

Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Bundesautobahnen im Winter

FA 3.414

Forschungsstelle: Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE) (Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. R. Roos)

Bearbeiter: Schulz, S./Roos, R./Zimmermann, M./Riffel, S. B.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: September 2011

1 Aufgabenstellung

Mobilität ist heute ein bedeutender Standortfaktor. Aus diesem Grund müssen umfassende Lösungen für die Bereitstellung eines funktionierenden und möglichst störungsfreien Verkehrsinfrastrukturnetzes gefunden werden. Es muss gewährleistet werden, dass eine Strecke im Sommer wie auch im Winter immer befahren und eine bestimmte Reisezeit eingehalten werden kann. Neben Sicherheitsaspekten ist diese Anforderung mehr und mehr Grund für einen gut organisierten Winterdienst. Dieser stößt jedoch durch häufig schnell wechselnde Randbedingungen aufgrund der Witterung oft an seine Grenzen. Das heißt, eine wirtschaftliche und umweltschonende Durchführung des Winterdienstes ist nicht immer ohne Weiteres zu bewerkstelligen. Daher müssen unter Umständen auch andere Hilfsmittel wie z.B. Eingriffe in den Verkehrsablauf in Betracht gezogen werden, um einen hohen Standard auf den Straßen, insbesondere auf Autobahnen, aufrecht erhalten zu können.

Der Verkehrsablauf im Allgemeinen wird auf Bewegungsvorgänge wie Beschleunigen, Fahren und Bremsen mehrerer Fahrzeuge auf einer Wegstrecke zurückgeführt. Dieser Ablauf ist eine zufällige Größe, welche von verschiedenen Faktoren abhängig ist. Dazu gehören unter anderem die Streckencharakteristik (Straßenverlauf, Fahrstreifenanzahl, Fahrstreifenbreite, etc.), der Straßenzustand sowie das Vorhandensein und die Wunschgeschwindigkeit von anderen Verkehrsteilnehmern, die Zusammensetzung des Verkehrskollektivs aber auch verkehrsbeeinflussende Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen und Witterungsbedingungen.

Im HBS (2005) [1] werden, in Anlehnung an das Level-of-Service-Konzept des amerikanischen Highway Capacity Manual (HCM, 2000) [3], sechs verschiedene Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) unterschieden. Der Verkehrszustand wird hierbei qualitativ über die Stufen A = freier Verkehrsfluss bis F = Überlastung der Strecke beschrieben. Bei der Qualitätsstufe E geht der noch stabile Verkehrsfluss in den Bereich der Instabilität über, die Kapazität einer Richtungs-fahrbahn wird erreicht. Laut HBS (2005) und unter anderem auch nach neueren Untersuchungen von Brilon et al. (2005) [2] wird dabei ein Auslastungsgrad von $a = 0,9$ erreicht. Zudem sind für die verschiedenen QSV im HBS (2005) Reisegeschwindigkeiten bzw. -zeiten definiert, die für verschiedene Schwerverkehrsanteile und Längsneigungen in Abhängigkeit der Verkehrsstärke zu bestimmen sind.

2 Untersuchungsmethodik

2.1 Verkehrstechnische Untersuchung des Einflusses winterlicher Witterungsbedingungen

Ziel dieser verkehrstechnischen Untersuchung war es, Kapazitäten bei winterlichen Fahrbahnbedingungen herauszuarbeiten sowie Angaben über das allgemeine Verkehrsflussverhalten im Winter zu machen, d. h., z. B. Geschwindigkeitsdifferenzen bei

unterschiedlichen Fahrbahnbedingungen zu quantifizieren. Hierfür sind Verkehrs- und Wetterdaten von jeweils längeren Autobahn-Streckenzügen aus vier Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz) ausgewertet worden. Die Daten lagen aus den Winterperioden 2007/2008 sowie 2008/2009 vor. Für die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg liegen zudem Ergebnisse aus der Winterperiode 2009/2010 vor.

Die Pkw-Geschwindigkeiten, die als Maß der Verkehrsqualität verwendet wurden, weisen fast ausnahmslos ein ähnliches Muster auf. Die prozentualen Rückgänge des Medians (also der V_{50}) der Pkw-Geschwindigkeit für verschieden definierte Klassen und Witterungsszenarien betragen bei Nässe in etwa 10 bis 15 %. Bei Eisglätte ist der Rückgang deutlich geringer bei etwa 2 bis 7 %. Höhere Rückgänge sind bei dem Ereignis "Schneeglätte" im Gegensatz zum "Schneefall" erkennbar, was der Wirkung der "sichtbaren" Glätte auf der Fahrbahn zugeschrieben werden kann.

