählwoche vorlag (7 Tage),
- Prüfung, ob zumindest 1 Werktag, 1 Freitag und 1 Sonntag aus der Wochenzählung mit plausiblen Werten vorlag.

Bei der Genauigkeit der Erfassung der Fahrzeugarten durch die Seitenradargeräte wird zwischen TZ4, Aufteilung der Fahrzeuggruppen in Krad, LVm, Bus und SGV (LoA + LZ), und TZ5, Aufteilung der Fahrzeuggruppen in Krad, LVm, Bus, LoA und LZ, unterschieden (vgl. Bild 4). Abhängig vom eingesetzten TM-Gerät (bzw. Softwareversion) haben die erfassten Daten eine Genauigkeit gemäß TZ4 oder TZ5.

Klassen Gruppen	Bezeichnung der Fahrzeugklassen									
TZ2	Kfz(64) 					SV(40) 				
TZ4	LVm(37) 					SGV(34) 			Bus(5) 	Krad(10)
TZ5	LVm(37) 					Lkw(3) 	LkwK(4) 		Bus(5) 	Krad(10)
TLS 8+1	nk Kfz 	Pkw(7) 	PkwA(2) 	Lfw(11) 	Lkw(3) 	LkwA(8) 	Sattel- Kfz(9) 	Bus(5) 	Krad 	

Bild 4: TM-Genauigkeitsklassen /BAST 2019/

2.9 Automatische Dauerzählstellen

Die Daten der Dauerzählstellen sind von besonderer Bedeutung, da aus diesen Daten alle benötigten Faktoren und Gleichungen für die Hochrechnung der manuellen und temporären Kurzzeitzählungen abgeleitet werden. Aus diesem Grund wird stets schon in den Richtlinien zur SVZ auf die Wichtigkeit vollständiger und plausibler Gerätedaten der Dauerzählstellen hingewiesen.

Im Jahr 2021 umfasste das Zählstellennetz im Bundesgebiet 2.508 automatische Dauerzählstellen, davon 2.108 auf Bundesfernstraßen:

- Autobahnen: 1.227
- Bundesstraßen: 881

Die 400 übrigen Dauerzählstellen waren überwiegend auf Landes-/Staatsstraßen und einige wenige auch auf Kreis- und Gemeindestraßen installiert.

Aufgrund größerer Datenausfälle, Geräteumrüstungen oder Baustellen standen für die Auswertungen der SVZ 2021 2.041 Dauerzählstellen mit plausiblen Stundenwerten (einschl. Schätzwerten) für Kfz und in der Regel auch für Lkw bzw. Lkw-ähnliche Fahrzeuge zur Verfügung. Dies bedeutet, dass für knapp 19% der installierten Geräte keine ausreichenden Daten verfügbar waren.

Die meisten der Dauerzählstellen erfassen den Kfz-Verkehr nach bis zu 8+1-Fahrzeugarten. Von den 2.041 Dauerzählstellen mit plausiblen Daten besaßen 95% diese Erfassungsart, an

knapp 2% wurden die Fahrzeuge nach 5+1- Fahrzeugarten und an 3% nach Kfz/Lkw oder nur Kfz unterschieden.

Die von den verschiedenen Erfassungssystemen registrierten Fahrzeugarten bzw. Fahrzeugarten-Gruppen sind in Tab. 5 angegeben. In der Spalte SVZ sind für die Dauerzählstellen mit 8+1-Erfassung die Fahrzeugarten der SVZ 2021 zugeordnet (vgl. auch Bild 2). Weitere Einzelheiten und eine genaue Beschreibung der von den Geräten erfassten Fahrzeugarten sind bei /KÜHNEN 2000/ und in den TLS 2012 /BMVBS 2012/ enthalten.

Die Daten aller Dauerzählstellen (im Bundesfernstraßennetz und im nachgeordneten Netz) wurden von der BAST als Stundendaten im BAST-Bestandsbandformat zur Verfügung gestellt.

Bei der Datenregistrierung in den Geräten oder der Datenübermittlung treten Datenlücken in Form von einzelnen Stundenwerten auf, die aber bei der Datenaufbereitung i.d.R. durch anerkannte Schätzalgorithmen plausibel geschlossen werden können.

Die Stundendaten wurden daher zunächst nach bundesweit einheitlichen Kriterien auf Plausibilität geprüft und ggf. bei fehlenden oder fehlerhaften Werten mit Schätzwerten ergänzt oder korrigiert, in Anlehnung an das in /FITSCHEN 2020/ beschriebene Vorgehen.

Aus den geprüften und ggfs. korrigierten Stundendaten wurden nach finaler Abnahme durch die BAST die Jahreskenngößen pro Dauerzählstelle berechnet und in Form der Jahresauswertung 2021 zur Verfügung gestellt.

SVZ		Fahrzeugarten-Gruppen der Dauerzählstellen			
		8+1	5+1	2	1
LV	Kräder	Kräder	Pkw-Gruppe	Pkw-ähnlich	Kfz
	LVm	Pkw Lfw/Lkw ≤ 3,5t			
		Pkw mit Anh.	Pkw mit Anh.		
		Busse	Busse	Lkw-ähnlich	
Lkw o. Anh.	Lkw o. Anh.				
Last-, Sattelzüge	Lkw mit Anh. Sattelzüge	Lastzüge			

Tab. 5: Fahrzeugarten-Klassifizierung

Wegen der für die verschiedenen Hochrechnungs- und Auswerteschritte unterschiedlichen Anforderungen an die Qualität und Differenziertheit der Daten der Dauerzählstellen fand jeweils vor der Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren und -gleichungen aus diesen Daten eine weitere Auswahl der Dauerzählstellen statt.

Für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren und -gleichungen ist die Lückenlosigkeit der Stundendaten der Dauerzählstellen von großer Bedeutung. Dies gilt in erster Linie für die Hochrechnung der Zählstellen in Streckenzügen, weil dort die Hochrechnungsfaktoren direkt aus den im Streckenzug liegenden Dauerzählstellen ermittelt werden (vgl. Kap. 3.2). Nur Dauerzählstellen mit entsprechend vollständigen plausiblen Stundendaten konnten zur Ableitung von Hochrechnungsfaktoren für die Streckenzüge verwendet werden. Es

wurde dabei ein Tag nur dann als gültiger Tag (GT) berücksichtigt, wenn mindestens 20 gezählte Stunden vorhanden waren.

Für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren für die Flächenregionen (vgl. Kap. 3.3) aus dem in der jeweiligen Region liegenden Dauerzählstellenkollektiv wurden nur die Dauerzählstellen mit 8+1 Fahrzeugarten herangezogen. Diese sollten außerdem keine spezifischen lokalen Besonderheiten aufweisen, sondern bezüglich der Verkehrscharakteristik repräsentativ für ein Gebiet sein. Auch wurden Dauerzählstellen an Grenzen zum benachbarten Ausland nicht berücksichtigt.

Aus den letztendlich ausgewählten Dauerzählstellen wurden dann, wie in den folgenden Kapiteln beschrieben, die endgültigen, für die Hochrechnung benötigten Faktoren und Gleichungen für die Streckenzüge und die Flächenregionen berechnet.

3 Hochrechnung der manuellen Zählungen (MZ)

Die Hochrechnung der drei- und fünfstündigen Zählwerte der manuellen Zählungen auf DTV erfolgte in zwei Stufen (vgl. Bild 5). Alle dafür benötigten Faktoren und Gleichungen wurden aus den Daten der automatischen Dauerzählstellen des Jahres 2021 abgeleitet, um so tages- und jahreszeitspezifische Einflüsse im Zähljahr zu berücksichtigen.

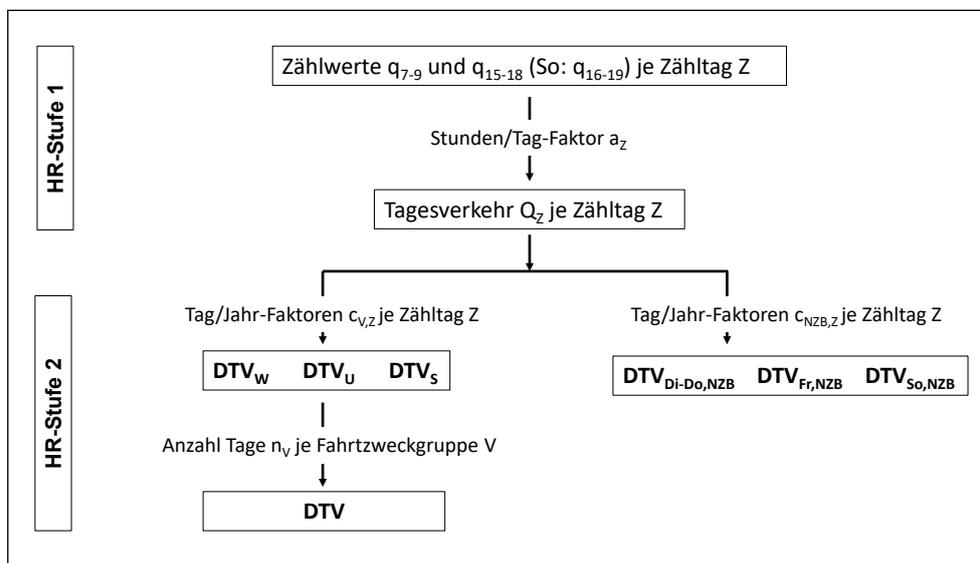


Bild 5: Ablauf der DTV-Berechnungen für manuelle Zählungen (MZ)

Die Ermittlung der Hoch- und Umrechnungsfaktoren je Fahrzeugart erfolgte nach Straßengruppen unterschiedlich. Bei den Bundesautobahnen und bei Teilen der zweibahnigen Bundes- und Europastraßen wurden die Faktoren aufgrund der höheren Dichte des Dauerzählstellennetzes streckenzugsbezogen abgeleitet, bei den übrigen Bundes- und auch Landes-/Staatsstraßen und Kreisstraßen wurden sie flächenbezogen mit Hilfe von Regressionsgleichungen und mittleren Faktoren aus den Daten der in den sogenannten Flächenregionen befindlichen Dauerzählstellen ermittelt.

3.1 Überblick

Die manuellen Zählungen fanden in der Zeit von 15 – 18 Uhr (sonntags 16 – 19 Uhr) und bei höher belasteten Zählstellen der Zählstellen-Gruppe A an den beiden Normalwerktagen zusätzlich in der Zeit von 7 – 9 Uhr morgens statt (vgl. Kap. 2.3). Die Zählwerte wurden je Fahrzeugart und Zählstelle in zwei Stufen auf Jahreswerte hochgerechnet.

In der ersten Stufe wurden die Zählwerte mit sog. Stunden/Tag-Faktoren a zunächst auf den Tagesverkehr Q_z (0-24 Uhr) des jeweiligen Zähltages Z hochgerechnet. Das Ergebnis der ersten Hochrechnungsstufe waren somit bis zu acht Tageswerte für jede der bis zu sechs Fahrzeugarten.

In der zweiten Stufe wurden diese Tageswerte dann mit sog. Tag/Jahr-Faktoren c_V auf DTV_V je Fahrtzweckgruppe V (DTV_w , DTV_u , DTV_s) umgerechnet. Die DTV_V -Werte wurden für jede der bis zu sechs Fahrzeugarten berechnet.

Aus den fahrtzweckgruppenspezifischen DTV_V -Werten ergibt sich der Gesamt-DTV (für alle Tage des Jahres) durch Gewichtung mit der Anzahl Tage je Fahrtzweckgruppe n_V . Aufgrund landesspezifischer Ferien- und Feiertagsregelungen ist die Anzahl der Tage je Fahrtzweckgruppe in den Bundesländern etwas unterschiedlich (vgl. Tab. 6).

Bundesland		n_w	n_u	n_s
BW	Baden-Württemberg	227	76	62
BY	Bayern	217	86	62
BE	Berlin	224	81	60
BB	Brandenburg	227	79	59
HB	Bremen	225	81	59
HH	Hamburg	225	81	59
HE	Hessen	228	77	60
MV	Mecklenburg-Vorpommern	224	82	59
NI	Niedersachsen	225	81	59
NW	Nordrhein-Westfalen	228	76	61
RP	Rheinland-Pfalz	229	75	61
SL	Saarland	225	79	61
SN	Sachsen	225	80	60
ST	Sachsen-Anhalt	226	79	60
SH	Schleswig-Holstein	229	77	59
TH	Thüringen	225	80	60

Tab. 6: Anzahl der Tage je Fahrtzweckgruppe n_V und Bundesland für das Jahr 2021

Weiterhin wurden die Tageswerte mit Faktoren c_{NzB} auf Mittelwerte für den sog. Normalzeitbereich (NzB) auf $DTV_{Di-Do,NzB}$, $DTV_{Fr,NzB}$ und $DTV_{So,NzB}$ umgerechnet. Der Normalzeitbereich stellt eine von Feiertagen, Ferien und winterlicher Witterung möglichst unbeeinflusste Datenbasis dar und bildet das typische Verkehrsgeschehen ab. Er umfasste 2021 nach Angaben der BASt 46 Tage:

- Di, 16.03.2021 - Do, 25.03.2021
- Di, 20.04.2021 - Do, 29.04.2021
- Di, 08.06.2021 - Do, 17.06.2021
- Mi, 22.09.2021 - Do, 30.09.2021
- Di, 09.11.2021 - Mo, 15.11.2021

3.2 Zählstellen in Streckenzügen

3.2.1 Bildung von Streckenzügen

Das Netz der Bundesautobahnen wurde in Streckenzüge eingeteilt. In der Regel setzte sich ein Streckenzug aus den Abschnitten zusammen, die zwischen zwei Autobahnkreuzen/-dreiecken liegen. In einigen Fällen bildeten aber auch Anschlussstellen die Begrenzung

eines Streckenzuges, wenn deren einmündender oder abfließender Verkehr zu einer Veränderung der Verkehrscharakteristik führt.

Die Bundesautobahnen sind in 480 Streckenzüge und die zweibahnigen Bundesstraßen und Europastraßen in 90 Streckenzüge eingeteilt. Neue Zählstellen wurden entsprechend ihrer Lage den vorhandenen Streckenzügen zugeordnet.

Je nach Verfügbarkeit von Dauerzählstellen-Daten innerhalb eines Streckenzuges waren für die Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren verschiedene Fälle zu unterscheiden:

- Die Dauerzählstelle hat plausible 8+1 Fahrzeugarten an den Zähltagen: Die Hochrechnungsfaktoren wurden je Fahrzeugart direkt aus der automatischen Dauerzählstelle abgeleitet und auf die dem jeweiligen Streckenzug zugeordneten manuellen Zählstellen übertragen.
- Die Dauerzählstelle hat eine geringere Fahrzeugartendifferenzierung, eine Dauerzählstelle in einem benachbarten Streckenzug verfügt jedoch über ein 8+1-Gerät mit plausiblen Daten: Für den Streckenzug ohne 8+1-Gerät wurden je Zähltag fahrzeugartenspezifische Stunden/Tag- und Tag/Jahr-Faktoren von der Dauerzählstelle mit einem 8+1-Gerät übernommen.
- Auf einem Streckenzug sind keine automatischen Dauerzählstellen vorhanden: In diesen Fällen wurden die Faktoren von angrenzenden Streckenzügen ähnlicher Charakteristik übernommen (Übertragung von einer Bezugs-DZ). Zur Beurteilung der Ähnlichkeit wurden dabei i.d.R. folgende Kennwerte aus der SVZ 2015 herangezogen: f_{er} , b_{SO} , b_{Fr} , Tagesganglinienfaktoren und Schwerverkehrsanteile. Sie geben Aufschluss darüber, ob es sich bei den jeweiligen Streckenabschnitten um solche mit eher Freizeit- oder Berufsverkehr, Nah- oder Fernverkehr oder um Mischformen der genannten Charakteristika handelt.

In jenen Fällen, in denen kein Streckenzug ähnlicher Charakteristik vorhanden war oder bei kurzen Strecken erfolgte die Hochrechnung nach dem Flächenmodell (vgl. Kap. 3.3).

Die lokalen Auswirkungen der Flutkatastrophe im Juli 2021 in Teilen von NW und RP zeigten sich auch an den Dauerzählstellen in den betroffenen Streckenzügen (z.B. längerfristige Sperrungen von Teilabschnitten der A 61 und der A1). Diese Dauerzählstellen wurden für die Hochrechnung der in den betroffenen Streckenzügen liegenden manuellen Zählungen herangezogen, da die besondere Situation für den gesamten Streckenzug charakteristisch war.

3.2.2 Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren

Die Stunden/Tag-Faktoren a für die Hochrechnungsstufe 1 wurden gesondert für jede Fahrzeuggruppe (g) und jeden Zähltag (Z) aus den automatischen Dauerzählstellen abgeleitet. Dazu wurde je Fahrtrichtung (r) der jeweilige Tagesverkehr Q an der Dauerzählstelle auf die Stundensummen der betreffenden Zählstunden ($n=3$ bzw. $n=5$) bezogen:

$$a_{r,n,Z,g} = \frac{Q_{r,Z,g}}{\sum_{i=1}^n q_{i,r,Z,g}}$$

Entsprechend wurden die Tag/Jahr-Faktoren c für die Hochrechnungsstufe 2 je Fahrtrichtung (r) und Fahrzeugart (g) jeweils aus dem Quotienten der Jahresmittelwerte der Fahrtzweckgruppen ($DTV_{V,g}$) zu den Tageswerten der betreffenden Zähltage aus den Daten der Dauerzählstelle ermittelt:

$$c_{r,V,Z,g} = DTV_{r,V,g} / Q_{r,Z,g}$$

Dies erfolgte für alle im Weiteren benötigten Fahrtzweckgruppen (W, U, S und für den Normalzeitbereich (NZB) für Di-Do, Freitag und Sonntag).

Da an den Dauerzählstellen nicht genau die 5 Kfz-Gruppen der manuellen Zählung detektiert werden (vgl. Tab. 5), wurden vorab aus den Stundendaten der Dauerzählstellen die relevanten Fahrzeuggruppen durch entsprechende Aggregation oder Umrechnung ermittelt.

Für Dauerzählstellen mit 8+1 Fahrzeugarten konnten für die drei Gruppen Kräder, Busse und Lkw o. Anh. (LoA) die Werte direkt aus den Daten der Dauerzählstelle übernommen werden, für die übrigen beiden Gruppen LVm und Lastzüge wurden die folgenden Zusammenfassungen gebildet:

LVm: Pkw (DZ) + PkwA (DZ) + Lfw (DZ) + nkl Kfz (DZ)

Lastzüge (LZ): LkwA (DZ) + Sattel-Kfz (DZ)

Für Dauerzählstellen mit 5+1-Fahrzeugarten-Differenzierung sind die drei Gruppen Busse, Lkw o. Anh. und Lastzüge identisch mit der manuellen Abgrenzung, die Kräder und die LVm mussten jedoch aus der Restgruppe (Pkw-Gruppe + Pkw mit Anh. + nicht klassifizierte Kfz) errechnet werden. Dies geschah durch Übertragung der entsprechenden Verhältnisse (Anteil Kräder an dieser Gruppe) abgeleitet aus den vorliegenden 8+1 Dauerzählstellen.

Wenn innerhalb eines Streckenzuges mehrere Dauerzählstellen vorhanden waren, dann wurden im Weiteren jeweils die Mittelwerte der aus den Daten der einzelnen Dauerzählstellen berechneten Stunden/Tag-Faktoren $a_{r,n,z,g}$ und Tag/Jahr-Faktoren $c_{r,v,z,g}$ gebildet.

Die Hochrechnungs-Faktoren $a_{r,n,z,g}$ und $c_{r,v,z,g}$, die für jeden relevanten Zähltag ermittelt wurden, wurden abschließend auf Ausreißer überprüft und am 5% bzw. 95%-Perzentil des gesamten Dauerzählstellenkollektivs auf Streckenzügen begrenzt.

3.2.3 Hochrechnung der Zählstellen in den Streckenzügen

Hochrechnungsstufe 1

Für die Hochrechnung der manuellen Zählungen in den Streckenzügen (überwiegend BAB) wurden, wie in Kap. 3.2.2 beschrieben, aus den Daten der jeweiligen Dauerzählstellen eines Streckenzuges je Fahrtrichtung für jeden Zähltag und für jede Fahrzeugart die benötigten Hochrechnungsfaktoren berechnet.

Im Folgenden werden zur Erläuterung die einzelnen Hochrechnungsschritte für eine manuelle BAB-Zählstelle mit vollem Zählumfang beispielhaft dargestellt.

Im Streckenzug in Bild 6 liegen drei manuelle Zählstellen (MZ1 bis MZ3), die mit den Daten der Dauerzählstelle A (DZ A) hochgerechnet werden. Beispielhaft werden hier nur die Hochrechnungsschritte der Fahrtrichtung R1 betrachtet. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der richtungsbezogenen Werte für die Berechnung des Gesamtquerschnitts.

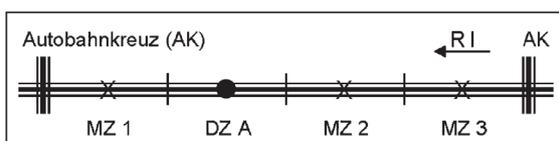


Bild 6: Zählstellen in einem BAB-Streckenzug

Die Zählwerte der 5-stündigen Zählungen an den beiden Normalwerktagen ($q_{r,07-09+15-18}$) sowie der 3-stündigen Zählungen an den beiden Freitagen, Ferienwerktagen und Sonntagen ($q_{r,15-18}$ bzw. $q_{r,16-19}$) für eine der ausgewählten MZ in dem Streckenzug sind in Tab. 7 wiedergegeben. Sie entstammen der Zählzeiten-Übersicht, die im Rahmen der Plausibilitätsprüfung für jede manuelle Zählstelle erstellt wurde. Der Ausschnitt enthält pro Fahrzeugart und Kfz-gesamt als Basis der Hochrechnung sowohl die richtungsgetrennten Werte der einzelnen Zählstunden als auch der Stundensummen je Zählzeit (im unteren Teil).

