

Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 219

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page, partially overlapping a vertical white line that runs down the right side of the cover.

Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter

von

Ralf Roos
Matthias Zimmermann
Susanne Schulz
Sven B. Riffel

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen
Abteilung Straßenentwurf und -betrieb

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 219

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die Berichte der BAST zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de/benutzung.php?la=de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 03.0414/2006/HRB:
Bewältigung großer Verkehrsmengen auf BAB im Winter

Projektbetreuung
Horst Badelt

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-86918-268-1

Bergisch Gladbach, November 2012

Kurzfassung – Abstract

Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter

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, aufrechterhalten zu können.

Daher wurden im Rahmen dieses Forschungsprojektes verschiedene Pilotmaßnahmen in Angriff genommen, die allerdings in ihrer Durchführung nicht immer die Unterstützung erfahren haben, die seitens des Forschungsnehmers und des Betreuungsgremiums erhofft worden waren. Dies lag mit Sicherheit auch an den unkonventionellen Methoden, die zur Anwendung kommen sollten, und somit auch daran, dass dadurch die Hemmschwelle zur Durchführung sehr hoch lag. Eine dieser verkehrslenkenden Maßnahmen war die Einrichtung von Blockabfertigungen für den Schwerverkehr im Winter. Diese können auf Autobahnen zu einer Staureduzierung bzw. Stauvermeidung und Erhöhung der Verkehrssicherheit führen, wenn es gelingt, die Gefahr fahrbahnblockierender Lkw im Winter zu vermeiden, die regelmäßig bei extremen Schneelagen teilweise stundenlange Staus verursachen.

Die Blockabfertigung wurde zwar in ihrem eigentlichen Sinn nicht durchgeführt, dennoch ist ein positives Fazit in Bezug auf die Maßnahme möglich, welches aufgrund der Organisation, auch von den Beteiligten vor Ort, gezogen werden konnte. Genannt sei hier vor allen Dingen das Beschilderungskonzept, welches aufgrund seiner vielfältigen Einsatzweise auch anderweitig genutzt werden kann. Aller-

dings sollte, neben der sicheren Erkennbarkeit für die Verkehrsteilnehmer, auch auf eine einfache Anwendbarkeit vor allem für die Autobahnmeistereien geachtet werden. Das Vereisen der Anzeigen ist unvorteilhaft, zudem kann der zeitliche Rahmen zur Aktivierung der LED-Vorwarner wesentlich gekürzt werden, indem sie statisch an den entsprechenden Stellen installiert werden.

Die Vorteile eines gezielten Anhaltens der Lkw im Allgemeinen liegen darin, dass nachfolgende Lkw-Fahrer über das Anhalten informiert sind und sie sich so bereits in der Annäherung auf diese Situation einstellen können. Inwieweit ein zeitweiser Zusammenbruch des Verkehrs jedoch vollständig vermieden werden kann, ist nicht belegbar, da die Maßnahme nicht vollständig umgesetzt werden konnte.

Aus der verkehrstechnischen Untersuchung können Kapazitätswerte in ihrem eigentlichen Sinn nicht abgeleitet werden. Allerdings können Aussagen über den Rückgang der Nachfrage sowie die Geschwindigkeitsrückgänge bei winterlichen Bedingungen getroffen werden. Als angenäherte Kapazität kann auf die Verteilung der Verkehrsstärke vor einem Zusammenbruch zurückgegriffen werden, wobei für das Zusammenbruchskriterium die Grenzgeschwindigkeit $V_G = 70 \text{ km/h}$ gewählt wurde. Hier konnten prozentuale Rückgänge bei regennasser Fahrbahn zwischen 10 und 20 %, bei Eisglätte zwischen 10 und 40 % festgestellt werden. Für Schneeglätte bei drei Fahrstreifen liegen die Rückgänge 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 %. Für weitere Untersuchungen des Verkehrsablaufs sollte in jedem Fall der Winterdienst Beachtung finden, da seine direkten Einflüsse auf den Verkehrsablauf nicht systematisch untersucht werden konnten. Dies könnte auch helfen, ein anderes Zusammenbruchskriterium speziell für winterliche Bedingungen zu definieren, da die Erwartungshaltung der Verkehrsteilnehmer gegenüber einer uneingeschränkt befahrbaren Fahrbahn nicht so hoch liegt wie beispielsweise bei trockener Fahrbahn.

Weitere Möglichkeiten zur Umfahrung von Streckenabschnitten für den Schwerverkehr konnten mit Hilfe von dWiSta-Tafeln und TMC-Meldungen aufgezeigt werden. Allerdings bestanden durch die begrenzte Einflussnahme seitens des Forschungsnehmers (auf den Schaltzeitpunkt bzw. die Technik) keine Möglichkeiten, diese Maßnahmen im geeigneten Rahmen zu untersuchen.

Coping with high traffic volumes on motorways in winter

Winter maintenance on German arterial roads plays an important role. Due to this, solutions have to be found to provide a traffic infrastructure which is working preferably without trouble, guaranteeing certain travel times in summer as well as in winter times. Besides safety reasons, this demand also claims a good organisation of winter maintenance services.

However, winter maintenance often reaches its limit due to fast changing boundary conditions caused by weather. Therefore it is not necessarily possible to achieve both economical and environmental-friendly winter maintenance.

In conclusion, under certain circumstances, other measures have to be considered. For example traffic-controlling or traffic-limiting means, concerning single or more road user groups, in order to maintain a high standard on roads, especially on motorways. Therefore several pilot studies were worked out within this research project and were due to their complexity carried out more or less successfully.

Possible reasons were probably the unconventional methods which were supposed to be used that lead to high inhibition thresholds that had to be accomplished.

One of those traffic-limiting measures was the setting up of a block dispatching scheme for HGVs in winter. This measure could be able to reduce or eliminate traffic jams and enhance road safety, while avoiding the threat of HGVs blocking the roads in winter which at the moment regularly leads to traffic jams that last for hours. Although the block dispatching measure wasn't accomplished within its full purpose, it is still possible to draw positive conclusions about it. Mainly because of its (theoretical) organisation and also by the people who were in charge of the measure. Especially the versatile concept of traffic signing has to be pointed out, which is able to be used in many different situations, not only during the block dispatching measure. However, there should be payed attention to an assured recognisability by the road users but also to an easy way of using it for the surveillance centres being in charge of the traffic signing. Freezing of the (mechanically operated) displays is a disadvantage. In addition, the time frame to arrange the measure might be shortened by placing

VMS for prewarning with LED-displays statically at adequate spots. An advantage of stopping HGVs in such a specific way is that following drivers of HGVs are informed about the short stopping (only about 10 minutes) and therefore are able to prepare themselves for this situation and know that traffic will flow soon again. However with not having accomplished this measure in its full purpose, it is not possible to prove if it is possible to completely avoid a temporarily breakdown of traffic flow due to HGVs getting stuck because of inadequate or wrong estimated road surface conditions.

The examination of traffic data did not lead to real capacity results. However it is possible to indicate the decrease of traffic demand as well as passenger car speed during winterly conditions. The statistical distribution of traffic volumes just before a breakdown can be used as an approximate capacity. Chosen as breakdown criterion was a speed limit of 70 km/hr. The decreases for wet road surface conditions lie between 20 and 30%, for black ice road surface conditions between 10 and 40%. On a motorway with three lanes with snow visible on the road a decrease between 20 and 30 % is visible, with snowfall only between 10 and 25%. The decrease on a two-lane motorway with snow visible on the road surface is within 30 and nearly 50% and for snowfall only within 20 to 40%.

For further investigation of traffic under winterly road conditions, the work carried out by winter maintenance personnel should be considered, as it directly influences traffic flow but could not be undertaken within this research project. This could also help to define a different breakdown criterion for capacity research especially for winterly conditions. Also the expectations of road users for "free travelling without obstructions" when driving on a snowy lane aren't as high as on a dry lane.

Further options for detouring road sections for heavy goods traffic could be demonstrated when using dWiSta-signs (variable message signs with integrated information about congestions) and TMC-announcements. However there was no way to examine these options in an acceptable scale, because of limited possibilities of influence by the researchers conducting this project (concerning time of operation and technical equipment).

Inhalt

1	Einleitung	7	4.3.1	BAB A 8 Ost, Bayern	34
2	Stand der Wissenschaft und Technik	8	4.3.2	BAB A 8 am Aichelberg	34
2.1	Verkehrsablauf auf Autobahnen (im Winter)	8	4.4	Untersuchte Randbedingungen und vorbereitende Maßnahmen	34
2.1.1	Kapazität auf winterlicher Fahrbahn	9	4.4.1	Obligatorische Randbedingungen	34
2.2	Witterungsbeobachtung	11	4.4.2	Optionale Randbedingungen	43
2.3	Maßnahmen zur Regelung der Verkehrsnachfrage	12	4.5	Simulationen zur Entscheidungsfindung	44
3	Verkehrstechnische Untersuchung des Einflusses winterlicher Witterungsbedingungen	12	4.6	Einsatzstrategien	46
3.1	Vorstellung der Strecken der beteiligten Bundesländer	12	4.6.1	Baden-Württemberg	46
3.1.1	BAB A 8, Baden-Württemberg	12	4.6.2	Bayern	46
3.1.2	BAB A 8 Ost, Bayern	13	4.7	Potenzielle Einsatztage	47
3.1.3	BAB A 2, Nordrhein-Westfalen	13	4.8	Erfahrungen vor Ort	49
3.1.4	BAB A 6, Rheinland-Pfalz	14	4.9	Empfehlungen zur Durchführung	55
3.2	Untersuchungsmethodik	16	4.10	Fazit	57
3.2.1	Verkehrsdaten	16	5	Weitere Untersuchungen	59
3.2.2	Witterungsszenarien	16	5.1	Regionale Umfahungsstrecken	59
3.2.3	Überlagerung Verkehr und Wetter	17	5.1.1	Baden-Württemberg	59
3.3	Ergebnisse	19	5.1.2	Nordrhein-Westfalen	60
3.3.1	Allgemeines	19	5.1.3	Fazit	61
3.3.2	Pkw-Geschwindigkeit	21	5.2	Großräumige Umfahung mit TMC	61
3.3.3	Maximale Nachfrage $q_{Nmax,5\%}$	23	6	Zusammenfassende Bewertung und Ausblick	63
3.3.4	Verkehrsstärke vor dem Zusammenbruch	26	7	Literatur	66
3.4	Fazit	31	Anlagen		
4	Pilotstudie Blockabfertigung für Lkw	31	Anlage 1.1:	Newsrecherche „querstehende Lkw im Winter“	
4.1	Allgemeines	31	Anlage 1.2:	Steckbriefe der potenziellen Einsatztage	
4.2	Hintergrund — Gefahr blockierender/querstehender Lkw	32	Anlage 1.3:	Ablaufschema zur Blockabfertigung für Lkw in Bayern	
4.3	Vorstellung der Pilotstrecken	34	Anlage 1.4:	Flyer zur Information der Verkehrsteilnehmer über die Blockabfertigung	

- Anlage 1.5: Beschilderungspläne zur Blockabfertigung
- Anlage 2.1: q-v-Diagramme, Boxwhisker, Baden-Württemberg
- Anlage 2.2: q-v-Diagramme, Boxwhisker, Bayern
- Anlage 2.3: q-v-Diagramme, Boxwhisker, Nordrhein-Westfalen
- Anlage 2.4: q-v-Diagramme, Boxwhisker, Rheinland-Pfalz
- Anlage 3.1: dWiSta – Umfahungsstrecke, Baden-Württemberg
- Anlage 3.2: dWiSta – Umfahungsstrecke, Nordrhein-Westfalen

Diese Anlagen liegen dem Bericht als CD bei.

1 Einleitung

Mobilität ist heutzutage 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. Gerade im Winter erheben diese Anforderungen Anspruch auf einen gut organisierten Winterdienst. Dieser stößt durch die häufig schnell wechselnden Randbedingungen aufgrund der Witterung jedoch 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, aufrechterhalten zu können.

Gesetzlich obliegt die allgemeine Verkehrssicherungspflicht dem Straßenbaulastträger (§ 823 BGB). Dies ist bei Autobahnen der Bund. Das Anforderungsniveau an den Winterdienst ist im Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst (MK 6a) (2004) definiert. Hiernach ist auf Bundesautobahnen 24 Stunden täglich Winterdienst durchzuführen. Abhängig von der Witterung ist die Befahrbarkeit von mindestens einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung, der wichtigen Rampen in Anschlussstellen und Knotenpunkten sowie der Zufahrten der bewirtschafteten Rastanlagen zu gewährleisten. Laut dem Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen (2005) sind bei winterlicher Fahrbahnglätte alle Fahrstreifen der Richtungsfahrbahnen und Rampen innerhalb von zwei Stunden abzustreuen. Bei sicherer Vorankündigung soll der Ersteinsatz möglichst vor der Glättebildung stattfinden (präventive Streuung). Die Umlaufzeit der Räumereinsätze soll nach dem o. g. Leistungsheft maximal drei Stunden betragen, inklusive Rückfahrt und Wiederbeladung der Fahrzeuge. Die durchgehenden Fahrbahnen sollen innerhalb von zwei Stunden nach Einsatzbeginn geräumt sein; hier ist auf eine sinnvolle Routenplanung zu achten. Es wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass im Bereich von neuralgischen Streckenabschnitten, wie z. B. in Steigungsbereichen oder in Abschnitten mit hohem Schwerverkehrsanteil, noch kürzere Umlaufzeiten erforderlich sein können.

Die Verantwortung für den Winterdienstesinsatz liegt bei dezentraler Einsatzsteuerung bei einem Winterdienstesatzleiter bzw. Winterdienstverantwortlichen in den Autobahnmeistereien. Diese können auf verschiedene Hilfsmittel wie das SWIS (Straßenzustands- und Wetterinformationssystem), die damit verbundenen GMA (Glättemeldeanlagen), sofern sie im Netz vorhanden sind, sowie Wetterprognosen und Niederschlagsradar des DWD (Deutscher Wetterdienst) zurückgreifen. Sie können hiermit und durch Kommunikation mit Nachbarmeistereien und der Polizei ihre Einsätze flexibel je nach Witterung durchführen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, neue Maßnahmen zur Optimierung des Winterdienstes im Zusammenhang mit verkehrlich stark belasteten Autobahnen zu entwickeln. Der Fokus liegt dabei auf verkehrlichen Maßnahmen wie z. B. der Lenkung des Verkehrs oder der Sperrung für einzelne Nutzergruppen sowie der genaueren Kenntnis über den Verkehrsablauf auf winterlicher Fahrbahn.

In diesem Zusammenhang wurde die Maßnahme „Blockabfertigung für Lkw“ unter Zuhilfenahme verschiedener für diesen Bereich zuständiger Behörden und Institutionen vorbereitet (Ministerien, Autobahnmeistereien, Autobahnpolizei usw.). Diese soll gewährleisten, dass zumindest an neuralgischen Streckenabschnitten, wie beispielsweise Steigungsstrecken, der Winterdienst ungehindert die Fahrbahn bedienen kann und somit gleichzeitig den Lkw-Fahrern eine sicher befahrbare Fahrbahn zur Verfügung stellt.

Ziel der verkehrstechnischen Untersuchung war es, Größenordnungen für Kapazitäten auf winterlicher Fahrbahn zu erarbeiten. Zur Verfügung standen hierfür Verkehrsdaten, die fahrstreifenbezogen in 1-min-Intervallen erfasst und mit den wetterbezogenen Sensordaten von Glättemeldeanlagen überlagert werden konnten.

Unter dem Motto „großräumige Verkehrslenkung im Winter“ konnten verschiedene Probleme dargestellt werden und Lösungsvorschläge dafür erarbeitet werden. Die verschiedenen Möglichkeiten der Verkehrslenkung (Blockabfertigung, TMC oder dWiStafeln) können zusammen mit den Untersuchungen zum Verkehrsablauf im Winter helfen, den Winterdienst effektiver zu gestalten, was dem eigentlichen Ziel, der generellen Unterstützung des Winterdienstes durch verschiedene Hilfsmittel, sehr nahekommt.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Verkehrsablauf auf Autobahnen (im Winter)

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 geschwindigkeitsbeschränkende Maßnahmen und Witterungsbedingungen.

Um die Qualität des Verkehrsablaufs dennoch beschreiben zu können, gibt es verschiedene Kriterien zur Beurteilung. Hierzu gehört neben der Reisezeit beispielsweise der Auslastungsgrad a , welcher das Verhältnis zwischen der Verkehrsnachfrage und der Kapazität darstellt:

$$a = \frac{q_B}{C} [-]$$

mit

a Auslastungsgrad eines Streckenabschnittes [-]

q_B Bemessungsverkehrsstärke [Kfz/h]

C Kapazität eines Streckenabschnittes [Kfz/h]

Im HBS (2009) werden, in Anlehnung an das Level-of-Service-Konzept des amerikanischen Highway Capacity Manual (HCM, TRB 2000), sechs verschiedene Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) unterschieden. Der Verkehrszustand wird hierbei qualitativ über die Stufen A = freier Verkehrsfluss bis F = Überlastung der Strecke beschrieben (Tabelle 1). Bei der Qualitätsstufe E geht der noch stabile Verkehrsfluss in den Bereich der Instabilität über, die Kapazität einer Richtungsfahrbahn wird erreicht. Laut HBS (2009) und unter anderem auch nach neueren Untersuchungen von BRILON et al. (2004) 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

QSV	mittlere Reisezeit der Pkw [min/100 km]	mittlere Reisegeschwindigkeit der Pkw v_r [km/h]	Verkehrsdichte k [Kfz/km]	Auslastungsgrad a [-]
A	≤ 46	≥ 130	≤ 8	$\leq 0,30$
B	≤ 48	≥ 125	≤ 16	$\leq 0,55$
C	≤ 52	≥ 115	≤ 23	$\leq 0,75$
D	≤ 60	≥ 100	≤ 32	$\leq 0,90$
E	≤ 75	≥ 80	≤ 45	$\leq 1,00$
F	> 75	< 80	> 45	–

Tab. 1: Qualitätsstufen nach HBS (2009) für zweistreifige Richtungsfahrbahnen

Abhängigkeit der Verkehrsstärke zu bestimmen sind.

