

## Gewährleistung der sicheren Befahrbarkeit der Bundesfernstraßen bei starkem Schneefall

FE 3.572

Forschungsstellen: Steinbeis Transferzentren GmbH, Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb - Beratung für Betrieb und Erhaltung von Straßenverkehrsanlagen, Karlsruhe

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen (Prof. Dr.-Ing. T. Cypra)

Bearbeiter: Holldorb, C. / Cypra, T. / Wachsmann, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: Februar 2022

### 1 Aufgabenstellung

Mobilität ist eine wesentliche Voraussetzung für die nachhaltige Entwicklung einer funktionierenden Wirtschaft und Gesellschaft. Die vorhandene und noch weiter zunehmende volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrswegs Straße erfordert daher immer größere Anstrengungen, die auf den Verkehrsfluss einwirkenden Störungen, wozu auch winterlich bedingte Einflüsse zu zählen sind, soweit wie möglich zu vermeiden. Als entscheidendes Qualitätskriterium wird in der internationalen Fachliteratur die Zuverlässigkeit (reliability) angesehen. So ist der Straßenbaulastträger gefordert, die Mobilität großer Verkehrsmengen zu allen Zeiten, das heißt auch unter winterlichen Bedingungen, zu gewährleisten. An den Winterdienst auf Bundesautobahnen (BAB) werden aufgrund der Bedeutung dieser Verkehrsadern daher besonders hohe Anforderungen gestellt, die im Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen mit dem Anforderungsniveau und dem Leistungsheft für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen definiert sind. Mit der Übertragung der Winterdienstaufgaben auf die Autobahn GmbH zum 01.01.2021 ist eine bundesweit einheitliche Organisationsform gegeben, mit der diese Anforderungen auf einem gleichmäßigen Standard umgesetzt werden können.

Praktische Erfahrungen und Analysen des Winterdiensts geben Anlass, das derzeitige Anforderungsniveau Winterdienst bei starkem Schneefall dahingehend zu überprüfen, ob die sichere Befahrbarkeit, insbesondere der Autobahnen, anforderungsgerecht gewährleistet wird. Ein Vergleich mit Nachbarländern zeigt, dass dort mitunter höhere Standards zugrunde gelegt werden. Aus vorliegenden Untersuchungen ist bekannt, dass winterliche Umfeldbedingungen, insbesondere bei Schneefällen, zu einem veränderten Fahr- und Geschwindigkeitsverhalten

führen. Die Kapazität bei Schneeglätte nimmt deutlich ab, je nach Untersuchung und Randbedingungen um 20 bis 50 %. Nicht bekannt ist jedoch, was die Ursachen im Einzelnen für diese Kapazitätsrückgänge sind und welche Maßnahmen zu einer Verbesserung führen können.

Gesamtziel des Forschungsprojekts sind Empfehlungen für den Winterdienst bei intensiven Schneefallereignissen auf den Bundesfernstraßen, insbesondere Autobahnen. Grundlage hierfür ist die detaillierte Analyse der Zusammenhänge zwischen Schneefallereignis und Verkehrssituation bei unterschiedlichen Verkehrsbelastungen und Streckencharakteristika sowie des Einflusses der durchgeführten Winterdienst-Aktivitäten über zwei Winterperioden. Hieraus sollen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Erfahrungen sinnvolle Winterdienstmaßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssituation abgeleitet werden, für die auf Grundlage von Kosten-Nutzen-Analysen regional differenzierte Handlungsempfehlungen zur Berücksichtigung unterschiedlicher Eintretenswahrscheinlichkeiten für intensive Schneefallereignisse abgeleitet werden können.

### 2 Untersuchungsmethodik

Im Rahmen einer Literatur- und Grundlagenrecherche wurden nationale und internationale Veröffentlichungen bezüglich des Winterdiensts auf Autobahnen mit dem Schwerpunkt Räumensätze bei starken Schneefällen detailliert zusammengetragen. Die geltenden gesetzlichen Vorgaben, Richtlinien und technischen Standards wurden ebenfalls zusammengestellt.