05 - NW		TK ZST		4805 2102		A46		Abschnitt: AS Neuss-Holzheim (15) - AK Neuss-West (A 57)							
BA: 00		SM: 02		Kreis: 162		Baulast: Bund		FS: 5		Zählabschnittslänge: 1,69 km			Zählstellentyp: MZ		
Tagestyp Datum	Zähl- std.	Fahrtrichtung: AK Neuss-West (A 57)							Fahrtrichtung: AS Neuss-Holzheim (15)						
		stündliche Zählzeiten							stündliche Zählzeiten						
		Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ
NoW 1	7-8	0	10	3.243	2	124	298	3.677	0	8	2.105	4	86	396	2.599
	8-9	0	4	2.527	3	132	390	3.056	0	4	1.836	5	130	384	2.359
Do 22.04	15-16	0	8	2.188	1	97	332	2.626	0	8	2.983	4	89	330	3.414
	16-17	0	13	2.162	2	48	266	2.491	0	25	3.464	4	101	243	3.837
	17-18	0	13	2.197	1	41	209	2.461	0	21	3.276	3	37	201	3.538
NoW 2	7-8	0	13	2.971	2	84	288	3.358	0	5	2.232	5	118	324	2.684
	8-9	0	14	2.778	8	106	360	3.266	0	8	1.872	7	120	354	2.361
Do 23.09	15-16	0	12	1.983	5	96	316	2.412	0	27	3.183	3	112	311	3.636
	16-17	1	16	2.541	2	63	268	2.890	0	23	3.324	3	67	278	3.695
	17-18	0	19	2.441	5	43	212	2.720	0	23	3.512	3	43	242	3.823
Fr 1	15-16	0	15	2.433	3	87	275	2.813	0	21	3.090	2	82	333	3.528
	Fr 23.04	16-17	0	17	2.312	5	52	196	2.582	0	29	3.074	4	69	227
	17-18	0	13	2.412	2	38	209	2.674	0	24	2.734	2	46	183	2.989
Fr 2	15-16	0	14	2.545	1	78	255	2.893	0	24	3.302	8	115	232	3.681
	Fr 24.09	16-17	0	19	2.668	6	68	210	2.971	0	30	3.156	5	81	206
	17-18	0	10	2.855	5	46	169	3.085	0	38	3.197	3	71	202	3.511
FeW 1	15-16	0	22	2.382	3	92	311	2.810	0	34	3.136	8	107	282	3.567
	Do 22.07	16-17	0	22	2.514	2	82	262	2.882	0	41	3.507	2	81	215
	17-18	0	24	2.566	3	49	220	2.862	0	46	3.293	1	52	184	3.576
FeW 2	15-16	0	16	2.381	2	84	301	2.784	0	19	3.171	3	80	285	3.558
	Do 05.08	16-17	0	20	2.513	5	67	238	2.843	0	17	3.478	2	49	237
	17-18	0	13	2.515	4	69	176	2.777	0	24	3.447	4	42	165	3.682
So 1	16-17	0	29	2.217	1	15	16	2.278	0	13	1.879	0	13	12	1.917
	So 25.04	17-18	0	26	2.334	1	12	19	2.392	0	17	1.857	1	6	14
	18-19	0	29	2.096	1	16	19	2.161	0	17	1.743	0	8	21	1.789
So 2	16-17	0	31	2.524	0	25	12	2.592	0	22	2.518	0	21	8	2.569
	So 26.09	17-18	0	20	2.594	1	20	9	2.644	0	12	2.550	3	30	6
	18-19	0	17	2.202	1	15	10	2.245	0	9	2.295	3	22	15	2.344
Summe nach Stundengruppen															
		Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ
NoW 1		0	14	5.770	5	256	688	6.733	0	12	3.941	9	216	780	4.958
NoW 2	7-9	0	27	5.749	10	190	648	6.624	0	13	4.104	12	238	678	5.045
NoW 1	15-18	0	34	6.547	4	186	807	7.578	0	54	9.723	11	227	774	10.789
NoW 2		1	47	6.965	12	202	796	8.022	0	73	10.019	9	222	831	11.154
Fr 1	15-18	0	45	7.157	10	177	680	8.069	0	74	8.898	8	197	743	9.920
Fr 2		0	43	8.068	12	192	634	8.949	0	92	9.655	16	267	640	10.670
FeW 1	15-18	0	68	7.462	8	223	793	8.554	0	121	9.936	11	240	681	10.989
FeW 2		0	49	7.409	11	220	715	8.404	0	60	10.096	9	171	687	11.023
So 1	16-19	0	84	6.647	3	43	54	6.831	0	47	5.479	1	27	47	5.601
So 2		0	68	7.320	2	60	31	7.481	0	43	7.363	6	73	29	7.514

Tab. 7: Zählwerte des Hochrechnungsbeispiels für die BAB-Zählstelle 4805 2102, A46 (Ausschnitt aus der Zählzeiten-Übersicht)

Die Hochrechnungsfaktoren für diese manuelle Zählstelle werden aus der Dauerzählstelle A (5016, Neuss-Holzheim) mit vollständiger Fahrzeugartendifferenzierung (8+1) im betrachteten Streckenzug berechnet. Dazu werden die Tagesverkehre auf die Stundensummen (jeweils je Fahrtrichtung) der betreffenden Zählzeiten an der Dauerzählstelle bezogen (vgl. Kap. 3.2.2). Diese Verhältnisse bilden die Stunden/Tag-Faktoren ($a_{5,r}$ bzw. $a_{3,r}$) für die Hochrechnung der manuellen Zählstelle MZ1 und sind in Tab. 8 je Zählzeit nach Fahrzeugarten differenziert für Fahrtrichtung R1 ausgewiesen.

Da die Ergebnisse richtungsweise ermittelt und ausgegeben werden, wurde überprüft, ob die Richtung von DZ und MZ übereinstimmen. Im Beispiel ist die Ausrichtung gleich.

Es wurden an der DZ, Fahrtrichtung Neuss-Holzheim, am NoW1 (22.04.) in den 5 Zählstunden (07-09 und 15-18) 10.390 LVm und im Tagesverkehr 28.940 LVm registriert. Daraus ergibt sich der entsprechende Stunden/Tag-Faktor für den 22.04. gemäß Kap. 3.2.2 wie folgt:

$$a_{5,R1,LV_m} = 28.940 / 10.390 = 2,78537$$

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	2,50000	2,78537	3,61538	3,62500	3,81471
NoW 2	23. Sep	2,96552	2,81079	3,05263	3,41589	3,97981
Fr 1	23. Apr	5,83333	4,64748	7,42857	7,11538	7,49155
Fr 2	24. Sep	5,11765	4,86870	6,23077	7,52703	8,24083
So 1	25. Apr	3,20000	3,60035	9,00000	4,62069	6,09804
So 2	26. Sep	4,16667	4,26557	12,80000	5,19737	10,53846
FeW 1	22. Jul	4,04000	5,19502	5,55556	6,62791	6,78049
FeW 2	05. Aug	3,38095	5,12113	4,90909	6,93043	7,34388

Tab. 8: Stunden-/Tag-Faktoren $a_{5,R1,g}$ bzw. $a_{3,R1,g}$ des Hochrechnungsbeispiels, berechnet aus der zugeordneten Dauerzählstelle (5016, Neuss-Holzheim)

Die manuellen Zählwerte der Beispielzählstelle in Tab. 7 werden entsprechend durch Multiplikation mit den Faktoren aus Tab. 8 auf den Tagesverkehr ($Q_{R1,Z,g}$) je Zähltag (Z) der jeweiligen Fahrzeuggruppe (g) hochgerechnet:

$$\text{NoW:} \quad Q_{R1,Z,g} = q_{R1,07-09+15-18,g} \cdot a_{5,R1,g}$$

$$\text{Fr, FeW:} \quad Q_{R1,Z,g} = q_{R1,15-18,g} \cdot a_{3,R1,g}$$

$$\text{So:} \quad Q_{R1,Z,g} = q_{R1,16-19,g} \cdot a_{3,R1,g}$$

Der LVm-Tagesverkehr für R1 (Q_{R1,LV_m}) am 22.04. der MZ beträgt danach:

$$Q_{R1,LV_m} = 12.317 \cdot 2,78537 = 34.307,4 \text{ LVm/24h.}$$

Die Ergebnisse der 1. Hochrechnungsstufe für R1 sind für alle Zähltag in Tab. 9 ausgewiesen. Entsprechend den Berechnungen zu Fahrtrichtung R1 werden auch die Tagesverkehrsstärken der Fahrtrichtung R2 ermittelt.

Dabei ist zu beachten, dass die Faktoren der Tab. 8 auf 5 Dezimalstellen gerundet sind und Tab. 9 nur ganzzahlige Werte enthält, wodurch im Einzelfall rundungsbedingte Abweichungen beim manuellen Nachrechnen auftreten können.

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	120	34.307	33	1.602	5.703
NoW 2	23. Sep	219	35.736	67	1.339	5.747
Fr 1	23. Apr	263	33.262	74	1.259	5.094
Fr 2	24. Sep	220	39.281	75	1.445	5.225
So 1	25. Apr	269	23.932	27	199	329
So 2	26. Sep	283	31.224	26	312	327
FeW 1	22. Jul	275	38.765	44	1.478	5.377
FeW 2	05. Aug	166	37.942	54	1.525	5.251

Tab. 9: Richtungsbezogene Tagesverkehrsstärken $Q_{R1,Z,g}$ des BAB-Hochrechnungsbeispiels aus Stufe 1 für Fahrtrichtung 1

Hochrechnungsstufe 2

Für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren der Stufe 2 werden aus der Dauerzählstelle neben den zähltagsspezifischen Tagesverkehrsstärken auch die entsprechenden Jahresmittelwerte der Fahrtzweckgruppen V ($DTV_{V,r,g}$) sowie der Tagesgruppen Di-Do, Freitag und Sonntag des Normalzeitbereichs (DTV_{NZB}) benötigt (vgl. Kap. 3.2.2).

Die jeweiligen Tag-/Jahr-Faktoren werden aus dem Verhältnis dieser beiden Werte aus den Daten der Dauerzählstelle pro Fahrtrichtung berechnet:

Tag/Jahr-Faktoren ($c_{V,Z,g}$) für die Ermittlung der DTV-Werte der Fahrtzweckgruppen W, U, S:

$$\text{NoW, Fr:} \quad c_{W,Z,g} = DTV_{W,g} / Q_{Z,g}$$

$$\text{FeW:} \quad c_{U,Z,g} = DTV_{U,g} / Q_{Z,g}$$

$$\text{FeW:} \quad c_{S,Z,g} = DTV_{S,g} / Q_{Z,g}$$

Tag/Jahr-Faktoren ($c_{V,Z,g}$) für die Ermittlung der DTV-Werte des Normalzeitbereichs (NZB):

$$\text{NoW:} \quad c_{\text{Di-Do,NZB,Z,g}} = DTV_{\text{Di-Do,NZB,g}} / Q_{Z,g}$$

$$\text{Fr:} \quad c_{\text{Fr,NZB,Z,g}} = DTV_{\text{Fr,NZB,g}} / Q_{Z,g}$$

$$\text{So:} \quad c_{\text{So,NZB,Z,g}} = DTV_{\text{So,NZB,g}} / Q_{Z,g}$$

Die aus den Daten der Dauerzählstelle abgeleiteten Umrechnungsfaktoren für die Fahrtzweckgruppen W, U und S ($c_{V,Z,g}$) sind für das hier betrachtete Beispiel in Tab. 10 je Fahrzeugart für die einzelnen Zähltag ausgewiesen.

Im Beispiel wurden an der Dauerzählstelle am 22.04. im Tagesverkehr (0-24 Uhr) für R1 28.940 LVm registriert. Für die Fahrtzweckgruppe W (Werktage außerhalb der Ferienzeit) betrug der LVm-Verkehr im Jahresmittel ($DTV_{W,LV,m}$) 28.891 LVm/24h.

Der entsprechende Tag/Jahr-Faktor für den 22.04. ergibt sich daraus zu:

$$c_{R1,W,LV,m} = DTV_{R1,W,LV,m} / Q_{R1,06.05.,LV,m} = 28.891 / 28.940 = 0,99831$$

Die in Stufe 1 berechneten Tagesverkehrsstärken ($Q_{r,Z,g}$) der Beispielzählstelle (Tab. 9) werden durch Multiplikation mit den Faktoren ($c_{r,Z,g}$) aus Tab. 10 auf die mittleren Tagesverkehrsstärken der jeweiligen Fahrtzweckgruppe (V) und Fahrzeuggruppe (g) umgerechnet:

$$\text{NoW, Fr:} \quad DTV_{R1,W,Z,g} = c_{R1,W,Z,g} \cdot Q_{R1,W,Z,g}$$

$$\text{FeW:} \quad DTV_{R1,U,Z,g} = c_{R1,U,Z,g} \cdot Q_{R1,U,Z,g}$$

$$\text{So:} \quad DTV_{R1,S,Z,g} = c_{R1,S,Z,g} \cdot Q_{R1,S,Z,g}$$

Für den 1. NoW (22.04.) ergibt sich damit für die manuelle Zählstelle folgender Einzel- DTV_W :

$$DTV_{R1,W,22.04.,LV,m} = 0,9983124 \cdot 34.307,40 = 34.249,50 \text{ LVm/24h.}$$

Die Übersicht über alle je Zähltag berechneten Einzel-DTV_V für die betrachtete Richtung R1 enthält Tab. 11. Auch hier ist zu beachten, dass die Werte in den Tabellen gerundet ausgewiesen sind, die Berechnungen aber stets mit den ungerundeten Daten erfolgen.

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	0,77687	0,9983124	0,86100	1,09323	0,83005
NoW 2	23. Sep	0,49684	0,97097	0,95640	0,88589	0,87357
Fr 1	23. Apr	0,61040	1,00526	0,94477	0,98811	0,95310
Fr 2	24. Sep	0,49113	0,83064	0,83678	0,63434	0,89961
So 1	25. Apr	0,72398	1,07056	1,04202	1,38434	1,08429
So 2	26. Sep	0,57918	0,79594	0,70699	0,42962	1,23070
FeW 1	22. Jul	0,52801	0,88928	0,75235	0,86316	0,75242
FeW 2	05. Aug	0,75111	0,91617	0,80711	0,79922	0,77866

Tab. 10: Umrechnungsfaktoren $c_{v,z,g}$ für die in Hochrechnungsstufe 1 berechneten Tageswerte auf Einzel-DTV_{V,R1} der Fahrtzweckgruppen W, U, S für Fahrtrichtung 1

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	93	34.250	36	1.380	4.734
NoW 2	23. Sep	109	34.699	59	1.281	5.020
Fr 1	23. Apr	160	33.437	73	1.190	4.855
Fr 2	24. Sep	108	32.628	47	1.209	4.700
So 1	25. Apr	195	25.620	37	207	357
So 2	26. Sep	164	24.852	11	220	402
FeW 1	22. Jul	145	34.473	38	1.112	4.046
FeW 2	05. Aug	124	34.762	43	1.231	4.089

Tab. 11: Einzel-DTV_{R1} aus Hochrechnungsstufe 2 für die Fahrtzweckgruppen W, U, S

Die endgültigen DTV_V-Werte je Fahrtzweckgruppe W, U und S errechnen sich als arithmetisches Mittel aus den Einzel-DTV_V der zugehörigen Zähltag:

$$DTV_{W,R1,g} = 1 / 4 \cdot (DTV_{NoW1,R1,g} + DTV_{NoW2,R1,g} + DTV_{Fr1,R1,g} + DTV_{Fr2,R1,g})$$

$$DTV_{U,R1,g} = 1 / 2 \cdot (DTV_{FeW1,R1,g} + DTV_{FeW2,R1,g})$$

$$DTV_{S,R1,g} = 1 / 2 \cdot (DTV_{So1,R1,g} + DTV_{So2,R1,g})$$

Die Berechnungen für die DTV_{NZB} erfolgen nach den gleichen Ansätzen wie für die Fahrtzweckgruppen W, U, S auf der Grundlage der in Hochrechnungsstufe 1 berechneten Tageswerte (Tab. 9).

Die entsprechenden Umrechnungsfaktoren (c_{NZB}) enthält die Tab. 12, die daraus ermittelten Einzel-DTV_{NZB} (DTV_{Di-Do}, DTV_{Fr}, DTV_{So}) Tab. 13.

Die DTV_{NZB} der drei Tagesgruppen berechnen sich ebenfalls als arithmetisches Mittel aus den Einzel-DTV_{NZB} der beiden Normalwerkstage, der beiden Freitage und der beiden Sonntage.

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	1,14196	1,02482	0,97729	1,19476	0,97456
NoW 2	23. Sep	0,73032	0,99675	1,08558	0,96817	1,02566
Fr 1	23. Apr	0,96000	1,10754	1,05757	1,21538	1,01964
Fr 2	24. Sep	0,77241	0,91515	0,93668	0,78025	0,96242
So 1	25. Apr	1,00500	1,10318	1,16269	1,31111	0,89453
So 2	26. Sep	0,80400	0,82019	0,78886	0,40690	1,01533

Tab. 12: Umrechnungsfaktoren $c_{NZB,R1,g}$ der aus Hochrechnungsstufe 1 berechneten Tageswerte auf Einzel-DTV_{NZB,R1,g} für Fahrtrichtung 1

Tagesgruppe	Zähltag	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW 1	22. Apr	137	35.159	39	1.566	5.558
NoW 2	23. Sep	160	35.620	65	1.454	5.894
Fr 1	23. Apr	252	36.839	90	1.332	5.194
Fr 2	24. Sep	170	35.948	58	1.354	5.028
So 1	25. Apr	270	26.401	35	231	295
So 2	26. Sep	228	25.610	10	246	332

Tab. 13: Einzel-DTV_{R1} aus Hochrechnungsstufe 2 für DTV_{Di-Do,NZB}, DTV_{Fr,NZB} und DTV_{So,NZB}

Alle DTV-Werte der Richtung 1 sind zusammen mit den Werten der Richtung 2 in Tab. 14 ausgewiesen.

Die Gesamt-DTV-Werte (für alle Tage im Jahr) ergeben sich nun durch Gewichtung mit der Anzahl der Tage (n) je Fahrzweckgruppe (n_w, n_u, n_s) nach folgender Formel:

$$DTV_{Ges} = (n_w \cdot DTV_w + n_u \cdot DTV_u + n_s \cdot DTV_s) / (n_w + n_u + n_s)$$

n_w Anzahl der Werktage (Mo-Sa außerhalb der Schulferien)

n_u Anzahl der Ferienwerktage (Mo-Sa innerhalb der Schulferien)

n_s Anzahl der Sonn- und Feiertage

Aufgrund landesspezifischer Ferien- und Feiertagsregelungen ist die Anzahl der Tage je Fahrzweckgruppe (n_v) in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich (siehe Tab. 6).

Die BAB-Zählstelle des Hochrechnungsbeispiels liegt in Nordrhein-Westfalen, die dortigen n_v-Werte waren für das Jahr 2021:

$$n_w = 228, \quad n_u = 76, \quad n_s = 61.$$

Für die Beispielzählstelle errechnet sich mit den Werten aus Tab. 14 der Gesamt-DTV für den Gesamtquerschnitt der Kfz zu:

$$DTV_{(alleTage)} = (228 \cdot 79.340,14 + 76 \cdot 79.546,01 + 61 \cdot 51.657,07) / 365 = 74.756,52$$

	Fahrtrichtung 1						Fahrtrichtung 2						QG
	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	KFZ
DTV (alle Tage)	132	32.510	46	1.070	3.926	37.683	135	32.105	44	999	3.790	37.073	74.757
DTV _w	118	33.753	54	1.265	4.827	40.017	110	33.274	47	1.228	4.663	39.323	79.340
DTV _u	135	34.617	41	1.171	4.067	40.031	148	34.391	62	952	3.962	39.515	79.546
DTV _s	179	25.236	24	214	380	26.033	214	24.886	9	202	313	25.624	51.657
DTV _{Di-Do, NZB}	149	35.389	52	1.510	5.726	42.826	155	34.891	51	1.436	5.664	42.198	85.023
DTV _{Fr, NZB}	211	36.393	74	1.343	5.111	43.133	179	36.110	59	1.324	4.744	42.417	85.550
DTV _{So, NZB}	249	26.005	23	239	313	26.829	291	26.060	9	219	274	26.853	53.682

Tab. 14: DTV, DTV_v und DTV_{NZB} je Fahrtrichtung und Gesamtquerschnitt (GQ)

Ergänzend können aus den auf jahresmittlere Verhältnisse hochgerechneten Verkehrswerten des NZB die Ganglinienkennwerte b_{So} (DTV_{NZBSo} / DTV_{NZBDiMiDo}) und b_{Fr} (DTV_{NZBFr} / DTV_{NZBDiMiDo}) und der fer-Faktor über das Verhältnis DTV_u / DTV_w ermittelt werden.

3.3 Zählstellen in Flächenregionen

3.3.1 Bildung von Flächenregionen

Das nachgeordnete Netz ist für die Hochrechnungen in Regionen mit ähnlicher Charakteristik eingeteilt, sog. Flächenregionen. Eine erste Einteilung nach Flächenregionen in der SVZ für die Nichtautobahnen beruhte auf einer älteren Untersuchung zur Überprüfung des Dauerzählstellennetzes auf den Bundesstraßen /KÜHNEN 1999/ mit der Repräsentanzlücken im DZ-Netz festgestellt werden sollten. Für die Charakterisierung der Raumeinheiten nach verkehrlichen Gesichtspunkten – die kleinste Einheit bildete jeweils der Kreis – waren damals fünf Kenngrößen betrachtet worden:

DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
GV-Anteil	Anteil des Güterverkehrs am Kfz-Verkehr
fer	Ferienverkehrsfaktor (zur Kennzeichnung von Ferienverkehrsregionen)
b _{Fr}	Freitagsfaktor (zur Kennzeichnung des Wochenendpendler- und/oder Ausflugsverkehrs)
b _{So}	Sonntagsfaktor (zur Kennzeichnung von Ausflugsregionen)

Bezüglich der Homogenität der Verkehrscharakteristik einer Flächenregion und den darin befindlichen Dauerzählstellen (DZ) sind jedoch für die Zwecke der Hochrechnung nach dem Synchronverfahren weitere Kriterien zu beachten. So sollte für die Ermittlung der zähltagsspezifischen Hochrechnungsfaktoren und insbesondere der Regressionsgleichungen eine ausreichende Bandbreite der o.a. Kenngrößen durch eine Mindestanzahl von DZ je Region gewährleistet sein. In den Untersuchungen zum Einsatz mobiler Messsysteme /SCHMIDT 2013/ war dazu eine Anzahl von etwa 15 DZ je Region vorgeschlagen worden, um ein ausreichendes Spektrum auftretender Verkehrscharakteristika abzudecken.

Weiterhin gilt, dass eine Flächenregion möglichst aus benachbarten Kreisen gebildet werden sollte, ein auch bei /KÜHNEN 1999/ genanntes Kriterium. Dies ist besonders in Naherholungsgebieten von Bedeutung, da unterschiedliche Wetterbedingungen zu abweichenden Freizeitaktivitäten führen und damit auch abweichende HR-Faktoren ergeben.

Im Rahmen der SVZ 2015 wurde eine Neueinteilung der Regionen vorgenommen, die den Forderungen nach

- ausreichender Anzahl an DZ und
- Berücksichtigung der geografisch-naturräumlichen Gliederung

jedes Landes Rechnung trägt. Dies bedeutete in vielen Fällen eine weitergehende Zusammenfassung der Kreise als bisher, in anderen Fällen aber auch eine neue Aufteilung der bestehenden Regionen. Es wurde dabei auch versucht, die Mindestanzahl von 15 auf 17 DZ pro Flächenregion zu erhöhen. Die Dauerzählstellen wurden in erster Linie aus dem Kollektiv der einbahnigen Straßen der Bundes-, Landes- und Kreisstraßen herangezogen und dann nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Nur DZ mit 8+1-Fahrzeugarten-Differenzierung; Ausschluss von DZ der Zählart 1 (nur Kfz), 2 (Kfz / Lkw-ähnlich), und 5 (5+1 Fahrzeugarten, siehe Tab. 5) wegen fehlender oder teilweise nicht SVZ-konformer Fahrzeugartenaufteilung.
- Ausschluss von DZ an Bundesgrenzen, an Europastraßen und teilweise an zweibahnigen Straßen in Streckenzügen wegen der häufig spezieller Gangliniencharakteristik.

- Ausschluss von DZ mit größeren Unregelmäßigkeiten, lokalen Besonderheiten; hierbei wurden auch die Dauerzählstellen ausgeschlossen, die stark von der Flutkatastrophe im Juli 2021 betroffen waren.
- Ausschluss von DZ mit größeren systematischen und über den gesamten Erhebungszeitraum bestehenden Richtungsunterschieden.

Der Forderung nach ausreichender Anzahl an DZ mit plausiblen Daten ist im Hinblick auf valide Ergebnisse der Hochrechnung hohe Bedeutung zuzumessen.

