

Stauprävention auf BAB im Winter

FA 4.210

Forschungsstelle: momatec GmbH, Aachen/KS-Consulting, Obersdorf

Bearbeiter: Kirschfink, H./Poschmann, M./Zobel, D./Schedler, K. E.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Juni 2011

1 Aufgabenstellung

Auch bei winterlichen Fahrbahnverhältnissen besteht das Ziel des Verkehrsmanagements, den Verkehrsfluss aufrechtzuerhalten. Insbesondere an die Verfügbarkeit des Autobahnnetzes werden aufgrund der großen zu bewältigenden Verkehrsmengen hohe Anforderungen gestellt. Verschiedene Forschungsprojekte haben die Optimierung des Winterdienstes auf Bundesautobahnen zum Thema, so z. B. FA 3.343 "Optimierung des Winterdienstes auf hochbelasteten Autobahnen" und FA 3.414 "Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Bundesautobahnen im Winter".

Ausschlaggebend für das Erreichen des Ziels ist neben der angemessenen Ausstattung des Straßenbetriebsdienstes, der optimalen Organisation des Winterdienstes sowie einer zeitlich-räumlich differenzierten Witterungsprognose die exakte Kenntnis der Leistungsfähigkeit der Strecken und des Netzes. Diese Information über die Verfügbarkeit und die kapazitätsbezogenen Eigenschaften der Straßeninfrastruktur stellt die Grundlage für Verkehrsmanagementmaßnahmen unter winterlichen Verkehrsbedingungen dar.

Das vorliegende Forschungsvorhaben hat zur Aufgabe, das Risiko von überlastungsbedingten Verkehrsstörungen unter winterlichen Witterungseinflüssen zu prognostizieren. Dabei sollen die verkehrlichen Rahmenbedingungen wie die theoretisch erreichbare Kapazität verschiedener Straßenquerschnitte, planbare Ereignisse als Störstellen im Verkehrsraum wie z. B. Arbeitsstellen im Kontext verschiedener winterlicher Fahrbahnzustände wie beispielsweise Nässe, Schneefall, Schneematsch oder Helligkeit berücksichtigt werden. Die Prognosen sollen ferner Schwankungen der Verkehrsnachfrage sowie unterschiedliche Verkehrskollektive berücksichtigen.

Für die Stauprognosen ist ein ausreichender zeitlicher Vorlauf vorzusehen, um eine vorausschauende Einsatzplanung des Winterdienstes und damit geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Verkehrsstörungen zu ermöglichen. Zu diesem Zweck sind aufbauend auf der Prognose Warnhinweise zu generieren, die bereits vor dem Auslösen eines Winterdienstesinsatzes den Grad des erwarteten witterungsbedingten Störungseinflusses beschreiben. Diese Aufgabe wird durch den Einsatz einer praxisnahen Simulation abgedeckt werden, welche auf der Auswertung historischer und aktueller Erfassungsdaten basiert.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit sollen dazu beitragen, die nachteiligen Auswirkungen von Verkehrsbehinderungen wie Unfällen oder Staus aufgrund von winterlichen Witterungsverhältnissen für den Gesamtverkehr zu vermeiden oder zumindest nachhaltig zu verringern. Dadurch kann die Mobilität auch bei hohen Verkehrsbelastungen gewährleistet werden, sodass der aus der winterlichen Witterung resultierende, verkehrsbezogene gesamtwirtschaftliche Schaden minimiert wird. Die Erkenntnisse des Vorhabens sollen des Weiteren dazu dienen, geeignete Verkehrsmanagementmaßnahmen, die in den Verkehrsfluss eingreifen, bereits im Vorfeld zu planen und rechtzeitig auszulösen. Hierzu gehört auch die Aufgabe, die Notwendigkeit dieser Maßnahmen nachvollziehbar zu ermitteln und belastbar zu dokumentieren.

2 Untersuchungsmethode

Zur wissenschaftlichen Absicherung des Vorhabens wurde zum Projektbeginn eine Literaturstudie durchgeführt. Darin werden der Stand der Technik bei der Prognose der Kapazität von Streckenabschnitten auf Bundesautobahnen (BAB) und des Verkehrsflusses bei winterlichen Witterungsverhältnissen untersucht. Hierbei sind auch die Aspekte Arbeitsstellen sowie Ereignismanagement berücksichtigt. Die Literaturrecherche bezieht vorrangig die aktuellen Erkenntnisse aus Deutschland ein, bewertet aber die grundlegenden Entwicklungen im europäischen und außereuropäischen Kontext.