Zur Systematisierung der gemachten praktischen Erfahrungen mit dem Winterdienst bei starken Schneefällen auf der Ebene der Autobahnmeistereien beziehungsweise Mischmeistereien wurde ein Online-Fragebogen erarbeitet, für den insgesamt 136 Rückmeldungen eingegangen sind, dies entspricht einer Rücklaufquote von 67 %. Aufgrund der hohen Anzahl der beteiligten Meistereien konnten mit den Rückmeldungen repräsentative Aussagen getroffen werden. Der Fragebogen wurde in vier Themenfelder aufgeteilt:

1. Fragegruppe: Allgemeine Angaben
2. Fragegruppe: Strecken- und Meistereicharakteristik
3. Fragegruppe: Wetterdienst- und SWIS-Prognosen
4. Fragegruppe: Besondere Maßnahmen im Winterdienst bei starkem Schneefall

Auf Grundlage der Fragebogenergebnisse und weiterer Erfahrungen wurden vertiefende Interviews mit einzelnen Meistereileitern durchgeführt. Ergänzend wurden ein Workshop sowie Experteninterviews mit ausländischen Fachexperten durchgeführt.

Für die detaillierte Analyse der Zusammenhänge zwischen Schneefallereignis und Verkehrssituation bei unterschiedlichen Verkehrsbelastungen und Streckencharakteristika sowie des Einflusses der durchgeführten Winterdienst-Aktivitäten wurden für vier Untersuchungsstrecken umfassende Daten der Straßenbauverwaltungen analysiert. Um eine möglichst große Auswahl an Schneefallereignissen zu berücksichtigen, waren die beiden Winterperioden 2019/2020 und 2020/2021 für die Untersuchungen vorgesehen. Aufgrund des extrem milden Witterungsverlaufs traten auf den ausgewählten Untersuchungsstrecken im Winter 2019/2020 keine relevanten Schneefallereignisse auf. Für den Winter 2020/2021 konnten jedoch zahlreiche Schneefallereignisse ausgewertet werden. Zur Auswertung der Ereignisse wurde ein Programm auf Basis von VBA in Microsoft Excel® entwickelt. Hiermit können die Informationen aus den verschiedenen Datenquellen zusammengeführt und überlagert werden. Es werden die Daten der SWS und der Verkehrserfassung sowie die Informationen zu den Winterdiensteinsätzen in einem Ereignisdiagramm automatisch angezeigt. Bilder der Verkehrskameras werden ebenfalls angezeigt und den Daten minutengenau zugeordnet. Mit dem Tool stehen für die Analyse sowohl Übersichts- als auch Detaildaten unmittelbar zur Verfügung. Aufbauend auf den gesammelten Erkenntnissen wurden mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Winterdiensts bei starkem Schneefall beschrieben. Um diese bewerten zu können, wurden Kenngrößen zur regionalen Häufigkeit starker Schneefallereignisse in Deutschland dokumentiert, die aus der Analyse von Wetterdaten des Deutschen Wetterdiensts (DWD) abgeleitet wurden. Hierfür wurden für Deutschland insgesamt 16 Regionen auf Grundlage der zwölf Naturräume des DWD unter Berücksichtigung der topografischen Lage der Autobahnen definiert. Für diese wurden auf Basis von Stundenwerten zu Niederschlag und Lufttemperatur Erwartungswerte zu den Stunden sowie der Anzahl der Ereignisse für mäßigen oder starken Schneefall ermittelt.