Die Untersuchung des Verkehrsablaufs ist mit verschiedenen Methoden möglich, bei denen entweder mikroskopische oder makroskopische Verkehrskenngrößen berücksichtigt werden können. Mikroskopische Kenngrößen beziehen sich auf Einzelfahrzeuge und deren Fahrer unter Berücksichtigung ihrer individuellen Eigenschaften. Dazu gehören zeitliche und räumliche Abstände zweier aufeinanderfolgender Fahrzeuge, deren Geschwindigkeit sowie Beschleunigung. Als Grundlage dienen die Bewegungsgleichungen der einzelnen Fahrzeuge sowie die Beschreibung ihrer Relativbewegungen zueinander. Als weitere Faktoren zählen das Verhalten eines Fahrers sowie das Zusammenwirken eines Fahrzeugs und der Fahrbahn bei unterschiedlichen Fahrbahn- und Umfeldbedingungen. Da für die weiterführende Untersuchung auf winterlichen Fahrbahnen keine mikroskopischen Kenngrößen vorliegen, wird im weiteren Verlauf nur noch auf die makroskopischen Kenngrößen eingegangen.

Bei der makroskopischen Betrachtung wird ein Fahrzeugkollektiv bewertet, das aus aggregierten Verkehrskenngrößen einzelner Fahrzeuge über einen Zeitraum oder einen Streckenabschnitt besteht. Die Kenngrößen sind die Verkehrsstärke q , die Verkehrsdichte k sowie die mittlere momentane Geschwindigkeit V_m . Angenommen, dass ein stationärer Verkehrsablauf vorliegt, d. h., die Geschwindigkeiten und Abstände bleiben über die Zeit konstant, dann stehen die Kenngrößen in folgender Beziehung zueinander:

$$q = k \cdot V_m$$

mit

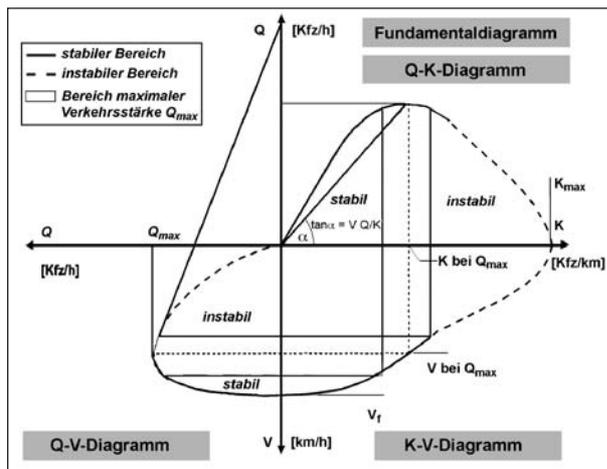


Bild 1: Fundamentaldiagramm nach BRILON et al. (1997)

q Verkehrsstärke [Kfz/Zeiteinheit]

k Verkehrsdichte [Kfz/Wegeinheit]

v_m mittlere momentane Geschwindigkeit [km/h]

Zur Veranschaulichung der einzelnen Beziehungen der Kenngrößen zueinander wird das so genannte Fundamentaldiagramm herangezogen (Bild 1). Dieses setzt sich aus drei zweidimensionalen Diagrammen zusammen: dem q-v-Diagramm, dem q-k-Diagramm sowie dem k-v-Diagramm. Mit diesen Darstellungen sind detaillierte Aussagen über einen Streckenabschnitt möglich. Folgende Randbedingungen bestimmen die generelle Form des Fundamentaldiagramms (FGSV, 2005):

- die Wunschgeschwindigkeit im freien Verkehr,
- die maximale Verkehrsstärke bei kritischer Geschwindigkeit und Verkehrsdichte,
- die maximale Verkehrsdichte im stehenden Verkehr.

Diese werden selbst von anderen zahlreichen Parametern beeinflusst. Große Bedeutung hat hierbei vor allem die Verkehrszusammensetzung, aber auch das individuelle Fahrverhalten verschiedener Fahrertypen oder ob es sich beispielsweise um Freizeitverkehr oder Berufspendler handelt.

2.1.1 Kapazität auf winterlicher Fahrbahn

Das HBS (2009) definiert die Kapazität als „die größte Verkehrsstärke, die ein Verkehrsstrom bei gegebenen Weg- und Verkehrsbedingungen an dem für ihn bestimmten Querschnitt erreichen kann“. Ist ein Querschnitt voll ausgelastet, gilt somit kurz vor dem Zusammenbruch des Verkehrs:

$$C = q_{\max} \quad [\text{Kfz}]$$

Das bedeutet, dass die Kapazität als Konstante betrachtet wird. Dies ist nach neueren Untersuchungen von BRILON et al. (2004) und BRILON et al. (2005) jedoch nicht zielführend, da die Kapazität und die Verkehrsstärke starken stochastischen Schwankungen unterliegen und somit erheblich variieren können. Die Gefahr der Fehleinschätzung der beiden Größen ist somit sehr hoch, weshalb Untersuchungen angestellt wurden, die die Kapazität mit Hilfe einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der Verkehrsstärke vor einem Zusammenbruch angeben (REGLER, 2004). Aus diesen Verteilungen können dann ebenfalls „Nennkapazitäten“ abgelesen werden, wie z. B. der Median einer Verkehrsstärkeverteilung. Dieser gibt an, dass der Verkehr mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % zusammenbricht, wenn diese Verkehrsstärke erreicht wird. Bevor diese Methode allerdings angewendet werden kann, muss ein Zusammenbruchskriterium definiert werden, welches bei den genannten Untersuchungen für Autobahnen bei der Grenzgeschwindigkeit $v_G = 70$ km/h lag. D. h., immer wenn die Geschwindigkeit unter 70 km/h sank, wurde die Verkehrsstärke unmittelbar davor ermittelt. Dieses bei „normaler“ Witterung gültige Kriterium bzw. die Grenzgeschwindigkeit an sich muss jedoch nicht zwangsläufig auch bei winterlichen Bedingungen gelten. Daher stellt sich die Frage, ob dieses Zusammenbruchskriterium evtl. anders definiert werden müsste. Zu berücksichtigen sind insbesondere Effekte des Winterdienstes, auch unterscheidet sich z. B. die Erwartungshaltung der Straßennutzer im Winter, sodass eher die Befahrbarkeit an sich im Vordergrund steht und weniger zwingend eine fahrbare Geschwindigkeit von über 70 km/h. Anhand der Auswertung von Verkehrsdaten in Kapitel 3.3.4 werden hierzu Beispiele erläutert und die Problemstellung näher definiert.

Einfluss von Schwerverkehr, hohen Längsneigungen und winterlichen Fahrbahnbedingungen

Der Schwerverkehr ist laut den Begriffsbestimmungen der FGSV (2000) „die Gesamtheit der Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t sowie Busse, Lastzüge und Sattelzüge“. Das HBS (2009) bezieht den Schwerverkehr als prozentualen Anteil b_{SV} der Bemessungsverkehrsstärke in die Qualität des Verkehrsflusses mit ein.

Auf Streckenabschnitten mit einem dominierenden Anteil an Steigungsstrecken $> 2\%$ reduzieren sich die Geschwindigkeiten des Schwerverkehrs sehr stark, wodurch der nachfolgende Pkw-Verkehr teils erheblich behindert wird. Daher sind in diesem Zusammenhang insbesondere auch Überholmanöver durch den Schwerverkehr auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ungünstig für den reibungslosen Verkehrsablauf.

Streckenabschnitte mit Längsneigungen $\leq 2\%$ werden im HBS (2009) als ebene Strecken behandelt. Diese bergen jedoch gerade im Winter erhöhte Gefahren und Unfallrisiken. Der Verkehrsfluss auf diesen Streckenabschnitten kann häufig ins Stocken geraten, wenn „überevorsichtige“ Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Schwerverkehrs, die Gefällestrecken sehr langsam befahren und den nachkommenden Verkehr somit blockieren.

Andererseits haben BARK et al. (1995) nachgewiesen, dass die Geschwindigkeiten auf Gefällestrecken im Winter wie im Sommer deutlich höher liegen als auf Steigungsstrecken. Da sich der Bremsweg aber auf den abschüssigen Strecken mehr als verdoppeln kann, besteht auch hier, oft durch Unterschätzung der Längsneigungen, ein erhöhtes Unfallrisiko.

Winterliche Fahrbahnbedingungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf und die Kapazität. Im Allgemeinen sinkt das Geschwindigkeitsniveau und die Fahrzeugabstände zueinander werden vergrößert. Somit werden die Qualität des Verkehrsablaufes und die Kapazität des Verkehrsstromes stark herabgesetzt. Nach Untersuchungen von DURTH et al. (1984) ergeben sich auf winterlichen Fahrbahnen auf Autobahnen mittlere Geschwindigkeiten von bis zu 63 km/h. Die Untersuchungen von CYPRA et al. (2006) zeigen, dass die Kapazität von winterlichen Fahrbahnen um 10 bis 60 % gegenüber der trockenen Fahrbahn bei Helligkeit sinken kann. Diese Bandbreite an Kapazitätsrückgängen lässt sich durch die verschiedenen Intensitäten der Schnee- bzw. Glätteereignisse im Winter, unterschiedliche Schwerverkehrsanteile und unterschiedliche Streckeneinflüsse erklären. Nach Untersuchungen von BARK et al. (1995) nimmt die Verkehrsbelastung an winterlichen Werktagen hauptsächlich beim motorisierten Individualverkehr zwischen 9,2 % und 26,4 % ab. Grund hierfür kann die Verschiebung weniger wichtiger Fahrten

oder der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel aufgrund der Witterungsverhältnisse sein.

Die Geschwindigkeit ist auf winterlicher Fahrbahn wesentlich niedriger als auf trockener oder nasser Fahrbahn. Allerdings lassen sich auch große Unterschiede auf den verschiedenen Fahrstreifen eines Streckenabschnittes feststellen. Die Geschwindigkeiten des Schwerverkehrs variieren aufgrund der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h nicht so stark wie die des Pkw-Verkehrs. Je extremer das Wetterereignis, desto mehr harmonisiert sich der gesamte Verkehr. Die Abstände bzw. Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen nehmen bei winterlichen Bedingungen stark zu. So liegen sie bei schneebedeckter Fahrbahn bzw. schneebedeckter Fahrbahn mit Reifenspuren noch über den von der StVO (2010) empfohlenen 2 Sekunden (BARK et al., 1995). Die Beschleunigung bzw. Verzögerung ist abhängig vom Kraftschlussbeiwert. Dieser sinkt auf glatter Fahrbahn im Winter auf bis zu einem Fünftel des Wertes bei trockener Fahrbahn bzw. ein Drittel bei nasser Fahrbahn (Bild 2), was ein starkes Ansteigen vor allem der Brems- und Anhaltewege zur Folge hat, auf die sich der Kraftschluss unmittelbar auswirkt.

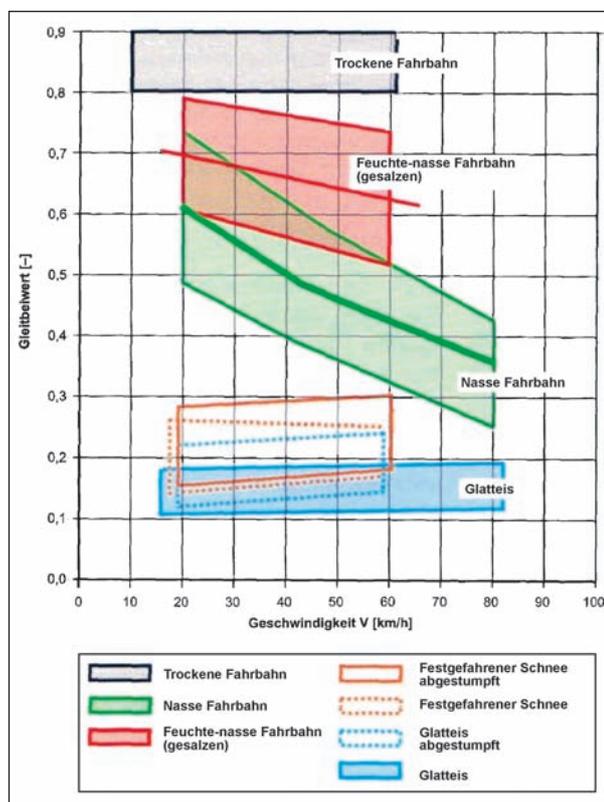


Bild 2: Auswirkungen des Fahrbahnzustandes auf den Kraftschlussbeiwert nach DURTH et al. (2004)

Die daraus resultierenden Zeiteinbußen, der erhöhte Kraftstoffverbrauch sowie die hohen Kosten glättebedingter Unfälle haben somit einen indirekt sehr hohen finanziellen Effekt für die Volkswirtschaft.

2.2 Witterungsbeobachtung

Einer der wichtigsten Faktoren für die Organisation des Winterdienstes stellt die genaue Wettervorhersage dar. Hierfür steht den Autobahnmeistereien üblicherweise das Straßenzustands- und Wetterinformationssystem (SWIS) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. Bei diesem werden in einer Verkehrsrechnerzentrale verschiedene Daten gesammelt und aufbereitet:

- Mikroklimadaten von Glättemeldeanlagen (GMA), wie Luft- und Fahrbahntemperatur, Fahrbahnzustand und Niederschlag,
- regionale Wetterdaten des DWD,
- Erfassung der Großwetterlage durch den DWD.

Aufgrund dieser Daten können Straßenwetterberichte erstellt und den Autobahnmeistereien direkt

zugespielt werden. Das Ziel ist das Optimum einer präzisen Vorhersage und einer relativ frühen Benachrichtigung der Autobahnmeistereien, um den Winterdienst effektiv planen zu können (KLINGBERG, 2000). Es ist jedoch schwierig, sehr kleinräumige Wettervorhersagen zu erstellen, weswegen die Erfahrung der Verantwortlichen vor Ort (z. B. die der Autobahnmeister oder auch der Polizei) über bestimmte Wetterverhältnisse in Zusammenhang mit den örtlichen Gegebenheiten der zu betreuenden Strecken sehr wichtig ist. Zudem sind Kontrollfahrten und die örtliche Wetterbeobachtung von hoher Wichtigkeit. Die Verantwortung für die Einsatzplanung kann somit nicht komplett durch SWIS ersetzt werden, sie liegt immer noch beim Autobahnmeister. Die Vorhersagezeiträume reichen mittlerweile (Stand 2011) von einer 10-Tages-Trend-Prognose über 3-h-Prognosen für jeweils 24 h im Voraus bis hin zu regionalen Warnlageberichten über Unwetter für einzelne Landkreise vor Unwettern. Je kürzer die Vorhersagezeiträume, desto mehr liegt Beeinflussung durch das örtliche Wettergeschehen vor, woraufhin wieder auf die Erfahrung des Winterdienstleiters oder Autobahnmeisters zurückgegriffen werden muss.

FDAT09 JFSU 290800 detaillierte Strassengebietswettervorhersage Klimagebiet : Schwäbische Alb Höhenstufe: 600 - 800 Meter ausgegeben am: Freitag, den 29.01.2010 um 10:45 Uhr von : Deutscher Wetterdienst, Regionalzentrale stuttgart									
Uhrzeit	13	16	19	22	01	04	07	10	13
Bewölkung	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Niederschlag	S 1	S 2	S 3	S 3	S 1	S 0	S 0	S 1	S 2
wahrscheinl.	100	100	100	100	100	67	26	33	100
Lufttemperatur	-1	-1	-2	-1	-2	-4	-6	-6	-3
wind (km/h)	sw30	sw30	sw20	w20	NW20	NW20	w20	sw10	w20
Boeen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streckentyp: Standard									
Belagstemp.	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-1
Zustand:	schnee								
Streckentyp: wenig befahrene Strecke									
Belagstemp.	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-1
Zustand:	schnee								
Streckentyp: Strecke im Schatten									
Belagstemp.	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-1
Zustand:	schnee								
Streckentyp: innerstädtische Strecke									
Belagstemp.	1	1	1	1	0	-1	-3	-2	-1
Zustand:	schnee								
Streckentyp: Brücke									
Belagstemp.	0	0	-1	-1	-1	-2	-4	-4	-2
Zustand:	schnee								
Niederschlag = Art und Menge fuer +/- 1,5 Stunden um den Termin. z.B. 0: kein Niederschlag R0: 0,05 bis 0,4 L/qm Regen in 3 Stunden um den Termin S1: 0,5 bis 1,4 cm Neuschnee in 3 Stunden um den Termin wahrscheinl.(ichkeit) = Prozent der Inputstellen mit Niederschlag									

Bild 3: Beispiel einer detaillierten Straßenwettervorhersage aus dem SWIS (DWD, 2010)

Sechs verschiedene Straßenwetterberichte mit zusätzlichen Vorhersagen für Glättemeldeanlagen stehen den Winterdienst-Verantwortlichen zur Verfügung (SWIS (DWD), Stand Mai 2011):

- 10-Tages-Vorhersage für Deutschland (Trendprognose, 1-mal täglich),
- allgemeine Straßenwettervorhersage (24-h-Vorhersage) inkl. einer 10-Tages-Trend-Prognose für die einzelnen Bundesländer (fünfmal täglich),
- detaillierte Straßengebietswettervorhersage für 24 h im 3-h-Zeitraster für verschiedene Streckentypen, definierte SWIS-Gebiete und Höhenstufen (achtmal täglich),
- Wochenvorhersage für Wettergefahren für ganz Deutschland (fünfmal täglich),
- regionale Warnlageberichte für die einzelnen Bundesländer (bis zu fünfmal täglich),
- landkreisbezogene Warnungen und Unwetterwarnungen (bei Bedarf),
- GMA-Vorhersage (als Film, 1 bis 7 Stunden) für jede Glättemeldeanlage.