Die nach diesen Gesichtspunkten im Rahmen der SVZ 2015 aktualisierte Aufteilung der Kreise in Regionen lieferte eine Verdichtung der ursprünglichen Flächenregionen von 65 auf 48 (einschließlich der drei Stadtstaaten). Diese Flächenregionseinteilung wurde auch für die SVZ 2021 beibehalten.

Von den für das Jahr 2021 insgesamt 1281 vorliegenden DZ auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen in den Flächenregionen lagen nach Ausschluss gemäß der oben genannten Randbedingungen insgesamt 891 DZ für die Ableitung von Hochrechnungsfaktoren für Flächenregionen vor. Es wurde dabei auch berücksichtigt, dass für die Dauerzählstellen eine Jahresauswertung 2021 der BASt vorlag. Gemäß /SCHMIDT 2013/ sollten pro Flächenregion möglichst mindestens 15 Zählstellen als Datenbasis zur Ableitung der Hochrechnungsfaktoren zur Verfügung stehen. Dies konnte aufgrund der vorliegenden Daten für das Jahr 2021 nicht in allen Fällen eingehalten werden, die verwendete Mindestanzahl lag bei 10 Dauerzählstellen, ähnlich wie auch in der SVZ 2015.

Die Verteilung der einbezogenen Dauerzählstellen je Bundesland und Flächenregionen mit zusätzlicher Angabe zur Anzahl der Grenzzählstellen enthält Tab. 15. Die Aufteilung von Deutschland insgesamt auf die Flächenregionen zeigt Bild 7.

Bundesland	Flächenregion	Anzahl DZ in Region	Anzahl Grenzzählstellen	Anzahl DZ für HR	Bundesland	Flächenregion	Anzahl DZ in Region	Anzahl Grenzzählstellen	Anzahl DZ für HR		
1	SH	101	24	1	11	9	BY	901	43	1	36
1	SH	102	27	1	14	9	BY	902	32	2	25
1	SH	103	16	0	11	9	BY	903	12	1	11
1	SH		67	2	36	9	BY	904	52	4	38
2	HH		15	0	0	9	BY		139	8	110
3	NI	301	14	0	10	10	SL	1001	26	7	13
3	NI	302	18	3	17	11	BE		6	0	0
3	NI	303	20	0	18	12	BB	1201	22	2	18
3	NI	304	17	0	13	12	BB	1202	15	0	14
3	NI	305	14	0	11	12	BB	1203	22	2	16
3	NI		83	3	69	12	BB	1204	23	2	14
4	HB		0	0	0	12	BB		82	6	62
5	NW	501	33	4	30	13	MV	1301	17	0	13
5	NW	502	29	0	20	13	MV	1302	26	0	25
5	NW	503	29	5	26	13	MV	1303	29	0	28
5	NW	504	29	5	22	13	MV		72	0	66
5	NW	505	20	0	16	14	SN	1401	25	1	20
5	NW	506	32	0	27	14	SN	1402	46	23	22
5	NW		172	14	141	14	SN		71	24	42
6	HE	601	23	0	22	15	ST	1501	17	0	12
6	HE	602	25	0	23	15	ST	1502	19	0	13
6	HE	603	82	0	71	15	ST	1503	25	0	19
6	HE		130	0	116	15	ST	1504	18	0	15
7	RP	701	22	0	17	15	ST		79	0	59
7	RP	702	17	1	10	16	TH	1601	25	0	21
7	RP	703	29	2	19	16	TH	1602	30	0	25
7	RP		68	3	46	16	TH	1603	26	0	19
8	BW	801	19	1	15	16	TH		81	0	65
8	BW	802	22	0	18	Bundesgebiet			1189	80	891
8	BW	803	45	12	23						
8	BW	804	12	0	10						
8	BW		98	13	66						

Tab. 15: Anzahl vorhandener Dauerzählstellen (DZ) je Flächenregion, Anzahl der Grenzzählstellen und der für die Hochrechnung einbezogenen DZ

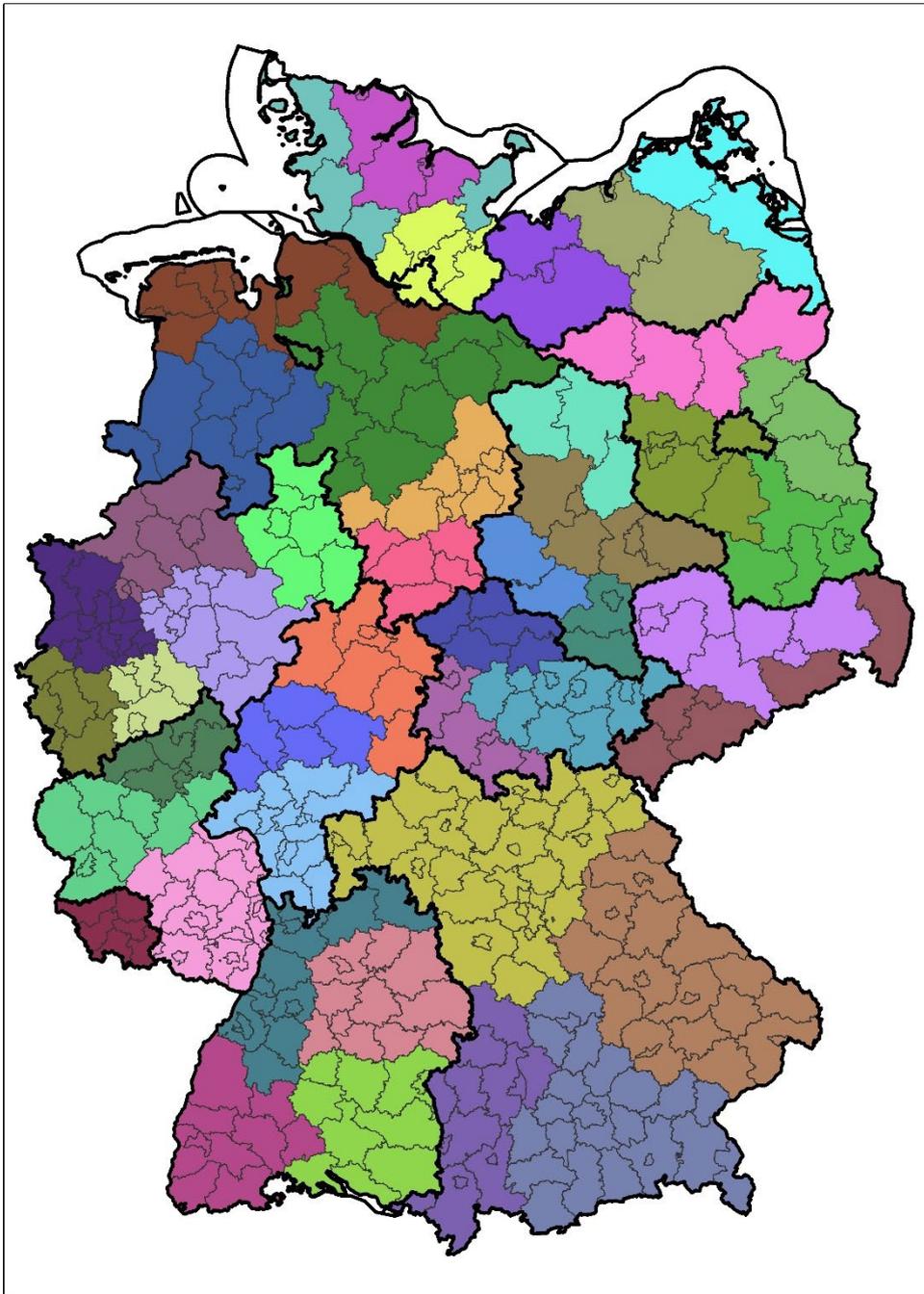


Bild 7: Räumliche Lage der Flächenregionen für Deutschland

3.3.2 Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren

Die Hoch- und Umrechnungsfaktoren und -gleichungen wurden pro Flächenregion aus den Daten der Dauerzählstellen des gemäß Kap. 3.3.1 ausgewählten Kollektivs auf Bundesstraßen und im nachgeordneten Netz (B/L/S/K/G) ermittelt.

Die für die Hochrechnungsstufe 1 benötigten Stunden/Tag-Faktoren a pro Fahrzeugart, die aus den Daten der Dauerzählstellen abgeleitet werden, sind allgemein formuliert wie folgt definiert:

$$a_{z,g} = Q_{z,g} / q_{z,g}$$

Der Stunden/Tag-Faktor a ergibt sich also aus dem Quotienten des Tagesverkehrs Q pro Zähltag Z und pro Fahrzeugart g (LVm, Bus, Krad, LoA, LZ) durch den Stundenzählblock je Zähltag und Fahrzeugart.

Bei der Ableitung der Stunden/Tag-Faktoren aus den Daten der Dauerzählstellen für die Flächenregionen sollten idealerweise möglichst charakteristische Merkmale, auch regionale Besonderheiten (z.B. Urlaubsregion) berücksichtigt werden. Es wurden daher pro Flächenregion Regressionsanalysen durchgeführt, die entsprechend geeignete Parameter berücksichtigen. Erfahrungen aus früheren Jahren zeigen, dass nur für den LVm belastbare Ergebnisse, die ein Bestimmtheitsmaß $R^2 \geq 0,5$ aufweisen, aus Regressionsanalysen ableitbar sind. Für den LVm wurden daher Regressionsanalysen gemäß der folgenden allgemein formulierten Gleichung durchgeführt:

$$a_{r,Z,LV_m} = \alpha + \beta \cdot X + \gamma \cdot Y + \delta \cdot Z = Q_{r,Z,g} / q_{r,Z,g}$$

Der Stunden/Tag-Faktor a_{r,Z,LV_m} , der den Quotienten des Tagesverkehrs Q zu den Stundenzählblöcken q pro Zähltag Z darstellt, wird in Abhängigkeit mehrerer weiterer Einflussgrößen bestimmt. Die Größen X , Y , Z sind richtungsbezogene Verkehrskenngrößen der Dauerzählstellen, wie z.B. aus den Stundenblöcken für den Zähltag Z ermittelte Richtungsfaktoren oder die Ferien-/Freitag-/Sonntagsfaktoren für LVm bezogen auf die 3h-Blöcke.

Als Ergebnis der Regressionsanalysen liegen die Koeffizienten α , β , γ und δ pro Flächenregion und Zähltag vor. Es wurden pro Tagesgruppe (Normalwerktag, Freitag, Ferienwerktag, Sonntag) unterschiedliche Regressionsgleichungen aufgestellt, die unverändert aus der SVZ 2015 übernommen wurden und in Tab. 16 aufgeführt sind. Auf Basis der Daten der Dauerzählstellen 2021 wurden die Regressionskoeffizienten aktuell für das Jahr 2021 bestimmt.

Für die übrigen Fahrzeugarten wurden für die Stufe 1 der Hochrechnung aus den Dauerzählstellen pro Flächenregion je Zähltag und Fahrzeugart Mittelwerte der querschnittsbezogenen Stunden/Tag-Faktoren der einzelnen Dauerzählstellen ermittelt.

Mit dem gleichen Dauerzählstellenkollektiv wie für Hochrechnungsstufe 1 wurden zur Ableitung der Tag/Jahr-Faktoren für die Hochrechnungsstufe 2 die Daten der Dauerzählstellen pro Flächenregion ausgewertet und die querschnittsbezogenen Faktoren gemäß folgendem Ansatz ermittelt:

$$c_{z,v,g} = DTV_{v,g} / Q_{z,g}$$

Der Tag/Jahr-Faktor c ergibt sich demnach aus dem Quotienten des Jahresverkehrs (DTV) pro Fahrtzweckgruppe V (W, U, S, NZB_DiMiDo, NZB_Fr, NZB_So) und Fahrzeugart g (LVm, Bus, Krad, LoA, LZ) zu dem Tagesverkehr Q pro Zähltag Z und Fahrzeugart g .

Ebenso wie bei der Hochrechnungsstufe 1 wurden für LVm Regressionsanalysen durchgeführt, um die Umrechnungsfaktoren c unter Berücksichtigung weiterer Merkmale wie den Ferien-/Freitag-/Sonntagsfaktor (fer , b_{Fr} und b_{So}) zu ermitteln. Die verwendeten Regressionsgleichungen haben sich gegenüber der SVZ 2015 nicht verändert und sind in Tab. 17 aufgeführt. Im Ergebnis der Regressionsanalysen lagen auch hier die benötigten Regressions-Koeffizienten pro Flächenregion und Zähltag für das Jahr 2021 vor.

Die für LVm für Stufe 2 ermittelten Tag/Jahr-Umrechnungsfaktoren wurden auch für die Busse angewendet.

Für die Kräder wurden analog zur SVZ 2015 eigene Tag/Jahr-Umrechnungsfaktoren als Mittelwerte aus den Faktoren der einzelnen Dauerzählstellen pro Flächenregion ermittelt.

Durch die separate Betrachtung der Kräder wird den stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen des Zweiradverkehrs Rechnung getragen.

Für die beiden Fahrzeugarten des schweren Güterverkehrs (LoA und LZ) wurden in Stufe 2 gemeinsame mittlere Tag/Jahr-Umrechnungsfaktoren pro Flächenregion aus den Daten der Dauerzählstellen abgeleitet.

Abschließend wurden für beide Hochrechnungsstufen die ermittelten Mittelwerte der Hochrechnungs- und Umrechnungsfaktoren pro Flächenregion nochmals im Hinblick auf extreme Werte für einzelne Zähltag überprüft und diese pro Fahrzeugart limitiert. Die Begrenzung orientierte sich an dem 5%/95%-Perzentil der entsprechenden Werte aller bundesweit berücksichtigten Dauerzählstellen pro Fahrzeugart.

Auch bei der Ermittlung der Regressionskoeffizienten pro Zähltag auf Basis der Regressionsgleichungen für LVM wurden die relevanten Zähltag in Bezug auf extreme Ausreißer überprüft. Dies erfolgte bei beiden Hochrechnungsstufen über das Verfahren der Ermittlung der Cook's-Distance zur Identifizierung von Ausreißern. Die so identifizierten Ausreißer wurden bei der Ermittlung der Regressionskoeffizienten ausgeschlossen. Bei einer hohen Anzahl von identifizierten Ausreißern wurde die Regressionsgleichung für den betroffenen Zähltag insgesamt verworfen und - wie auch bei einem Bestimmtheitsmaß $R^2 < 0,5$ - zur Hochrechnung auf die Mittelwerte der Tag/Jahr-Faktoren der in der Flächenregion liegenden Dauerzählstellen zurückgegriffen.

Eine Überprüfung der Limits erfolgte nach Durchführung der ersten vorläufigen Hochrechnungen der MZ im Rahmen der Plausibilitätsprüfung der Hochrechnungsergebnisse. Da insbesondere die Zähltagdaten der Kräder sehr große Streuungen aufweisen, wurde die Hochrechnungsfaktoren für diese Fahrzeugart noch etwas stärker limitiert, um extreme Ausreißer bei der Hochrechnung auszuschließen.

3.3.3 Hochrechnung der Zählstellen

Für alle manuellen Zählstellen, die keinen Streckenzügen zugeordnet waren, wurden zur Hochrechnung die aus den Daten der Dauerzählstellen pro Flächenregion ermittelten Hoch- und Umrechnungsfaktoren und -gleichungen verwendet (vgl. Kap. 3.3.2).

Zur Hochrechnung wurden für den Personenleichtverkehr LVM soweit möglich die aus den Dauerzählstellen abgeleiteten zähltagsspezifischen Regressionsgleichungen und Koeffizienten verwendet. Die benötigten richtungsbezogenen Einflussgrößen X, Y, Z wurden aus den Zähltagdaten der jeweils hochzurechnenden manuellen Zählstelle ermittelt. Lagen aufgrund eines Bestimmtheitsmaßes von $R^2 < 0,5$ keine verwendbaren Ergebnisse der Regressionsanalysen vor, wurden für den LVM, wie auch für alle anderen Fahrzeugarten, die als Mittelwerte der Faktoren der einzelnen Dauerzählstellen pro Flächenregion ermittelten Hochrechnungsfaktoren verwendet.

Die Hochrechnung der gezählten Stundenwerte auf den Tagesverkehr des Zähltag (Hochrechnungsstufe 1) wurde für eine manuelle Zählstelle allgemein formuliert nach folgendem Ansatz durchgeführt:

$$Q_{z,g} = a_{z,g} \cdot q_{z,g}$$

Der Tagesverkehr Q eines Zähltag Z und der Fahrzeugart g wurde aus dem Produkt des Zähl-Stundenblocks q je Zähltag Z und Fahrzeugart g (LVM, Bus, Krad, LoA, LZ) und dem Stunden/Tag-Faktor a der Flächenregion ermittelt. Je nach Zähltaggruppe (NoW, Fr, So,

FeW) und Fahrzeugart gehen die 3- oder 5-Stundenblöcke ein (bzgl. Details hierzu siehe Tab. 16).

Die für die Ermittlung der Stunden/Tag-Faktoren zur Hochrechnung des LVm einer manuellen Zählstelle verwendeten Regressionsgleichungen und die Einflussgrößen der Stufe 1 entsprechen unverändert den Ansätzen der SVZ 2015 und sind in Tab. 16 wiedergegeben. Die darin enthaltenen Einflussgrößen beziehen sich alle auf LVm und bei den Ganglinienfaktoren f_{er} , b_{Fr} und b_{So} auf die dreistündigen Zählwerte je Fahrtrichtung ($b_{3,r,Fr}$, $b_{3,r,So}$ und $b_{3,r,fer}$). Diese Einflussgrößen wurden jeweils aus den Zähltagen der jeweiligen Zählperiode Frühjahr und Herbst ermittelt:

$$\begin{aligned} b_{3,r,Fr1} &= q_{3,r,Fr1} / q_{3,r,NoW1} & b_{3,r,Fr2} &= q_{3,r,Fr2} / q_{3,r,NoW2} \\ b_{3,r,So1} &= q_{3,r,So1} / q_{3,r,NoW1} & b_{3,r,So2} &= q_{3,r,So2} / q_{3,r,NoW2} \\ b_{3,r,fer1} &= q_{3,r,fer1} / q_{3,r,NoW1} & b_{3,r,fer2} &= q_{3,r,fer2} / q_{3,r,NoW2} \end{aligned}$$

Für die übrigen Fahrzeugarten wurden für die Hochrechnungsstufe 1 die aus den Dauerzählstellen der jeweiligen Region je Fahrzeugart und Zähltag ermittelten Mittelwerte der querschnittsbezogenen Stunden/Tag-Faktoren verwendet.

Die Umrechnung der in Hochrechnungsstufe 1 ermittelten Tagesverkehre je Zähltag auf jahresmittlere DTV-Werte erfolgt in der Hochrechnungsstufe 2 für eine manuelle Zählstelle allgemein formuliert nach dem folgenden Ansatz:

$$DTV_{V,g} = c_{V,g} \cdot Q_{Z,g}$$

Der Jahresverkehr DTV pro Fahrtzweckgruppe V und Fahrzeugart g wird aus dem Produkt des Tagesverkehrs Q je Zähltag Z und Fahrzeugart g und dem Tag-/Jahr-Faktor c der Flächenregion ermittelt (bzgl. Details hierzu siehe Tab. 17). Berechnet werden die DTV-Werte für die Fahrtzweckgruppen Werktag (W), Urlaub (U), Sonntag (S) und für den Normalzeitbereich NZB (DiMiDo, Fr, So).

Für die Gleichungen zur Ermittlung der Tag/Jahr-Faktoren (Hochrechnungsstufe 2) des LVm waren die Einflussgrößen – wie in der SVZ 2015 – ebenfalls die Ganglinienfaktoren f_{er} , b_{Fr} und b_{So} . Für die manuellen Zählstellen wurden diese aus den Quotienten der mittleren LVm-Tagesverkehrsstärken Q der beiden Ferienwerktage, der Freitage und der Sonntage zum mittleren Tagesverkehr der Normalwerktage (Di, Mi, Do) berechnet. Die gegenüber der SVZ 2015 unveränderten Gleichungen für die Umrechnungsfaktoren (c_V , c_{NZB}) der Stufe 2 sind in Tab. 17 ausgewiesen.

Für die Busse wurden, analog zur SVZ 2015, die Tag/Jahr-Faktoren des LVm zur Hochrechnung der Zählraten angewendet. Für die Kräder wurden separat ermittelte Mittelwerte der Tag/Jahr-Faktoren verwendet. Für die beiden Fahrzeugarten des schweren Güterverkehrs (LoA und Lz) wurden in Stufe 2 für beide Fahrzeugarten die gemeinsam ermittelten mittleren Tag/Jahr-Faktoren zur Hochrechnung angewendet.

Waren die aus den manuellen Zählungen (in Stufe 1 oder Stufe 2) berechneten Einflussgrößen für die Regressionsgleichungen zur Hochrechnung des LVm größer oder kleiner als die vorab in die Berechnung der Regressionskoeffizienten aus den Dauerzählstellen eingegangenen Größen, dann wurden die aus den manuellen Zählungen berechneten Einflussgrößen durch die Maximal- bzw. Minimalwerte der in die Ermittlung der Gleichungen eingegangenen Größen der Dauerzählstellen begrenzt.

Lagen für eine manuelle Zählstelle keine Daten aus Ferien- und/oder Sonntagszählungen und/oder Freitagszählungen (z.B. immer bei B-Zählstellen) vor, wurden nach

Bundesländern und Straßenklassen differenzierte und aus den Ergebnissen der Dauerzählstellen 2021 berechnete Medianwerte (siehe Tab. 26) in die Regressionsgleichungen zur Hochrechnung der manuellen Zählungen (Stufe 2) eingesetzt.

Die Gesamt-DTV-Werte (für alle Tage des Jahres) pro Fahrzeugart g ergeben sich analog zu dem Vorgehen bei den Streckenzügen durch Gewichtung mit der Anzahl der Tage (n) je Fahrtzweckgruppe (W, U, S):

$$DTV_{Ges} = (n_W \cdot DTV_W + n_U \cdot DTV_U + n_S \cdot DTV_S) / (n_W + n_U + n_S)$$

wobei n_W die Anzahl der Werktage Mo-Sa außerhalb der Schulferien, n_U die Anzahl der Ferienwerktage Mo-Sa innerhalb der Schulferien und n_S die Anzahl der Sonn- und Feiertage ist.

Ergänzend wurden aus den auf jahresmittlere Verhältnisse hochgerechneten Verkehrswerten für den NZB die Ganglinienkennwerte b_{So} und b_{Fr} und der fer-Faktor über das Verhältnis DTV_U / DTV_W abgeleitet.

In Kap. 3.3.4 wird die Hochrechnung einer manuell gezählten Bundesstraßen-Zählstelle an einem Beispiel in Einzelschritten beschrieben.