Die zeitlich-räumliche Verteilung von Schneefallereignissen innerhalb eines Meistereinetzes wurde aus Messdaten von Straßenwetterstationen (SWS) abgeleitet. Hierzu wurden von den Straßenbauverwaltungen aus Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, den Betreibern der Nutzerportale beziehungsweise der Autobahn GmbH SWS-Daten vergangener Winter zur Verfügung gestellt, im Idealfall umfassten diese fünf Winterperioden. Nach einer Sichtung verfügbarer Daten aus den Ländern Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen wurden die Auswertungen exemplarisch für drei Meistereien mit insgesamt 15 SWS durchgeführt. Zur Auswertung wurden die SWS-Daten 'Niederschlagsart' und 'Lufttemperatur' genutzt und in einer Excel-Datei zusammengeführt. Diese Daten standen akkumuliert in 6 min-Intervallen zur Verfügung.

Für acht mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Winterdiensts bei starkem Schneefall wurden umfassende Nutzen-Kosten-Analysen durchgeführt. Hierfür wurden die Maßnahmen

an je einem exemplarischen Einzelfall als Szenario 1 konkretisiert, der dem Szenario 0 (keine Maßnahme) gegenübergestellt wurde. Für die Ermittlung von Nutzen und Kosten wurden die Häufigkeiten, mit denen die Szenarien eintreten, auf Grundlage der Kenngrößen zur regionalen Häufigkeit starker Schneefallereignisse abgeschätzt.

Für die monetäre Nutzenbewertung wurden soweit möglich die Ansätze herangezogen, die für den Bundesverkehrswegeplan 2030 zugrunde gelegt wurden. Sie sind für den Bundesfernstraßenbereich anerkannt und basieren auf einer umfassenden Datenbasis. Es wurden folgende Nutzenkomponenten für die Maßnahmenbewertung berücksichtigt:

- Veränderung der Betriebskosten für die Kfz (NB)
- Veränderungen der Abgasbelastungen (NA)
- Veränderung der Reisezeit im Personenverkehr (NRZ)
- Veränderung der Transportzeit der Ladung im Güterverkehr (NTZ)

Für die Kostenermittlung wurden zum Großteil Ist-Kosten ausgewählter Straßenbauverwaltungen der Länder herangezogen, die diese im Rahmen der Kosten-Leistungs-Rechnung als Landesdurchschnittssätze ermittelt haben. Es lagen Kostensätze aus Bayern, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz vor. Für einzelne Maßnahmen, für die keine oder nur wenig Kostendaten aus diesen Ländern vorliegen, werden Daten aus weiteren Quellen zugrunde gelegt.

### 3 Untersuchungsergebnisse

Aus der Online-Umfrage und den ergänzenden Interviews lassen sich folgende wesentliche Ergebnisse ableiten:

- In circa 30 % der Meistereien sind standardmäßig keine überbreiten Frontpflüge oder Seitenpflüge im Einsatz.
- 29 % der Meistereien setzen regelmäßig Fremdunternehmer im Winterdienst ein, weitere 14 % nur bei Spitzenbedarf bei Räumereinsätzen.
- 35 % der Meistereien verfügen über keine rotierenden Schneeräummaschinen.
- In 59 % der Meistereien gibt es neuralgische Streckenabschnitte, die bei winterlichen Fahrbahnbedingungen durch Schneefall erhebliche Verkehrsprobleme verursachen.
- Die Qualität der Prognosen von SWIS wird in über 50 % der Fälle als zuverlässig beziehungsweise hoch zuverlässig bewertet. Es werden aber unter anderem die Prognosen im Hinblick auf den Zeitpunkt des Übergangs von Regen in Schneefall und die Örtlichkeit des Schneefallereignisses als ungenau bewertet.
- Die Umlaufzeiten werden in rund 31 % der Meistereien bei starken Schneefallereignissen häufig beziehungsweise sehr häufig/regelmäßig erheblich überschritten.

