

Aktualisierung und Anpassung der Straßenbelastungsdaten für die Dimensionierung

FA 4.285

Forschungsstellen: Villaret Ingenieurgesellschaft mbH, Hoppegarten

DTV-Verkehrsconsult GmbH, Aachen

RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (Prof. Dr.-Ing. habil. M. Oeser)

Ingenieurbüro Axel Riwe, Anklam

Bearbeiter: Villaret, S. / Kathmann, T. / Oeser, M. / Riwe, A. / Schroeder, S. / Ueckermann, A. / Villaret, K.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: November 2019

1 Aufgabenstellung

Die Verwendung aktueller Messdaten zur Aktualisierung der Verkehrslasten sowie die Vereinheitlichung der Grundlage der Verkehrsbelastungsberechnung für alle Regelwerke bilden die Voraussetzung dafür, dass in der weiteren Regelwerksentwicklung die Vergleichbarkeit und die einheitliche Bewertung der Dimensionierungsergebnisse aller Regelwerke möglich werden.

Ziel der Forschungsarbeit war es, anhand von Achslastwägungen verfügbarer, valider Messstellen die Achslastverteilungen, die Achslastverteilungsfunktionen sowie die Achszahlfaktoren f_A für die unterschiedlichen Messstellen zu identifizieren, diese soweit wie möglich zusammenzufassen und daraus aktualisierte Eingangsgrößen zu bestimmen, die für die Dimensionierung erforderlich sind. Hierfür werden nach Evaluation der Messdaten und Aufnahme maßgeblicher Randbedingungen der einzelnen Messstellen jeweils die Achslastverteilung (Histogramme und Verteilungsfunktionen) und der Achszahlfaktor f_A bestimmt. Im Folgenden wird geprüft, inwieweit sich die Achslastverteilungsfunktionen und die Achszahlfaktoren f_A für Bundesautobahnen zusammenfassen lassen und auf Bundes-, Land- sowie Kreisstraßen übertragen werden können.

So gewonnene Achslastverteilungen werden als einheitliche Grundlage zur Bestimmung der Eingangswerte q_{Bm} , q_{Bv} , Y_{E2} , Y_{E3} sowie der Achslastkollektive für die Regelwerke [RSt012], [RDO Asphalt 09], [RDO Beton 09] (und deren Überarbeitungen) sowie neue Regelwerke genutzt.

2 Vorgehensweise

2.1 Übernahme und Auswertung der verfügbaren Achslastdaten

Die Datenübergabe der BAST erfolgte in stationsbezogenen Dateien, die jeweils die Achslastwägungen eines Kalendermonats umfassen. Die Daten sind von der BAST vorplausibilisiert, sodass

Monate mit größtenteils unbrauchbaren Messergebnissen bereits aussortiert waren.

Es wurde eine individuelle technische Umsetzung des benötigten Prozesses zur Datenorganisation und Datenanalyse geschaffen, um mehrere hundert Millionen Achslastdatensätze für die weitere Auswertung zu sortieren und zusammenzufassen.

Die Datenanalyse erfolgte aufgrund der umfangreichen Datenmenge und der Vielzahl an zu unterscheidenden Merkmalen in einem kombinierten System (Bild 1) aus Pythonscript und der Datenbankstruktur, die aus nach festen Regeln erzeugten Untertabellen besteht.