Tagesgruppe	Fahrzeugart	Zst-Gruppe	Gleichung
Normalwerktag	LVm	A mit Morgenzählungen	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,15-18}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot 1/f_r + \gamma_3 \cdot r$ $f_r = q_{r,16-18} / q_{r,07-09}$ $r_1 = q_{RI,15-18} / q_{RI,15-18}$ $r_2 = q_{RII,15-18} / q_{RI,15-18}$
		B und A ohne Morgenzählungen	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,15-18}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot r$ $r_1 = q_{RI,15-18} / q_{RI,15-18}$ $r_2 = q_{RII,15-18} / q_{RI,15-18}$
	übrige Fahrzeugarten	A mit Morgenzählungen Richtungswerte werden zu GQ zusammengefasst	$Q_{GQ} = a_{5,GQ} \cdot q_{GQ,07-09+15-18}$ $a_{5,GQ}$ mittlerer Faktor je Zähltag, Fahrzeugart und Region
		B und A ohne Morgenzählungen Richtungswerte werden zu GQ zusammengefasst	$Q_{GQ} = a_{3,GQ} \cdot q_{GQ,15-18}$ $a_{3,GQ}$ mittlerer Faktor je Zähltag, Fahrzeugart und Region
Freitag	LVm	A mit Morgenzählungen an Normalwerktagen	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,15-18}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot 1/f_{r,NoW1+NoW2} + \gamma_3 \cdot r_r + \delta_3 \cdot b_{3,Fr,r}$ $f_{r,(NoW)} = q_{r,16-18r,NoW} / q_{r,07-09,NoW}$ $r_1 = q_{RI,15-18} / q_{RI,15-18}$ $r_2 = q_{RII,15-18} / q_{RI,15-18}$ $b_{3,Fr,r} = q_{r,15-18,Fr} / q_{r,15-18,NoW}$
		A ohne Morgenzählungen an Normalwerktagen	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,15-18}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot r + \gamma_3 \cdot b_{3,Fr,r}$ $r_1 = q_{RI,15-18} / q_{RI,15-18}$ $r_2 = q_{RII,15-18} / q_{RI,15-18}$ $b_{3,Fr,r} = q_{r,15-18,Fr} / q_{r,15-18,NoW}$
	übrige Fahrzeugarten	A Richtungswerte werden zu GQ zusammengefasst	$Q_{GQ} = a_{3,GQ} \cdot q_{GQ,15-18}$ $a_{3,GQ}$ mittlerer Faktor je Zähltag, Fahrzeugart und Region
Sonntag	LVm	A oder B	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,16-19}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot r_r + \gamma_3 \cdot b_{3,So,r}$ $r_1 = q_{RI,16-19} / q_{RI,16-19}$ $r_2 = q_{RII,16-19} / q_{RI,16-19}$ $b_{3,r,So} = q_{r,16-19,So} / q_{r,15-18,NoW}$
	übrige Fahrzeugarten	A oder B Richtungswerte werden zu GQ zusammengefasst	$Q_{GQ} = a_{3,GQ} \cdot q_{GQ,16-19}$ $a_{3,GQ}$ mittlerer Faktor je Zähltag, Fahrzeugart und Region
Ferienwerktag	LVm	A oder B	$Q_r = a_{3,r} \cdot q_{r,15-18}$ $a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot r + \gamma_3 \cdot fer_{3,r}$ $r_1 = q_{RI,15-18} / q_{RI,15-18}$ $r_2 = q_{RII,15-18} / q_{RI,15-18}$ $fer_{3,r} = q_{r,15-18,FeW} / q_{r,15-18,NoW}$
	übrige Fahrzeugarten	A oder B Richtungswerte werden zu GQ zusammengefasst	$Q_{GQ} = a_{3,GQ} \cdot q_{GQ,15-18}$ $a_{3,GQ}$ mittlerer Faktor je Zähltag, Fahrzeugart und Region

Tab. 16: HR-Gleichungen , -Faktoren (a_3, a_5) der Stufe 1 für die Hochrechnung nach dem Flächenmodell je Zählstellgruppe

Tagesgruppe	Fahrzeugart	Zst-Gruppe	Gleichung
Alle Tage	Fahrrad, Krad	Alle	$DTV_{V,NZB,Kr} = c_{V,NZB,Kr} \cdot Q_{V,NZB,Kr}$ $c_{V,Kr}$ $c_{NZB,Kr}$ = Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren Kräder aus den Dauerzählstellen der Region
	Lvm, Bus	Alle	$DTV_{V,NZB,LVm, Bus} = c_{V,NZB,LVm} \cdot Q_{V,NZB,LVm, Bus}$ $c_{V,LVm} = \alpha_v + \beta_v \cdot fer_{LVm} + \gamma_v \cdot b_{so,LVm} + \delta_v \cdot b_{Fr,LVm}$ $c_{NZB,LVm} = \alpha_{NZB} + \beta_{NZB} \cdot fer_{LVm} + \gamma_{NZB} \cdot b_{so,LVm} + \delta_{NZB} \cdot b_{Fr,LVm}$ $fer_{LVm} = \frac{Q_{FeW1,LVm} + Q_{FeW2,LVm}}{Q_{NoW1,LVm} + Q_{NoW2,LVm}}$ $b_{so,LVm} = \frac{Q_{So1,LVm} + Q_{So2,LVm}}{Q_{NoW1,LVm} + Q_{NoW2,LVm}}$ $b_{Fr,LVm} = \frac{Q_{Fr1,LVm} + Q_{Fr2,LVm}}{Q_{NoW1,LVm} + Q_{NoW2,LVm}}$
	Schwerer Güterverkehr (SGV): Lkw ohne Anhänger (LoA), Lastzüge (LZ)	Alle	$DTV_{V,NZB,LoA,LZ} = c_{V,NZB,SGV} \cdot Q_{V,NZB,LoA,LZ}$ $c_{V,SGV}$ $c_{NZB,SGV}$ = Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren SGV aus den Dauerzählstellen der Region

Tab. 17: Gleichungen der Umrechnungsfaktoren (c_v und c_{NZB}) für die Hochrechnung der Stufe 2 nach Flächenmodell (keine Unterscheidung nach Tagesgruppe und Zählstellengruppe)

3.3.4 Hochrechnungsbeispiel

Die Beispiel-Hochrechnung erfolgt für eine A-Zählstelle einer Bundesstraße in Mecklenburg-Vorpommern. Dabei ist zu beachten, dass die Berechnungen mit ungerundeten Zahlen durchgeführt wurden, so dass es beim Nachrechnen zu Abweichungen kommen kann.

Die für die Beispielzählstelle erhobenen Verkehrsmengen nach Zählstunden, Fahrzeuggruppen und Richtungen in Tab. 18 entstammen wie bei dem BAB-Beispiel der Zähldaten-Übersicht aus der erweiterten Plausibilitätsprüfung. Diese enthält sowohl Werte der einzelnen Zählstunden als auch der Stundensummen je Zählstunde (im unteren Teil).

Die relevanten Koeffizienten und Einflussgrößen für die Hochrechnungs-Gleichungen für LVM sind in Tab. 19 und die Hochrechnungsfaktoren für die übrigen Fahrzeugarten in Tab. 20 für die Hochrechnungsstufe 1 dokumentiert. In Tab. 22 sind die entsprechenden Größen für die Hochrechnungsstufe 2 ausgewiesen.

Hochrechnungsstufe 1

Entsprechend den Ansätzen der SVZ 2015 werden für A-Zählstellen mit Morgenzählungen die Faktoren zur Ermittlung der Tagesverkehrsstärken Q an Normalwerktagen für LVM aus der Gleichung

$$a_{3,r} = \alpha_3 + \beta_3 \cdot 1/f_r + \gamma_3 \cdot r$$

berechnet.

Die Koeffizienten der Regressionsgleichungen (Tab. 19) aus den Dauerzählstellen lauten für den Beispieltag (15.06.2021, NoW1):

$$\alpha_3 = 4,9155; \quad \beta_3 = 10,8406; \quad \gamma_3 = -1,3263.$$

Die aus der manuellen Zählung berechneten Einflussgrößen $1/f_{r,LV_m}$ und r_{LV_m} für den 15.06.2021 lauten:

$$1/f_{r,R1} = 1 / (q_{R1,16-18}/q_{R1,7-9}) = 1 / (1.121/507) = 0,4523$$

$$1/f_{r,R2} = 1 / (q_{R2,16-18}/q_{R2,7-9}) = 1 / (905/650) = 0,7182$$

$$r_{R1} = q_{R1,15-18}/q_{R2,15-18} = 1.654 / 1.388 = 1,1916$$

$$r_{R2} = 1 / r_{R1} = 1.388 / 1.654 = 0,8392$$

Die Minimal- und Maximalwerte der aus den Dauerzählstellen in die Berechnung der Regressionsgleichungen eingegangenen Einflussgrößen sind:

$$\min 1/f_r = 0,3965 \qquad \max 1/f_r = 1,7011$$

$$\min r = 0,5863 \qquad \max r = 1,7056$$

Da die aus den Zählungen resultierenden Werte $1/f_r$ und r alle innerhalb des Bereichs aus Minimal- und Maximalwerten der Regression liegen, können diese Einflussgrößen unverändert übernommen werden.

$$a_{3,R1} = 4,9155 + 0,8406 \cdot 0,4523 - 1,3263 \cdot 1,1916 = 3,7152$$

$$a_{3,R2} = 4,9155 + 0,8406 \cdot 0,7182 - 1,3263 \cdot 0,8392 = 4,4062$$

Für die übrigen Fahrzeugarten ergeben sich die Stunden/Tag-Faktoren für den Normalwerktag 15.06.2021 – wie auch an den anderen Zähltagen – als Mittelwerte der aus den Daten der Dauerzählstellen der Region berechneten Einzelfaktoren. Diese Hochrechnungsfaktoren a_5 der übrigen Fahrzeugarten enthält Tab. 20, für den 15.06.2021 (NoW1) sind dies die folgenden Faktoren:

$$\text{Krad} = 2,9260$$

$$\text{Bus} = 2,7447$$

$$\text{LoA} = 3,4879$$

$$\text{LZ} = 3,2713$$

Rad Für die Fahrräder wurden die Faktoren der Kräder angesetzt, da sich aus den Dauerzählstellen keine gesonderten Faktoren berechnen lassen.

Mit den Hochrechnungsfaktoren a_3 und a_5 ergeben sich für diesen Zähltag folgende Tagesverkehrsstärken Q des Gesamtquerschnitts (Tab. 21):

$$Q_{LV_m} = 3,7152 \cdot 1.654 + 4,4062 \cdot 1.388 = 12.261 \text{ LV}_m/24h$$

$$Q_{Rad} = 2,9260 \cdot (2 + 20 + 2 + 31) = 161 \text{ Fahrräder}/24h$$

$$Q_{Krad} = 2,9260 \cdot (1 + 30 + 10 + 22) = 184 \text{ Kräder}/24h$$

$$Q_{Bus} = 2,7447 \cdot (2 + 3 + 4 + 6) = 41 \text{ Busse}/24h$$

$$Q_{LoA} = 3,4879 \cdot (34 + 13 + 41 + 29) = 408 \text{ LoA}/24h$$

$$Q_{Lz} = 3,2713 \cdot (24 + 17 + 26 + 14) = 265 \text{ LZ}/24h$$

In Tab. 19 sind die Koeffizienten für die Regressionsfunktionen für LVm mit den in die Berechnung eingehenden Einflussgrößen der Zähltag und deren aus den Daten der Dauerzählstelle ermittelten Grenzen (min, max) sowie die daraus berechneten a_{3,LV_m} -Hochrechnungsfaktoren je Richtung aufgelistet.

Tab. 20 enthält die a_3/a_5 -Faktoren der übrigen Fahrzeugarten sowie die aus Tab. 19 übernommenen a_{3,LV_m} -Faktoren. Tab. 21 enthält die daraus berechneten Tagesverkehrsstärken $Q_{z,g}$.

13 - MV		TK ZST		1447 0189		B96		Abschnitt: Abzw B 96b - Abzw L 30							
BA: 03		SM: 04		Kreis: 073		Baulast: Bund		FS: 2		Zählabschnittslänge: 1,27 km				Zählstellentyp: MZ	
Tagestyp Datum	Zähl- std.	Fahrtrichtung: Abzw L 30							Fahrtrichtung: Abzw B 96b						
		Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ
NoW 1	7-8	1	1	253	1	20	14	289	1	6	344	3	20	11	384
	8-9	1	0	254	1	14	10	279	1	4	306	1	21	15	347
Di 15.06	15-16	3	14	533	1	8	5	561	9	7	483	4	17	5	516
	16-17	10	9	607	2	4	8	630	5	10	501	2	10	5	528
	17-18	7	7	514	0	1	4	526	17	5	404	0	2	4	415
NoW 2	7-8	0	0	241	12	11	7	271	0	1	354	3	8	12	378
	8-9	0	0	275	5	9	5	294	0	0	405	3	12	16	436
Do 26.08	15-16	0	0	701	4	5	8	718	0	3	707	7	10	6	733
(Warnung)	16-17	0	1	723	4	1	9	738	0	0	648	6	3	10	667
	17-18	0	2	588	1	1	4	596	0	3	460	2	5	6	476
Fr 1	15-16	1	2	325	3	6	3	339	0	0	301	2	8	5	316
Fr 07.05	16-17	0	0	339	2	7	2	350	0	0	210	1	1	1	213
(Warnung)	17-18	0	2	279	0	1	2	284	1	1	173	1	3	0	178
Fr 2	15-16	13	3	674	3	1	3	684	9	0	621	4	8	7	640
Fr 27.08	16-17	11	30	638	1	0	2	671	12	0	693	4	2	2	701
(Warnung)	17-18	1	6	647	3	0	2	658	7	3	637	2	1	1	644
FeW 1	15-16	7	4	658	2	3	12	679	14	6	546	1	9	11	573
Do 24.06	16-17	12	5	652	3	3	6	669	11	3	572	3	9	2	589
	17-18	8	5	541	0	1	4	551	7	0	394	1	1	3	399
FeW 2	15-16	3	8	680	1	5	6	700	8	5	555	1	4	18	583
Do 15.07	16-17	13	15	658	4	2	9	688	10	11	626	1	15	7	660
	17-18	5	10	554	2	4	8	578	11	10	500	2	2	7	521
So 1	16-17	3	8	190	1	0	4	203	0	25	479	2	2	0	508
So 30.05	17-18	0	12	224	1	0	0	237	0	10	428	0	0	0	438
(Warnung)	18-19	0	9	166	1	1	2	179	0	6	301	1	3	0	311
So 2	16-17	2	1	618	1	0	0	620	1	2	444	4	0	1	451
So 29.08	17-18	5	3	593	3	0	0	599	3	2	430	1	0	0	433
(Warnung)	18-19	0	0	358	2	0	0	360	0	3	315	5	0	1	324
Summe nach Stundengruppen															
		Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ
NoW 1	7-9	2	1	507	2	34	24	568	2	10	650	4	41	26	731
NoW 2		0	0	516	17	20	12	565	0	1	759	6	20	28	814
NoW 1	15-18	20	30	1.654	3	13	17	1.717	31	22	1.388	6	29	14	1.459
NoW 2		0	3	2.012	9	7	21	2.052	0	6	1.815	15	18	22	1.876
Fr 1	15-18	1	4	943	5	14	7	973	1	1	684	4	12	6	707
Fr 2		25	39	1.959	7	1	7	2.013	28	3	1.951	10	11	10	1.985
FeW 1	15-18	27	14	1.851	5	7	22	1.899	32	9	1.512	5	19	16	1.561
FeW 2		21	33	1.892	7	11	23	1.966	29	26	1.681	4	21	32	1.764
So 1	16-19	3	29	580	3	1	6	619	0	41	1.208	3	5	0	1.257
So 2		7	4	1.569	6	0	0	1.579	4	7	1.189	10	0	2	1.208

Tab. 18: Zählwerte des Hochrechnungsbeispiels für die Bundesstraßen-Zählstelle 1447 0189, B96 (Region 1303)

Tages- gruppe	Zähltag	Ri	α	β	γ	δ	$1/f_r$	min	/	max	r	min	/	max	$b_{3,Fr,r} /$ $b_{3,So,r} /$ $fer_{3,r}$	min	/	max	$a_{3,r}$
NoW1	15. Jun	1 2	4,9155	0,8406	-1,3263		0,4523 0,7182	0,3965	/	1,7011	1,1916 0,8392	0,5863	/	1,7056					3,7152 4,4062
NoW2	26. Aug	1 2	5,2421	0,3954	-1,3173		0,3936 0,6850	0,2890	/	1,3491	1,1085 0,9021	0,6252	/	1,5995					3,9374 4,3246
Fr1	07. Mai	1 2	5,1314	0,7413	-1,1292	-0,1387	0,4206 0,7000	0,3965	/	1,7011	1,3787 0,7253	0,6168	/	1,6214	0,5701 0,5734	0,5345	/	1,27007	3,8074 4,7518
Fr2	27. Aug	1 2	6,9390	0,1930	-2,0785	-0,4901	0,4206 0,7000	0,2890	/	1,3491	1,0041 0,9959	0,6651	/	1,5035	0,9737 1,0749	0,8168	/	1,46759	4,4560 4,4773
So1	30. Mai	1 2	4,9819	-1,3942	1,0807						0,4801 2,0828	0,2736	/	3,6553	0,4164 0,8703	0,4164	/	2,02285	4,7625 3,0186
So2	29. Aug	1 2	-	-	-						-				-				-
Fer1	24. Jun	1 2	5,6902	-1,8704	0,4085						1,3242 0,8169	0,6495	/	1,5397	1,1191 1,0893	0,9739	/	2,08391	3,8576 4,6073
Fer2	15. Jul	1 2	5,1027	-1,7932	1,0133						1,1255 0,8885	0,6324	/	1,5813	0,9404 0,9262	0,8838	/	2,10835	4,0373 4,4480

Tab. 19: Koeffizienten der Regressionsgleichungen sowie Einflussgrößen (und deren Grenzen min/max) zur Berechnung der Stunden/Tag-Faktoren des LVm (a_{3,LV_m}) aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel (für den So2 wurde ein Bestimmtheitsmaß $R^2 < 0,5$ ermittelt, daher wurden keine Faktoren über die Regressionsgleichung ermittelt)

Tages- gruppe	Zähltag	a3/a5, Rad, Krad	a3/a5, LVm, R1	a3/a5, LVm, R2	a3/a5, Bus	a3/a5, LoA	a3/a5, LZ
NoW1	15. Jun	2,9260	3,7152	4,4062	2,7447	3,4879	3,2713
NoW2	26. Aug	4,2773	3,9374	4,3246	2,6164	3,4958	2,9738
Fr1	07. Mai	3,6689	3,8074	4,7518	6,1109	12,0000	9,8033
Fr2	27. Aug	4,0627	4,4560	4,4773	5,4372	11,5014	10,1832
So1	30. Mai	4,0667	4,7625	3,0186	4,1667	5,9119	4,0000
So2	29. Aug	5,2749	4,7117	4,7117	4,1617	8,2151	5,4889
Fer1	24. Jun	5,2087	3,8576	4,6073	4,5130	8,8271	7,0710
Fer2	15. Jul	4,1053	4,0373	4,4480	4,3742	9,2295	6,4502

Tab. 20: Stunden-/Tag-Faktoren der Fahrzeugarten ($a_{5,g}$ bzw. $a_{3,g}$) aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel (für LVm sind hier die Werte aus Tab. 19 ausgewiesen)

Tages- gruppe	Zähltag	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ
NoW1	15. Jun	161	184	12.261	41	408	265
NoW2	26. Aug	0	43	15.771	123	227	247
Fr1	07. Mai	7	18	6.841	55	312	127
Fr2	27. Aug	215	171	17.465	92	138	173
So1	30. Mai	12	285	6.409	25	35	24
So2	29. Aug	58	58	12.995	67	0	11
Fer1	24. Jun	307	120	14.107	45	230	269
Fer2	15. Jul	205	242	15.116	48	295	355

Tab. 21: Tagesverkehrsstärken $Q_{z,g}$ aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel

Hochrechnungsstufe 2

Entsprechend den Formeln in Tab. 17 werden die Tag/Jahr-Umrechnungsfaktoren c der Fahrzeugarten für die Hochrechnungsstufe 2 anhand zähltagsspezifischer, aus den Dauerzählstellen der Flächenregion abgeleiteter Faktoren bzw. Regressionsgleichungen (für LVm) ermittelt:

$$c_{LVm} = \alpha + \beta \cdot fer_{LVm} + \gamma \cdot b_{So,LV_m} + \delta \cdot b_{Fr,LV_m}$$

mit den Einflussgrößen für LVm:

$$\text{fer}_{LVm} = (Q_{FeW1} + Q_{FeW2}) / (Q_{NoW1} + Q_{NoW2})$$

$$b_{So,LVm} = (Q_{So1} + Q_{So2}) / (Q_{NoW1} + Q_{NoW2})$$

$$b_{Fr,LVm} = (Q_{Fr1} + Q_{Fr2}) / (Q_{NoW1} + Q_{NoW2})$$

Die Minimal- und Maximalwerte LVm der aus den Dauerzählstellen der Region in die Regressionsgleichungen eingegangenen Einflussgrößen sind:

$$\text{min fer} = 0,9137 \quad \text{max fer} = 1,2842$$

$$\text{min } b_{So} = 0,4876 \quad \text{max } b_{So} = 1,2387$$

$$\text{min } b_{Fr} = 0,9851 \quad \text{max } b_{Fr} = 1,2698$$

Die aus den Tageswerten $Q_{Z,LVm}$ der manuellen Zählung (siehe Tab. 21) berechneten Einflussgrößen lauten:

$$\text{fer}_{LVm} = (14.107 + 15.116) / (12.261 + 15.771) = 1,04246$$

$$b_{So,LVm} = (6.409 + 12.995) / (12.261 + 15.771) = 0,69221$$

$$b_{Fr,LVm} = (6.841 + 17.465) / (12.261 + 15.771) = 0,86708$$

Der aus der manuellen Zählung berechnete Freitagsfaktor (b_{Fr}) ist mit 0,8671 niedriger als der aus den Daten der Dauerzählstellen ermittelten Minimalwert von 0,9851. In die Regressionsgleichungen zur Berechnung der Umrechnungsfaktoren für die Fahrzeugarten der LVm (einschl. Bus) geht somit an den Freitagen der Grenzwert aus den Dauerzählstellen ein, was zu folgendem Umrechnungsfaktor für den 15.06.2021 führt:

$$c_{LVm} = 1,33994 - 0,79278 \cdot 1,04246 + 0,23241 \cdot 0,69221 + 0,15248 \cdot 0,9851 = 0,82458$$

Für die Fahrzeugarten des schweren Güterverkehrs (LoA und LZ) ergab sich aus den Dauerzählstellen der Region für den Zähltag der gemeinsame Umrechnungsfaktor (als Mittelwert der zähltagsspezifischen Umrechnungsfaktoren der einzelnen Dauerzählstellen) von $c_{SGV} = 0,79755$ und für die Kräder von 0,50000.

Durch Multiplikation der Tagesverkehrsstärken der manuellen Zählstelle mit den c_V -Umrechnungsfaktoren errechnen sich die Einzel-DTV-Werte für den 15.06.2021 wie folgt:

$$\text{Rad} = 0,50000 \cdot 160,9 = 80,0 \text{ Kfz/24h}$$

$$\text{Krad} = 0,50000 \cdot 184 = 92,0 \text{ Kfz/24h}$$

$$\text{LVm} = 0,82458 \cdot 12.260,8 = 10.110,0 \text{ Kfz/24h}$$

$$\text{Bus} = 0,82458 \cdot 41,2 = 34,0 \text{ Kfz/24h}$$

$$\text{LoA} = 0,79755 \cdot 408,1 = 415,5 \text{ Kfz/24h}$$

$$\text{LZ} = 0,79755 \cdot 265 = 211,4 \text{ Kfz/24h}$$

In Tab. 22 sind die Koeffizienten der Regressionsgleichungen und die c_V -Umrechnungsfaktoren für jeden Zähltag aufgelistet. Ergänzend sind die in die Berechnung eingegangenen Einflussgrößen und deren maximalen Begrenzungen ausgewiesen.

Tab. 23 enthält die aus den Tagesverkehrsstärken Q_Z und den c_V -Faktoren berechneten Einzel-DTV_V-Werte je Fahrzeugart für jeden Zähltag.