- 55 % aller Meistereien schätzen das zur Verfügung stehende Personal als nicht ausreichend für die notwendigen Arbeiten bei starkem Schneefall ein.
- Knapp 40 % der Meistereien halten den Verkehr vor neuralgischen Streckenabschnitten, vor allem Steigungsstrecken, temporär an, jedoch meist nur selten.
- 76 % der Meistereien benötigen im Staufall die Unterstützung der Polizei zur Bildung einer Räumgasse für die Winterdienstfahrzeuge. Hieraus resultiert die deutliche und mehrheitliche Befürwortung des Einsatzes von Blaulicht und Martinshorn auf Winterdienstfahrzeugen in den ergänzenden Interviews.

Die Analyse der Schneefallereignisse im Zusammenhang mit Verkehrsgeschehen und Winterdiensteinsätzen auf den vier Untersuchungsstrecken lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Auf allen Untersuchungsstrecken werden auch bei leichten und mittleren Schneefällen nicht durchgehend Räumstaffeln eingesetzt. Dies führte jedoch zu keinen Stauungen oder Verkehrszusammenbrüchen, wozu sicherlich auch die geringen Verkehrsmengen in den Ereigniszeiträumen beigetragen haben.
- Auf den beiden Untersuchungsstrecken der BAB A 8 (Alaufstieg/Albhochfläche beziehungsweise Irschenberg) in größerer Höhenlage bzw. mit starker Längsneigung hat sich die Einsatzstrategie bewährt, die Fahrbahn durch Einzelfahrzeuge mit sehr kurzer Umlaufzeit (1 h und auch deutlich geringer) zu räumen.
- Trotz der zum Teil geringen Umlaufzeiten können auch bei mittlerer Schneefallintensität teilweise schneebedeckte Fahrstreifen nicht vermieden werden, insbesondere bei Fahrbahntemperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt.
- Wenn einzeln fahrende Räumfahrzeuge mit Front- und Seitenpflug ausgerüstet sind, kann neben dem ersten Fahrstreifen auch der zweite Fahrstreifen so weit geräumt werden, dass er vom Pkw-Verkehr eingeschränkt mitgenutzt wird.
- Zu Beginn eines Schneefallereignisses kommt es in der Regel zu einer Reduktion der Geschwindigkeiten, diese kann sowohl auf die schlechten Sichtbedingungen als auch die reduzierte Griffbarkeit bei schneebedeckter Fahrbahn zurückgeführt werden. Bei beginnendem Schneefall haben die Verkehrsteilnehmer ihre Geschwindigkeit somit witterungsbedingt angepasst.
- Am Beispiel der BAB A 9 wird deutlich, dass es auch auf hochbelasteten Autobahnen nicht unmittelbar notwendig ist, alle Fahrstreifen mit einer Räumstaffel zu räumen. Es reicht bei Beginn des Schneefalls aus, die Fahrbahn teilweise zu räumen, insbesondere wenn der Schneefall zu verkehrsschwächeren Zeiten einsetzt. Somit kann bei der Personaleinsatz- und Bereitschaftsplanung eine reduzierte Fahrzeuganzahl zu verkehrsschwachen Zeiten

ausreichend sein, wenn keine extremen Schneefallereignisse vorhergesagt sind.

Aus der Analyse der lokalen und regionalen Schneefallereignisse in ausgewählten Meistereien kann folgendes festgestellt werden:

- Die Konzentration von lokalen Ereignissen innerhalb einer Meisterei ist stark von standorttypischen Gegebenheiten abhängig. Daher kann dazu keine allgemeine Empfehlung gemacht werden.
- Die zeitlichen Abstände des Beginns eines Schneefallereignisses innerhalb einer Meisterei sind zum einen vom räumlichen Abstand und der Höhenlage untereinander und zum anderen von der relativen Ausrichtung der Autobahnabschnitte zur Verlaufsrichtung der Schneefallgebiete abhängig. Allerdings ist die vermutete Tendenz, dass Schneefallereignisse früher an den westlich liegenden Stationen beginnen, nicht bestätigt worden.
- In der Gesamtbetrachtung erscheint es nicht sinnvoll, bei Durchzug eines Schneefallgebiets das Meistereigebiet in unterschiedliche Zonen aufzuteilen, sondern bei der Einsatzstrategie Räumen das Meistereigebiet als Gesamtheit zu betrachten. Eine planmäßige Verlagerung von Einsatzfahrzeugen bei starken Schneefallereignissen innerhalb einer Meisterei ist somit nicht zielführend.