Um Nachfragerückgänge zu quantifizieren, wurde in Ermangelung von Daten klar abgrenzbarer Verkehrszusammenbrüche für alle definierten Klassen das Mittel der oberen 5 % der Verkehrsstärke ($Q_{Nmax,5\%}$) ermittelt und dargestellt. Deutlich wurde hierbei, dass mit erhöhtem Schwerverkehr die Nachfrage weniger stark abnahm als bei niedrigeren Schwerverkehrsanteilen. Zudem zeigt das Witterungsereignis "Schneeglätte" wiederum deutlichere Abnahmen als das Szenario "Schneefall". Ebenfalls gut sichtbar sind die höheren Abnahmen insgesamt am Wochenende, was sich damit erklären lässt, dass weniger wichtige Fahrten (im Gegenteil zu z. B. arbeitsbedingten Fahrten unter der Woche) von den Verkehrsteilnehmern aufgrund von Witterungsbedingungen öfter verschoben bzw. nicht wahrgenommen werden.

Um annäherungsweise Aufschluss über eine Kapazität bei winterlichen Fahrbahnbedingungen zu erhalten, wurde als Kriterium eines Zusammenbruchs eine Grenzggeschwindigkeit von $v_G = 70$ km/h definiert. Die Verkehrsstärken, die unmittelbar vor dem definierten Zusammenbruch erfasst wurden, sind zunächst als Verteilung aufgetragen worden. Gut erkennbar war hierbei auch die Bestätigung der bereits gewonnenen Erkenntnisse über den Einfluss des Schwerverkehrs und der Unterschiede der Szenarien "Schneeglätte" zu "Schneefall". Die Berechnung des 0,95-Quantils dieser Verteilung gibt, vor allem im trockenen Bereich bei einem SV-Anteil zwischen 0 und 10 %, eine recht gute Annäherung an einen "Nenn-Kapazitätswert" wieder (knapp 5 300 Kfz/h bei drei Fahrstreifen). Somit können für die anderen Witterungsbedingungen bei der gegebenen Grenzggeschwindigkeit als Zusammenbruchskriterium prozentuale Rückgänge der Verkehrsstärke vor dem Zusammenbruch angegeben werden. Diese liegen bei regennasser Fahrbahn zwischen 10 und 20 %, bei Eisglätte zwischen 10 und 40 %. Deutlich sind auch hierbei die unterschiedlichen Rückgänge bei den Ereignissen "Schneeglätte" und "Schneefall". Sie liegen für Schneeglätte bei drei Fahrstreifen bei knapp 20 bis 30 %, für Schneefall bei ca. 10 bis 25 %. Die Rückgänge auf zweistreifigen Fahrbahnen liegen bei Schneeglätte zwischen 30 und knapp 50 % und bei Schneefall bei knapp 20 bis 40 %.

2.2 Pilotstudie Blockabfertigung für Lkw

Die Einrichtung von Blockabfertigungen für den Schwerverkehr im Winter kann auf Autobahnen zu einer Staureduzierung bzw. Staupermeidung und Erhöhung der Verkehrssicherheit führen. Der Grundgedanke hierbei ist, die Gefahr fahrbahnblockierender Lkw im Winter zu vermeiden, die immer wieder bei Schneelagen teilweise stundenlange Staus verursachen.

Die Pilotstudie sah vor, die Lkw vor Steigungsbereichen, welche anfällig für blockierende bzw. querstehende Lkw sind, so lange anzuhalten, bis der vor ihnen liegende neuralgische Streckenabschnitt so präpariert ist, dass sie diesen gefahrlos befahren können. Hier ist es wichtig hervorzuheben, dass die Maßnahme nicht als "Reaktion" auf solche Vorfälle (winterliche Fahrbahnen, querstehende Lkw, etc.) anzusehen ist, sondern als Maßnahme im Vorfeld, sodass die Gefahr solcher Situationen stark reduziert werden kann.

Obwohl die Maßnahme "Blockabfertigung für Lkw" in ihrem eigentlichen Sinn nicht durchgeführt wurde, können aufgrund der gesammelten Erfahrungen bei der Organisation Probleme erkannt und als Verbesserung wiedergegeben werden.