Auf eine ausführliche Darstellung der Berechnung der DTV_V-Werte für alle Zähltag wie für den ersten Zähltag wird hier verzichtet. Dies gilt auch für die DTV_{NZB}-Werte des

Normalzeitbereichs (NZB), die entsprechend dem Streckenzug-Beispiel in Kap. 3.2.3 und den Formeln in Tab. 17 berechnet wurden. Die Ergebnisse sind aber mit den wiedergegebenen Zahlen nachvollziehbar und als Einzel-DTV_{NZB} in Tab. 24 enthalten.

Die Gesamt-DTV-Werte (für alle Tage des Jahres) ergeben sich nun durch Gewichtung mit der Anzahl der Tage (n_v) je Fahrtzweckgruppe:

$$DTV_g = (n_w \cdot DTV_{w,g} + n_u \cdot DTV_{u,g} + n_s \cdot DTV_{s,g}) / (n_w + n_u + n_s).$$

Die Zählstelle des Hochrechnungsbeispiels liegt in Mecklenburg-Vorpommern. Die dortigen n_v-Werte waren für das Jahr 2021 (siehe Tab. 6) :

$$n_w = 224, \quad n_u = 82, \quad n_s = 59$$

Alle Ergebnisse der DTV-Berechnung (DTV_v und DTV_{NZB}) sind in Tab. 25 ausgewiesen.

Tagesgruppe	Zähltag	α	β	γ	δ	Cv,LVm	Cv,Krad,Rad	Cv,SGV
NoW1	15. Jun	1,33994	-0,79278	0,23241	0,15248	0,82458	0,50000	0,79755
NoW2	26. Aug	1,57496	-1,21247	0,05553	0,36718	0,71115	1,22936	0,84118
Fr1	07. Mai	-0,59963	2,07181	-0,29420	-0,19229	1,16708	3,00000	0,99195
Fr2	27. Aug	1,87057	-0,95167	0,11840	-0,25035	0,71383	0,75146	0,93363
So1	30. Mai	-	-	-	-	1,01788	0,50000	1,33111
So2	29. Aug	1,21889	-0,50822	-0,15509	0,10691	0,68706	3,00000	0,79052
Fer1	24. Jun	0,42715	-0,13585	-0,08456	0,54917	0,76798	0,89441	0,71442
Fer2	15. Jul	0,82868	-0,63177	0,02612	0,55084	0,73080	0,59656	0,74800

Tab. 22: Koeffizienten der Regressionsgleichungen sowie Einflussgrößen (fer = 1,04246, b_{so} = 0,69221, b_{fr} = 0,86708) zur Berechnung der Tag-/Jahr-Umrechnungsfaktoren c_{v,LVm} der Fahrtzweckgruppen W, U, S für das Hochrechnungsbeispiel (fer min/max = 0,9137/1,2842, b_{so} min/max = 0,4876/1,2387, b_{fr} min/max = 0,9851/1,2698)

Tagesgruppe	Zähltag	DTV _{Rad}	DTV _{Krad}	DTV _{LVM,RI}	DTV _{LVM,RII}	DTV _{Bus}	DTV _{LoA}	DTV _{Lz}	DTV _{Kfz}
NoW1	15. Jun	80	92	5.067	5.043	34	325	211	10.773
NoW2	26. Aug	0	53	5.634	5.582	87	191	208	11.755
Fr1	07. Mai	22	55	4.391	3.975	67	334	136	8.960
Fr2	27. Aug	190	151	6.424	6.428	68	140	176	13.387
So1	30. Mai	6	142	2.812	3.712	25	47	32	6.770
So2	29. Aug	174	174	5.079	3.849	46	0	9	9.157
Fer1	24. Jun	275	107	5.484	5.350	35	164	192	11.331
Fer2	15. Jul	122	144	5.582	5.464	35	221	265	11.712

Tab. 23: Einzel-DTV_v aus Hochrechnungsstufe 2 für die Fahrzeuggruppen W, U und S

Tagesgruppe	Zähltag	DTV _{Rad}	DTV _{Krad}	DTV _{LVM,RI}	DTV _{LVM,RII}	DTV _{Bus}	DTV _{LoA}	DTV _{Lz}	DTV _{Kfz}
NoW1	15. Jun	80	92	5.246	5.221	35	385	250	11.229
NoW2	26. Aug	0	66	5.784	5.731	90	229	249	12.148
Fr1	07. Mai	22	55	4.190	3.793	64	309	126	8.539
Fr2	27. Aug	162	128	6.231	6.236	66	129	162	12.952
So1	30. Mai	6	142	2.849	3.760	26	43	29	6.850
So2	29. Aug	174	174	5.199	3.940	47	0	8	9.367

Tab. 24: Einzel-DTV aus Hochrechnungsstufe 2 für DTV_{Di-Do,NZB}, DTV_{Fr,NZB} und DTV_{So,NZB}

	Rad	Krad	LVm	Bus	LoA	LZ	KFZ
DTV (alle Tage)	100	104	10.116	52	194	163	10.629
DTVw	66	82	10.444	63	239	177	11.004
DTVu	199	126	10.940	35	192	229	11.522
DTVs	90	158	7.726	36	24	20	7.963
DTVDi-Do, NZB	40	79	10.991	62	307	249	11.689
DTVFr, NZB	106	103	10.609	68	237	156	11.173
DTVSo, NZB	90	158	7.874	36	22	19	8.108

Tab. 25: DTV, DTV_v und DTV_{NZB} für den Gesamtquerschnitt für das Hochrechnungsbeispiel

3.3.5 Besonderheiten für Fahrtzweckgruppen und DTV_{NZB}

In der Hochrechnungsstufe 2 des Flächenmodells werden für LVm aus den Tagesverkehrsstärken die fahrtzweckgruppenspezifischen DTV_v-Werte und die DTV_{NZB}-Werte des Normalzeitbereichs (NZB) mittels Regressionsgleichungen mit den auf LVm bezogenen Einflussgrößen fer , b_{So} und b_{Fr} aus den Tageswerten der Zähltag ermittelt.

Bei fehlenden Daten aus Ferien- und/oder Sonntags- oder Freitagszählungen wurden in die Gleichungen nach Bundesländern und Straßenkategorien (Bundesstraßen und Rest) differenzierte Medianwerte der LVm als Ersatzwerte für diese Ganglinien-Faktoren fer_{LVm} , $b_{So,LVm}$ und $b_{Fr,LVm}$ eingesetzt. Sie wurden aus den Daten der Dauerzählstellen 2021 ermittelt und sind in Tab. 26 ausgewiesen.

Land	StrKI	fer_{LVm}	$b_{So,LVm}$	$b_{Fr,LVm}$
SH	B	1,03	0,70	1,04
	LSKG	0,97	0,63	1,04
NI	B	0,97	0,66	1,05
	LSKG	0,89	0,63	1,01
NW	B	0,96	0,65	1,03
	LSKG	0,96	0,62	1,03
HE	B	0,95	0,63	1,04
	LSKG	0,94	0,58	1,02
RP	B	1,03	0,69	1,05
	LSKG	0,99	0,54	1,03
BW	B	0,95	0,63	1,06
	LSKG	0,95	0,59	1,06
BY	B	0,97	0,66	1,06
	LSKG	0,92	0,55	1,04
SL	B	0,99	0,57	1,03
	LSKG	0,92	0,49	1,03
BB	B	0,96	0,61	1,05
	LSKG	0,96	0,54	1,04
MV	B	1,01	0,68	1,07
	LSKG	0,99	0,65	1,04
SN	B	0,93	0,53	1,06
	LSKG	0,94	0,51	1,04
ST	B	0,94	0,61	1,05
	LSKG	0,91	0,52	1,04
TH	B	0,92	0,55	1,04
	LSKG	0,92	0,50	1,05

Tab. 26: Medianwerte der Ganglinien-Faktoren fer_{LVm} , $b_{So,LVm}$ und $b_{Fr,LVm}$ je Straßenklasse und Bundesland

3.4 Sonderfälle der Hochrechnung

Infolge unvollständiger Zählzeiten oder wegen Anwendung einer der möglichen Reduktionsarten (siehe Kap. 2.3) müssen bei den Hochrechnungen der manuellen Zählungen verschiedene Sonderfälle berücksichtigt werden.

Die Behandlung dieser im Folgenden erläuterten Sonderfälle wurde unverändert aus der SVZ 2015 übernommen.

3.4.1 Unvollständige Zählzeiten

Die Hochrechnung der Stufe 2 geht zunächst von jeweils zwei vollständigen Tagen je Tagesgruppe aus. Gab es an einer Zählstelle keine vollständigen Daten aus den beiden Normalwerktag-Zählungen, wurden für diese Zählstelle keine Hochrechnungen durchgeführt. Fehlte an einer A-Zählstelle an einem Normalwerktag die Vormittagszählung, erfolgte die Hochrechnung nur auf Basis des zweiten vollständigen Zähltags.

Lagen für einzelne Tage einer Fahrtzweckgruppe keine Zählwerte vor, wurde bei den Werktagen der DTV_W aus den vorhandenen vorläufigen DTV_V -Werten der Tage mit Zählungen berechnet. Fehlte z.B. bei einer A-Zählstelle eine Freitagszählung, dann errechnete sich der DTV_W als Mittelwert aus den vorläufigen DTV_W -Werten der beiden Werktage und des einen vorhandenen Freitages. Bei nur einem Sonntag war DTV_S identisch mit dem DTV_S dieses einen Zählsonntages. Ebenso wurde mit den Ferienwerktagen verfahren.

In den Ergebnissen der SVZ 2021 ist die eingeschränkte Hochrechnungsgenauigkeit dieser Fälle (weniger als 8 Zähltage bei einer A-Zählstelle und weniger als 6 Zähltage bei einer B-Zählstelle) mit MZe gekennzeichnet. Die Anzahl der in die Hochrechnung einbezogenen Tage der manuellen Zählstellen ist in den Ergebnistabellen getrennt nach Tagesgruppen (NoW, Fr, FeW und So) angegeben.

3.4.2 Fehlende Zählungen an Sonderzähltagen

Wenn die Zählzeiten von Ferienwerktagen, Sonntagen oder Freitagen vollständig fehlten und keine der in Kap. 2.3 genannten Reduktionsarten vorlag, war zunächst zu unterscheiden, ob es sich um ein Zählstelle handelt, an der schon Ergebnisse aus der Zählung 2015 vorlagen oder ob es sich um eine neue Zählstelle handelt, an der im Jahr 2021 erstmals gezählt wurde.

Fehlende Ferien- oder Sonntagszählungen für Zählstellen mit Ergebnissen aus 2015

Fehlten Zählungen an Ferienwerktagen oder Sonntagen vollständig, dann wurden aus den DTV -Werten des Urlaubswerktags bzw. Sonntags des Jahre 2015 Umrechnungsfaktoren f_v differenziert nach den Fahrzeugarten Krad, LVm und SGV gebildet. Der Umrechnungsfaktor f ergibt sich aus dem Quotienten des DTV -Wertes der Fahrtzweckgruppe U bzw. S zu dem DTV -Wert der Fahrtzweckgruppe W aus der SVZ 2015:

$$f_{v,Krad/LVm/SGV} = DTV_{v,Krad/LVm/SGV,2015} / DTV_{W,Krad/LVm/SGV,2015}$$

Mit diesen Umrechnungsfaktoren wurden die entsprechenden $DTV_{W,g,2021}$ -Werte multipliziert, um die DTV -Werte der Fahrtzweckgruppe U bzw. S für die Fahrzeugarten g (Krad, LVm, Bus, LoA, LZ) zu ermitteln:

$$DTV_{v,g,2021} = f_{v,g} \cdot DTV_{W,g,2021}$$

Hierbei wurden die Umrechnungsfaktoren für Krad auch für Rad angewendet, die Umrechnungsfaktoren für LVM auch für Bus und die Umrechnungsfaktoren für SGV für LoA und LZ.

Fehlende Freitagszählungen

Fehlten an einer A-Zählstelle Freitagszählungen, wurden die DTV_w -Werte wie bei einer B-Zählstelle nur aus den beiden Normalwerktags-Zählungen berechnet.

Neue Zählstellen

Die Ermittlung der DTV_v -Werte der Fahrtzweckgruppen U oder S bei fehlenden Daten aus Ferien- und/oder Sonntagszählungen für neue Zählstellen erfolgte im Prinzip nach dem gleichen Verfahren wie für Zählstellen mit Ergebnissen aus 2015. Wegen fehlender Werte aus früheren Zählungen wurden hier jedoch landesmittlere Faktoren f_U und f_S getrennt nach Krad, LV und SGV herangezogen, die aus den entsprechenden Werten der SVZ 2015 abgeleitet wurden.

3.4.3 Zählstellen mit Reduktion

Bei vollständig fehlenden Zählungen oder fehlenden Daten von Fahrtzweckgruppen ist bei alten Zählstellen zwischen den verschiedenen Reduktionsarten zu unterscheiden. Ob und ggf. welche Reduktionsart für eine Zählstelle möglich ist, wird im ZV angegeben.

Insgesamt wurde bei der SVZ 2021 von der Möglichkeit der Reduktion der Zählungen nur in sehr geringem Umfang Gebrauch gemacht.

Reduktionsart 1

Wenn im Zählstellenverzeichnis (ZV) die Reduktionsart 1 (völliger Verzicht auf Zählungen) ausgewiesen war, dann war gleichzeitig eine 8+1 Dauerzählstelle als Bezugszählstelle (BZ) aufgeführt, von der die Werte für die Zählstelle ohne Zählungen direkt übernommen wurden.

Reduktionsart 2

Waren im Jahr 2021 keine Zählungen an Ferienwerktagen, Sonntagen und Freitagen durchgeführt worden, wurde zur Ermittlung genauso vorgegangen wie bei alten Zählstellen ohne Reduktionen (siehe Kap. 3.4.2). Auch in diesen Fällen wurden aus den $DTV_{U,S}$ und DTV_w des Jahres 2015 Umrechnungsfaktoren f_U und f_S differenziert nach Krad, LV und SGV gebildet und eingesetzt.

Reduktionart 3

Bei Einsparungen nach Reduktionsart 3 konnte auf Zählungen an Ferienwerktagen und/oder Sonntagen verzichtet werden, wenn sich die Verhältnisse Sonntagsverkehr zu Werktagsverkehr bzw. Urlaubsverkehr zu Werktagsverkehr aus einer in der Nähe liegenden Dauerzählstelle (Bezugszählstelle BZ) mit vergleichbarer Verkehrscharakteristik berechnen ließen. Auch hier wurde prinzipiell ähnlich verfahren wie bei alten Zählstellen ohne Reduktionen (siehe Kap. 3.4.2), die f_U - bzw. f_S -Umrechnungsfaktoren wurden dabei jedoch aus der zugeordneten 8+1-Dauerzählstelle abgeleitet.

Zählausfall

Wenn an manuellen Zählstellen im Rahmen der SVZ 2021 überhaupt keine Zählungen durchgeführt worden waren und für diese Zählstellen auch keine Reduktionsart 1 im Zählstellenverzeichnis ausgewiesen war, dann wurden keine Ergebnisse ermittelt und als Kennung die Zählart „Keine Werte“ (KW) in der Ergebnistabelle ausgewiesen.

4 Hochrechnung und Fortschreibung der Temporären Messungen (TM)

TM-Zählungen, die im Rahmen der SVZ 2021 an einbahnigen Bundesstraßen durchgeführt wurden, wurden analog zu den manuellen Zählungen auch nach dem Flächenregionsmodell hochgerechnet. Dabei ist für die TM nur die Hochrechnungsstufe 2 relevant, da für vollständige Wochenzählungen mittlere Tageswerte je Zählwoche und bei unvollständigen Wochenzählungen zumindest Tageswerte pro Zähltag vorliegen.

Die Methodik zur Hochrechnung der TM-Zählungen auf Jahreskenngößen basiert auf den in /SCHMIDT 2013/ beschriebenen Verfahren. Die temporären Messungen werden i.d.R. wochenweise durchgeführt, idealerweise für mindestens zwei Wochen außerhalb der Schulferien und eine Woche innerhalb der Schulferien.

Da die für die SVZ 2021 zu berücksichtigenden TM-Zählungen seit der SVZ 2015 in einem Zeitraum von 6 Jahren (2016 bis 2021) stattgefunden haben (vgl. Kap. 2.8), wurden die Zähldaten zunächst auf die Jahreskenngößen im Zähljahr hochgerechnet (vgl. Kap. 4.2). In einem weiteren Schritt wurden die Jahreskenngößen dann auf das Jahr 2021 fortgeschrieben (vgl. Kap. 4.3).

Gemäß der in /SCHMIDT 2013/ beschriebenen Methodik wird empfohlen, die TM-Messungen immer wochenweise durchzuführen und entsprechend dann auch die mittleren Tageswerte je Zählwoche auf Jahreskenngößen hochzurechnen. Die Empfehlung einer wochenweisen Hochrechnung ergibt sich auch aus einer Untersuchung von /LENSING 2018/, in der für TM-Zählungen 2017 in Bayern ein Vergleich der Hochrechnung auf Basis von Tageswerten und auf Basis von Wochenwerten durchgeführt wurde.

Nur wenn die Zähldaten eine wochenweise Hochrechnung nicht zuließen, da keine vollständige Zählwoche vorlag, oder bei einer wochenweisen Hochrechnung nicht alle Verkehrskenngrößen ermittelt werden konnten, wurde eine tagesweise Hochrechnung durchgeführt. Um möglichst wenig Zählwochen, für die nach der Plausibilisierung der Zähldaten keine vollständige Zählwoche mehr zur Verfügung stand, von der Hochrechnung auszuschließen, wurde eine tagesweise Hochrechnung unter den folgenden Randbedingungen zugelassen:

- Wenn nach der Plausibilisierung und ggf. Schätzung von bis zu 3 Stunden fehlender Zähldaten oder fehlerhaften Zähldaten keine vollständige Woche vorliegt.
- Wenn bei tagesweiser Hochrechnung sowohl Werktag W als auch Urlaubswerktag U vorhanden sind, aber bei wochenweiser Hochrechnung eine der beiden Fahrtzweckgruppen fehlt, da dafür keine vollständige Zählwoche vorliegt.
- Wenn in den verfügbaren Tagen mindestens 1 Werktag, 1 Freitag und 1 Sonntag vorhanden sind.
- Wenn die Anzahl der bei der Hochrechnung berücksichtigten Tage mehr als doppelt so hoch ist wie bei einer wochenweisen Hochrechnung

Eine Übersicht zur Anzahl der in der SVZ 2021 berücksichtigten TM-Zählungen gibt Tab. 27. In den Jahren 2016 bis 2019 sind jeweils an rund 800 bis 1.000 Zählstellen TM-Zählungen durchgeführt worden, im Jahr 2020 aufgrund des Ausbruchs der Corona-Pandemie deutlich weniger. Im Jahr 2021 wurden an insgesamt 1.523 Zählstellen TM-Zählungen durchgeführt. Der Anteil der wochenweise hochgerechneten TM-Zählungen liegt je nach Jahr im Bereich von 50% bis 80% und an über der Hälfte der Zählstellen wurden jeweils 3 und mehr Wochen gezählt (ausgenommen das Jahr 2020).

Jahr	Anzahl TM- Zählstellen	Anzahl Hochrechnung	HR wochenweise		HR tagesweise		Anzahl Messkampagnen							
							3 und mehr Wochen		2 Wochen		1 Woche		weniger als 1 Woche	
2016	826	761	578	76%	183	24%	541	71%	189	25%	76	10%	8	1%
2017	782	693	554	80%	139	20%	497	72%	218	31%	83	12%	6	1%
2018	950	911	692	76%	219	24%	590	65%	295	32%	59	6%	3	0%
2019	1030	1010	659	65%	351	35%	587	58%	330	33%	98	10%	11	1%
2020	102	95	62	65%	33	35%	34	36%	45	47%	21	22%	2	2%
2021	1523	1513	780	52%	735	49%	1101	73%	326	22%	88	6%	8	1%

Tab. 27: Anzahl der Zählstellen, für die TM-Messungen in dem Zeitraum 2016 bis 2021 durchgeführt wurden, Angaben zu Anzahl der Zählwochen und Anteil der wochenweise und tagesweise Hochrechnung

In einigen Fällen lagen aus dem Zeitraum 2016 bis 2021 für eine TM-Zählstelle Zählungen aus mehr als einem Jahr vor. In diesem Fall wurden zunächst die Ergebnisse aller Jahre hochgerechnet und soweit erforderlich auf das Jahr 2021 fortgeschrieben, aber stets die Daten aus dem aktuellsten Jahr für die finale Ergebnisdarstellung verwendet. Nur wenn diese aus Plausibilitätsgründen verworfen wurden, wurde auf die Ergebnisse eines älteren Jahres zurückgegriffen.

4.1 Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren

Da die Hochrechnung der Zählzeiten immer innerhalb des Zähljahres erfolgt, wurden für alle Jahre, in denen TM-Zählungen stattgefunden haben, Hochrechnungsfaktoren aus den Daten der Dauerzählstellen ermittelt. Zunächst wurde für jedes Jahr das relevante Kollektiv von Dauerzählstellen nach den gleichen Kriterien ausgewählt wie in Kap. 3.3.1 für die MZ für das Jahr 2021 beschrieben.

Aus den Daten der Dauerzählstellen wurden pro Flächenregion Hochrechnungsfaktoren pro Fahrzeugart g und Fahrtzweckgruppe V für jede Zählwoche ZW gemäß folgendem allgemein formulierten Ansatz ermittelt:

$$c_{ZW,V,g} = DTV_{V,g} / Q_{ZW,g}$$

d.h. der Woche/Jahr-Faktor c ist definiert als der Quotient aus dem Jahresverkehr DTV pro Fahrtzweckgruppe V (W, U, S, NZB_DiMiDo, NZB_Fr, NZB_So) und Fahrzeugart g (LVm, Bus, Krad, LoA, LZ) zum mittleren Tagesverkehr Q der Zählwoche ZW.

Es wurden die Woche/Jahr-Faktoren jeder Dauerzählstelle in den Flächenregionen bestimmt und daraus pro Flächenregion mittlere Faktoren gebildet. Es wurde dabei berücksichtigt, dass eine Zählwoche prinzipiell an jedem Tag im Jahr starten kann und mindestens 7 vollständige zusammenhängende Tage enthalten muss.

Analog zu den MZ wurden für den Personenleichtverkehr LVm für die Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren zusätzlich Regressionsanalysen auf Basis der Daten der Dauerzählstellen durchgeführt. Dazu wurde gemäß /SCHMIDT 2013/ folgende Gleichung aufgestellt:

$$c_{ZW,V,LV_m} = \alpha + \beta \cdot fer_{LV_m} + \gamma \cdot b_{So, LV_m} + \delta \cdot b_{Fr, LV_m} + \varepsilon \cdot Q_{ZW,LV_m}$$

Dabei gehen die Einflussgrößen fer , b_{Fr} , b_{So} und der mittlere Tagesverkehr Q der Zählwoche für den LVm ein. Die Koeffizienten α bis ε wurden pro Flächenregion und Zählwoche über die Regressionsanalysen auf Basis der Daten der Dauerzählstellen abgeleitet.

Analog zu den Woche/Jahr-Faktoren wurden für eine Hochrechnung auf Tagesbasis entsprechende Tag/Jahr-Faktoren benötigt, die pro Flächenregion für jeden Zähltag aus den Daten der Dauerzählstellen in gleicher Weise abgeleitet wurden wie die Woche/Jahr-Faktoren.