Bild 3 zeigt als Beispiel eine detaillierte Straßenwettervorhersage des Klimagebiets „Schwäbische Alb“ für die Höhenstufen 600 bis 800 m aus dem SWIS (2010).

Hinzu kommen die Anzeige von Radar- und Satellitenbildern sowie die Mikroklimadaten der einzelnen GMA an der zu betreuenden Strecke (falls vorhanden), sodass eine relativ genaue Auskunft über das aktuelle und kommende Wettergeschehen eingeholt werden kann.

2.3 Maßnahmen zur Regelung der Verkehrsnachfrage

Als Maßnahmen zur Reduzierung der Verkehrsnachfrage kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Zum einen können verkehrslenkende Maßnahmen eingesetzt werden. Diese können die Verkehrsteilnehmer mit Hilfe von Wechselwegweisern und z. B. Radiomeldungen vom Befahren neuralgischer Streckenabschnitte abhalten. Durch die Angabe einer Alternativroute wird die Akzeptanz der Kraftfahrer verstärkt (SIEGENER et al., 2005). Kapitel 5.1 wird näher auf dieses Thema eingehen.

Eine andere Möglichkeit zur Reduzierung der Verkehrsnachfrage stellen verkehrsbeschränkende Maßnahmen dar. Diese können angewendet werden, um neuralgische Streckenabschnitte für einzelne Nutzergruppen des Verkehrs (wie z. B. den Schwerverkehr) kurzzeitig zu sperren, um einen angemessenen Fahrbahnzustand im Winter aufrechtzuerhalten bzw. herzustellen und somit verkehrsbedingte Störungen zu minimieren. Kapitel 4 erläutert eine als „Blockabfertigung für Lkw“ benannte Maßnahme, die als Pilotversuch im Rahmen dieses Forschungsvorhabens in zwei Bundesländern (Bayern und Baden-Württemberg) vorbereitet und untersucht wurde.

3 Verkehrstechnische Untersuchung des Einflusses winterlicher Witterungsbedingungen

3.1 Vorstellung der Strecken der beteiligten Bundesländer

3.1.1 BAB A 8, Baden-Württemberg

Der für die Untersuchung zur Verfügung stehende Streckenabschnitt befindet sich auf der BAB A 8 zwischen der AS Merklingen am Alaufstieg und der AS Ulm/West in Fahrtrichtung Ost. Zur Auswertung werden Daten aus sieben Messquerschnitten und Umfelddatenerfassungen von Nebelwarnanlagen (NWA) im Zuge einer Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) herangezogen. Eine Übersicht über die Lage und Verteilung der verwendeten Messquerschnitte auf dem Streckenabschnitt gibt Bild 4 wieder. Auch können ihm die Höhenlage bzw. der Höhenverlauf und somit die Lage des Messquerschnittes in Bezug auf die Längsneigung entnommen werden sowie die jeweilige Steigungsklasse und Anzahl der Fahrstreifen am jeweiligen Messquerschnitt.

Die Nebelwarnanlagen sind nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS, 2002) ausgestattet. Sowohl die Verkehrs- als auch die Wetterumfelddaten wurden von einzelnen, anhand des Winterdienstes ausgewählten Tagen in 1-min-Intervallen zur Verfügung gestellt. Die Auswahl basiert auf den vorher gesichteten Winterdiensteseinsatzberichten der AM Ulm/Dornstadt. Die Schaltungen der VBA konnten bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden.

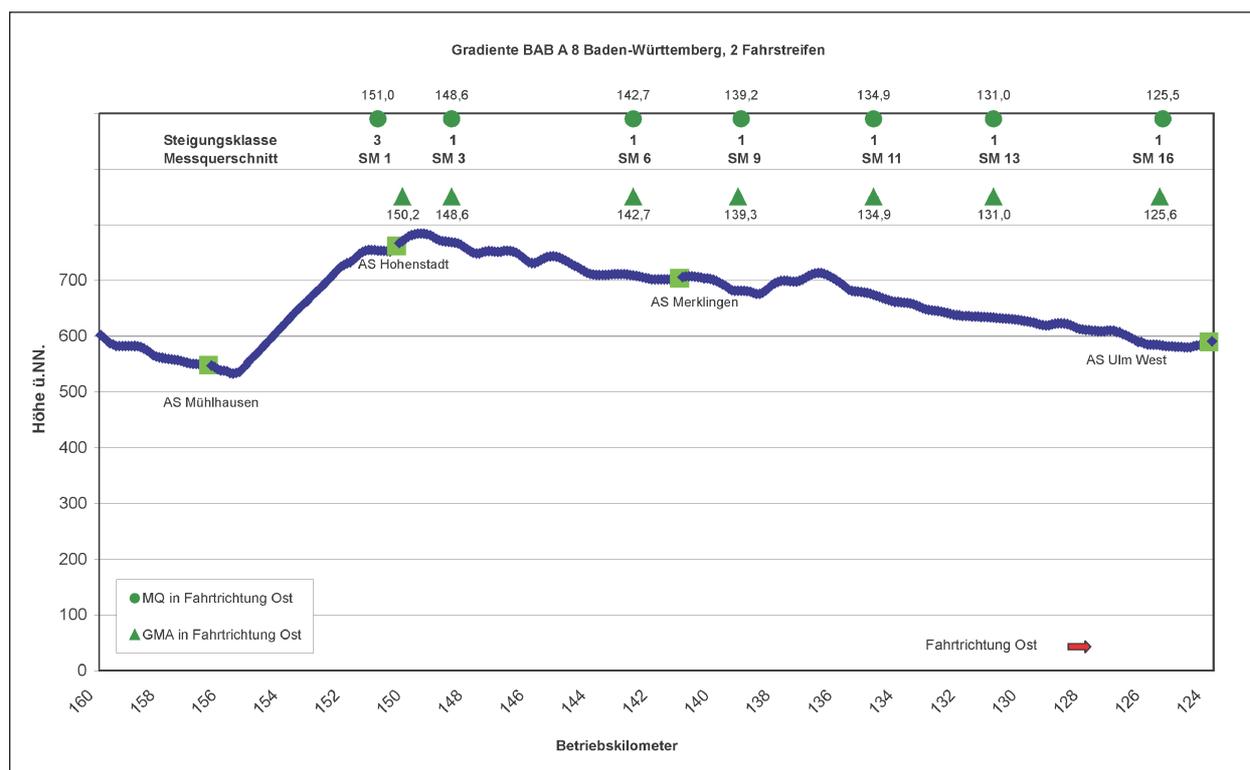


Bild 4: Gradiente mit Messquerschnitten, BAB A 8, Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg konnten für die verkehrstechnische Untersuchung nur Daten aus den Wintern 2007/2008 und 2009/2010 ausgewertet werden. Durch einen Serverausfall liegen im Winter 2008/2009 entweder nur Verkehrsdaten oder nur Wetterumfelddaten vor, was die Verschmelzung der Daten nicht zulässt, sodass keine Rückschlüsse auf den Verkehrsablauf bei winterlichen Bedingungen gezogen werden können.

3.1.2 BAB A 8 Ost, Bayern

Als Untersuchungsstrecke dienen zwei Streckenabschnitte der BAB A 8 Ost. Der erste Abschnitt liegt zwischen dem Kreuz München-Süd und der AS Rohrdorf (Bereich der AM Holzkirchen und AM Rosenheim) in beiden Fahrtrichtungen. Der zweite Abschnitt beginnt an der AS Grabenstätt und endet an der AS Bad Reichenhall (Bundesgrenze zu Österreich, Bereich der AM Siegsdorf) in beiden Fahrtrichtungen. Insgesamt wurden dort 22 Messquerschnitte für Verkehrsdaten ausgewählt, die sich in unmittelbarer Nähe zu den Messstellen einer Umfelddatenerfassung der vorhandenen Verkehrsbeeinflussungsanlage befinden. Die Verkehrs- wie auch die Umfelddaten wurden für alle Tage in 1-min-Intervallen zur Verfügung gestellt.

Bild 5 und Bild 6 zeigen die Höhenverläufe der beiden Streckenabschnitte sowie die Lage der für die Auswertung verwendeten Messquerschnitte für den Verkehr und Sensoren der Umfelddatenerfassung. Die Verkehrs- und Umfelddaten standen hier jeweils komplett für drei ganze Winterperioden (2007/2008, 2008/2009 und 2009/2010) zur Verfügung. Die Schaltungen der VBA wurden nicht in die Untersuchung mit einbezogen.

3.1.3 BAB A 2, Nordrhein-Westfalen

Hier wurden Daten der BAB A 2 von dem ca. 87 km langen Streckenabschnitt zwischen der AS Beckum und der AS Veltheim (Landesgrenze zu Niedersachsen) zur Verfügung gestellt. Die Verkehrsdaten konnten nur von vorher ausgewählten Tagen, die vom Forschungsnehmer anhand der Winterdienst-einsatzberichte ausgewählt wurden, einzeln übermittelt werden, was wesentlichen Einfluss auf die Grundgesamtheit und somit die Aussagekraft der Ergebnisse hat. Eine Übersicht der ausgewählten Messquerschnitte und GMA zeigt Bild 7. Zudem gibt es den Überblick über die Fahrstreifenanzahl sowie die Zugehörigkeit zur jeweiligen Steigungsklasse wieder.

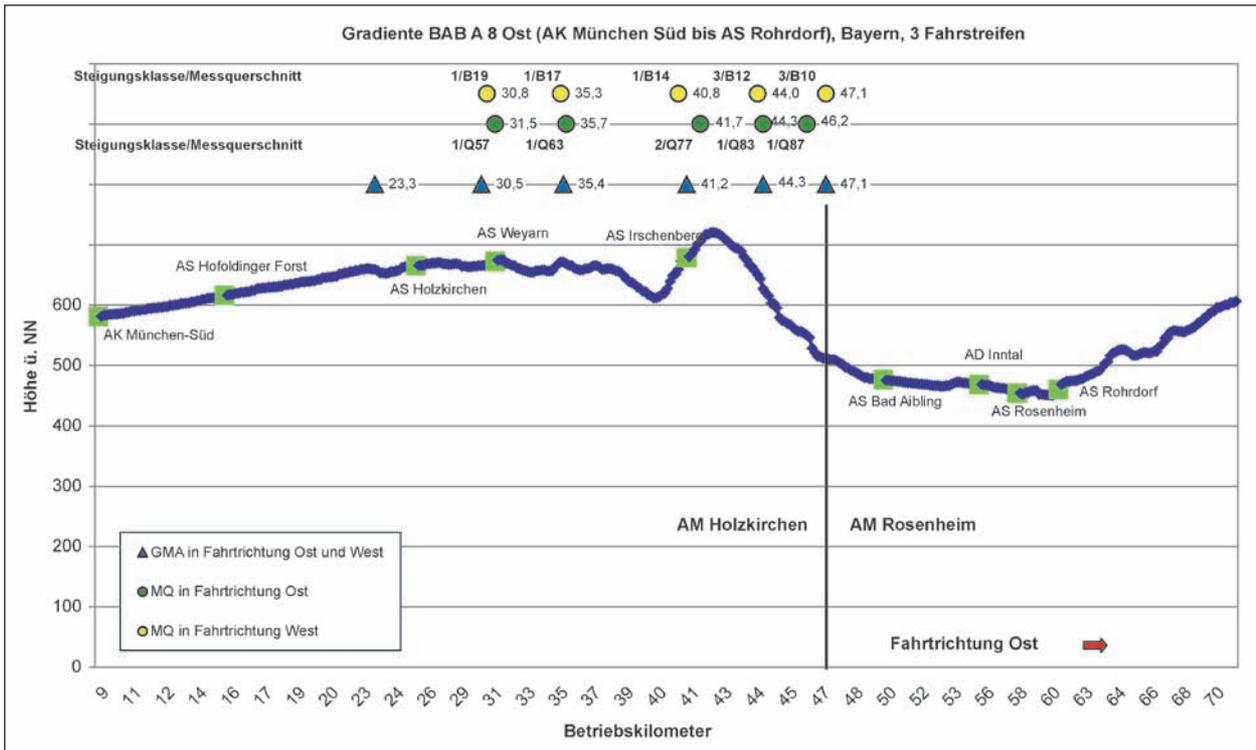


Bild 5: Gradiente mit Messquerschnitten, BAB A 8 Ost, Bayern, Bereich Holzkirchen

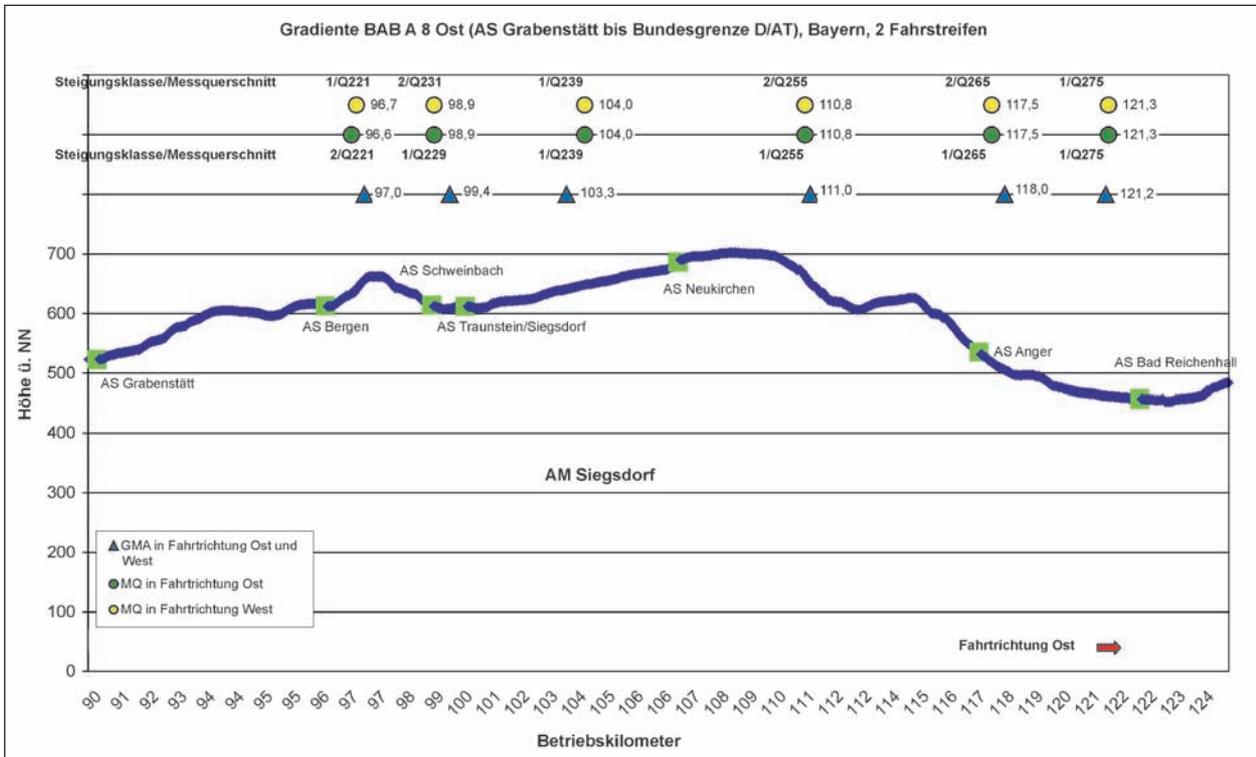


Bild 6: Gradiente mit Messquerschnitten und GMA, BAB A 8 Ost, Bayern, Bereich Siegsdorf

3.1.4 BAB A 6, Rheinland-Pfalz

Der für die Untersuchung ausgewählte Streckenabschnitt befindet sich auf der BAB A 6 zwischen der

AS Ludwigshafen-Nord (Landesgrenze zu Baden-Württemberg) und der AS Kaiserslautern-West. Der Streckenabschnitt liegt im Zuständigkeitsbereich der AM Wattenheim. Insgesamt können Daten von