Die Kommunikation zwischen Autobahnmeisterei und Autobahnpolizei erfolgt momentan ausschließlich über Telefon oder Mobilfunk. Da, vor allem auch bei Ausnahmeständen wie schweren Unfällen oder auch schwierigen Witterungsbedingungen, die Autobahnmeistereien eng mit der Polizei kooperieren müssen, aber gerade in solchen Situationen das Handnetz überlastet sein kann, wäre die Nutzung der Funkanlagen der BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben), zu denen z. B. die Polizeien der Länder und des Bundes, aber beispielsweise auch das THW (Technisches Hilfswerk) gehören, auch für die Autobahnmeistereien wünschenswert. Allerdings kann dies momentan nur über einen Verbindungsmann der Polizei geschehen, da die Autobahnmeistereien nicht als Nutzer vorgesehen sind. Gerade jedoch im Winterdienst, wenn von "witterungsbedingten Notlagen" oder "Katastrophenschutzplänen" gesprochen wird, sollte klar sein, dass hier unmittelbar die Autobahnmeistereien als hauptsächlich Beteiligte des Winterdiensts wesentlich zur (Verkehrs-) Sicherheit oder Katastrophenvermeidung beitragen. Daher wird hier ausdrücklich die Empfehlung ausgesprochen, die Autobahnmeistereien in die "Nutzerliste" mit aufzunehmen, um die Kommunikation bei der engen Zusammenarbeit zu vereinfachen.

Den Anhaltepunkt für die Blockabfertigung auf den 1. Fahrstreifen zu legen und nicht auf den Standstreifen hat sich als zweckmäßig herausgestellt und wird so weiterempfohlen. Als Hauptgrund ist hier die relativ einfache Beschilderung zu nennen (VZ 521-31 bzw. 521-30 "Fahrstreifentafeln mit Angabe von 3 bzw. 2 Fahrstreifen" mit dem VZ 253 "Verbot für Kfz mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 t einschließlich ihrer Anhänger und Zugmaschinen, ausgenommen Pkw und Kraftomnibusse, in Form von Prismenwendern"). Diese wurde im Allgemeinen inklusive ihrer Standortwahl und Bedienung von den Beteiligten als sehr gut empfunden und kann so weiterempfohlen werden. Vor allem der zusätzliche Nutzen durch Einsatzmöglichkeiten bei anderen Belangen wie Arbeitsstellen o. ä. hat sich als Vorteil herauskristallisiert. Im Besonderen hat der Einsatz von LED-Vorwarnern, gezielt aktiviert, Wirkung gezeigt. Von Vorteil kann hier allerdings eine fest montierte LED-Beschilderung sein, was den Aufwand, die LED-Vorwarner vor Ort zu bringen und zu aktivieren, minimieren würde. Ist allerdings keine fest montierte Lösung vorgesehen, ist es vorteilhaft, Stellflächen neben dem Standstreifen bzw. der Fahrbahn vorzubereiten und die LED-Vorwarner mit seitlichen Leitbaken (VZ 605-10 "Leitbake linksweisend", StVO) abzugrenzen. Die Bedienung der Prismenwender über eine GSM-Schaltung hat sich als vorteilhaft herausgestellt. Die Gesamtdauer der Aktivierung lag im Rahmen der Blockabfertigung bei ca. 5 Minuten.

Beim Einsatz der Beschilderung sollte generell darauf geachtet werden, dass sie gezielt eingesetzt wird. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer, vor allem der Lkw-Fahrer, für die Beschilderung abnimmt, wenn sie zu lange aktiv ist und kein "sichtbarer" Grund mehr für diese erkennbar ist.

Mögliche Probleme beim Einsatz der Beschilderung können in der Hinsicht auftreten, dass z. B. die Prismenwender vereisen oder verschneien und daher nicht immer funktionstüchtig sind. Überkopfbeschilderungen sind von dieser Problematik nicht ausgenommen, da auch sie oft zugeschneit werden. Wünschenswert wäre daher eine Technik, die das Vereisen bzw. Zuschneien solcher Anlagen auf ein Minimum reduziert, wenn nicht gar vermeidet. Nur so kann im Rahmen der Verkehrssicherheit auch ein umfassendes Agieren gewährleistet werden.

Ein theoretisches Ablaufschema zur Blockabfertigung wurde in verschiedenen Sitzungen entwickelt und zusammengestellt. Hieraus ist ein für alle Beteiligten gutes Schema abgeleitet worden, das hauptsächlich auf den Erfahrungen der Beteiligten vor Ort basiert. Es hat sich als gute Unterstützung herausgestellt und sollte, wenn diese Maßnahme andernorts in Betracht gezogen wird, von den Beteiligten an die jeweils vorherrschenden Randbedingungen angepasst werden.