Wurden für einzelne Zählwochen oder Zähltage bei den Regressionsanalysen für den Personenleichtverkehr LVm keine signifikanten Zusammenhänge gefunden (Bestimmtheitsmaß $R^2 < 0,5$), wurden die aus den Mittelwerten der einzelnen Dauerzählstellen in den entsprechenden Flächenregionen gebildeten Woche/Jahr-Faktoren bzw. Tag/Jahr-Faktoren zur Hochrechnung verwendet. Außerdem wurden bei den Regressionsanalysen analog zum Vorgehen bei den MZ Ausreißer nach dem Verfahren der Cook's Distance identifiziert und ausgeschlossen.

Die Hochrechnungsfaktoren für Bus, LoA, LZ und der Kräder ergeben sich generell als Mittelwerte der einzelnen Woche/Jahr-Faktoren pro Zählwoche bzw. Tag/Jahr-Faktoren pro Zähltag aller Dauerzählstellen der jeweiligen Flächenregion.

Entsprechend dem beschriebenen Vorgehen wurden aus den Daten der Dauerzählstellen pro Flächenregion Woche/Jahr-Faktoren und Tag/Jahr-Faktoren pro Fahrzeugart (LVm, Bus, Krad, LoA und LZ) und Fahrtzweckgruppe (Werktag (W), Urlaub (U), Sonntag (S) und für den NZB (DiMiDo, Fr, So)) für alle Zählwochen und Zähltage ermittelt.

Abschließend wurden die Faktoren für die einzelnen Zählwochen und Zähltage - analog zu den Hochrechnungsfaktoren für die MZ - im Hinblick auf extreme Werte überprüft und limitiert.

4.2 Hochrechnung im Zähljahr

Zur Hochrechnung der TM-Zählraten auf Jahreskenngrößen wurden die aus den Dauerzählstellen abgeleiteten Woche/Jahr-Faktoren bzw. Tag/Jahr-Faktoren eingesetzt (vgl. Kap. 4.1).

Für den Personenleichtverkehr LVm wurden die Hochrechnungsfaktoren auf Basis der in Kap. 4.1 aufgeführten Gleichung ermittelt. Die dafür benötigten Regressionskoeffizienten lagen aus der Auswertung der Dauerzählstellen pro Zählwoche bzw. Zähltag vor. Die außerdem benötigten Einflussgrößen fer , b_{So} und b_{Fr} und der mittlere Tagesverkehr Q wurden aus den (mittleren) Tageswerten der Zählraten der jeweils hochzurechnenden TM-Zählstelle ermittelt. Bei fehlenden Ferienzählungen wurde der fer -Faktor zu 1 gesetzt. Diese Festlegung basiert auf der Annahme, dass in Ferienregionen TM-Zählungen in den Ferienwochen durchgeführt wurden und für die Zählstellen, für die keine Ferienzählungen durchgeführt wurden, kein signifikanter Ferieneinfluss erwartet wird, d.h. $DTV_U = DTV_W$ gesetzt werden kann.

Die wochenweise Hochrechnung pro Zählstelle wurde nach folgendem Ansatz durchgeführt:

$$DTV_{V,g} = c_{ZW,V,g} \cdot Q_{ZW,g}$$

d.h. der Jahresverkehr DTV pro Fahrtzweckgruppe V und Fahrzeugart g ergibt sich als Produkt des mittleren Tagesverkehrs Q pro Zählwoche ZW und Fahrzeugart g (LVm, Krad, Bus, LoA, LZ) mit dem Woche/Jahr-Faktor c pro Fahrtzweckgruppe V (W, U, S, NZB_DiMiDo, NZB_Fr, NZB_So).

Bei einer tagesweisen Hochrechnung wurde ausgehend von den mindestens für einen Werktag, Freitag und Sonntag vorliegenden gezählten Tageswerten ($Q_{Z,g}$) der Jahresverkehr pro Fahrzeuggruppe V über die entsprechenden Tag/Jahr-Faktoren $c_{Z,V,g}$ ermittelt.

Zusätzlich wurde bei der Hochrechnung berücksichtigt, dass bei Einsatz von nur einem Zählgerät vor allem bei höheren DTV-Werten eine Aufwertung der Richtung 2 durchzuführen ist, da in solchen Fällen durch die Abschattung auf der vom Gerät entfernt gelegenen Fahrtrichtung einige Fahrzeuge nicht korrekt erfasst werden. Es wurde hierzu auf die Ergebnisse von Analysen aus /BAST 2018/ zurückgegriffen. Dort wurden umfangreiche Datensätze von TM-Zählungen ausgewertet und unter der Annahme, dass im Mittel die Belastungen beider Fahrstreifen gleich hoch sind, ein Korrekturfaktor für die Richtung 2 abgeleitet. Die Ergebnisse zeigen, dass für Tageswerte im Bereich von 7.000 Kfz/24h die gezählten Belastungen in Richtung 2 im Mittel rund 5% unter denen des nahen Fahrstreifens (Richtung 1) liegen.

Berechnet wurden die jahresmittleren DTV-Werte differenziert für die Fahrtzweckgruppen Werktag (W), Urlaub (U), Sonntag (S) und für den NZB (DiMiDo, Fr, So). Die Gesamt-DTV-Werte (für alle Tage des Jahres) ergeben sich durch Gewichtung mit der Anzahl der Tage n je Fahrtzweckgruppe analog zum Vorgehen bei den MZ (vgl. Kap. 3.3.3).

Als Ergebnis der Hochrechnung der TM-Zählungen liegen pro Zählstelle alle verkehrlichen Kenngrößen vor. Bei der Genauigkeit TZ-4 (vgl. Kap. 2.8) wird in Bezug auf die Berechnung der Lärmkennwerte (vgl. Kap. 6.2) der gesamte SGV (LoA + LZ) der Gruppe der LZ zugeordnet.

4.3 Fortschreibung der Verkehrsdaten auf 2021

Für die TM-Zählstellen, die nicht im Jahr 2021, sondern in den Jahren 2016 bis 2020 gezählt und auf die Jahreskennwerte im Zähljahr hochgerechnet wurden, war es notwendig eine Fortschreibung der Jahreskennwerte auf das Jahr 2021 vorzunehmen. Dies erfolgte analog zu dem Vorgehen für die SVZ 2019 /SCHNEIDER 2022/.

Für die Fortschreibung wurden zunächst auf Basis der Daten der Dauerzählstellen für die Jahre 2016 - 2020 Fortschreibungsfaktoren ermittelt. Es wurde dabei das gleiche Kollektiv von Dauerzählstellen verwendet, wie für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren für die entsprechenden Jahre (vgl. Kap. 4.1). Es wurden dazu pro Dauerzählstelle für die Jahre 2016 bis 2020 die DTV-Werte pro Fahrzeugart, für die Fahrtzweckgruppen W, U, S und NZB (DiMiDo, Fr, So) und für den Jahresmittelwert benötigt.

Die Ermittlung der Fortschreibungsfaktoren erfolgte pro Flächenregion aus den Daten der Dauerzählstellen nach folgendem Ansatz:

$$f_{V,g,xy} = DTV_{V,g,y} / DTV_{V,g,x}$$

d.h. der Fortschreibungsfaktor f zur Fortschreibung vom Startjahr x auf das Zieljahr y pro Fahrzeugart g (LVm, Bus, Krad, LoA, LZ) und Fahrtzweckgruppe V (W, U, S, NZB_DiMiDo, NZB_Fr, NZB_So) ergibt sich als Quotient des entsprechenden Jahresverkehrs von Zieljahr y zu Startjahr x .

Bei den aus den Daten der einzelnen Dauerzählstellen ermittelten Fortschreibungsfaktoren wurden für die Fahrzeugarten Krad und Bus die Begrenzungen $\min = 0,7$ und $\max = 1,3$ berücksichtigt, da insbesondere bei diesen Fahrzeugarten in einigen Fällen hohe Extremwerte auftraten, die betroffenen Dauerzählstellen aber nicht insgesamt aus dem Kollektiv entfernt werden sollten. Für die übrigen Fahrzeugarten (LVm, LoA, LZ) wurde überprüft, ob extreme Fortschreibungsfaktoren vorlagen, die aber nur in wenigen Ausnahmefällen begrenzt werden mussten.

Pro Flächenregion wurden die Fortschreibungsfaktoren als Mittelwerte der Fortschreibungsfaktoren aller Dauerzählstellen in der Region ermittelt.

Die Fortschreibung der Verkehrskenngrößen vom Startjahr x auf das Zieljahr y wurde pro Fahrzeugart g und Fahrtzweckgruppe V für jede betroffene TM-Zählstelle aus den Jahren 2016 - 2020 nach folgendem Ansatz durchgeführt:

$$DTV_{V,g,y} = f_{V,g,xy} \cdot DTV_{V,g,x}$$

Die Gesamt-DTV-Werte (für alle Tage des Jahres) wurden durch Gewichtung mit der Anzahl der Tage (n) je Fahrtzweckgruppe, wie in Kap. 3.3.3 für die manuellen Zählstellen beschrieben, ermittelt.

Als Ergebnis der Fortschreibung liegen für alle TM-Zählstellen mit Zählungen in den Jahren 2016 - 2020 die verkehrlichen Kenngrößen 2021 vor.

5 Bemessungsverkehrsstärken

5.1 Kennwerte aus dem HBS 2015

Im „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015)“ in der Ausgabe 2015 /FGSV 2015/ sind gegenüber früheren Fassungen Änderungen bei der Definition der Bemessungsverkehrsstärken erfolgt. Dies sind im Wesentlichen:

- Die als Bemessungsverkehrsstärken zugrunde gelegten Werte stellten früher die 30. höchste Stunde aus den nach Fahrtzweckgruppen Werktag (W), Urlaub (U) und Sonntag (S) differenzierten Dauerlinien der stündlichen Verkehrsstärken eines Jahres dar. Diese 30. Stunde wurde mit dem HBS 2015 durch die 50. Stunde ersetzt, was auch den ECE-Festlegungen entspricht. Ferner entfiel der Bezug auf die Fahrtzweckgruppen. Die 50. höchste Stunde bezieht sich somit auf die Dauerlinie aus allen Stundenwerten eines Jahres und wird im HBS als Bemessungsverkehrsstärke q_B bezeichnet.
- Da für die Bemessung auch der Schwerverkehr (SV) eine wesentliche Größe darstellt, muss zusätzlich der SV-Anteil an der Bemessungsverkehrsstärke des Kfz-Verkehrs bestimmt werden. Durch die Zusammenfassung von Werktagsstunden mit höheren SV-Anteilen und Sonntagsstunden mit geringeren SV-Anteilen kann es zu starken Unterschieden des SV-Anteils innerhalb der 50 höchsten Stunden kommen. Im HBS wurde daher festgelegt, dass der bemessungsrelevante SV-Anteil (b_{SV}) als Medianwert der SV-Anteile in den 45 bis 55 höchsten Stunden des Kfz-Verkehrs berechnet werden soll.
- Im alten HBS (vor 2015) erfolgte nur die Bemessung von Autobahnen und übrigen zweibahnigen Straßen richtungsgetreunt, die Bemessung einbahniger Landstraßen hingegeben richtungsgemeinsam. Nach HBS 2015 werden nun auch alle einbahnigen Landstraßen richtungsgetreunt bemessen. Dafür werden generell die MSV-Werte für beide Richtungen benötigt und nicht nur die der stärker belasteten Richtung, da auch die schwächer belastete Richtung aus baulichen Randbedingungen (z.B. Steigung) maßgebend sein kann.

Im Rahmen der SVZ 2021 wurden analog zur SVZ 2015 die Bemessungsverkehrsstärken richtungsgetreunt ermittelt. Hierbei wurde für die Bemessungsverkehrsstärken nicht die Bezeichnung q_B (wie im HBS 2015) sondern die Bezeichnung MSV_{R11} und MSV_{R12} und für den bemessungsrelevanten SV-Anteile die Bezeichnung $b_{SV,R11}$ und $b_{SV,R12}$ verwendet.

Im Folgenden werden die im Rahmen der SVZ 2021 verwendeten Berechnungsansätze zur Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärken, getrennt nach zweibahnigen und einbahnigen Straßen, dargestellt.

5.2 MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für Zählstellen in Streckenzügen

Für die Zählstellen an zweibahnigen Straßen, also im Wesentlichen an Autobahnen und einigen wenigen als Streckenzüge behandelten Abschnitte an Bundesstraßen, wurden nicht nur die Ergebniskennwerte DTV richtungsgetreunt nach dem Streckenzugmodell ermittelt (vgl. Kap. 3.2.3), sondern auch die Bemessungskennwerte MSV und b_{SV} über eine direkte

Verknüpfung mit den Daten der Dauerzählstellen in den entsprechenden Streckenzügen ermittelt.

Die Berechnung der MSV-Werte für eine manuelle Zählstelle in einem Streckenzug erfolgte pro Richtung durch Multiplikation der DTV-Werte mit den Kennwerten $d_{50,r,DZ}$, die aus den Daten der Dauerzählstellen im jeweiligen Streckenzug abgeleitet wurden:

$$MSV_{r,MZ} = d_{50,r,DZ} \cdot DTV_{r,Kfz,MZ}$$

Die Kennwerte $d_{50,r,DZ}$ wurden pro Richtung aus dem Verhältnis von MSV zu DTV der im Streckenzug vorhandenen Dauerzählstellen berechnet. Diese Kennwerte liegen in der Jahresauswertung der Dauerzählstellen der BAST vor. Bei mehreren Dauerzählstellen in einem Streckenzug wurde das arithmetische Mittel der d_{50} -Werte ermittelt.

Die bemessungsrelevanten SV-Anteile $b_{SV,r}$ wurden von den im Streckenzug liegenden Dauerzählstellen direkt übernommen - diese liegen auch in der Jahresauswertung der BAST vor - und auf die manuelle Zählstelle übertragen. Bei mehreren Dauerzählstellen wurde hier ebenfalls das arithmetische Mittel gebildet.

Die Berechnungsschritte werden anhand der BAB-Beispielzählstelle aus Kap.3.2.3 mit folgenden DTV-Werten erläutert:

$$DTV_{Ri1} = 37.683 \text{ Kfz/24h}$$

$$DTV_{Ri2} = 37.073 \text{ Kfz/24h}$$

Aus der Dauerzählstelle des zugeordneten Streckenzuges, in dem die manuelle Zählstelle liegt, ergeben sich für $d_{50,r,DZ}$ die folgenden Werte:

$$d_{50,Ri1} = 3.008 / 32.921 = 9,137\%, \quad d_{50,Ri2} = 3.345 / 32.814 = 10,194\%$$

Diese wurden zur Ermittlung von MSV_r der manuellen Zählstelle verwendet:

$$MSV_{Ri1} = 9,137\% \cdot 37.683 = 3.443 \text{ Kfz/h}$$

$$MSV_{Ri2} = 10,194\% \cdot 37.073 = 3.779 \text{ Kfz/h}$$

Die Werte für die bemessungsrelevanten SV-Anteile $b_{SV,r}$ wurden direkt von der Dauerzählstelle übertragen:

$$b_{SV,Ri1} = b_{SV,Ri1,DZ} = 12,8\%, \quad b_{SV,Ri2} = b_{SV,Ri2,DZ} = 11,5\%$$

5.3 MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für manuelle Zählstellen (MZ) in Flächenregionen

Wie bereits in früheren Untersuchungen festgestellt (z.B. /Arnold 2013/) und auch im Methodik-Bericht zur SVZ 2015 /SCHMIDT 2020/ beschrieben, ist die Ermittlung der Größen MSV und b_{SV} insbesondere für die manuellen Zählstellen in Flächenregionen schwierig. Die in der SVZ 2015 dazu verwendeten Gleichungen sind komplex und wurden als Ergebnis von Tests zahlreicher Regressionsanalysen mit vielen unterschiedlichen Einflussgrößen ermittelt, wobei keine einfache lineare und deutliche Abhängigkeit für MSV und b_{SV} von typischen Einflussgrößen wie DTV, SV, f_{er} , b_{50} und b_{Fr} gefunden wurde. Auch in /SCHMIDT 2013/ wird das Thema Ermittlung von MSV und b_{SV} behandelt. Dort wird untersucht, ob es für TM-Zählungen zielführender ist, diese Kenngrößen direkt aus den Zählenden oder auf Basis überwiegend hochgerechneter Einflussgrößen abzuleiten. Auch dort wird keine eindeutige Empfehlung abgegeben, aber für Zählstellen mit überwiegend Werktagsverkehr

wird die direkte Ableitung aus den Zähldaten empfohlen. Für Zählstellen mit überwiegen- dem Freizeitverkehr werden weitergehende Untersuchungen empfohlen.

Es wurde daher im Rahmen der SVZ 2021 in Abstimmung mit der BASt festgelegt, dass so- weit möglich die Kenngrößen MSV und b_{SV} direkt aus den Zähldaten abgeleitet werden sollen.

A-Zählstellen

Für die A-Zählstellen, für die sowohl eine Morgen- als auch eine Nachmittagszählung an Werktagen vorliegt, wurden die Verkehrswerte der pro Richtung maximal gezählten Stunde als MSV und b_{SV} ausgewiesen.

Für die Beispiel-Zählstelle aus Kap. 3.3.4, die eine A-Zählstelle ist, ergibt sich demnach aus Tab. 28:

$$\begin{array}{ll} \text{MSV}_{\text{Ri1}} = 738 \text{ Kfz/h} & \text{MSV}_{\text{Ri2}} = 733 \text{ Kfz/h} \\ b_{\text{SV,Ri1}} = 1,9\% & b_{\text{SV,Ri2}} = 3,1\% \end{array}$$

B-Zählstellen

Für die B-Zählstellen konnte nicht so vorgegangen werden wie bei den A-Zählstellen, da in diesen Fällen keine Kenntnisse über die Morgenspitzen aus den Zähldaten vorliegen. Da- her wurde für die B-Zählungen weiterhin auf das Verfahren aus der SVZ 2015 für Zählstel- len mit $\text{DTV} \leq 7.000 \text{ Kfz/24h}$ zurückgegriffen. Da die DTV-Werte für B-Zählungen nicht rich- tungsbezogen, sondern nur querschnittsbezogen vorliegen, wurden analog zum Vorgehen bei der SVZ 2015 richtungsbezogene DTV-Werte durch Halbierung des DTV-Wertes abge- schätzt. Diese Halbierung kann als zulässig angesehen werden, da sich die Verkehrsmen- gen von Richtung und Gegenrichtung im Jahresmittel kaum unterscheiden.

Berechnet wurde für B-Zählstellen die Bemessungsverkehrsstärke MSV pro Richtung über folgende Gleichung

$$\text{MSV}_r = d_{50,r} \cdot \text{DTV}_r$$

wobei der Kennwert $d_{50,r}$ aus einer Gleichung berechnet wird, die auf Basis der Daten des Dauerzählstellenkollektivs $\leq 7.000 \text{ Kfz/24h}$ ermittelt wurde. Es wurde dazu das gleiche Dauerzählstellenkollektiv verwendet wie für die Ermittlung der Hochrechnungsfaktoren der Verkehrswerte. Es erfolgte die Auswertung aber nicht pro Region, sondern bundes- weit. Die in der Methodik SVZ 2015 angegebenen Regressionsgleichung zur Ermittlung des Kennwertes d_{50} für Zählstellen mit $\text{DTV} \leq 7.000 \text{ Kfz/24h}$ wurde verwendet:

$$d_{50,r} = \alpha + \beta \cdot \text{DTV}_{\text{Kfz}} + \gamma \cdot \text{DTV}_{\text{SV}} + \delta \cdot r + \epsilon \cdot b_{\text{So3,LV}_{\text{M},r}}$$

Die Kenngröße $d_{50,r}$ wird also in Abhängigkeit des DTV_{Kfz} -Wertes für alle Tage im Jahr (Querschnittswert), dem DTV_{SV} -Wert alle Tage im Jahr (Querschnittswert), dem Richtungs- faktor r und dem richtungsbezogenen Sonntagsfaktor $b_{\text{So3,LV}_{\text{M},r}}$ aus den Dreistundenwerten des LV_M ermittelt. Die Regressionskoeffizienten α bis ϵ wurden über die Regressionsana- lyse aus den Daten der Dauerzählstellen bestimmt und lauten wie folgt:

$$\begin{array}{lll} \alpha = 0,092603, & \beta = -0,000002, & \gamma = -0,000023 \\ \delta = 0,029819, & \epsilon = 0,038720 & \end{array}$$

Die Berechnung des bemessungsrelevanten SV-Anteils $b_{\text{SV},r}$ erfolgte gemäß der Methodik SVZ 2015 /SCHMIDT 2020/ über folgende Gleichung

$$b_{SV,r} = \alpha + \beta \cdot p_{SV} + \gamma \cdot b_{So3,LV_{m,r}}$$

wobei p_{SV} der Anteil des SV am DTV ist und $b_{So3,LV_{m,r}}$ der richtungsbezogene Sonntagsfaktor aus den Dreistundenwerten des LVm. Auch hierfür wurden die Regressionskoeffizienten α , β , γ vorab über eine Regressionsanalyse aus den Daten der Dauerzählstellen (bundesweites Kollektiv, Teilgruppe DTV ≤ 7.000) ermittelt und lauten wie folgt:

$$\alpha = 0,085377, \quad \beta = 80,7818, \quad \gamma = 0,723815$$

Für jede hochgerechnete B-Zählstelle wurde der Kennwert $d_{50,r}$ und darüber MSV_r und $b_{SV,r}$ nach den beschriebenen Ansätzen berechnet. Neben den oben aufgeführten Regressionskoeffizienten wurden die benötigten Einflussgrößen aus den Zähldaten abgeleitet oder den hochgerechneten Verkehrskennwerten entnommen.

Es wurden dabei für die Einflussgrößen die folgenden Begrenzungen berücksichtigt:

$$0,3 \leq r \leq 3,3 \quad \text{und} \quad 0,3 \leq b_{So3,LV_{m}} \leq 2,9$$

Die ermittelten d_{50} -Faktoren selbst wurden analog zur SVZ 2015 auf Werte zwischen 0,08 und 0,30 begrenzt.

Da sich bei hohen Sonntagsfaktoren und gleichzeitig niedrigen SV-Anteilen negative b_{SV} -Anteile ergeben können, wurde der b_{SV} -Anteil außerdem analog zur SVZ 2015 nach unten auf 0,3% begrenzt. Auf eine Begrenzung nach oben wurde verzichtet, da die SV-Anteile an manchen SVZ-Zählstellen deutlich über denen des Dauerzählstellenkollektivs lagen und die mit der Funktion berechneten b_{SV} -Anteile an diesen extremen Zählstellen plausibel erschienen.

5.4 MSV-Werte und b_{SV} -Anteile für Temporäre Messungen (TM) in Flächenregionen

Analog zu den Betrachtungen für die A-Zählstellen (vgl. Kap. 5.3) wurde im Rahmen der SVZ 2021 in Abstimmung mit der BASt auch für die TM-Zählstellen entschieden, die Verkehrswerte der pro Richtung maximal gezählten Stunde als MSV und b_{SV} auszuweisen.

Daher waren hier keine weiteren Berechnungen durchzuführen, sondern die Werte für MSV und b_{SV} pro Richtung wurden direkt aus den Zähldaten der Jahre 2016 bis 2021 entnommen.

6 Berechnung von Lärmkennwerten

Die Berechnung der Lärmkennwerte 2021 erfolgte pro Zählstelle ausgehend von den zuvor pro Fahrzeugart ermittelten DTV-Werten für das betrachtete Jahr. Es ist dabei nicht relevant, wie diese DTV-Werte ermittelt wurden, ob durch Hochrechnung oder Fortschreibung (bei den TM-Zählungen aus den Jahren 2016 bis 2020). Relevant ist, dass pro Zählstelle mindestens die jahresmittleren Verkehrskenngrößen (jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken DTV für alle Tage im Jahr) für die Fahrzeugarten LVm, Krad, Bus, LoA und LZ vorliegen.