Aus den Nutzen-Kosten-Analysen für ausgewählte Maßnahmen zur Verbesserung des Winterdiensts bei starkem Schneefall wird deutlich, dass diese immer dann, wenn ein Stau infolge liegendegebliebener oder querstehender Lkw in neuralgischen Streckenabschnitten vermieden werden kann, ein hohes Nutzen-Kosten-Verhältnis aufweisen. Der volkswirtschaftliche Nutzen ist auch dann deutlich über den Zusatzkosten, wenn diese Maßnahmen nur selten unmittelbar zu einer Stauvermeidung führen. Bei kritischen Streckenabschnitten resultiert vor allem aus verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen, wie temporäres Anhalten vor dem Streckenabschnitt sowie Umfahrungeempfehlungen für Lkw bei verfügbaren Alternativrouten, ein großer Nutzen. Aber auch kurze Umlaufzeiten durch zusätzliche Winterdienstfahrzeuge und sinnvolle Betriebsumfahrten an neuralgischen Stellen sowie die unmittelbare Bergung liegendegebliebener Lkw haben einen hohen Nutzen. In Meistereien, die Strecken mit einer hohen Staugefahr betreuen, sollten die Winterdienst-Lkw mit einer Sonderkennzeichnung inklusive Akustik zur erweiterten Aufmerksamkeit ausgestattet werden. Schneezäune sind nur dann zu empfehlen, wenn die Gefahr eines unmittelbaren Verkehrszusammenbruchs aufgrund von Schnee-Verwehungen besteht.

#### 4 Folgerung für die Praxis

Eine Vielzahl von Maßnahmen kann zur Verbesserung des Winterdiensts bei starkem Schneefall beitragen. Zum einen können durch sie bei starken Schneefällen Staus vermieden oder zumindest reduziert werden, zum anderen können sie zur effekti-

veren und effizienteren Durchführung des Winterdiensts beitragen, was unmittelbar die Befahrbarkeit verbessert. Vielfach sind sie auch in Kombination sinnvoll. Generell gehören zu den Maßnahmen auch solche, die den Winterdienst allgemein unterstützen. In der nachfolgenden Tabelle sind die empfohlenen Maßnahmen zusammengestellt.

<b>Stauvermeidende beziehungsweise -reduzierende Maßnahmen</b>	<b>Maßnahmen des Winterdiensts</b>	<b>Allgemein unterstützende Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfahrungsempfehlungen mit Netzbeeinflussungsanlagen (NBA)</li> <li>• Umfahrungsempfehlungen durch temporäre dynamische Anzeigen</li> <li>• Fahrstreifensperrungen für Lkw im kritischen Streckenabschnitt</li> <li>• Fahrstreifensperrungen für alle Fahrzeuge</li> <li>• Temporäres Anhalten der Lkw vor dem kritischen Abschnitt</li> <li>• Temporäre Fahrbahnsperre vor dem kritischen Abschnitt</li> <li>• Bereitstellen von Lkw-Abschleppfahrzeugen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusätzliches Winterdienstfahrzeug</li> <li>• Sonderkennzeichnung inklusive Akustik zur erweiterten Aufmerksamkeit</li> <li>• Schmäler Frontpflug</li> <li>• Betriebsumfahrten</li> <li>• Winterbaustellen</li> <li>• Schneezäune</li> <li>• Rotierende Schneeräummaschinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kameras in kritischen Abschnitten</li> <li>• Winterdienstzentrale (WDZ)</li> <li>• Automatisierte Einsatzdatenerfassung (AEDE)</li> <li>• Systematische Einsatzanalyse</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit</li> </ul>