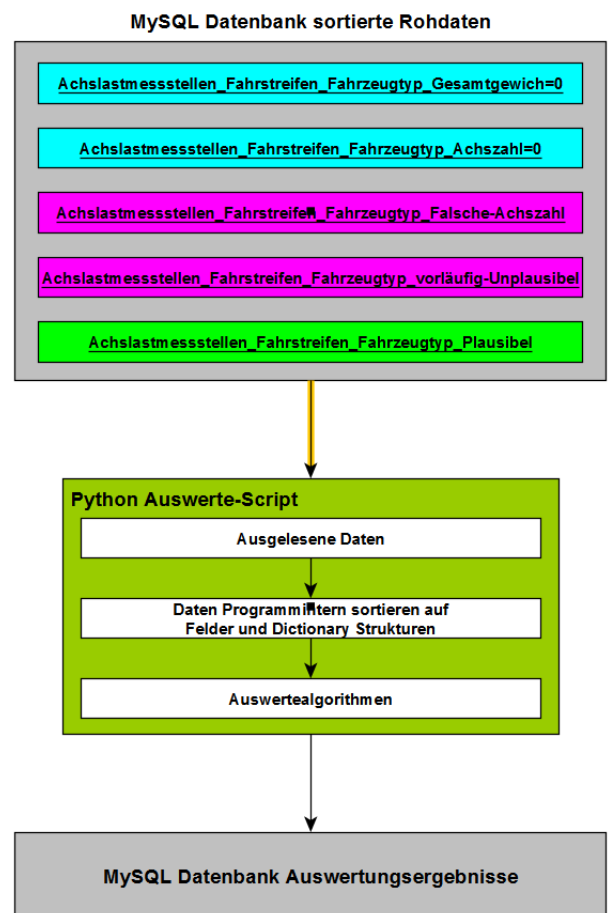


Bild 1: Programmtechnischer Ablauf der Datenanalyse

2.2 Methodik zur Bestimmung der Achslastverteilungen

Die Auswertung der in der Datenbank gespeicherten Achslastdaten liefert zunächst standortbezogene Achslastverteilungen. Diese wurden in Form von Histogrammwerten für 1-t-Achslastklassen im Wertebereich von 1 bis 16 Tonnen erstellt. Da die vorliegenden Daten auch den Fahrzeugtyp gemäß [TLS 12] enthalten, war es möglich, fahrzeugklassenspezifische Verteilungen zu erzeugen.

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurde untersucht, ob diese Achslastverteilungen zeit- und ortsabhängig sind. Es

konnte gezeigt werden, dass weitgehende Zeitunabhängigkeit vorliegt. Eine von der Örtlichkeit abhängige Streuung der Verteilungswerte wurde zwar festgestellt, diese ist aber offenbar auf kurzzeitige Effekte zurückzuführen.

Ferner war zu prüfen, ob sich der Beladungszustand des Schwerverkehrs in Abhängigkeit von der Straßenkategorie unterscheidet. Das Studium einschlägiger Statistiken und die Befragung gegebenenfalls hierzu auskunftsfähiger Institutionen führten zu der Einschätzung, dass derzeit keine Informationen über die Beladungszustände im Güterverkehr vorliegen, die eine unterschiedliche Beladung je nach Straßenkategorie belegen.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass für die vier Fahrzeugklassen des Schwerververkehrs repräsentative Achslastverteilungen definiert werden können, welche mit hinreichender Genauigkeit zeit- und ortsunabhängig gültig sind.

Weiter konnte gezeigt werden, dass sich die Zusammensetzung des Schwerverkehrs auf einem beliebigen Streckenabschnitt mit hinreichender Genauigkeit durch die Kombination dieser Fahrzeugklassen abbilden lässt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, lokal gültige Achslastverteilungen für einen konkreten Fahrbahnabschnitt durch Kombination der repräsentativen Verteilungsfunktionen der vier Fahrzeugklassen des Schwerververkehrs zu gewinnen (Bild 2).



Bild 2: Bestimmung lokalisierter Achslastverteilungen

In der Praxis ist damit allein die Zählung der Fahrzeugtypen, verbunden mit der Zuordnung zu den Fahrzeugklassen, oder die Verwendung der Fahrzeugklassenanteile der Dauerzählstellen notwendig.

Um die mathematische Verarbeitung der in den Verteilungen enthaltenen Informationen zu erleichtern, wurden an die gefundenen repräsentativen Verteilungen Achslastverteilungsfunktionen angepasst. Die Anpassung wurde dabei durch Gewichtung der Anpassungsdifferenzen so gesteuert, dass für die höheren Lastklassen eine höhere Genauigkeit erzielt wurde (Bild 3).

Mithilfe dieser Achslastverteilungsfunktionen konnten auch Achslastklassen größer 16 Tonnen für das vereinfachte statistische Verfahren mit Histogrammen nach RDO Asphalt zur Verfügung gestellt werden.

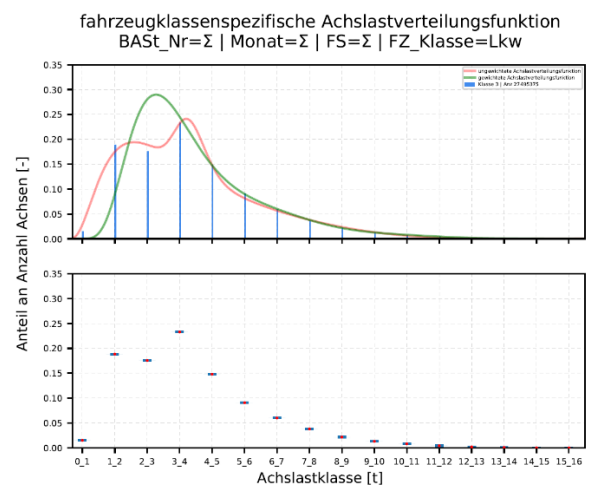


Bild 3: Mittlere Achslastverteilung mit identifizierter gewichteter und ungewichteter Verteilungsfunktion – LKW

Die so bestimmten Verteilungsfunktionen haben alle die gleiche Struktur. Sie ergeben sich als Summe dreier jeweils mit einem Faktor gewichteter logarithmischer Normalverteilungen.