6.1 RLS-90

Die Methodik zur Berechnung der Lärmkennwerte nach RLS-90 /RLS-90/ wird im Methodikbericht der SVZ 2015 /SCHMIDT 2020/ sowohl für die in Streckenzügen als auch für die in Flächenregionen liegenden manuellen Zählstellen erläutert.

Nach Absprache mit der BASt wurde für die Temporären Messungen (TM) in Flächenregionen die gleiche Methodik zur Ermittlung der verkehrlichen Lärmkennwerte nach RLS-90 angewandt wie für die manuelle Zählungen (MZ), d.h. die Methodik der SVZ 2015. Die in /Schmidt 2013/ für die TM vorgeschlagene Methodik, die nicht nur auf die Nutzung der jahresmittleren DTV-Werte sondern teilweise auch auf die direkte Nutzung der Zähldaten abzielt, wurde nicht angewandt.

Gemäß der Methodik der SVZ 2015 werden die folgenden verkehrlichen Kenngrößen für die Lärmberechnung nach RLS-90 benötigt:

$M_{t,n}$ = mittlere stündliche Verkehrsstärke für den Zeitraum Tag (6:00-22:00 Uhr) und Nacht (22:00-6:00 Uhr) als Mittelwert für alle Tage des Jahres.

$p_{t,n}$ = mittlerer SV-Anteil für den Zeitraum Tag (6:00-22:00 Uhr) und Nacht (22:00-6:00 Uhr) als Mittelwert für alle Tage des Jahres.

$L_m^{(25)}$ = Mittelungspegel gemäß RLS-90, berechnet aus den obigen vier Einflussgrößen:

$$L_{m,t,n} = \lg (M_{t,n} \cdot (1+0,082 \cdot p_{t,n})) \cdot 10 + 37,3.$$

Für die Kenngrößen M und p sind in der RLS-90 ausgehend vom DTV, differenziert nach Straßengattung, feste Umrechnungsfaktoren angegeben. Laut RLS-90 ist auf die Anwendung dieser Umrechnungsfaktoren jedoch zu verzichten, wenn geeignete projektbezogene Untersuchungsergebnisse vorliegen, die zur Ermittlung dieser Kenngrößen herangezogen werden können. Für Abschnitte, für die Erhebungen durchgeführt wurden, können die daraus abgeleiteten Kenngrößen das in der RLS-90 ausgewiesene pauschale Umrechnungsverfahren ersetzen. Der Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ für die Zeitbereiche Tag (6:00-22:00) und Nacht (22:00-6:00) wird dann aus diesen verkehrlichen Kenngrößen ermittelt.

6.2 RLS-19

Mittlerweile ist die aktualisierte Richtlinie RLS-19 /RLS-19/ gültig und dort werden im Vergleich zur RLS-90 zusätzliche verkehrliche Kenngrößen zur Lärmberechnung benötigt, u.a. weil die Fahrzeugarten differenzierter berücksichtigt werden.

Um auch alle relevanten Kenngrößen für Lärmberechnungen gemäß EU-Umgebungslärmkartierung (34. BImSchV) auszuweisen (vgl. BUB, Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen, hier für den Straßenverkehr) werden nicht nur die Angaben für den Tagzeitbereich und den Nachtzeitbereich, sondern auch für die Zeitbereiche Day und Evening ausgewiesen.

In Abstimmung mit der BASt wurde festgelegt, die folgenden verkehrlichen Kenngrößen pro Zählstelle zu berechnen:

$Q_{P,d/e/n}$ = mittlere stündliche Verkehrsstärke der Pkw+PkwA+Lfw+Son (P) für den Zeitraum Day (6:00 und 18:00), Evening (18:00-22:00) und Night (22:00-6:00) als Mittelwerte für alle Tage des Jahres.

$Q_{L1,d/e/n}$ = mittlere stündliche Verkehrsstärke der Lkw+Bus (L1) für den Zeitraum Day (6:00 und 18:00), Evening (18:00-22:00) und Night (22:00-6:00) als Mittelwerte für alle Tage des Jahres.

$Q_{L2,d/e/n}$ = mittlere stündliche Verkehrsstärke der LkwA+SattelKfz (L2) für den Zeitraum Day (6:00 und 18:00), Evening (18:00-22:00) und Night (22:00-6:00) als Mittelwerte für alle Tage des Jahres.

$Q_{K,d/e/n}$ = mittlere stündliche Verkehrsstärke der Krad (K) für den Zeitraum Day (6:00 und 18:00), Evening (18:00-22:00) und Night (22:00-6:00) als Mittelwerte für alle Tage des Jahres.

Die entsprechenden „Q-Werte“ für den Tagzeitbereich 6:00 bis 22:00 können anschließend aus den obigen „Q-Werten“ für die Zeitbereiche Day und Evening berechnet werden:

$$Q_{i,t} = 1/16 \cdot ((12 \cdot Q_{i,d}) + (4 \cdot Q_{i,e})), \quad \text{mit } i = P, L1, L2, K.$$

Die Anteilswerte $p_{i,t}$ für $i = Lkw1, Lkw2$ oder Krad berechnen sich für jeden Tagzeitbereich t dann wie folgt:

$$p_{i,t} = Q_{i,t} / (Q_{P,t} + Q_{L1,t} + Q_{L2,t} + Q_{K,t})$$

Aus den 12+4 „Q-Werten“ lassen sich dann auch alle gemäß RLS-90 (vgl. Kap. 6.1) relevanten Kenngrößen ermitteln:

$$M_t = (Q_{P,t} + Q_{L1,t} + Q_{L2,t} + Q_{K,t}), \quad p_t = (Q_{L1,t} + Q_{L2,t}) / M_t$$

analog für M_n und p_n .

Gemäß RLS-19 werden die p -Werte für Lkw1, Lkw2 und Krad unterschieden, während gemäß RLS-90 nur ein p -Wert (für die Summe aus Lkw1 und Lkw2) benötigt wird. Es werden in den Ergebnissen der SVZ 2021 alle relevanten p -Werte gemäß RLS-19 und RLS-90 ausgewiesen.

Wenn die Datenerfassung der Zählstellen eine Differenzierung des SV nach Lkw1 und Lkw2 nicht zuließ (dies ist bei den TM bei Geräten mit Genauigkeitsklasse TZ4 der Fall) dann wurde für den p_{L2} -Wert gemäß RLS-19 der SV insgesamt als Lkw2 berücksichtigt.

6.3 Lärmkennwerte für Zählstellen in Streckenzügen

Für die Zählstellen in Streckenzügen, insbesondere im Autobahnnetz, erfolgte die Ermittlung der Lärmkennwerte wie bei der Ermittlung der Verkehrskennwerte und der Bemessungsverkehrsstärken streckenzugsbezogen. Ein Streckenzug ist so definiert, dass alle darin liegenden Zählstellen eine ähnliche Charakteristik aufweisen. Liegen eine oder mehrere Dauerzählstellen in diesem Streckenzug, so werden die Erkenntnisse aus diesen kontinuierlichen Zählungen auf die anderen Abschnitte des Streckenzuges übertragen.

Für die Dauerzählstellen liegen in der BASt-Jahresauswertung 2021 die in Kap. 6.2 beschriebenen 12 Q-Werte vor.

Zur Ermittlung der Q-Werte für die manuellen Zählstellen (MZ) innerhalb eines Streckenzugs wurde das Verhältnis

$$b_{i,j} = Q_{i,j} / DTV_i \quad \text{mit } i = P, L1, L2, K \quad \text{und } j = d,e,n$$

aus den Daten der Dauerzählstellen im Streckenzug berechnet und auf die manuellen Zählstellen übertragen. Da die Q-Werte der Dauerzählstellen in der Jahresauswertung der BASt ganzzahlig angegeben werden, wurden die 12 Q-Werte zusätzlich nochmals aus den Stundendaten der Dauerzählstellen ermittelt, um Unplausibilitäten aufgrund von Rundungsungenauigkeiten in der Ableitung der Faktoren $b_{i,j}$ insbesondere für den Nachtzeitbereich und die Fahrzeugarten Lkw1, Lkw2 und Krad zu vermeiden.

Letztendlich konnte für jede manuelle Zählstelle aus deren vorliegenden DTV-Werten die 12 benötigten Q-Werte mit Hilfe der aus den Daten der Dauerzählstellen ermittelten Faktoren $b_{i,j}$ berechnet werden. Lagen innerhalb eines Streckenzuges mehrere Dauerzählstellen vor, wurde ein mittlerer Faktor verwendet.

Lagen für die Dauerzählstellen eines Streckenzuges keine Daten mit Differenzierung der 12 Q-Werte vor (z.B. bei Geräten mit weniger als 8+1-Fahrzeugartendifferenzierung), dann wurde zur Berechnung der b-Faktoren auf eine Dauerzählstelle aus einem benachbarten Streckenzug mit ähnlichen Verhältnissen hinsichtlich der Kfz/SV-Aufteilung als Bezugsdauerzählstelle zurückgegriffen.

Zusätzlich wurden aus den pro Zählstelle ermittelten Q-Werten die M- und p- Werte pro Tagzeitbereich gemäß RLS-19 und RLS-90 und außerdem der Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ gemäß RLS-90 (vgl. Kap. 6.1) berechnet.

Die Berechnung der Lärmkennwerte für Zählstellen in Streckenzügen wird im Folgenden anhand der BAB-Beispielzählstelle aus Kap. 3.2.3 erläutert.

Zunächst wurden für den Streckenzug aus den Daten der dort liegenden Dauerzählstelle die Faktoren $b_{i,j}$ abgeleitet, die in Tab. 28 ausgewiesen sind.

	Day (d)	Evening (e)	Night (n)
b_P	0,0619	0,0426	0,0108
b_{L1}	0,0675	0,0220	0,0128
b_{L2}	0,0620	0,0243	0,0199
b_K	0,0658	0,0358	0,0093

Tab. 28: Faktoren $b_{i,j}$ ermittelt aus dem Quotient Q-Wert pro Tagzeitbereich zu DTV-Wert der Dauerzählstelle 5016 auf der A46 für den Beispielstreckenzug, für die Fahrzeugarten P, L1, L2 und K

Für die manuelle Beispiel-Zählstelle wurden die folgenden DTV-Werte berechnet (vgl. Kap. 3.2.3):

$$DTV_P = 32.510 + 32.105 = 64.615 \text{ Kfz/24h,}$$

$$DTV_{L1} = 1.070 + 46 + 999 + 44 = 2.159 \text{ Kfz/24h}$$

$$DTV_{L2} = 3.926 + 3.790 = 7.716 \text{ Kfz/24h,}$$

$$DTV_K = 132 + 135 = 267 \text{ Kfz/24h.}$$

Damit errechnen sich für die manuelle BAB-Beispiel-Zählstelle die in Tab. 29 ausgewiesenen Q-Werte und M- und p-Werte für die verschiedenen Tagzeitbereiche.

		Day (d)	Evening (e)	Night (n)	Tag (t)
Q _P	in Kfz/h	4.002	2.755	696	3.690
Q _{L1}	in Kfz/h	146	48	28	121
Q _{L2}	in Kfz/h	478	187	154	405
Q _K	in Kfz/h	18	10	2	16
M	in Kfz/h	4.643	3.000	880	4.232
p _{L1}		3,1%	1,6%	3,1%	2,9%
p _{L2}		10,3%	6,2%	17,5%	9,6%
p _K		0,4%	0,3%	0,3%	0,4%

Tab. 29: Q-Werte und M- und p-Werte für die manuelle BAB-Beispielzählstelle

Damit liegt die mittlere stündliche Verkehrsstärke an der BAB-Beispielzählstelle nachts mit 880 Kfz/h bei nur einem Fünftel der mittleren stündlichen Verkehrsstärke tagsüber (4.232 Kfz/h). Der Anteil der Lkw2 liegt nachts bei 17,5% und damit über 80% höher als im Tagzeitbereich (9,6%).

Für den Mittelungspegel gemäß RLS-90 ergeben sich nach der in Kap. 6.1 ausgewiesenen Gleichung folgende Werte:

$$L_{m,t} = \lg (M_t \cdot (1+0,082 \cdot p_t)) \cdot 10 + 37,3 = 76,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{m,n} = \lg (M_n \cdot (1+0,082 \cdot p_n)) \cdot 10 + 37,3 = 71,0 \text{ dB(A)}.$$

6.4 Lärmkennwerte für Zählstellen in Flächenregionen

Zur Ermittlung der Q-Werte in Flächenregionen für die manuellen Zählstellen (MZ) und für die TM-Zählstellen wurden ebenfalls geeignete Faktoren b (die das Verhältnis von mittleren stündlichen Verkehrsstärke Q zu DTV beschreiben) benötigt. Diese Faktoren wurden aus den Daten der Dauerzählstellen, die auch für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren für die Flächenregionen verwendet wurden, ermittelt. Es wurde dabei aber nicht nach Flächenregionen differenziert, sondern analog zum Vorgehen in den früheren SVZ, das bundesweite Kollektiv der Dauerzählstellen, differenziert nach Bundesstraßen und übrige Straßen (L, K, G) und nach dem SV-Anteil (<6% und ≥6%) berücksichtigt.

Es wurden entsprechende Analysen mit den Daten der Dauerzählstellen durchgeführt und die Faktoren b gemäß folgender Gleichung bestimmt:

$$b_{i,j,k,SV} = Q_{i,j,k,SV} / DTV_i$$

Hierbei beschreibt der Index i die Fahrzeugarten P, L1, L2, K (vgl. Kap. 6.2), der Index j die Tagzeitbereiche d,e,n (vgl. Kap. 6.2), der Index k die Straßenklasse B und übrige (L,K,G) und der Index SV die SV-Anteilsklasse <6% und ≥6%. Die ermittelten Faktoren sind in Tab. 30 ausgewiesen.

	Straßen- klassen- gruppe	SV-Anteil	Day (d)	Evening (e)	Night (n)
b _P	B	<6%	0,0657	0,0374	0,0078
b _{L1}	B	<6%	0,0717	0,0148	0,0098
b _{L2}	B	<6%	0,0695	0,0157	0,0131
b _K	B	<6%	0,0678	0,0378	0,0032
b _P	B	≥6%	0,0653	0,0370	0,0085
b _{L1}	B	≥6%	0,0703	0,0157	0,0117
b _{L2}	B	≥6%	0,0627	0,0243	0,0188
b _K	B	≥6%	0,0691	0,0339	0,0018
b _P	L/K/G	<6%	0,0659	0,0374	0,0074
b _{L1}	L/K/G	<6%	0,0710	0,0169	0,0098
b _{L2}	L/K/G	<6%	0,0694	0,0150	0,0126
b _K	L/K/G	<6%	0,0665	0,0402	0,0048
b _P	L/K/G	≥6%	0,0654	0,0361	0,0088
b _{L1}	L/K/G	≥6%	0,0713	0,0141	0,0114
b _{L2}	L/K/G	≥6%	0,0661	0,0213	0,0150
b _K	L/K/G	≥6%	0,0693	0,0347	0,0024

Tab. 30: Faktoren b zur Berechnung der Q-Werte für Zählstellen in Flächenregionen (abgeleitet aus dem bundesweiten Kollektiv der Dauerzählstellen in Flächenregionen)

Für alle manuellen Zählstellen (MZ) und TM-Zählstellen in den Flächenregionen wurden die Q-Werte über folgende Gleichung ermittelt:

$$Q_{i,j} = b_{i,j,k,SV} \cdot DTV_i$$

wobei für die Faktoren $b_{i,j,k,SV}$ die in Tab. 30 ausgewiesenen Werte verwendet wurden.

Zusätzlich wurden, analog zu dem Vorgehen für die Streckenzüge, aus den pro Zählstelle ermittelten Q-Werten die M- und p- Werte pro Tagzeitbereich gemäß RLS-19 und RLS-90 und außerdem der Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ gemäß RLS-90 (vgl. Kap. 6.1) berechnet.

Nachfolgend wird die Berechnung der Lärmkennwerte mit den Daten der Beispielzählstelle in der Flächenregion aus Kap. 3.3.4 beispielhaft durchgeführt (Bundesstraße, SV <6%). Für die manuelle Beispiel-Zählstelle wurden die folgenden DTV-Werte berechnet (vgl. Tab. 25):

$$DTV_P = 5.121 + 4.995 = 10.116 \text{ Kfz/24h,}$$

$$DTV_{L1} = 74 + 26 + 120 + 27 = 247 \text{ Kfz/24h}$$

$$DTV_{L2} = 77 + 86 = 163 \text{ Kfz/24h,}$$

$$DTV_K = 61 + 43 = 104 \text{ Kfz/24h.}$$

Damit errechnen sich die in Tab. 31 ausgewiesenen Q-Werte und M- und p-Werte für die verschiedenen Tagzeitbereiche für die manuelle Beispiel-Zählstelle in der Flächenregion 1303.

		Day (d)	Evening (e)	Night (n)	Tag (t)
Q _P	in Kfz/h	664	378	79	593
Q _{L1}	in Kfz/h	18	4	2	14
Q _{L2}	in Kfz/h	11	3	2	9
Q _K	in Kfz/h	7	4	0	6
M	in Kfz/h	700	389	84	622
p _{L1}		2,5%	0,9%	2,9%	2,3%
p _{L2}		1,6%	0,7%	2,5%	1,5%
p _K		1,0%	1,0%	0,4%	1,0%

Tab. 31: Q-Werte und M- und p-Werte für die manuelle Bundesstraßen-Beispielzählstelle in der Flächenregion 1303

Für den Mittelungspegel gemäß RLS-90 ergeben sich nach der in Kap. 6.1 ausgewiesenen Gleichung folgende Werte:

$$L_{m,t} = \lg (M_t \cdot (1+0,082 \cdot p_t)) \cdot 10 + 37,3 = 66,4 \text{ dB(A)}$$

$$L_{m,n} = \lg (M_n \cdot (1+0,082 \cdot p_n)) \cdot 10 + 37,3 = 58,1 \text{ dB(A)}$$

7 Ergebnisse

7.1 Prüfung der finalen Verkehrskenngrößen

Die Hochrechnungsergebnisse für die manuell gezählten Zählstellen und die TM-Zählstellen wurden zusammen mit den Ergebnissen der Dauerzählstellen in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 zusammengeführt. Es sind dort auch die ermittelten Bemessungsverkehrsstärken und die Lärmkenngrößen ausgewiesen.

Um möglichst frühzeitig schon vorläufige Hochrechnungsergebnisse berechnen zu können, wurden im Rahmen der Arbeiten zur SVZ 2021 zunächst mit den noch nicht endgültig von der BASt freigegebenen Daten der Dauerzählstellen 2021 vorläufige Hochrechnungsfaktoren berechnet und damit für das sogenannte synthetische Jahr Hochrechnungen für alle MZ- und TM-Zählstellen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser vorläufigen Hochrechnungen wurden auf Plausibilität geprüft und auch den Ländern und den Niederlassungen der Autobahn GmbH des Bundes zur Prüfung zur Verfügung gestellt. Deren Rückmeldungen zu Auffälligkeiten wurden übernommen und in jeweils geeigneter Form umgesetzt. Nach Vorliegen der finalen Daten der Dauerzählstellen 2021 wurden die finalen Hochrechnungsfaktoren ermittelt und auf dieser Basis die finale Hochrechnung der manuellen Zählungen und der TM-Zählungen durchgeführt.

Für die final hochgerechneten Verkehrskenngrößen und den daraus abgeleiteten weiteren Kenngrößen wurden nochmals Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Es wurde ein Vergleich der Entwicklung mit den vorliegenden Daten der SVZ-Kenngrößen 2015 durchgeführt und verschiedene weitere Hilfsgrößen für die Prüfungen abgeleitet, sowohl für die Verkehrskenngrößen als auch für die Bemessungsverkehrsstärken und Lärmkenngrößen. Für die in diesem Zusammenhang auffälligen Zählstellen wurden die Hochrechnungsprotokolle und die Zählraten der einzelnen Zähltag im Hinblick auf Unplausibilitäten überprüft. Für einige wenige Zählstellen führte diese Prüfung nochmals zum Ausschluss einzelner unplausibler Zähltag. Außerdem wurde auch die Plausibilität der Ergebnisse bei nebeneinander liegenden Gültigkeitsbereichen von Zählstellen mit unterschiedlicher Erfassungsart (DZ, MZ, TM) überprüft.

Zusätzlich wurden die jahresmittleren Lkw-Mautdaten (DTV 2021), die pro Streckenabschnitt für die Autobahnen und Bundesstraßen ermittelt wurden, zur Plausibilisierung der ermittelten DTV-SV-Werte herangezogen. Mautpflichtig sind Lkw >7,5t zGG. Daher wurde streckenabschnittsbezogen überprüft, ob die Ergebnisse aus der SVZ 2021 für SV (Lkw > 3,5 t zGG und Busse) größer sind als die Mautverkehre. Entsprechend sollten die DTV-Werte für LZ aus der SVZ 2021 tendenziell kleiner sein als die Mautverkehre.

Die finalen Ergebnisse der SVZ 2021 wurden den Ländern wieder zur Prüfung zur Verfügung gestellt und deren Rückmeldungen geprüft und umgesetzt.

Insgesamt sind in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen Angaben für 12.591 Zählstellen enthalten (vgl. Tab. 32). Davon entfallen 2.787 auf die Autobahnen und 9.804 auf die Bundesstraßen. Auf den Autobahnen sind 33% der Zählstellen mit Daten aus den Dauerzählstellen abgedeckt, für 61% wurden manuelle Zählungen durchgeführt (vgl. Bild 8). Auf den Bundesstraßen verteilen sich die Zählstellen zu 8% auf die Dauerzählstellen, 52% auf manuell gezählte Zählstellen und 36% auf TM-Zählstellen. Der Anteil der

Zählstellen, für die keine Werte ausgewiesen werden konnten, lag für die Autobahnen bei 6% und für die Bundesstraßen bei 4%.

Auswertungen der Ergebnisse der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen finden sich im Ergebnisbericht zur SVZ 2021.

Die Ergebnisdatei mit den Ergebnissen für jede einzelne Zählstelle steht auf der Homepage der BASt unter www.bast.de/svz zum Download bereit. Darin sind pro Zählstelle alle berechneten verkehrlichen Kenngrößen in insgesamt 22 Datenblöcken (318 Spalten) tabellarisch ausgewiesen. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich im Ergebnisbericht.