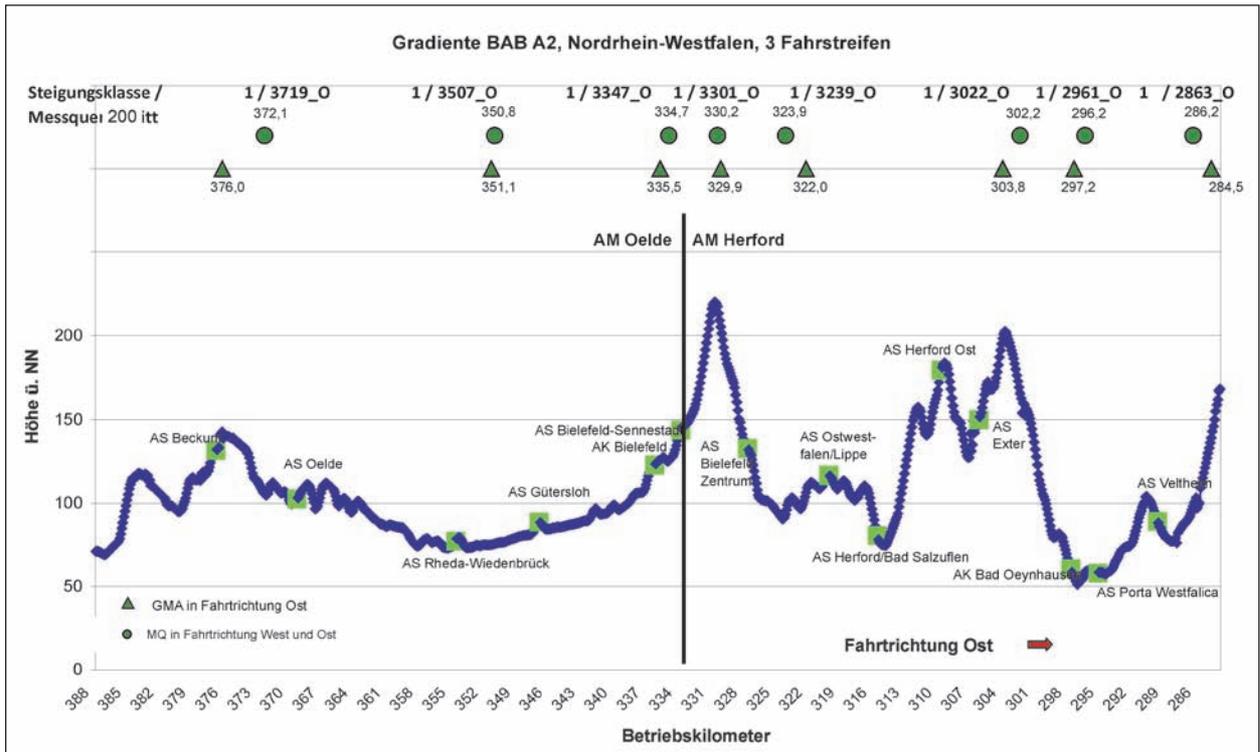


Bild 7: Gradiente mit Messquerschnitten und GMA, Nordrhein-Westfalen, BAB A 2

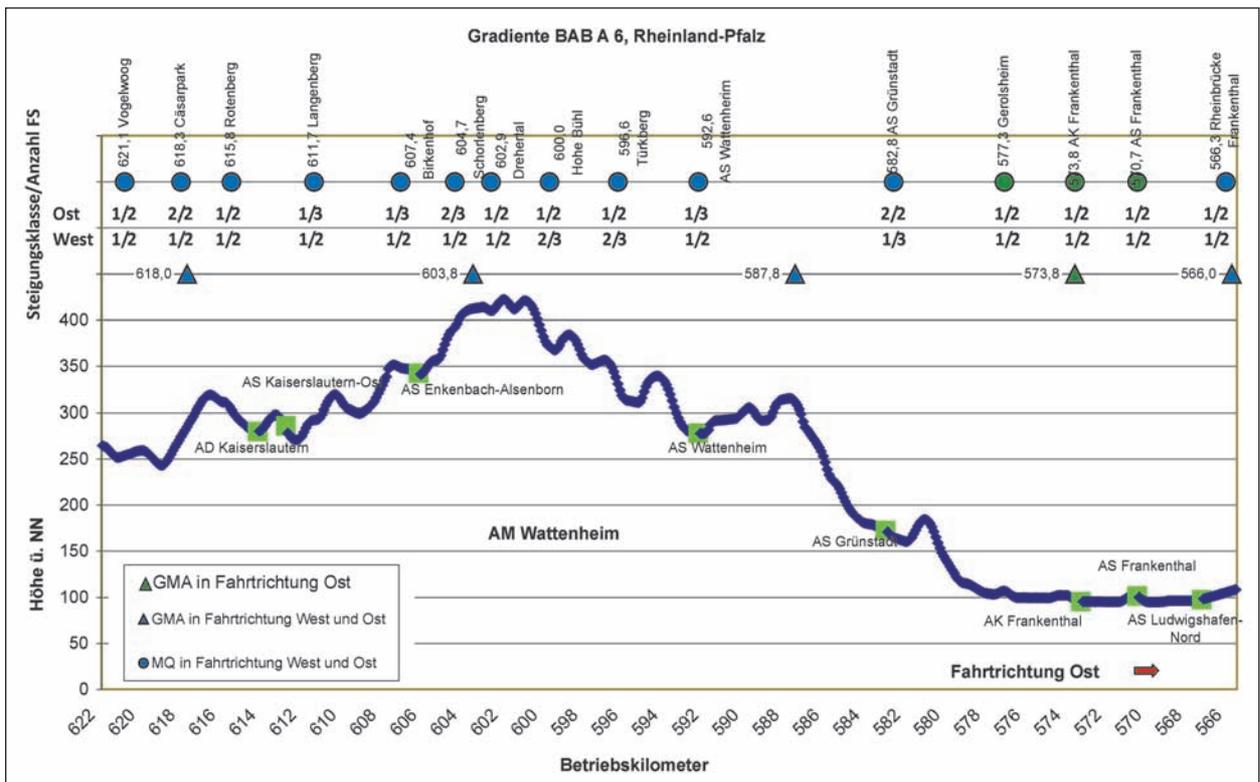


Bild 8: Gradiente mit Messquerschnitten und GMA, BAB A 6, Rheinland-Pfalz

fünf Glättemeldeanlagen ausgewertet werden, von denen vier in beiden Fahrrichtungen Fahrbahnsensoren aufweisen, eine davon nur in eine Fahrrichtung (FR Ost). Bei den Dauerzählstellen sind 12 in

jeweils beide Fahrrichtungen ausgewählt worden, drei jeweils nur in Fahrrichtung Ost. Zweistreifige und dreistreifige Autobahnabschnitte wechseln sich ab. Bild 8 gibt die Anzahl der Fahrstreifen, die Stei-

gungsklasse des jeweiligen Messquerschnittes sowie die (Höhen-)Lage der Messquerschnitte wieder.

3.2 Untersuchungsmethodik

3.2.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten lagen aus allen Bundesländern in max. 1-min-Intervallen vor, unterteilt nach:

- q_{Kfz} [Kfz/Zeitintervall],
- q_{Pkw} [Pkw/Zeitintervall],
- q_{Lkw} [Lkw/Zeitintervall],
- V_{Kfz} [km/h],
- V_{Pkw} [km/h],
- V_{Lkw} [km/h].

Die Geschwindigkeiten eines 1-min-Intervalls der Rohdaten lagen als arithmetischer Mittelwert vor. Die Varianz der Geschwindigkeiten stand nicht zur Verfügung, weshalb für die weitergehende Untersuchung nicht der harmonische Mittelwert der Geschwindigkeit („momentane Geschwindigkeit“, d. h. die mittlere Geschwindigkeit über einen Streckenabschnitt an einem bestimmten Zeitpunkt) verwendet werden konnte (MAY zitiert WARDROP, 1990). Daher wurde als Maß der Verkehrsqualität die mittlere Pkw-Geschwindigkeit, zu 5-min-Intervallen aggregiert, festgelegt. Ebenso wurden die Verkehrsstärken zu 5-min-Intervallen aggregiert. So ist gewährleistet, dass einzelne Fahrzeuge nicht überrepräsentiert sind, aber auch, dass die Mengenunterschiede nicht homogenisiert werden und eine Unterscheidung z. B. der hohen Verkehrsstärken noch möglich ist.

3.2.2 Witterungsszenarien

Die Wetterdaten, die der Untersuchung zugrunde liegen, stammen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen von Glättemeldeanlagen, in Bayern und Baden-Württemberg aus der Umfelddatenerfassung der auf den Streckenabschnitten vorhandenen Streckenbeeinflussungsanlagen. Diese lagen entweder in 1-min-Intervallen vor oder aber in unregelmäßigen 1- bis 5-min-Intervallen. Für die Auswertung wurden die Daten, wie die Verkehrsdaten, ebenfalls zu 5-min-Intervallen aggregiert, um sie den Verkehrsdaten genau zuordnen zu können. Niederschlag wurde dabei so definiert, dass ein 5-Minuten-Intervall als „Regen“ identifiziert wurde, selbst wenn nicht in jedem der bis zu fünf Unterintervalle Regen angegeben war. Die dabei auftretende Verkehrsstärke konnte so der Gruppe „Niederschlag – Regen“ zugeordnet werden.

Tabelle 2 gibt die verschiedenen Witterungsszenarien wieder, die für die Untersuchung definiert wurden. Hierbei wurde auf den schon definierten Witterungszuständen von BADELDT et al. (2004), NICOLAS (1996) sowie CYPRA (2007) aufgebaut. Allerdings wurden die Grenzen so festgelegt, dass mit recht großer Sicherheit der Witterungszustand festgestellt werden konnte. D. h. z. B., dass Glätte nur unter einer Fahrbahnoberflächentemperatur von ≤ 0 °C ausgewertet wurde, dem Zustand „keine Glätte“ jedoch eine Fahrbahnoberflächentemperatur von > 2 °C zugrunde liegt, um Glätte hier vollständig auszuschließen zu können. Alle Daten, die zwischen diesen Grenzen liegen, sind unter „sonstige Fahrbahnzustände“ zusammengefasst (letzte Spalte in Tabelle 2). Das Szenario „Schneefall“ gibt alle Intervalle wieder, in denen es geschneit hat, allerdings unabhängig vom Fahrbahnzustand. Daraus resultieren im Allgemeinen mehr Datensätze als bei Schneeglätte. Die Unterscheidung wurde jedoch vorgenommen, um ggf. einen optischen bzw.

	Keine Glätte – trocken	Keine Glätte – Regen	Glätte durch NDS – Regen	Glätte durch NDS – Schnee	Eisglätte	NDS – Schnee	Sonstiges
LT [°C]	> 2,0	> 2,0	> 2,0	> 2,0	< 2,0	< 10	Sonst.
FBT [°C]	> 2,0	> 2,0	$\leq 0,0$	$\leq 0,0$	$\leq 0,0$	< 10	Sonst.
FBZ	Trocken	Feucht/Nass	Feucht/Nass	Feucht/Nass	Feucht/Nass	Alle	Sonst.
NDS	Kein	Regen	Regen	Schnee	Kein	Schnee	Sonst.
GFP [°C]*	0	0	0	0	0	0	Sonst.

LT = Lufttemperatur, FBT = Fahrbahnoberflächentemperatur, FBZ = Fahrbahnoberflächenzustand, NDS = Niederschlag, GFP = Gefrierpunktemperatur, * nur vorhanden in Bayern und Rheinland-Pfalz

Tab. 2: Witterungsszenarien, aufbauend auf die Definitionen nach NICOLAS (1996), BADELDT et al. (2004) und CYPRA (2007)

subjektiv-psychologischen Einfluss des Schneefalls auf die Verkehrsteilnehmer feststellen zu können, auch wenn der Fahrbahnzustand formal unkritisch ist. Das Szenario „Glätte durch Regen“ ist im Allgemeinen ein sehr seltenes, aber dennoch gefährliches Ereignis. Die Datengrundlage war daher wie erwartet sehr gering. Dennoch sind die Ergebnisse, wenn vorhanden, dargestellt. Die jeweils angegebene „Anzahl der Datensätze“ gibt Aufschluss über den Umfang der Datengrundlage.

Die Gefrierpunktemperatur lag nur in zwei Bundesländern vor (Bayern und Rheinland-Pfalz) und wurde als Hilfestellung in die Auswertung mit einbezogen. D. h., wenn die Gefrierpunktemperatur unter 0 °C lag, wurde angenommen, dass eine abgestreute Fahrbahnoberfläche vorlag, weshalb die Daten dann nicht in die Auswertung der verschiedenen Glätte-Szenarien mit einbezogen wurden. In den beiden anderen Bundesländern (Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen) ist diese Abgrenzung nicht möglich.

3.2.3 Überlagerung Verkehr und Wetter

Nach der Aufteilung der Messquerschnitte hinsichtlich der Fahrstreifenanzahl wurden die Daten nach

verschiedenen Längsneigungen kategorisiert. D. h., für jeden Messquerschnitt wurde die äquivalente Längsneigung nach dem HBS (2009) ermittelt und drei Steigungsklassen definiert, denen die Messquerschnitte zugeordnet wurden:

- Steigungsklasse 1: $s < 2 \%$,
- Steigungsklasse 2: $2 \% \leq s \leq 4 \%$,
- Steigungsklasse 3: $s > 4 \%$.

Nach der jeweiligen Zuordnung zu den Witterungsereignissen wurden die überlagerten Daten nach verschiedenen Verkehrszusammensetzungen (Schwerverkehrsanteil SV [%]), Wochentagen und Uhrzeiten ausgewertet, wobei in fünf Kategorien unterschieden wird:

- Montag bis Freitag, 07:00 bis 19:00 Uhr:
 - $SV \leq 10 \%$ (1)
 - $10 < SV \leq 20 \%$ (2)
 - $20 \% < SV$ (3)
- Montag bis Freitag, 19:00 bis 07:00 Uhr (4)
- Wochenende (Samstag/Sonntag) (5)

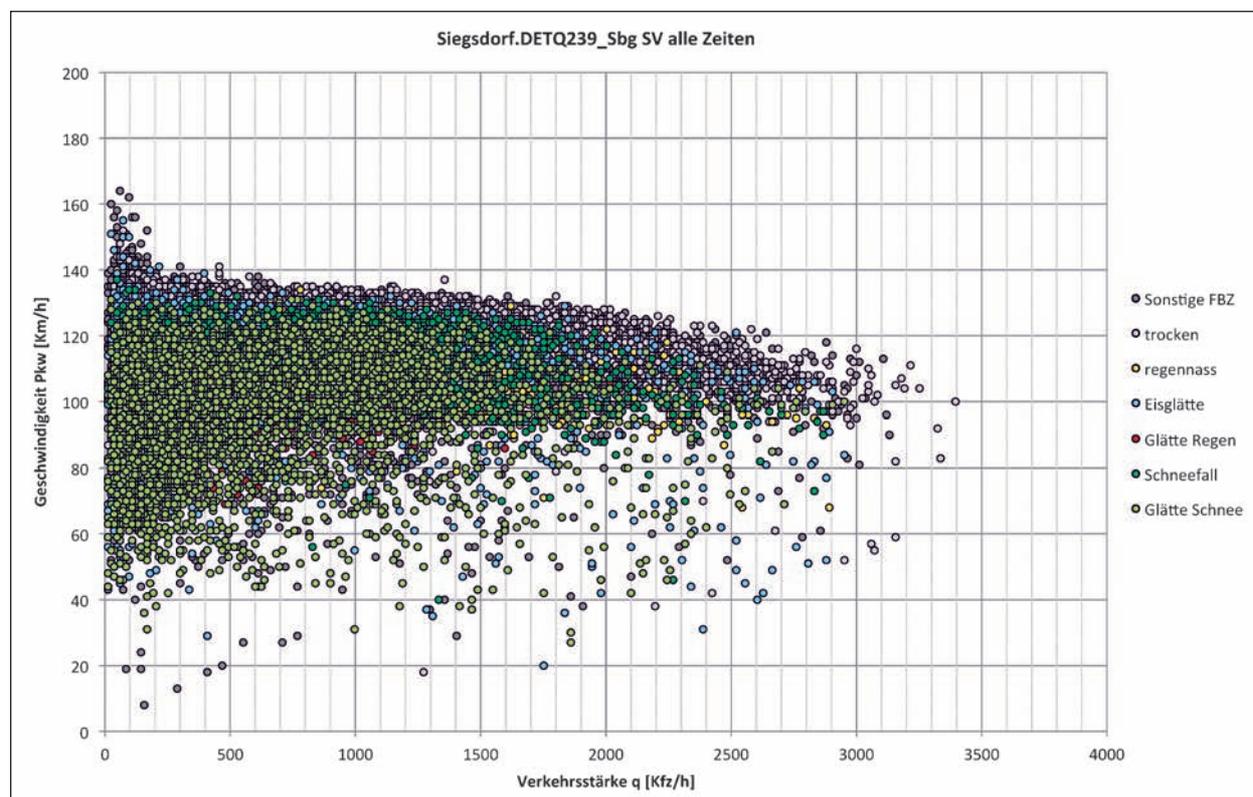


Bild 9: q-v-Diagramm des Messquerschnittes Q239_Sbg (zwei Fahrstreifen) der BAB A 8 Ost in Bayern der kompletten Winterperiode 2009/2010

Pro Messquerschnitt wurden für diese Kategorien q-v-Diagramme erstellt, um einen Überblick über die Verkehrssituation bei verschiedenen Witterungsbedingungen zu erhalten. Bei der Erstellung

der Diagramme fiel zunächst auf, dass der „typische Zusammenbruch“ im q-v-Diagramm, also die Aufteilung in „fließenden Verkehr (oberer Ast des q-v-Diagramms) und „zähfließenden Verkehr bzw.