2.3 Neuberechnung dimensionierungsrelevanter Berechnungsparameter

Die für die Dimensionierung beziehungsweise Substanzbewertung maßgeblichen Regelwerke enthalten Parameterwerte, welche sich allein aus der Verkehrsbelastung ergeben. Anhand der in der Datenbank gespeicherten Datenbasis und der abgeleiteten Verteilungen war es möglich, diese Werte zu überprüfen beziehungsweise zu präzisieren.

Der Achszahlfaktor f_a lässt sich dabei direkt aus der Datenbasis bestimmen. Die übrigen Parameter lassen sich unter Verwendung der Histogrammwerte berechnen oder ergeben sich als Quantilwerte aus der Verteilungsfunktion.

3 Untersuchungsergebnisse

Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurde eine Methode erarbeitet, mit der die punktuell vorhandenen Achslastmessdaten unter

Zuhilfenahme der Daten der Dauerzählstellen flächendeckend auf das deutsche Straßennetz projiziert werden können.

Das Verfahren ermöglicht es, unter Verwendung repräsentativer Achslastverteilungen für die Fahrzeugklassen des Schwerverkehrs die Verteilungen der Achslasten für beliebige Streckenabschnitte, auch im nachgeordneten Netz, zu bestimmen.

Innerhalb des Forschungsvorhabens wurde dieses Verfahren benutzt, um repräsentative Achslastverteilungen für den Fern-, Misch- und Nahverkehr auf deutschen Autobahnen zu definieren.

Darüber hinaus war es möglich, aus dem Datenbestand auch eine repräsentative Verteilung für die Achslasten der Sondertransporte auf deutschen Autobahnen abzuleiten.

Eine Nachrechnung der verkehrslastbezogenen Parameterwerte innerhalb der gültigen Dimensionierungsvorschriften ergab im Wesentlichen eine gute Übereinstimmung. Nur für das nachgeordnete Netz wurde in Einzelfällen Präzisionsbedarf festgestellt.

4 Folgerungen für die Praxis

Mit der neu entwickelten Methodik zur Bestimmung lokal gültiger Achslastverteilungen ist es möglich, die Verkehrsbelastung streckenspezifisch und realitätsnah zu erfassen. Dies stellt eine wesentliche Grundlage für eine zielgerichtete Dimensionierung des Oberbaus dar.

In der Praxis sind damit allein die vier Fahrzeugklassenanteile des Schwerverkehrs anhand von Daten der Dauerzählstellen oder Zählung zu ermitteln.

Indem man die in diesem Bericht angegebenen Achslastverteilungen der vier Fahrzeugklassen entsprechend kombiniert, gewinnt man die örtlich gültige Achslastverteilung für das gesamte Verkehrslastkollektiv.

Erstmalig wurde damit eine Möglichkeit eröffnet, auch für das nachgeordnete Netz realistische Achslastverteilungen zu bestimmen.

Die neu definierten Verteilungsfunktionen verbessern die mathematische Grundlage für eine Weiterentwicklung der Dimensionierungsverfahren unter Verwendung probabilistischer Methoden.

5 Literatur

[BAST, 2016] Automatische Zählstellen 2015, <http://www.bast.de>, Stand:19.12.2016

[FITSCHEN, A., NORDMANN, H., 2014]: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2013, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 244, Bergisch Gladbach, Oktober 2014

[HRDTV-Pro]: Programm zur Hochrechnung manueller Kurzzeitzählungen auf DTV, Analyse von Knotenstrom-

zählungen, Anwenderhandbuch Version 1.2.4, Aachen, August 2016

[KBA, 2015]: Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD), Inlandsverkehr Jahr 2014, VD 3, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2015

[VILLARET et al. 2010] Villaret et al.: Grundlagen zur Erfassung der Belastung für die analytische Dimensionierung von Straßenbefestigungen – Teil Betonstraßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1050, Bonn, 2010

6 Verwendete Regelwerke

[DWD] Richtlinie automatische Klimastationen für nebenamtliche Stationen und Partnernetze, Deutscher Wetterdienst, Ausgabe Februar 2001, überarbeitete Kurzfassung Mai 2010

[RDO Asphalt 09] Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht, FGSV, Ausgabe 2009

[RDO Beton 09] Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Betondecke, FGSV, Ausgabe 2009

[RStO 12], Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, FGSV, Köln

[TLS 12] Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Ausgabe 2012, BMVBS, Berlin

[ZTV Beton-StB 07], Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, FGSV, Köln