Im Rahmen der Entwicklung des Simulationsverfahrens für Streckenkapazitäten bei winterlichen Straßenzuständen wurden zunächst umfassende Datenanalysen zur Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Streckenkapazitäten bzw. Verkehrszuständen und witterungsbedingten Straßenzuständen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden verfügbare Daten über den Wetterzustand, Fahrbahnoberflächenparameter sowie Verkehrsdaten von ausgewählten Strecken systemanalytisch untersucht. Daraus wurde ein praxisnahes Modell zur Beschreibung des Zusammenhangs des Verkehrsverhaltens und des Witterungszustands entwickelt. Ebenso wurde die Signifikanz der Wetterprognosen bezogen auf die Streckenabschnitte quantitativ und zeitlich bestimmt. Als Ergebnis wurden streckenbezogene Kapazitäten verschiedener BAB-Querschnitte unter winterlichen Bedingungen abgeleitet.

Das Simulationsverfahren wurde als zweistufiger Ansatz realisiert. Eine Komponente dient der Planungsprognose für die vorausschauende Disposition des Straßenwinterdienstes und des Arbeitsstellenmanagements. Sie wird vorrangig als Entscheidungshilfe für das Verkehrsmanagement und zur Disposition des Straßenwinterdienstes verwendet und mit einem zeitlichen Vorlauf von mehreren Stunden bis zu einem Tag genutzt. Die zweite Komponente dient der operativen Durchführung und Optimierung des Verkehrsmanagements und des Straßenwinterdienstes und beinhaltet Funktionalitäten zur Detektorauswertung für die winterbezogene Ereigniserkennung und zur Kurzfristprognose. Beide Komponenten setzen auf den gleichen grundsätzlichen Vorgehensweisen für die Prognose auf.

Nachfolgend wurde die praktische Umsetzung der Vorgaben und Empfehlungen durch eine prototypische Implementierung in einem begrenzten Testfeld erprobt. Zu diesem Zweck erfolgte die Umsetzung in ausgewählten Bundesländern während zwei Winterhalbjahren in 2009 und 2010 über einen Zeitraum von insgesamt rund zehn Monaten.

Diese Anwendung stand in Form einer webbasierten Applikation für die Feldversuchsteilnehmer bereit. Auf diese Weise war es möglich, neben der Überprüfung der Vorhersageergebnisse auf Korrektheit bereits in einem frühen Stadium betriebliche Rahmenbedingungen und Anforderungen an den Einsatz eines derartigen Tools zu erfassen und in die Entwicklung einfließen zu lassen.

Um die Ergebnisse der Analysen und Verfahrensdefinitionen aus den vorangegangenen Arbeitsschritten im Betrieb nutzen zu können, wurden Handlungsempfehlungen erarbeitet, aus denen die erforderlichen Umsetzungsschritte erkennbar sind. Dabei werden die sich aus diesem Lösungsansatz ergebenden betrieblichen Rahmenbedingungen und Anforderungen aufbereitet.

3 Untersuchungsergebnisse

Als Ergebnis des Forschungsvorhabens wurde ein Simulationsverfahren für die Ermittlung von Streckenkapazitäten auf BAB bei winterlichen Straßenzuständen erarbeitet. Das Verfahren wurde auf robuste Verfahrensweise ausgelegt, um auftretende Ungenauigkeiten und Fehler von Eingangsgrößen auszugleichen. Es orientiert sich an den technischen Rahmenbedingungen wie z. B. den Eigenschaften der derzeit verfügbaren Daten der Wetterprognose und der Umfelddatenerfassung. Zugleich werden die Anforderungen an die spätere Nutzung der Prognoseergebnisse berücksichtigt.

Das nachgeschaltete Prognoseverfahren ist als zweistufiger Ansatz auf der Grundlage eines nachfrageganglinienbasierten Warteschlangenmodells gestaltet. Es besitzt eine Planungsprognose für die vorausschauende Disposition sowie eine Kurzfristdarstellung für die operative Durchführung des Verkehrsmanagements, des Straßenbetriebsdienstes und des Arbeitsstellenmanagements. Die Ergebnisse können somit als Entscheidungshilfe verwendet werden. Beide Komponenten setzen auf den gleichen grundsätzlichen Vorgehensweisen für die Prognose auf.

Ausgehend von einer Grundkapazität der Streckenabschnitte in Anlehnung an das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) wurden Abschlagsfaktoren für die jeweils vorherrschende Witterungssituation ermittelt. Diese Witterungseigenschaften wurden zuvor anhand charakteristischer Eingangsgrößen zusammengefasst und als Wetterklassen definiert. Im Verlauf der Untersuchungen stellte sich heraus, dass in den einzelnen Wetterklassen keine allgemeingültigen Abschlagsfaktoren auftreten. Vielmehr ergeben sich starke Streuungen der Kapazitätswerte auch bei vergleichbaren winterlichen Witterungs- und Fahrbahnzuständen. Unter diesen Rahmenbedingungen stellte es sich als sinnvoll heraus, durch die Definition von jeweils zwei Abschlagsfaktoren eine Abbildung der Bandbreite möglicher Kapazitätsreduktionen im Verfahrensansatz zu ermöglichen. Die Parameter beziffern somit zum einen den durchschnittlich zu erwartenden Kapazitätseinbruch und zum anderen den Kapazitätsabschlag in selteneren, aber dennoch relevanten Sondersituationen (worst case).