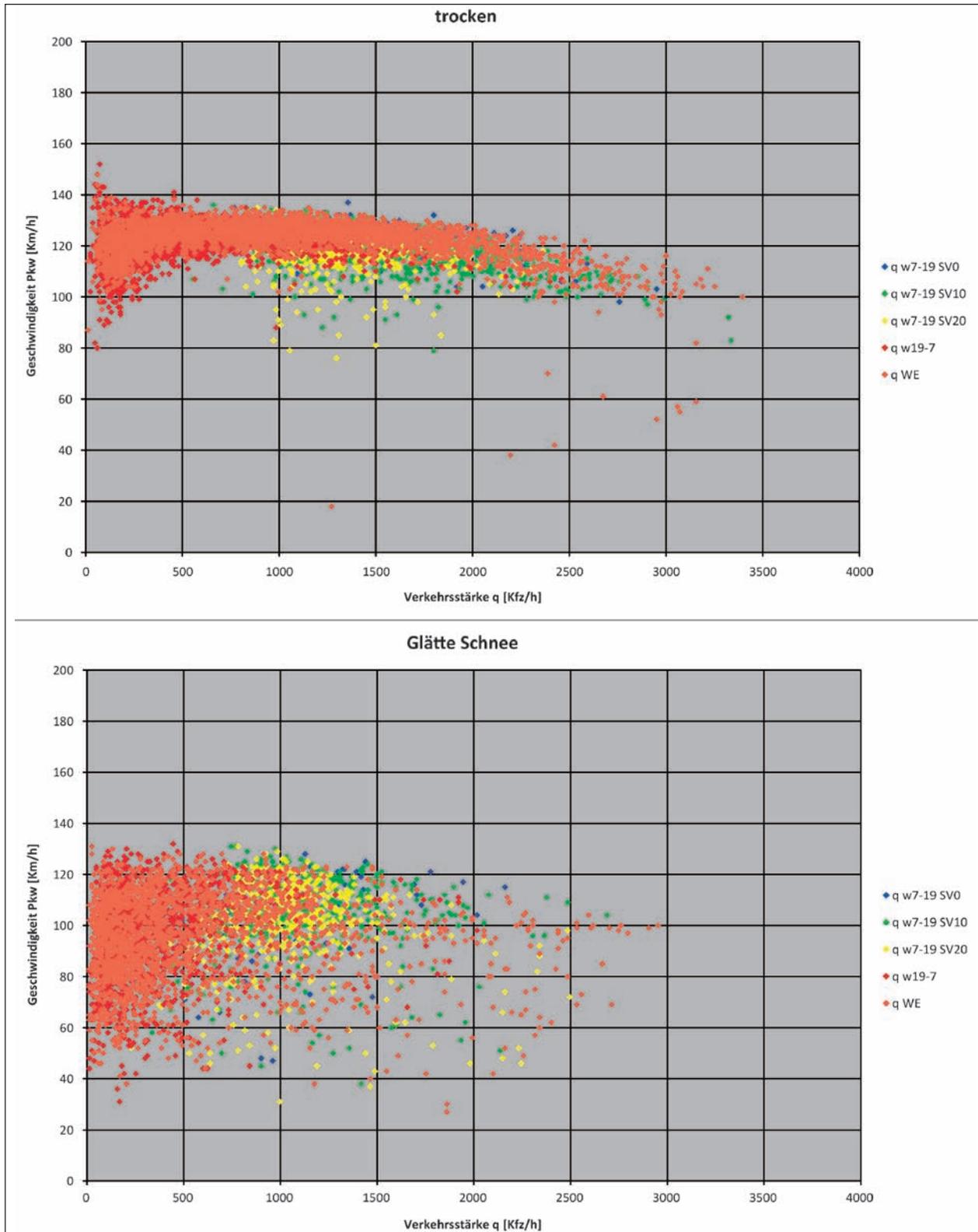


Bild 10: q-v-Diagramme für das Witterungsszenario „trocken“ und „Schneefall“ unterteilt nach verschiedenen SV-Anteilen sowie „19:00 Uhr bis 07:00 Uhr“ und „Wochenende“

Stau“ (unterer Ast des q - v -Diagramms), aufgrund des Abfalls von hoher auf niedrige – unter einer bestimmten Grenzgeschwindigkeit v_G liegende – Geschwindigkeit (siehe Kapitel 2) bei winterlichen Fahrbahnbedingungen zwar auftritt, jedoch bei stark unterschiedlichen Verkehrsstärken auch im niedrigen Bereich. Meist sind eindeutige Zusammenbrüche nur bei nicht-winterlichen Fahrbahnbedingungen zu erkennen (aber auch hierbei nur selten) oder aber am Wochenende. Hier spielen die Lage der Autobahnen, besonders der BAB A 8, in Bezug auf Skigebiete und der so genannten „Bettenwechsel“ am Wochenende, die sehr häufig hohe Verkehrsstärken mit sich bringen, eine besondere Rolle. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die Kapazität des Verkehrsstromes bzw. der Rückgang dieser Kapazität bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen mit den herkömmlichen Methoden aufgrund der fehlenden Zusammenbrüche bei winterlichen Bedingungen nicht ohne weiteres bestimmt werden kann. Ebenfalls zu beobachten sind enorme Geschwindigkeitsunterschiede, vor allem auch innerhalb des Witterungsszenarios „Schneeglätte“ bzw. „Schneefall“. Dies kann Aufschluss geben über verschiedene Schneeeintensitäten, die sehr stark variieren können, im Rahmen des Projektes aber nicht festgestellt werden konnten. Bild 9 gibt das q - v -Diagramm des Messquerschnittes Q239_Sbg auf der zweistreifigen Richtungsfahrbahn der BAB A 8 Ost in Bayern der kompletten Winterperiode 2009/2010 wieder. Auffällig daran ist, dass eine klare Grenzgeschwindigkeit, die für einen Zusammenbruch stehen kann, vor allem bei den winterlichen Witterungsbedingungen nicht definiert werden kann. Deutlich werden allerdings die Geschwindigkeitsschwankungen bis in sehr niedrige Bereiche, auch bei niedrigen Verkehrsstärken. Diese Schwankungen müssen allerdings nicht bedeuten, dass ein Zusammenbruch des fließenden Verkehrs vorlag, sondern weisen eher darauf hin, dass das Fahrverhalten den äußeren Umständen angepasst wird und, von der anderen Seite her betrachtet, der Verkehr dank z. B. gut geplanter und durchgeführter Winterdienstesätze nicht vollständig zum Erliegen kam. Bild 10 gibt, unterteilt nach verschiedenen SV-Anteilen sowie „19:00 Uhr bis 07:00 Uhr“ und „Wochenende“ zwei q - v -Diagramme wieder für das Witterungsszenario „trocken“ und „Schneefall“. Hier können deutliche Unterschiede im Verkehrsablauf festgestellt werden. Während beim trockenen Witterungszustand ein recht homogener Verkehrsablauf zu erkennen ist, streuen die Daten bei Schneefall sehr stark. Es sind

Pkw-Geschwindigkeiten bis in sehr niedrige Bereiche festzustellen. Ob jedoch von einem Zusammenbruch die Rede sein kann, ist aus den schon genannten Gründen nicht eindeutig definierbar.

Obwohl teilweise Daten aus 3 Winterperioden vorliegen, müssen die Aussagen daher auf den Rückgang der Nachfrage bei winterlichen Bedingungen beschränkt werden. Inwiefern die Ergebnisse somit Kapazitäten entsprechen, kann in dieser Untersuchung nicht vollständig geklärt werden. Hierzu müssten weitere Daten, wie z. B. Zeitlücken bei verschiedenen Fahrbahnzuständen, mit in die Analyse aufgenommen werden. Ebenso sollte der Einfluss des Winterdienstes, gerade bei Schneefall, nicht vernachlässigt werden.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Allgemeines

Um einen Überblick über die Verkehrsstärke- sowie Geschwindigkeitsrückgänge (pro Messquerschnitt) zu erhalten, wurden so genannte Box-Whisker-Diagramme erstellt. Bild 11 zeigt diese am Beispiel der mittleren Pkw-Geschwindigkeiten des Messquerschnittes Q239_Sbg in Bayern. Die Linie innerhalb einer „Box“ stellt den Median dar, d. h., 50 % der betrachteten Daten liegen oberhalb bzw. unterhalb des „Linienwertes“. Des Weiteren stellen im Rahmen dieser Untersuchung der untere bzw. obere Rand der Box das 0,25- bzw. 0,75-Quantil dar. Für die Linien außerhalb der Box („Whisker“) gelten unterschiedliche Werte: Bei den Geschwindigkeiten bilden die äußeren Enden der Linien das 0,1- bzw. 0,9-Quantil, bei den Verkehrsstärken bilden die äußeren Enden das 0,05- bzw. 0,95-Quantil. Zudem ist im Diagramm für die Verkehrsstärke q ein Punkt oberhalb des Boxplots dargestellt, welcher den Mittelwert der oberen 5 Prozent wiedergibt. Dieser gemittelte Wert soll im Rahmen dieser Untersuchung als „Wert der maximalen Nachfrage“ $q_{Nmax,5\%}$ gelten.

Tabelle 3 gibt als Beispiel die Ergebnisse des Messquerschnittes Q239_Sbg für die SV-Klasse $10 < SV \leq 20$ % aus drei Winterperioden wieder. Als Referenzwert gelten die absolut ermittelten Werte der Verkehrsnachfrage q_N [Kfz/h] und der Pkw-Geschwindigkeit v_{Pkw} [km/h] der trockenen Fahrbahn. Sie enthält als oberen Grenzwert der Pkw-Geschwindigkeiten das 0,9-Quantil sowie für das Maximum der Nachfrage den bereits erwähnten Wert

$q_{N,max,5\%}$. Zum Vergleich sind zusätzlich die Mediane der beiden Faktoren angegeben sowie die Anzahl der Datensätze, die der Berechnung zugrunde liegen.

An diesem Beispiel wird zudem an der bereits genannten Datengrundlage des Witterungsszenarios „Glätte Regen“ deutlich, dass diese sehr gering ist und daher als nicht repräsentativ betrachtet werden

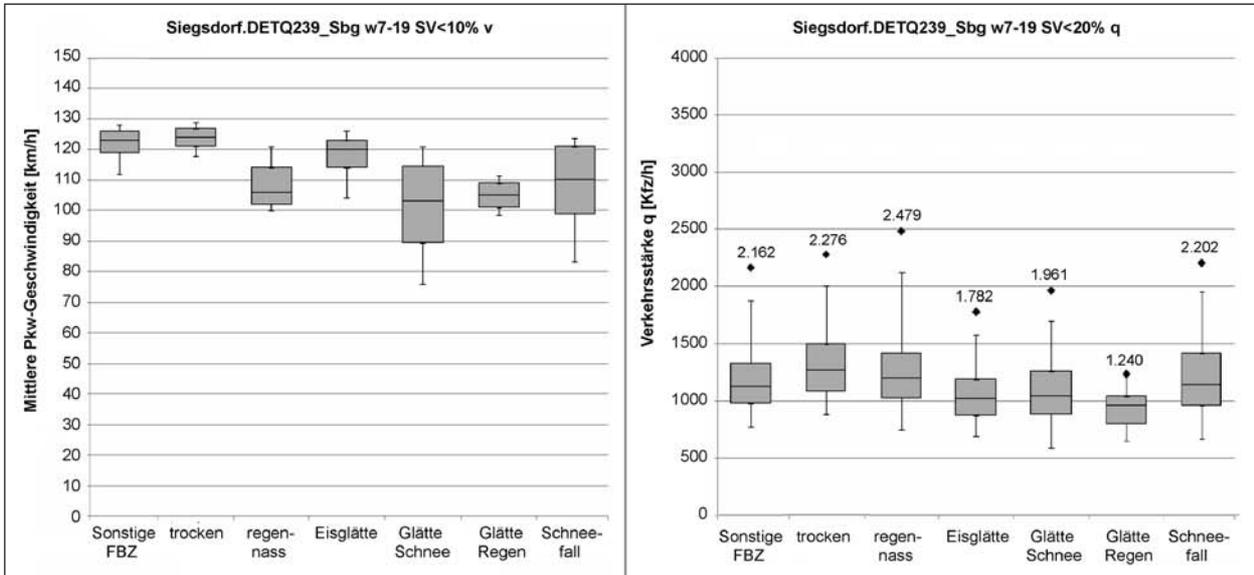


Bild 11: Mittlere Pkw-Geschwindigkeiten (links) und Verkehrsstärke q (rechts) am Messquerschnitt Q239_Sbg

Sensor		trocken		Sonstige FBZ	regennass	Eisglätte	Glätte Schnee	Glätte Regen	Schnellfall	
2 Fahrstreifen	Steigungsklasse 1	10%<SV≤20%		10%<SV≤20%	10%<SV≤20%	10%<SV≤20%	10%<SV≤20%	10%<SV≤0 %	10%<SV≤20%	
Siegdsdorf.DETQ239_Sbg 2007-2008	Verkehrsnachfrage q_N [Kfz/h]	$q_{N,max,5\%}$		2.230	3 %	12 %	-6 %	-12 %	-57 %	9 %
		P50 (Median)		1.212	-7 %	0 %	-3 %	-16 %	-26 %	-9 %
	Pkw-Geschwindigkeit [km/h]	P90	129		-1 %	-11 %	-4 %	-10 %	-13 %	-9 %
		P50 (Median)	123		-1 %	-13 %	-3 %	-15 %	-15 %	-14 %
Anzahl der Datensätze		2.066	2.066	4.142	450	287	205	5	398	
Siegdsdorf.DETQ239_Sbg 2008-2009	Verkehrsnachfrage q_N [Kfz/h]	$q_{N,max,5\%}$		2.044	5 %	23 %	-5 %	-18 %	-29 %	16 %
		P50 (Median)		1.128	3 %	24 %	-7 %	-5 %	15 %	-3 %
	Pkw-Geschwindigkeit [km/h]	P90	129		-1 %	-7%	-2 %	-8 %	-18 %	-5 %
		P50 (Median)	125		-2 %	-14 %	-3 %	-21 %	-18 %	-15 %
Anzahl der Datensätze		1.153	1.153	6.988	454	889	449	7	786	
Siegdsdorf.DETQ239_Sbg 2009-2010	Verkehrsnachfrage q_N [Kfz/h]	$q_{N,max,5\%}$		2.276	5 %	9 %	-22 %	-14 %	-46 %	-3 %
		P50 (Median)		1.272	-11 %	-6 %	-20 %	-18 %	25 %	-10 %
	Pkw-Geschwindigkeit [km/h]	P90	128		-1 %	-5%	-2 %	-5 %	-9 %	-4 %
		P50 (Median)	123		-2 %	-12 %	-2 %	-12 %	-15 %	-11 %
Anzahl der Datensätze		3.540	3.540	5.169	459	820	625	29	1.088	

Tab. 3: Ergebnisse des Messquerschnittes Q239_Sbg für die SV-Klasse 10 < SV ≤ 20 % aus drei Winterperioden

kann. Anhang 2 gibt die q-v- bzw. Boxwhisker-Diagramme für die mittlere Pkw-Geschwindigkeit und Verkehrsstärke (q_{Kfz}) für die bereits erwähnten Klassen wieder. Bei der Betrachtung dieser wird deutlich, dass Zusammenbrüche, sofern klar erkennbar, häufig nur am Wochenende auftreten, aus den bereits genannten Gründen.

3.3.2 Pkw-Geschwindigkeit

Die Pkw-Geschwindigkeiten, die als Maß der Verkehrsqualität verwendet wurden, weisen fast ausnahmslos das gleiche Muster auf wie in Bild 11. Die Geschwindigkeiten bei trockenem Wetter liegen etwas über denen der „sonstigen Fahrbahnzustände“. Bei Regen liegen die Geschwindigkeiten um 10 % unter denen bei Trockenheit. Eisglätte zeigt meist keine erheblichen Auswirkungen. Dies kann an der schlechten Erkennbarkeit dieser Glätteart für den Verkehrsteilnehmer liegen. Es ist keine „unmittelbare“ Gefahr für diesen erkennbar. Die Geschwindigkeiten bei Schneeglätte liegen erwartungsgemäß unter denen bei reinem Schneefall. Hier ist zu vermuten, dass das Szenario „Schneeglätte“ größere (sichtbare) Auswirkungen auf den Verkehrsteilnehmer hat: Der Schnee bleibt sichtbar auf der Fahrbahn liegen, wogegen der reine Schneefall als geringer Niederschlag angenommen werden kann, der

die Verkehrsteilnehmer weniger behindert bzw. der sie in ihrer Geschwindigkeitswahl weniger einschränkt. Bild 12 A, B und C geben die Zusammenfassung der Pkw-Geschwindigkeiten über verschiedene Witterungsszenarien, Steigungsklassen und Fahrstreifenanzahlen für die verschiedenen Bundesländer wieder. Auffällig ist hierbei die Steigungsklasse 3. Die Geschwindigkeitswerte liegen in Bild 12 A über der Steigungsklasse 2. Dies lässt sich durch die Berechnung der zugehörigen Steigungsklasse erklären. Aus Bild 5 (Gradiente) ist ersichtlich, dass die beiden der Steigungsklasse 3 zugehörigen Sensoren zwar rechnerisch dieser auch angehören. Allerdings liegt ein Sensor am Anfang dieses Steigungsbereiches, der andere eher am Ende. Das bedeutet, dass die gemittelten Geschwindigkeiten (der Steigungsklasse 3 mit dem Messquerschnitt am Anfang der Strecke) etwas über denen der Steigungsklasse 2 liegen, da der Sensor dieses Steigungsbereiches auch am Ende angesiedelt ist. Bild 12 B gibt daher das Diagramm nur mit dem Sensor der Steigungsklasse 3 wieder, der am Ende des Steigungsbereiches liegt. Nun ist deutlich zu erkennen, dass die Geschwindigkeiten noch einmal niedriger liegen als in der Steigungsklasse 2. Im Allgemeinen ist wieder die Tendenz zu erkennen, wie sie bereits aufgezeigt wurde anhand des Boxwhisker-Diagramms eines einzelnen Querschnittes (Bild 11).