Als Problem stellte sich allerdings das Einsatzkriterium "Witterungsbedingungen" heraus. Dieses basiert einzig auf den Erfahrungen der Beteiligten vor Ort in Bezug auf Wettervorhersagen. Im Rahmen der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die großräumigen Vorhersagen sehr oft zutreffend waren, die kleinräumigen jedoch sehr unterschiedlich ausgefallen sind. Zukünftige Untersuchungen, Wettervorhersagen noch kleinräumiger zu gestalten, sollten, gerade im Hinblick als Hilfe für den Winterdienst, unterstützt werden.

Die Vorteile eines gezielten Anhaltens der Lkw liegen darin, dass nachfolgende Lkw-Fahrer über das Anhalten informiert sind und sie sich so bereits in der Annäherung auf diese Situation einstellen können. So ist zu vermuten, dass die Störungen, die sich beispielsweise am 17.2.2009 im Bereich Siegsdorf sowohl räumlich als auch zeitlich deutlich ausgewirkt haben, durch ein gezieltes Anhalten und Wiederanfahren des Schwerverkehrs zumindest hätten verringert werden können. Inwieweit der zeitweise Zusammenbruch des Verkehrs aber vollständig hätte vermieden werden können, kann allerdings nur spekuliert werden.

2.3 Umfahrung mittels dWiSta-Tafeln und TMC

Die Möglichkeit einer Umfahrung witterungsbedingt neuralgischer Streckenabschnitte stellt die Umleitungsempfehlung mithilfe von sogenannten "dWiSta"-Tafeln (Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen) dar. Momentan werden bei den dWiSta-Tafeln keine Informationen über Witterungsverhältnisse oder andere Gefahren, sondern lediglich Stauinformationen mit den verschiedenen Umfahrungsmöglichkeiten angegeben. Ziel der regionalen Umfahrung speziell für Lkw war es, diese systematisch bei schlechten winterlichen Fahrbahnbedingungen auf regionaler/überregionaler Ebene umzuleiten und so größeren Problemen bei starken Steigungsstrecken im Winter vorzubeugen, insofern günstigere Alternativrouten zur Verfügung stehen.

Um keine Missverständnisse oder Ablenkung unter den Verkehrsteilnehmern aufkommen zu lassen, sollen die Anzeigen mit geeigneten Piktogrammen (z. B. VZ 113 der StVO "Schnee- oder Eisglätte") als Begründung zur Umleitung (anstatt VZ 124 der StVO "Stau") versehen werden, zusammen mit kurzen und prägnanten Umleitungsempfehlungen (z. B. A 8 Ulm via A 6/A 7). Diese Schaltung wurde in Baden-Württemberg am Walldorfer Kreuz umgesetzt und sollte im Rahmen der Blockabfertigung für Lkw geschaltet werden, kam jedoch nicht zum Einsatz.

Eine weitere Möglichkeit der großräumigen Umfahrung von witterungsbedingten Engpässen stellt TMC (Traffic Message Channel) dar. Er dient zur Übertragung von Verkehrswarnungen und Verkehrsbehinderungen im RDS-Format (Radio Data System). Navigations- und Radiogeräte, die mit TMC-Empfängern ausgestattet sind, können somit den Verkehrsteilnehmern

mehr Informationen über das aktuelle Verkehrsgeschehen auf Straßen geben als der meist im Halbstundentakt ausgestrahlte Verkehrsfunk im Radio.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Umleitungsempfehlungen auch von den Landesmeldestellen ausgegeben werden können (auch basierend auf Wettervorhersagen und auch z. B. nur den Schwerverkehr betreffend) und nicht nur vom Endgerät selbst produziert werden können (was herstellerabhängig ist). Eine Garantie, dass Endgeräte diese Meldungen umsetzen können, gibt es jedoch nicht.

Wünschenswert wären daher definierte Grenzen, die von den Herstellern eingehalten werden müssen, bzw. Richtlinien, die festlegen, welche Ereignisse der ECL (Event Code List) in jedem Fall von den Herstellern im Endgerät hinterlegt sein müssen. Momentan gibt es keine Kontrollmöglichkeiten der Landesmeldestellen, ob alle Nachrichten auch so, wie sie erzeugt worden sind, beim Endnutzer ankommen.

3 Literaturverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2001, überarb. Fassung 2005): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Köln
- [2] Brilon, W. ; Regler, M. u. a. (2005): Zufallscharakter der Kapazität von Autobahnen und praktische Konsequenzen, in: Straßenverkehrstechnik 49 (2005), Teil 1: Heft 3, S. 136–144, Teil 2: Heft 4, S. 195–201
- [3] Transportation Research Board (2000): Highway Capacity Manual (HCM), Washington D.C.