Die im Feldversuch genutzten Definitionen der Wetterklassen und die zugehörigen Abschlagsfaktoren wurden in der praktischen Anwendung analysiert und als angemessen und zutreffend bewertet. Die zwischenzeitlich erfolgte Verfeinerung des Klassifikationsmodells beinhaltet die sinnvolle Fortentwicklung mit dem Ziel einer zusätzlichen Differenzierung der Witterungssituationen unter besonderer Berücksichtigung der Niederschlagsintensität.

4 Folgerungen für die Praxis

Die im Forschungsvorhaben entwickelte modelltechnische Abbildung der witterungsbedingten Kapazitätseinschränkung und ihrer Auswirkungen auf den Verkehrsablauf durch zwei Risikostufen in Form einer "Warnung" und eines "Alarms" hat sich in der Evaluierung bewährt.

Das vorgestellte Verfahren erlaubt durch individuelle Wahl der Grundkapazität eine vereinfachte Modellierung von "verkehrlichen Brennpunkten" mit Netzwirkung. Die orts- und zeitabhängige Kalibrierung der Grundkapazität im Netz wird daher als sinnvoll erachtet. Darüber hinaus wird angeregt, eine Dynamisierung der Ganglinien, z. B. durch Modellierung des Befolgungsgrads bei Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen und Nachfragerückgang bei Wetterwarnung, vorzunehmen. Das Ziel besteht mittelfristig im Aufbau einer Ganglinien-Wissensbasis für witterungsbedingte Sondersituationen. Es ist festzuhalten, dass sich extreme Sonderfälle ("Jahrhundertereignisse") grundsätzlich einer modelltechnischen Abbildung durch Prognoseverfahren entziehen.

Es bleibt offensichtlich, dass die Güte der Wetterprognose für die korrekte Auswahl der Wetterklasse entscheidend ist. Die Zuverlässigkeit der nachfolgend aufgesetzten Prognose des Verkehrsablaufs korreliert daher unmittelbar mit der Qualität der Eingangsgröße Wetterprognose. Aus diesem Grund ist der Bereitstellung hochwertiger und kleinräumiger Wetterprognosen für den Straßenbetriebsdienst die erforderliche Aufmerksamkeit zu widmen.

Eine Rückkopplung der Messdaten aus Glättemeldeanlagen auf die Wetterprognose des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zum Nachsteuern der Prognose ist derzeit nicht vorgesehen. Hier bietet sich ggf. Optimierungsbedarf, um für den Anwender irritierende widersprüchliche Prognosen und Messwerte zu vermeiden.

Aufgrund der im Feldversuch gewonnenen Betriebserfahrungen wird die Aussage unterstützt, dass das Ziel der Prognose im rechtzeitigen Auslösen des Winterdiensteinsatzes und der Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Verkehrsaufkommens besteht. Der Dispositionsspielraum im Winterdienst bleibt jedoch sehr gering, wenn Einsätze angelaufen sind bzw. aufgrund der Verkehrssituation nicht störungsfrei durchgeführt werden können.

Eine optionale Integration der Prognoseverfahren in das Straßenwetterinformationssystem (SWIS) wird aus der Sicht der Anwender nicht angestrebt, da die Komplexität des Gesamtsystems anwachsen würde. Für die Verwendung eines eigenständigen Verfahrens zur verkehrlichen Prognose spricht gerade die einfache, intuitive Nutzung, wie sie in der Feldversuchapplikation gegeben war.

Nach Aussage der Feldversuchspartner ist beim örtlichen Personal im Regelfall ausreichendes Erfahrungswissen für das fachgerechte Auslösen und Durchführen der Winterdiensteinsätze unter Beachtung der verkehrlichen Anforderungen vorhanden. Im Fall von personellen Vertretungen bzw. zum Erfahrungsaufbau bei neu eingesetzten Kollegen wird das im Forschungsvorhaben genutzte Prognoseverfahren als hilfreiche Ergänzung für die Entscheidungsfindung empfunden.

Die Inhalte der Winterdienstprognose werden von den Feldversuchsteilnehmern zudem als wertvoll für die Nutzung zur Fahrerinformation angesehen. Somit wird der Betrieb eines derartigen Ansatzes unter Federführung des Verkehrsmanagements unter Abgleich mit weiteren Werkzeugen der Stauprognose als sinnvoll bewertet.