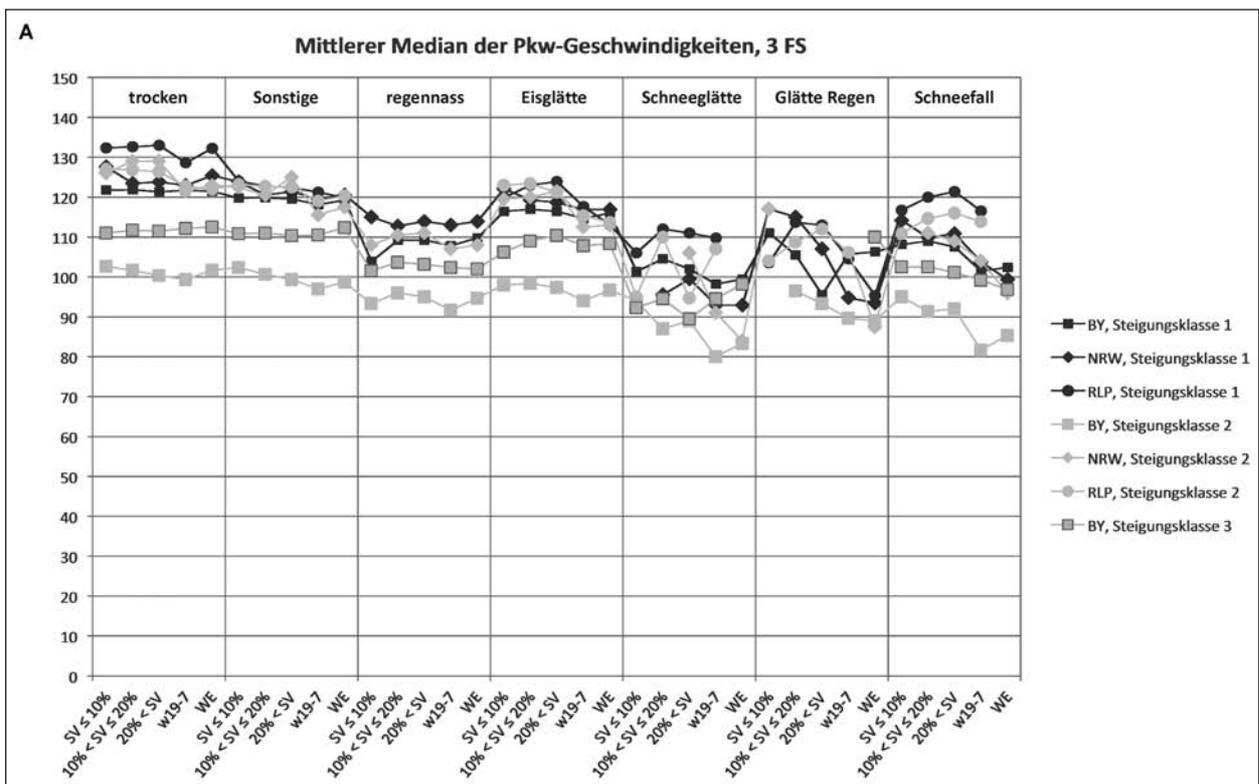


Bild 12 A: Mittlerer Median der Pkw-Geschwindigkeiten für 3 Fahrstreifen (A)

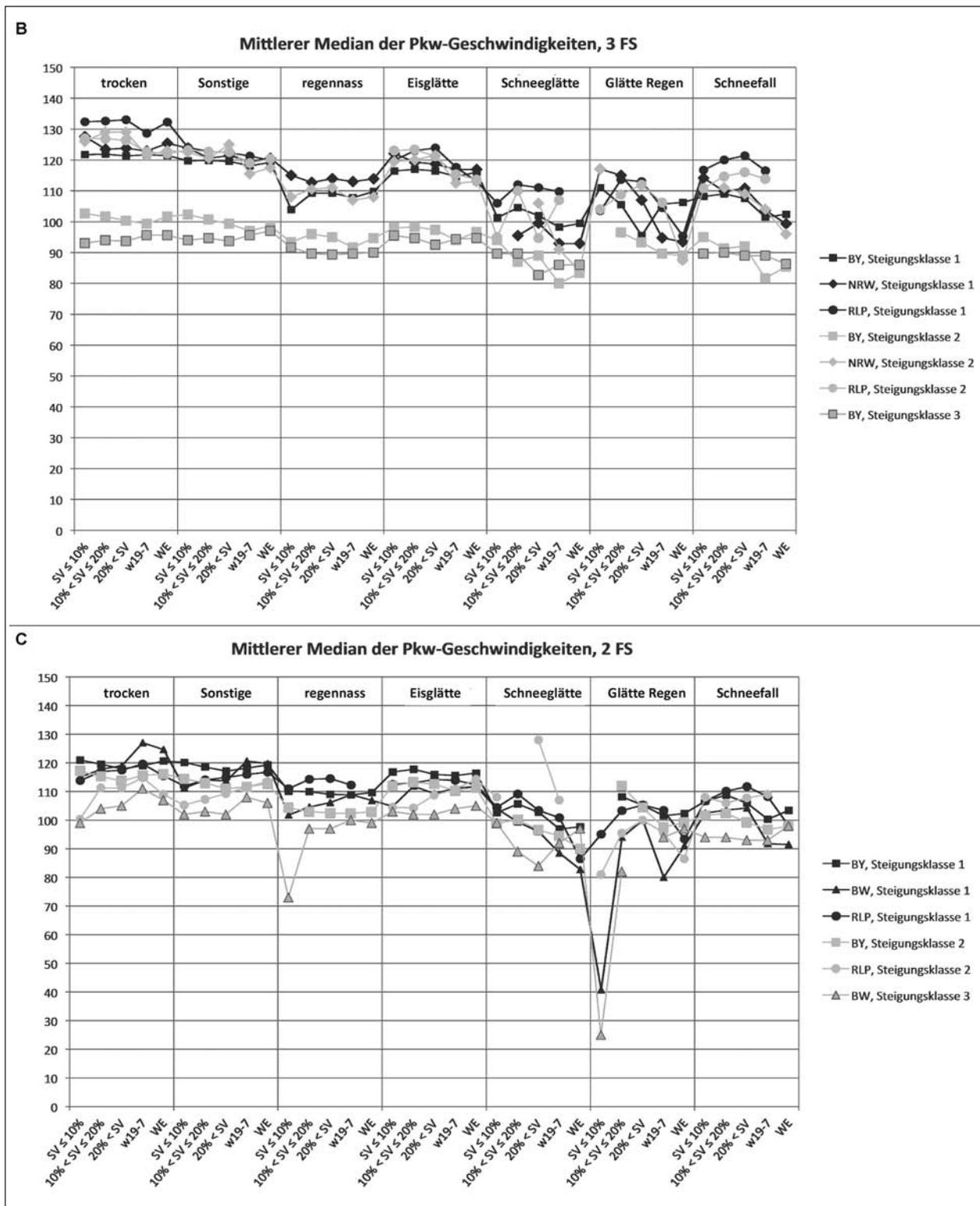


Bild 12 B, C: Mittlerer Median der Pkw-Geschwindigkeiten für 3 Fahrstreifen (B) für 2 Fahrstreifen (C)

Bild 13 A und B geben die prozentualen Rückgänge des Medians (also der V_{50}) der Pkw-Geschwindigkeiten bei drei und zwei Fahrstreifen für die schon definierten Klassen und Witterungsszenarien wieder. Der Rückgang bei Nässe beträgt in etwa 10 bis 15 %. Bei Eisglätte ist der Rück-

gang deutlich geringer bei etwa 2 bis 7 %. Zudem sind höhere Rückgänge bei dem Ereignis „Schneeglätte“ im Gegensatz zum „Schneefall“ erkennbar, was wiederum der Wirkung der „sichtbaren“ Glätte auf der Fahrbahn zugeschrieben werden kann.

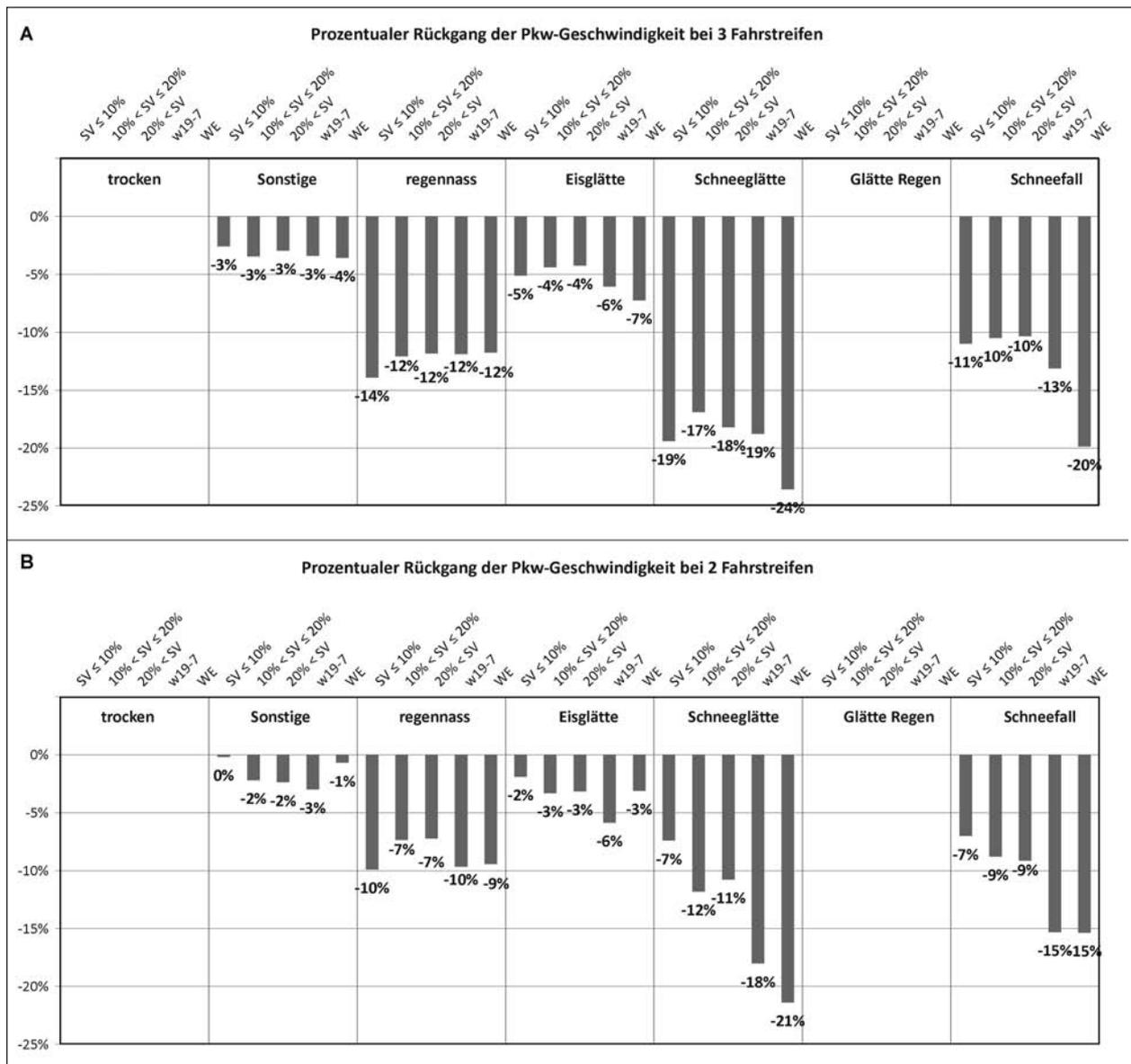


Bild 13: Prozentualer Rückgang des Medians (V_{50}) der Pkw-Geschwindigkeit für die definierten Klassen und Witterungsszenarien

3.3.3 Maximale Nachfrage $q_{Nmax,5\%}$

Bild 14 gibt für alle in Kapitel 3.3.3 definierten Klassen die gemittelten Werte der maximalen Nachfrage $q_{Nmax,5\%}$ für die verschiedenen Steigungsklassen, Bundesländer und Anzahl der Fahrstreifen wieder. Ein Vergleich zu einer Kapazität bzw. das Ableiten einer solchen aus diesen Werten ist in diesem Fall jedoch nicht möglich, da nicht durchgehend Zusammenbrüche im Zusammenhang mit diesen Nachfragewerten detektiert wurden. Daher zeigen diese Werte vielmehr Unterschiede in der Nachfrage auf.

Dies wird schon daran deutlich, dass die Verkehrsstärke der Steigungsklasse 3 bei zwei Fahrstreifen in Baden-Württemberg in etwa der Verkehrsstärke der Steigungsklasse 1 in Bayern entspricht. Daraus

lässt sich zunächst schließen, dass die Nachfrage in Baden-Württemberg auf der BAB A 8 im Allgemeinen höher ist als in Bayern auf der BAB A 8 Ost. Ersichtlich ist jedoch, dass die Verkehrsnachfrage (auch bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen) mit steigendem Schwerverkehrsanteil tendenziell weniger abnimmt, was besonders gut im zweistreifigen Bereich zu erkennen ist. Bild 15 gibt die prozentualen Rückgänge der maximalen Verkehrsnachfrage in Bezug auf den Witterungszustand „trocken“ wieder. Auch hier wird wieder der Unterschied der Schneeglätte zum Ereignis „Schneefall“ sichtbar. Die Nachfrage geht bei sichtbarer Behinderung durch Schnee auf der Fahrbahn mehr zurück. Gut erkennbar wird auch der Rückgang der Nachfrage am Wochenende. Dies lässt Rückschlüs-

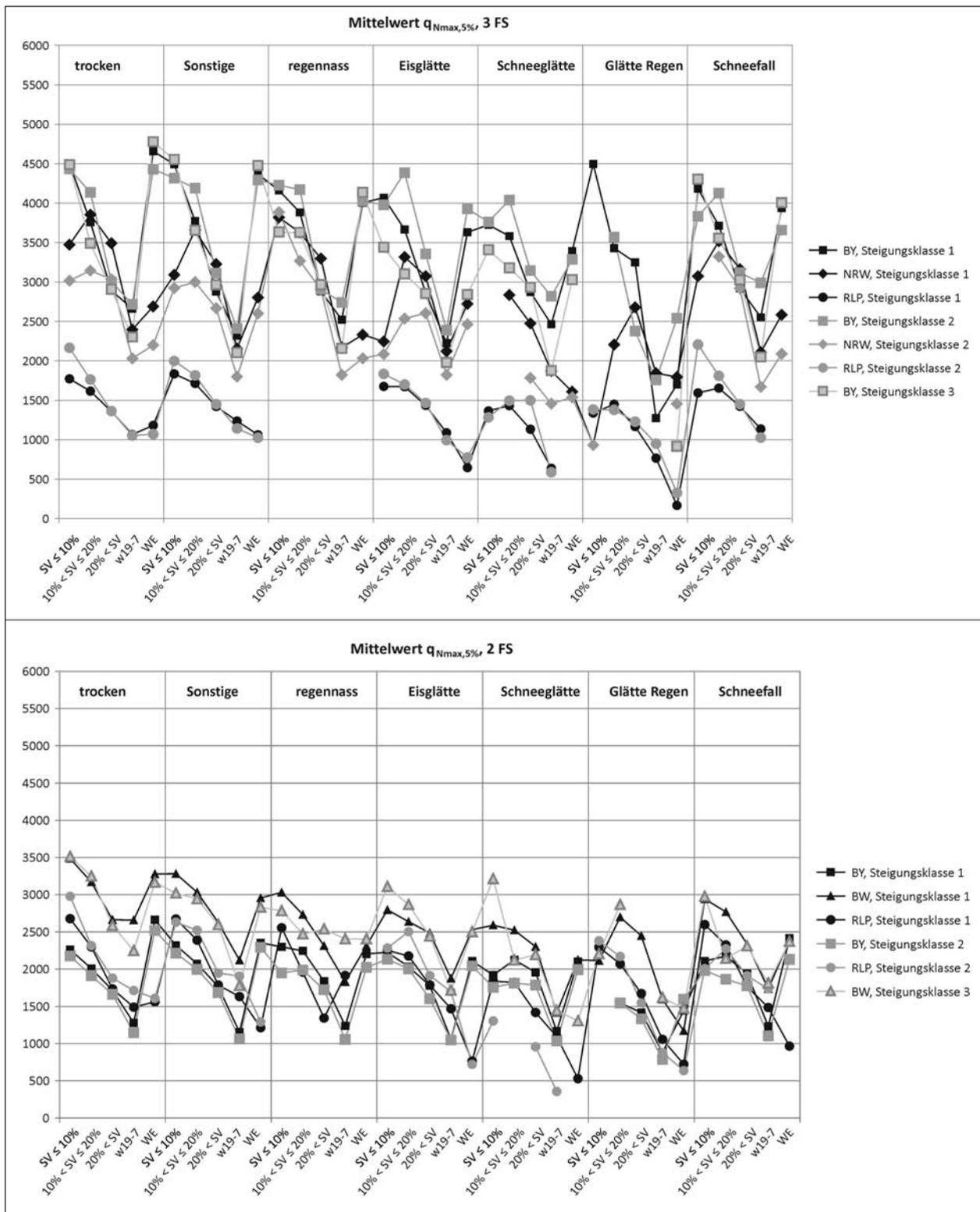


Bild 14: Gemittelte Werte der maximalen Nachfrage $q_{Nmax,5\%}$ für verschiedene Steigungsklassen, Anzahl der Fahrstreifen und Bundesland

se auf ein geändertes Nachfrageverhalten in dem Sinne zu, dass die Verkehrsteilnehmer eher Fahrten verschieben, was werktags aufgrund von z. B. Fahrten zum Arbeitsplatz nicht immer möglich ist. Der geschilderte Zusammenhang zu den Schwerver-

kehranteilen zeigt jedoch auch, dass Schwerverkehrsfahrten eher nicht verschoben werden.