Zählstellentyp		Autobahnen	Bundesstraßen		
			Strecken- zügen	Strecken- zügen	Flächen- regionen
	davon in:				
DZ	Dauerzählstellen	915	82	721	803
KW	Keine Werte	177	11	315	326
MZ	manuelle Zählstellen	1.695	220	4.896	5.116
TM21	TM-Zählstellen mit Zählung 2021	-	-	1.494	1.494
TM16-20	TM-Zählstellen mit Zählung 2016-2020	-	-	2.036	2.036
FZ	Fortschreibung / Sonderfälle	-	-	29	29
Summe		2.787	313	9.491	9.804

Tab. 32: Anzahl der Zählstellen in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Straßenklasse und Zählstellentyp

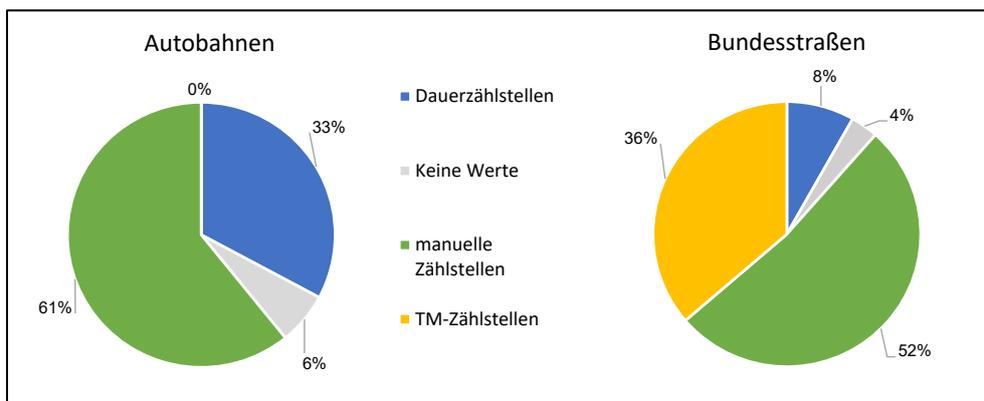


Bild 8: Anteile der Zählstellentypen an der Anzahl der Zählstellen in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Autobahnen und Bundesstraßen

7.2 Änderungen gegenüber der SVZ 2015

Gegenüber der Straßenverkehrszählung 2015 gab es für die SVZ 2021 einige Änderungen. Diese betrafen zum einen die Berechnungen der Bemessungsverkehrsstärken, die teilweise auf einfacheren Ansätzen basieren als bisher, und zum anderen die Berechnungen der Lärmkennwerte, da neben den Kennwerten gemäß RLS-90 auch die der jetzt gültigen RLS-19 ermittelt wurden.

Änderungen im Hochrechnungsverfahren für manuelle Zählungen, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zur SVZ 2015 nennenswert hätten beeinflussen können, wurden nicht vorgenommen.

Erstmalig findet sich in dem hier vorliegenden Methodik-Bericht zur SVZ 2021 auch die Beschreibung der angewandten Methodik für die Hochrechnung der Temporären Messungen (TM), die im Wesentlichen auf den Ergebnissen des Grundlagenberichts zu den Temporären Messungen /Schmidt 2013/ beruht. Diese unterscheidet sich nicht grundlegend von der Methodik zur Hochrechnung der manuellen Zählungen, wobei die Hochrechnungsstufe 1 (von Stundenblock auf Tageswerte) entfällt, da bereits gezählte Wochenwerte bzw. Tageswerte vorliegen.

Bei fehlenden Daten für Zählstellen in Streckenzügen, z.B. durch Ausfall von Dauerzählstellen oder manueller Zählungen, konnten in zwei Bundesländern durch die zusätzliche Auswertung von Daten automatischer Messquerschnitte von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (sogenannte RDS-Querschnitte) Lücken geschlossen werden. Dazu wurden aus den RDS-Daten für ausgewählte Zähltag die Stundenwerte als Ersatz für eine manuelle Zählung verwendet. Da für die RDS-Daten oft plausible Kfz-Werte, aber weniger plausible Daten zur Fahrzeugartendifferenzierung vorlagen, wurde die Aufteilung nach Fahrzeugarten häufig aus benachbarten Dauerzählstellen übertragen.

Im Gegensatz zur SVZ 2015 wurde im Rahmen der SVZ 2021 nach Abstimmung mit der BASt darauf verzichtet, für Zählstellen, an denen keine Zählungen stattgefunden haben, Verkehrskennwerte auf Basis von z.B. Schätzungen oder Fortschreibung der SVZ 2015 zu ergänzen. Diese Zählstellen sind in den Ergebnistabellen mit der Zählart „keine Werte“ (KW) gekennzeichnet.

Insgesamt sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass die eigentlich für das Jahr 2020 geplante SVZ erst im Jahre 2021 durchgeführt wurde, da im Frühjahr 2020 die Corona-Pandemie ausgebrochen war und Maßnahmen zu deren Eindämmung teilweise massive Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen hatten (z.B. Lockdowns, Schulschließungen, etc.). Auch das Jahr 2021 war teilweise noch von diesen Auswirkungen betroffen, daher ist bei der Interpretation der Ergebnisse der SVZ 2021 dieser Aspekt stets mit zu berücksichtigen.

7.3 Hinweise für zukünftige Zählungen

Die Erfahrungen aus der SVZ 2021 zeigen, dass der Pflege des Zählstellenverzeichnisses in SVZ-Online eine zentrale Bedeutung zukommt. Alle Parameter zur Beschreibung der Zählstellen, z.B. Zählstellenart (MZ, TM, DZ), Längenangaben für den Gültigkeitsbereich, Regionsangaben oder Ausrichtung werden sowohl im Hochrechnungsprozess als auch in dem nachgelagerten Schritt zur Ausweisung der Statistiken mit mittleren DTV-Werten und Jahresfahrleistungen pro Bundesland (im Ergebnisbericht) und der UN-ECE-Statistiken benötigt. Bei zukünftigen Zählungen ist noch mehr darauf zu achten und von den zuständigen Behörden der Länder zu prüfen, dass alle Angaben in SVZ-Online aktuell und korrekt sind.

Auch ist hier - wie auch bei der SVZ 2015 - darauf hinzuweisen, dass die Güte der Hochrechnungsergebnisse sowohl von der Qualität der Zählzeiten als auch von der Qualität der aus den Daten der Dauerzählstellen abgeleiteten Hochrechnungsfaktoren abhängt. Daher sind die Anzahl und die Datengüte der verfügbaren Dauerzählstellen von großer Bedeutung. Bei den Streckenzügen sollte angestrebt werden, dass für jeden Streckenzug mindestens die Daten einer Dauerzählstelle verfügbar sind. Für die Flächenregionen ist zu empfehlen, die Mindestanzahl von 15 (besser 20) Dauerzählstellen pro Region, die für die Ableitung der Hochrechnungsfaktoren verwendet werden können, zukünftig möglichst für alle Regionen einzuhalten.

Es wurde außerdem von Seiten der Länder angeregt, dass die Zählstellen-Übersichten mit den Zählergebnissen der manuellen Zählungen für jede Zählstelle zukünftig bereits nach dem 1. Halbjahr der Zählungen (d.h. noch unvollständig) erstellt und an die zuständigen Behörden der Bundesländer verteilt werden sollten. Damit wird gewährleistet, dass schon frühzeitig auf mögliche Fehler oder fehlende Zählungen reagiert und ggf. zusätzliche Zählungen im 2. Halbjahr eingeplant werden können.

Des Weiteren wird es als sehr hilfreich angesehen, wenn zukünftig die Lage der SVZ-Zählstellen und deren Gültigkeitsbereiche in dem jeweils aktuellen BISStra-Netz von Seiten der BASt zur Verfügung gestellt werden kann. Dies würde die Arbeiten zur Plausibilisierung deutlich unterstützen. Bisher musste diese Zuordnung vom Auswertebüro zusätzlich durchgeführt werden, wobei eine Teilmenge der SVZ-Zählstellen aufgrund der unterschiedlichen Datenstände dem BISStra-Netz nicht zugeordnet werden konnte.

Bei der Übernahme der Daten der TM-Zählungen hat sich gezeigt, dass momentan noch kein einheitliches Vorgehen zur Übergabe dieser Daten von Seiten der Länder an die BASt existiert, auch werden unterschiedliche Formate verwendet. Es wird daher vorgeschlagen, zukünftig die TM-Daten in einem einheitlichen Datenformat (TM-Austauschformat oder TM-Rohdatenformat) zu übergeben und zusätzlich eine Geräteeinsatzliste nach fest vorgegebener Struktur verbindlich einzufordern. Zudem sollte kenntlich gemacht werden, ob die Zählstellen bereits einer ersten Plausibilisierung unterzogen wurden oder nicht.

Die manuellen Zählungen wurden in einigen Bundesländern über Videozählungen durchgeführt, die nachträglich am Bildschirm ausgewertet wurden. Vermutlich werden zukünftig Videozählungen verstärkt für die manuellen Zählungen eingesetzt. Daher ist zu überlegen, ob für diese Zählungen das Hochrechnungsverfahren so angepasst werden kann, dass mehr Stunden aus den Zählungen bei der Hochrechnung berücksichtigt werden können. Dabei ist auch der dann höhere Aufwand bei der Auswertung der Videozählungen mit abzuwägen.

Literatur

BAST 2019

Leitfaden zum Einsatz von temporären Messsystemen bei den Straßenverkehrszählungen des Bundes, Bericht der AG-Leitfaden Seitenradar, Hrsg. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, 2019, https://www.bast.de/DE/Statistik/Verkehrsdaten/2020/Richtlinien-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=6

BAST 2018

Konzeptpapier für die Straßenverkehrszählung 2020, DTV-Verkehrsconsult GmbH Aachen, im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Dezember 2018, unveröffentlicht

ARNOLD 2013

Arnold, M.; Kluth, T.; Ziegler, H.; Thomas, B.: Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 221, Bergisch Gladbach, 2013

BMVBS 2012

Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS 2012), Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abt. Straßenbau: Ausgabe 2012, Berlin, 2012

BMVI 2021

Richtlinien für die Straßenverkehrszählung 2020 im Jahre 2021 auf den Bundesfernstraßen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat StB 11, https://www.bast.de/DE/Statistik/Verkehrsdaten/2020/Richtlinien-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=6

FITSCHEN 2020

Fitschen, A, Nordmann, H., Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2017, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 340, Bergisch Gladbach, 2021

HBS 2015

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Kommission Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, FGSV-Verlag 2015

KÜHNEN 1999

SVZ 2000: Ergänzung des Dauerzählstellennetzes auf Bundesstraßen, (Länderberichte zum AP 98625/V2). Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 1999

KÜHNEN 2000

Fahrzeugartendifferenzierung an automatischen Dauerzählstellen, Datenformat zur Lieferung der Stundenwerte an die BAST (Zwischenbericht zum AP 00 622/V6), Stand: März 2000. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2000

LAFFONT 1998

Laffont, S.; Regniet, G.; Schmidt, G.; Thomas, B.: Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik für die Durchführung von Straßenverkehrszählungen (SVZ 2000). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 59, Bergisch Gladbach, 1998

LENSING 2013

Lensing, N., Straßenverkehrszählung 2010 – Methodik, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft 234, Bergisch Gladbach, Dezember 2013

LENSING 2018

Temporäre Messstellen 2017, Vergleich der Hochrechnung auf der Basis von Tageswerten und auf der Basis von Wochenwerten, Büro für Angewandte Statistik, im Auftrag der Autobahndirektion Südbayern, Aachen, Juli 2018

RLS-90

Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90, Ausgabe 1990, der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau

RLS-19

Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-19, Ausgabe 2019, FGSV-Verlag 2019

SCHMIDT 1978

SCHMIDT, G.: Erhebungs- und Auswertemethoden für Querschnittszählungen des Straßenverkehrs, Teil 1: Untersuchungen zu einem Kurzzähl- und Hochrechnungsmodell. Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 256, Bonn, 1978

SCHMIDT 2013

Schmidt, G., Frenken, T., Hellebrandt, P., Regniet, G. Mahmoudi, S (2013), Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mobilen Mess-Systemen. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft 229, 2013

SCHMIDT 2020

Schmidt G. et al., Straßenverkehrszählung 2015 Methodik der manuellen Zählungen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft 326, 2020

SCHNEIDER 2022

Schneider C. et al., Fortschreibung / Hochrechnung der Ergebnisse der SVZ 2015 und der temporären Messungen 2016-2019 auf das Jahr 2019 für die Lärmkartierung gemäß 34. BImSchV, AVISO GmbH, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 365, 2022

Abkürzungsverzeichnis

q	stündliche Verkehrsstärke in Fz/h
q ₁₅₋₁₈	Verkehrsstärke in der Zeit 15- 18 Uhr in Fz/3 h
Q	tägliche Verkehrsstärke 0-24 Uhr in Fz/24 h
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke aller Tage des Jahres in beiden Fahrtrichtungen in Fz/24 h
g	Fahrzeugart
LVm	Leichtverkehr ohne Kräder (Pkw, PKWA, Lfw, nk Kfz)
LoA	Lkw über 3,5 t zul. Gesamtgewicht ohne Anhänger
LZ	Lkw über 3,5 t zul. Gesamtgewicht mit Anhänger und Sattelzüge
nk Kfz	nicht klassifizierbare Kfz al
DTV _V	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der durch Index gekennzeichneten Fahrtzweckgruppe V in Fz/24 h
DTV _W	W = Werktage Montag bis Samstag außerhalb der Schulferien
DTV _U	U = Werktage Montag bis Samstag in den Schulferien
DTV _S	S = Sonn- und Feiertage
LV	Fahrzeuge des motorisierten Leichtverkehrs: motorisierte Zweiräder, Pkw, Pkw mit Anh., Lkw bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht, nk Kfz
SV	Fahrzeuge des Schwerverkehrs: Busse, Lkw über 3,5 t, Last- und Sattelzüge
Kfz	Kraftfahrzeuge = Summe der Fahrzeugarten des LV und SV
MSV _r	Maßgebende stündliche Verkehrsstärke aller Stunden des Jahres je Fahrtrichtung (Bemessungsverkehrsstärke q _B : 50. höchste Stunde der Dauerlinie) in Kfz/h
d _{50,r}	Faktor zur MSV-Berechnung $MSV_r = d_{50,r} \cdot DTV_r$
fer	Ferienverkehrsfaktor DTV_U / DTV_W
b _{So}	Sonntagsfaktor $DTV_{So,NZB} / DTV_{Di-Do,NZB}$
b _{Fr}	Freitagsfaktor $DTV_{Fr,NZB} / DTV_{Di-Do,NZB}$
a _n	Stunden-/Tag-Faktor zur Hochrechnung der durch Index gekennzeichneten n-stündigen Verkehrsstärke auf den Tagesverkehr Q
c _{v,z}	Tag-/Jahr-Faktor zur Umrechnung des Tagesverkehrs am Zähltag Z auf die DTV _V der Fahrzweckgruppe V
NZB	Normalzeitbereich, er stellt eine von Feiertagen, Ferien und winterlicher Witterung möglichst unbeeinflusste Datenbasis dar und bildet das „typische“ Verkehrsgeschehen ab und umfasste 56 Tage im Jahr 2015.
C _{NZB,Z}	Tag-/Jahr-Faktor zur Umrechnung des Tagesverkehrs am Zähltag Z auf DTV _{NZB} ($DTV_{Di-Do,NZB}$, $DTV_{Fr,NZB}$, $DTV_{So,NZB}$)

f_r	Tagesganglinienfaktor $f_r = q_{r,16-18} / q_{r,07-09}$
$r_{1,2}$	Richtungsfaktoren $r_1 = q_{R1,15-18} / q_{R2,15-18}$ $r_2 = q_{R2,15-18} / q_{R1,15-18}$
M_T	Mittlere stündliche Verkehrsstärke im Zeitbereich Tag (06-22 Uhr) in Kfz/h
M_N	Mittlere stündliche Verkehrsstärke im Zeitbereich Nacht (22-06 Uhr) in Kfz/h
M_D	Mittlere stündliche Verkehrsstärke im Zeitbereich Day (06-18 Uhr) in Kfz/h
M_E	Mittlere stündliche Verkehrsstärke im Zeitbereich Evening (18-22 Uhr) in Kfz/h
p_T	Mittlerer Schwerverkehrs-Anteil an M im Zeitbereich Tag (06-22 Uhr) in %
p_N	Mittlerer Schwerverkehrs-Anteil an M im Zeitbereich Nacht (22-06 Uhr) in %
p_D	Mittlerer Schwerverkehrs-Anteil an M im Zeitbereich Day (06-18 Uhr) in %
p_E	Mittlerer Schwerverkehrs-Anteil an M im Zeitbereich Evening (18-22 Uhr) in %
	Die Indizes T, N, D und E geben die Zeitbereiche an (Tag, Nacht, Day und Evening)
Lm(25)	Mittelungspegel für Standardbedingungen: 25 m Abstand von der Mitte des Fahrstreifens, nicht geriffelter Gussasphalt, 100 km/h zulässige Höchstgeschwindigkeit, Steigung/Gefälle $\leq 5\%$, freies Schallausbreitung mit $h_m = 2,25$ m (entspricht einer Höhe des Immissionsortes von 4 m)

Bilder

Bild 1: Übersicht zur Methodik der Hochrechnung der Zähl­daten von manuellen Zählungen und TM-Zählungen im Rahmen der SVZ 2021.....	9
Bild 2: Abgrenzung der Fahrzeugarten (Fahrzeugarten­aufteilung nach UN-ECE Vorgaben, wie sie auch zur SVZ angewandt werden /BMVI 2021/)	14
Bild 3: Lage der Zählstellen auf Bundesstraßen mit Kennzeichnung der Gültigkeitsbereiche (Beispiel Bayern).....	17
Bild 4: TM-Genauigkeitsklassen /BAST 2019/	23
Bild 5: Ablauf der DTV-Berechnungen für manuelle Zählungen (MZ).....	26
Bild 6: Zählstellen in einem BAB-Strecken­zug	29
Bild 7: Räumliche Lage der Flächenregionen für Deutschland	38
Bild 8: Anteile der Zählstellentypen an der Anzahl der Zählstellen in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Autobahnen und Bundesstraßen	70

Tabellen

Tab. 1: Zähltermine der SVZ 2021 (Beispiel Niedersachsen).....	11
Tab. 2: Zählzeiten der Straßenverkehrszählung 2021.....	13
Tab. 3: Beispiel einer Übersicht über den Bearbeitungsstand der Eingabe der manuellen Zählzeiten zum Stand 16.06.2021 (Ausschnitt).....	19
Tab. 4: Beispiel einer Zählstellen-Übersicht.....	21
Tab. 5: Fahrzeugarten-Klassifizierung.....	24
Tab. 6: Anzahl der Tage je Fahrtzweckgruppe n_V und Bundesland für das Jahr 2021	27
Tab. 7: Zählwerte des Hochrechnungsbeispiels für die BAB-Zählstelle 4805 2102, A46 (Ausschnitt aus der Zählzeiten-Übersicht).....	30
Tab. 8: Stunden-/Tag-Faktoren $a_{5,R1,g}$ bzw. $a_{3,R1,g}$ des Hochrechnungsbeispiels, berechnet aus der zugeordneten Dauerzählstelle (5016, Neuss-Holzheim).....	31
Tab. 9: Richtungsbezogene Tagesverkehrsstärken $Q_{R1,Z,g}$ des BAB-Hochrechnungsbeispiels aus Stufe 1 für Fahrtrichtung 1.....	31
Tab. 10: Umrechnungsfaktoren $c_{V,Z,g}$ für die in Hochrechnungsstufe 1 berechneten Tageswerte auf Einzel-DTV $_{V,R1}$ der Fahrtzweckgruppen W, U, S für Fahrtrichtung 1.....	33
Tab. 11: Einzel-DTV $_{R1}$ aus Hochrechnungsstufe 2 für die Fahrtzweckgruppen W, U, S	33
Tab. 12: Umrechnungsfaktoren $c_{NZB,R1,g}$ der aus Hochrechnungsstufe 1 berechneten Tageswerte auf Einzel-DTV $_{NZB,R1,g}$ für Fahrtrichtung 1.....	33
Tab. 13: Einzel-DTV $_{R1}$ aus Hochrechnungsstufe 2 für DTV $_{Di-Do,NZB}$, DTV $_{Fr,NZB}$ und DTV $_{So,NZB}$..	34
Tab. 14: DTV, DTV $_V$ und DTV $_{NZB}$ je Fahrtrichtung und Gesamtquerschnitt (GQ).....	34
Tab. 15: Anzahl vorhandener Dauerzählstellen (DZ) je Flächenregion, Anzahl der Grenzzählstellen und der für die Hochrechnung einbezogenen DZ	37
Tab. 16: HR-Gleichungen , -Faktoren (a_3 , a_5) der Stufe 1 für die Hochrechnung nach dem Flächenmodell je Zählstellgruppe.....	43
Tab. 17: Gleichungen der Umrechnungsfaktoren (c_V und c_{NZB}) für die Hochrechnung der Stufe 2 nach Flächenmodell (keine Unterscheidung nach Tagesgruppe und Zählstellengruppe).....	44
Tab. 18: Zählwerte des Hochrechnungsbeispiels für die Bundesstraßen-Zählstelle 1447 0189, B96 (Region 1303).....	46
Tab. 19: Koeffizienten der Regressionsgleichungen sowie Einflussgrößen (und deren Grenzen min/max) zur Berechnung der Stunden/Tag-Faktoren des LVM ($a_{3,LVM}$) aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel (für den So2 wurde ein Bestimmtheitsmaß $R^2 < 0,5$ ermittelt, daher wurden keine Faktoren über die Regressionsgleichung ermittelt)	47

Tab. 20: Stunden-/Tag-Faktoren der Fahrzeugarten ($a_{5,g}$ bzw. $a_{3,g}$) aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel (für LVM sind hier die Werte aus Tab. 19 ausgewiesen)	47
Tab. 21: Tagesverkehrsstärken $Q_{Z,g}$ aus Stufe 1 für das Hochrechnungsbeispiel	47
Tab. 22: Koeffizienten der Regressionsgleichungen sowie Einflussgrößen ($f_{er} = 1,04246$, $b_{so} = 0,69221$, $b_{Fr} = 0,86708$) zur Berechnung der Tag-/Jahr-Umrechnungsfaktoren $c_{V,LVM}$ der Fahrtzweckgruppen W, U, S für das Hochrechnungsbeispiel ($f_{er} \text{ min/max} = 0,9137/1,2842$, $b_{so} \text{ min/max} = 0,4876/1,2387$, $b_{Fr} \text{ min/max} = 0,9851/1,2698$).....	49
Tab. 23: Einzel-DTV _V aus Hochrechnungsstufe 2 für die Fahrzeuggruppen W, U und S	49
Tab. 24: Einzel-DTV aus Hochrechnungsstufe 2 für DTV _{Di-Do,NZB} , DTV _{Fr,NZB} und DTV _{So,NZB}	49
Tab. 25: DTV, DTV _V und DTV _{NZB} für den Gesamtquerschnitt für das Hochrechnungsbeispiel	50
Tab. 26: Medianwerte der Ganglinien-Faktoren $f_{er,LVM}$, $b_{so,LVM}$ und $b_{Fr,LVM}$ je Straßenklasse und Bundesland.....	50
Tab. 27: Anzahl der Zählstellen, für die TM-Messungen in dem Zeitraum 2016 bis 2021 durchgeführt wurden, Angaben zu Anzahl der Zählwochen und Anteil der wochenweise und tagesweise Hochrechnung	55
Tab. 28: Faktoren $b_{i,j}$ ermittelt aus dem Quotient Q-Wert pro Tagzeitbereich zu DTV-Wert der Dauerzählstelle 5016 auf der A46 für den Beispielstreckenzug, für die Fahrzeugarten P, L1, L2 und K.....	65
Tab. 29: Q-Werte und M- und p-Werte für die manuelle BAB-Beispielzählstelle	66
Tab. 30: Faktoren b zur Berechnung der Q-Werte für Zählstellen in Flächenregionen (abgeleitet aus dem bundesweiten Kollektiv der Dauerzählstellen in Flächenregionen) ...	67
Tab. 31: Q-Werte und M- und p-Werte für die manuelle Bundesstraßen-Beispielzählstelle in der Flächenregion 1303	68
Tab. 32: Anzahl der Zählstellen in der Ergebnisdatei der SVZ 2021 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Straßenklasse und Zählstellentyp	70