Ein Aspekt zeigt jedoch, dass die Rückgänge der Nachfrage sehr wahrscheinlich nicht nur durch ein



Bild 15: Prozentuale Rückgänge der maximalen Verkehrsnachfrage in Bezug auf den Witterungszustand „trocken“

verändertes Verhalten zu erklären, sondern zumindest teilweise auch auf eher kapazitive Einflüsse zurückzuführen sind. In den Datensätzen gibt es relativ häufig Wechsel zwischen den Detektierungen Schneefall und Schneeglätte. Da nicht davon aus-

zugehen ist, dass das Nachfrageverhalten kurzfristig bei Änderung des Fahrbahnzustandes erfolgt, lassen sich die beiden Situationen mit unterschiedlichen relativen Nachfragerückgängen nur dadurch erklären, dass die Behinderungen des Ver-

kehrablaufes, die zu Kapazitätseinbußen führen, unterschiedlich sind.

3.3.4 Verkehrsstärke vor dem Zusammenbruch

Obwohl wie bereits erwähnt vor allem für Schneefälle keine eindeutige Grenzgeschwindigkeit als Kennzeichen eines Zusammenbruchs definiert werden konnte, wurde die Unterschreitung der mittleren Pkw-Geschwindigkeit von 70 km/h (siehe Kapitel 2) als „Zusammenbruchskriterium“ für die Bestimmung der Verkehrsstärke vor dem Zusammenbruch festgelegt. Bild 16 zeigt die Verteilung der Verkehrsstärken vor diesem definierten Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 1 mit drei Fahrstreifen. Der Median dieser Verteilung gibt z. B. an, dass in 50 % der Zusammenbrüche die Verkehrsstärke unter diesem lag. Das bedeutet, dass in 50 % der Fälle die Verkehrsstärke des Medians ausgereicht hat, dass die Pkw-Geschwindigkeiten unter 70 km/h sinken und somit das Zusammenbruchskriterium bzw. die Kapazität erreicht wurde. Im Beispiel „3 Fahrstreifen, Steigungsklasse 1“ liegen somit 50 % der er-

mittelten Verkehrsstärken, die zu einem Zusammenbruch bei Trockenheit geführt haben, unter 4.416 Kfz/h bei einem SV-Anteil von $\leq 10\%$ (gestrichelte schwarze Linie in Bild 16). 95 % der Zusammenbrüche (bei 95 % bzw. dem 0,95-Quantil, schwarze Linie in Bild 16) liegen bei Trockenheit bei 5.268 Kfz/h. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass bei Erreichen einer Verkehrsstärke von 4.416 Kfz/h und trockenem Wetter der Verkehr mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % zusammenbricht bzw. bei Erreichen einer Verkehrsstärke von 5.268 Kfz/h und trockenem Wetter der Verkehr zu 95 % zusammenbricht. Daher kann im Falle des 0,95-Quantils von einer „Nennkapazität“ ausgegangen werden. Bei einem SV-Anteil zwischen 10 und 20 % liegt der Median der Zusammenbrüche bei 3.600 Kfz/h, das 0,95-Quantil bei 4.961 Kfz/h. Ist der SV-Anteil $> 20\%$, liegt der Median der Zusammenbrüche (Witterungsszenario „trocken“) bei einer Verkehrsstärke von 1.704 Kfz/h. Hier spielen vor allem die geringen Verkehrsstärken mit gleichzeitig hohen SV-Anteilen in den Nachtstunden eine große Rolle. Das 0,95-Quantil (Witterungsszenario „trocken“) liegt bei 3.233 Kfz/h. Deutliche Abminderungen zei-

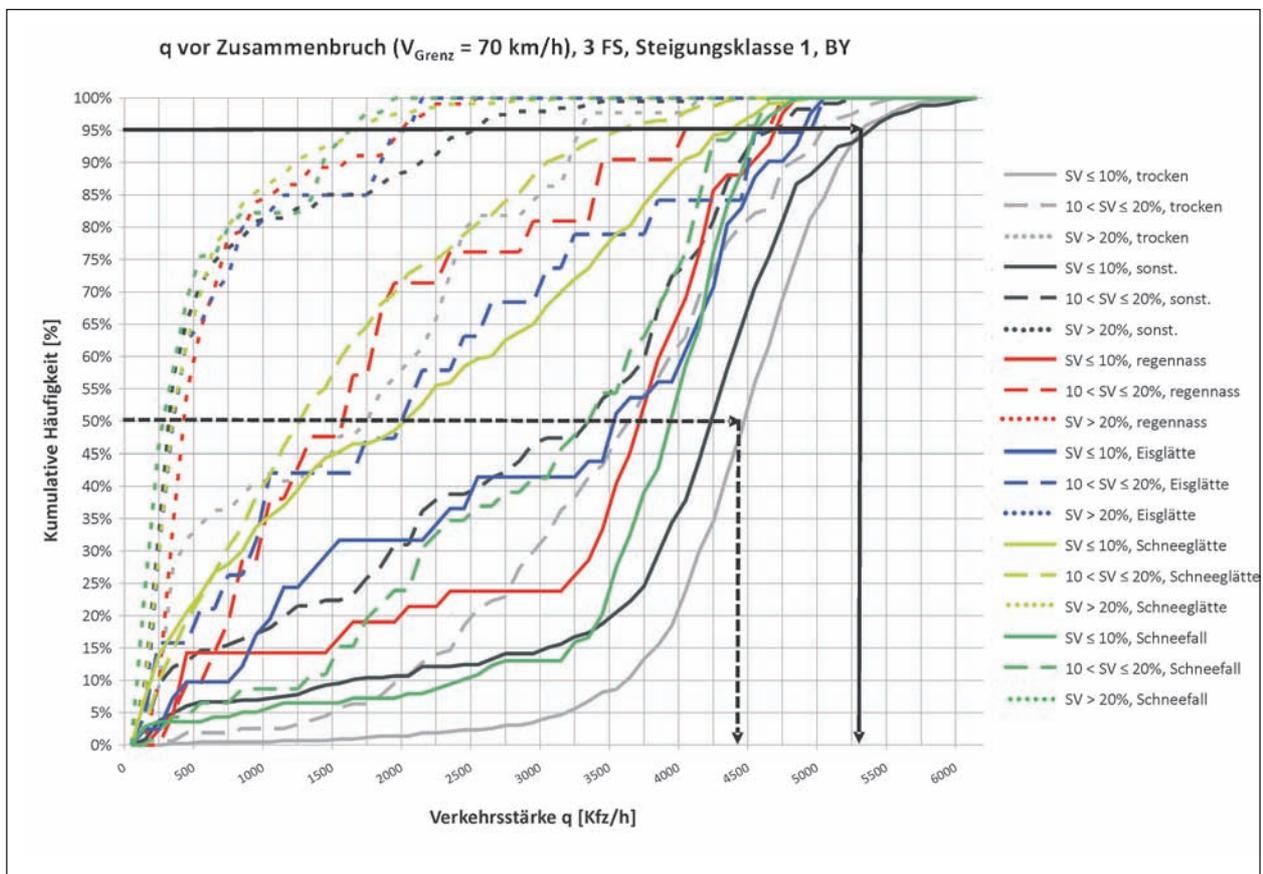


Bild 16: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 1 mit drei Fahrstreifen

gen die Werte für die unterschiedlichen Witterungsbedingungen. Zunächst ist erkennbar, dass die Unterschiede zwischen „Regen“, „Schneefall“ und „Eisglätte“ im oberen Bereich bei einem Schwerverkehrsanteil $\leq 10\%$ recht gering sind. Umso deutlicher werden allerdings die Unterschiede zwischen „Schneeglätte“ und „Schneefall“.

Bild 17 bis Bild 21 geben die Verteilungen für drei Fahrstreifen sowie Steigungsklasse 2 und 3 für Bayern wieder. Des Weiteren sind für die zweistreifigen Strecken die Verteilungen für Steigungsklasse 1 und 2 für Bayern und die Steigungsklasse 1 für Baden-Württemberg angegeben. In den anderen Bundesländern waren diese Darstellungen aufgrund der geringeren Datengrundlage nicht möglich.

Bild 22 gibt die 0,95-Quantile für die genannten Verteilungen an sowie die Mittelwerte über die 0,95-Quantile für jede Schwerverkehrsklasse. Somit können Bereiche für Rückgänge der Verkehrsstärke vor dem definierten Zusammenbruch ($v < 70\text{ km/h}$) angegeben werden. Die Rückgänge der Verkehrsstärke vor dem Zusammenbruch bei zwei- und drei-

streifigen Fahrbahnen sind bei Regen und Eisglätte jeweils relativ gleich. Bei Regen und zwei Fahrstreifen beträgt der Rückgang 5 bis 23 %, bei drei Fahrstreifen und Regen beträgt der Rückgang 9 bis 19 %. Für Eisglätte können bei zwei Fahrstreifen Rückgänge zwischen 7 und 39 % angegeben werden, bei drei Fahrstreifen und Eisglätte liegen die Rückgänge zwischen 7 und 30 %. Im Gegensatz dazu wird bei Schneeglätte ein deutlicherer Rückgang sichtbar im Vergleich zum Szenario „Schneefall“. Bei drei Fahrstreifen und Schneeglätte beträgt der Rückgang 18 bis 33 %, bei Schneefall ist ein geringerer Rückgang erkennbar, von 10 bis 26 %. Bei zwei Fahrstreifen betragen die Rückgänge bei Schneefall 18 bis 42 %, bei Schneeglätte etwas mehr, zwischen 32 und 47 %. Hieraus ist zudem erkennbar, dass die Rückgänge bei 3 Fahrstreifen im Verhältnis geringer sind als bei 2 Fahrstreifen. Auch diese Beobachtung spricht für die These einer tatsächlichen Behinderung des Verkehrsablaufes bei bestimmten Witterungsbedingungen, verstärkt möglicherweise in den Fällen, in denen nur ein Fahrstreifen neben dem vor allem von Lkw belegten rechten Fahrstreifen zur Verfügung steht.

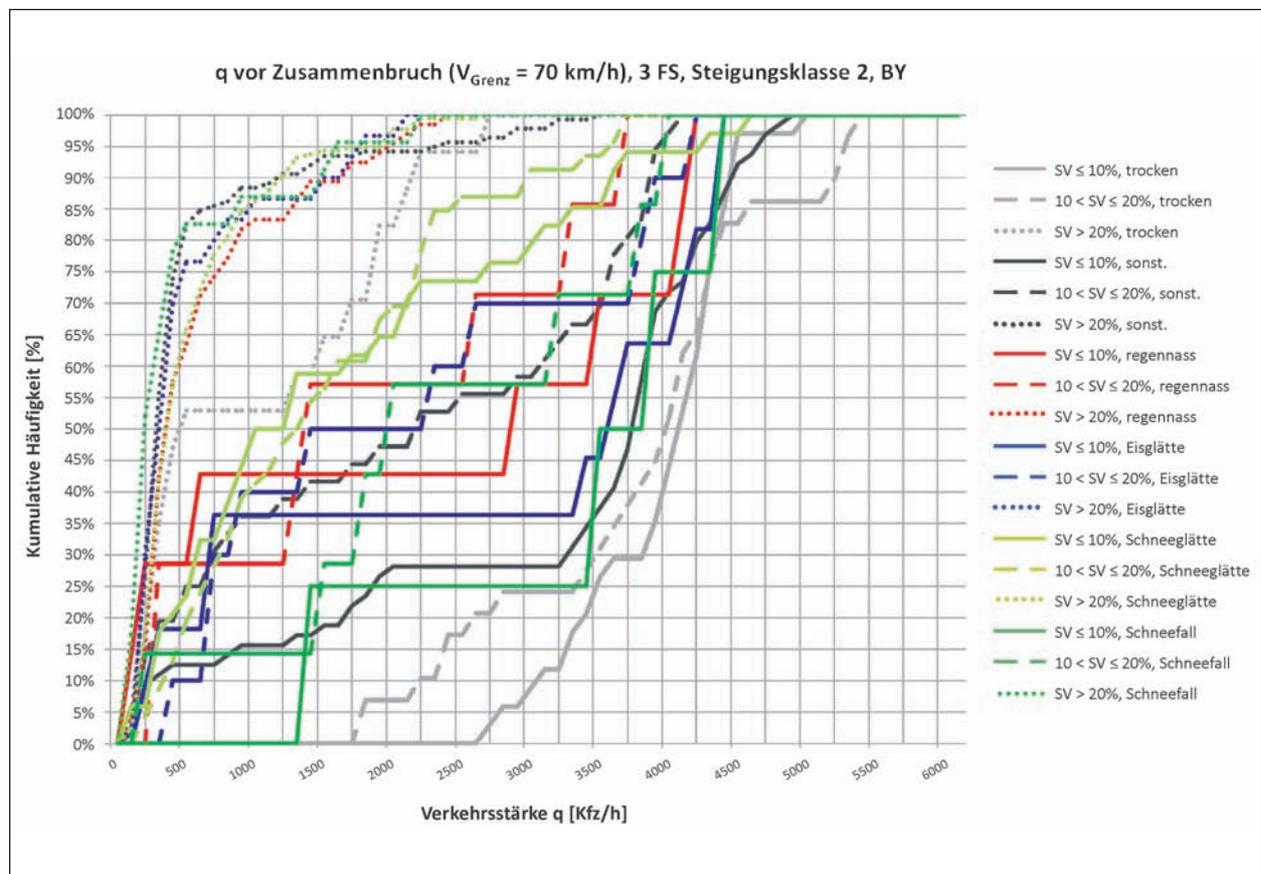


Bild 17: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 2 mit drei Fahrstreifen

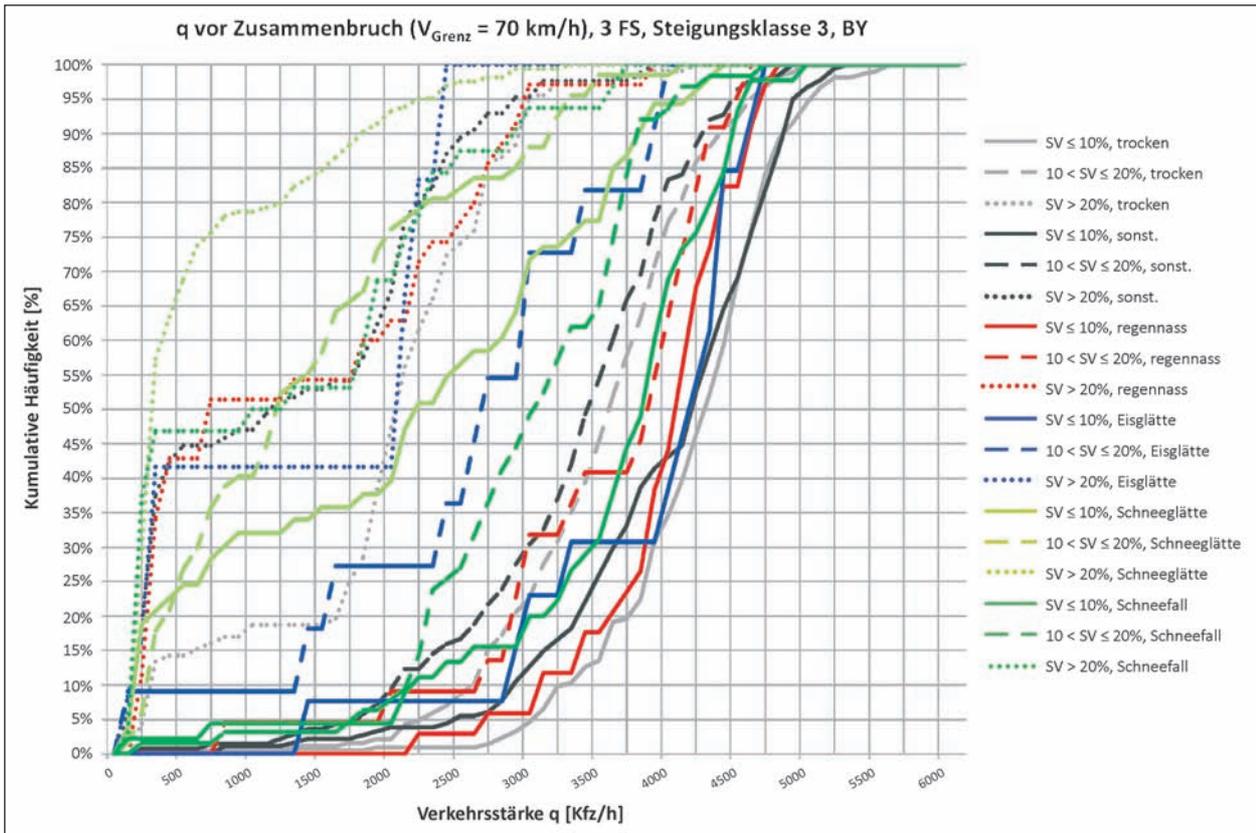


Bild 18: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 3 mit drei Fahrstreifen

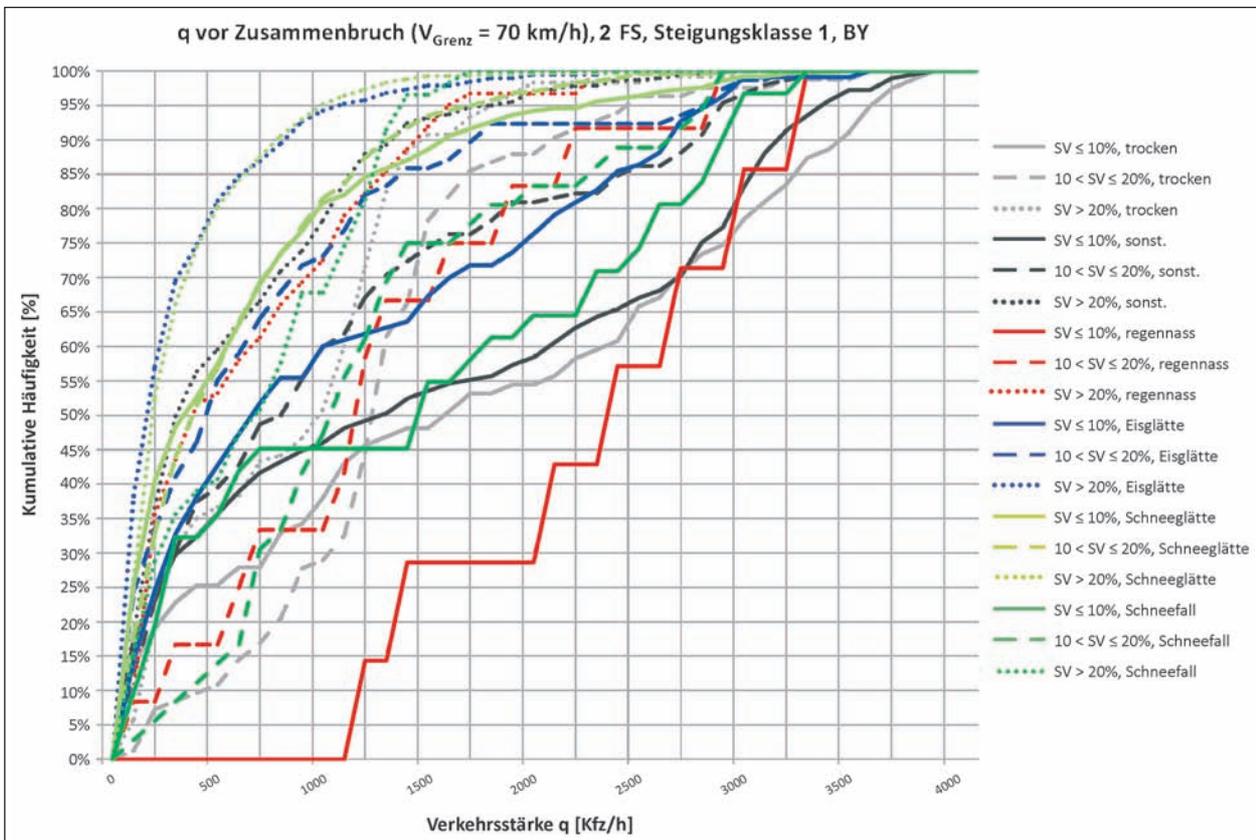


Bild 19: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 1 mit zwei Fahrstreifen

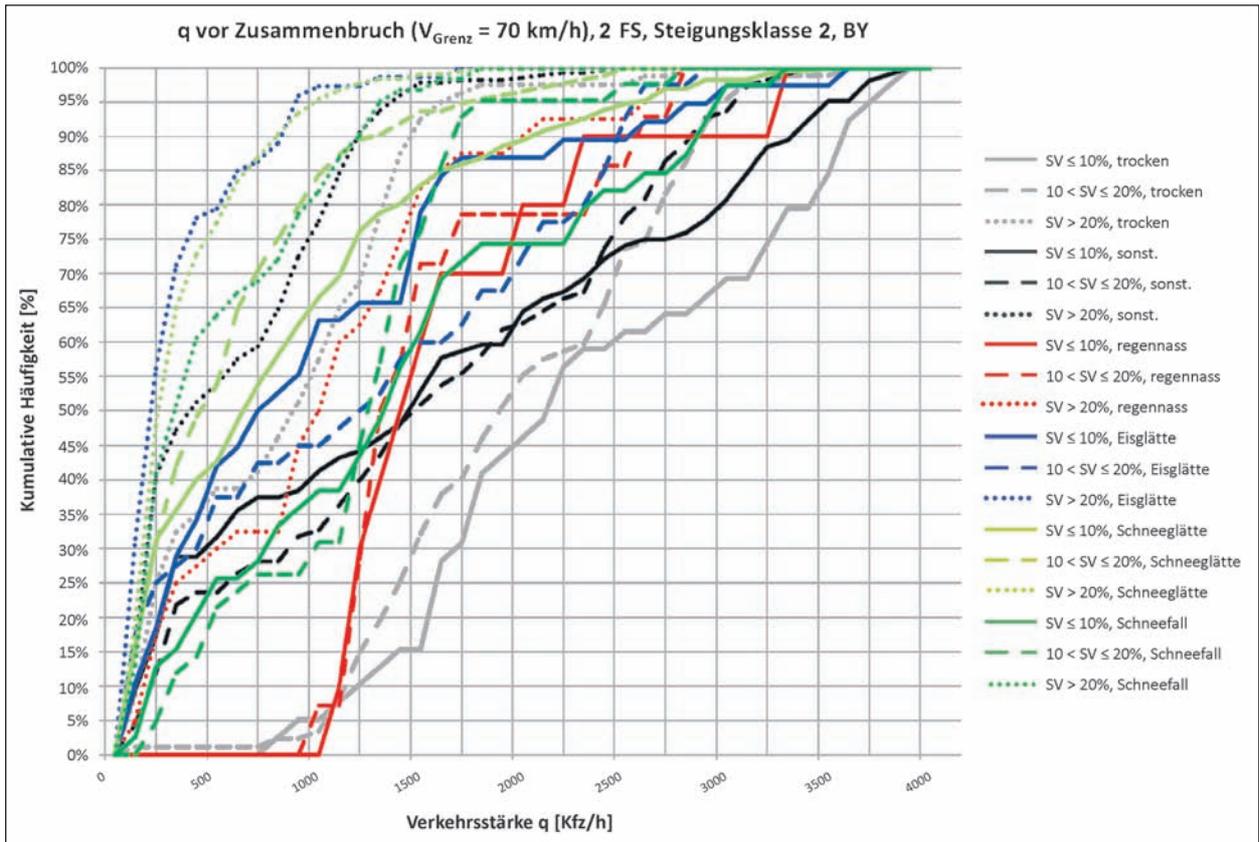


Bild 20: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Bayern für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 2 mit zwei Fahrstreifen

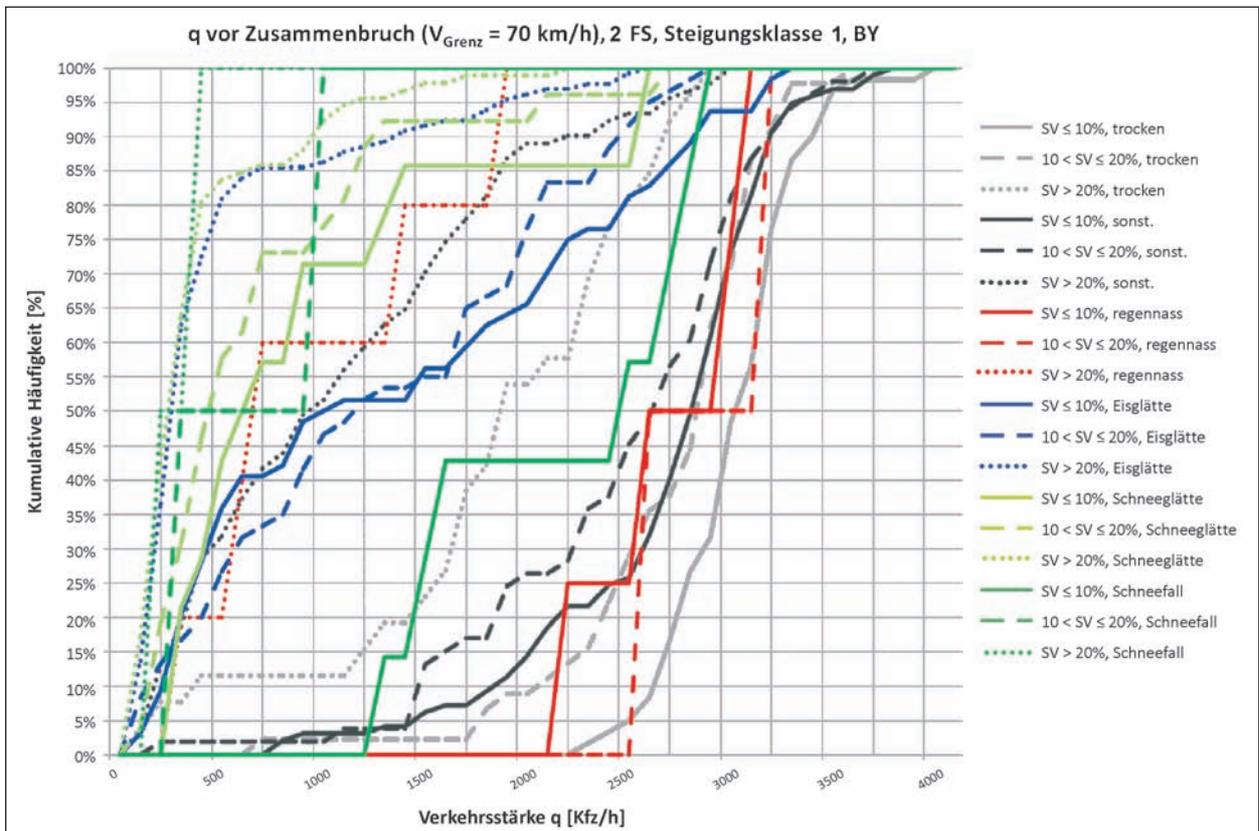


Bild 21: Verteilung der Verkehrsstärken vor dem Zusammenbruch in Baden-Württemberg für sämtliche Messquerschnitte der Steigungsklasse 1 mit zwei Fahrstreifen

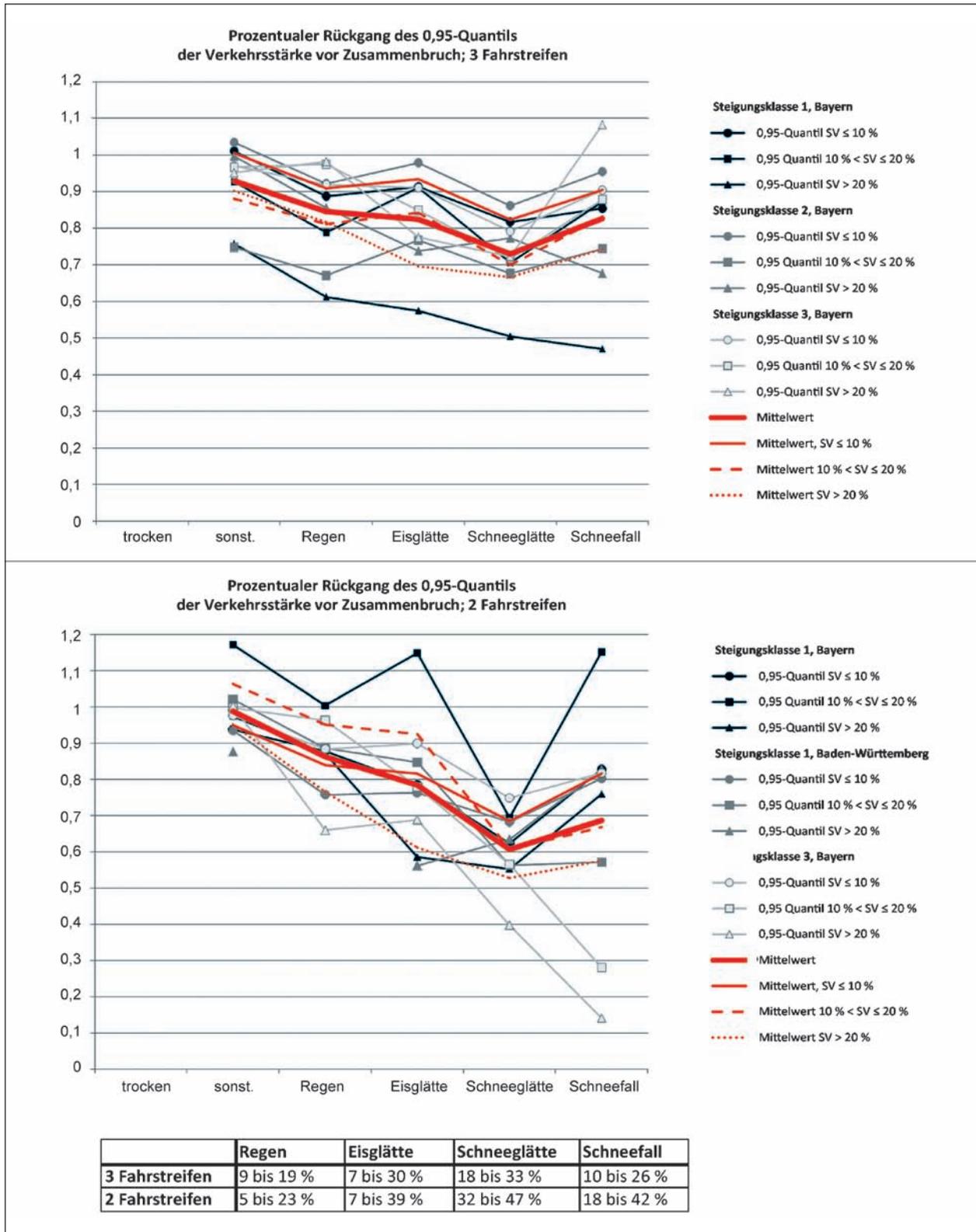


Bild 22: Prozentuale Rückgänge der Verkehrsstärke vor dem definierten Zusammenbruch bei verschiedenen Wetterszenarien

3.4 Fazit

Auch wenn verkehrstechnisch wegen der nicht vorhandenen bzw. nicht eindeutig abgrenzbaren tatsächlichen Zusammenbrüche keine Kapazitäten im eigentlichen Sinne ermittelt werden konnten, so zeigen die relativen Reduzierungen und ihre Unterscheidbarkeit sowohl hinsichtlich der Steigungsklassen als auch der Schwerverkehrsanteile und bestimmter Witterungsszenarien, dass Unter- und Obergrenzen einer Verkehrsstärkereduzierung in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen (Bild 22) angegeben werden können, die auf verkehrlich wirksame Behinderungen des Verkehrsablaufes zurückzuführen sind.

Tatsächlich belastbare Kapazitätsfestlegungen sind nur dann möglich, wenn durch sehr aufwändige Datenabgrenzung nachweisbar ist, dass Nachfragespitzen und Geschwindigkeitsrückgänge eindeutig auf verkehrliche Überlastung zurückzuführen sind.

Mit den hier dargelegten Spannen der Auswirkungen winterlicher Bedingungen ist es allerdings möglich, z. B. Dringlichkeitsreihungen von Winterdiensttätigkeiten aufgrund unterschiedlicher zu erwartender Verkehrsmengen auf verschiedenen Strecken vorzunehmen, wenn im Querschnitt bereits bei normalen Bedingungen weniger Spielraum vorliegt als prozentualer Rückgang der Verkehrsstärke zu erwarten ist.

4 Pilotstudie Blockabfertigung für Lkw

4.1 Allgemeines

Die Einrichtung von Blockabfertigungen für den Schwerverkehr im Winter kann auf Autobahnen zu einer Staureduzierung bzw. Stauvermeidung 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. quer stehende 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, quer stehende Lkw, ...) anzusehen ist, sondern als Maßnahme im Vorfeld, sodass die Gefahr solcher Situationen stark reduziert werden kann.

Die Grundlagen für die Durchführung dieser Maßnahme sowie die theoretische Vorarbeit zur Organisation wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens geleistet. Dazu gehörten u. a. zahlreiche Gespräche mit den Beteiligten vor Ort. Besonders genannt seien hier die Autobahnmeistereien, die die „Infrastruktur“ für die Maßnahme stellen und diese auch bedienen. Zudem sind sie im Rahmen des Winterdienstes wesentlich an der Maßnahme beteiligt. Aber auch die Verwaltungen, insbesondere der Verkehrsbehörde und der Autobahnpolizei, wurden von vorneherein eingebunden.

Im Folgenden werden die Vorgehensweise und die Konzepte vorgestellt, die für die zwei an der Maßnahme teilnehmenden Bundesländer (Baden-Württemberg und Bayern) erarbeitet wurden. Dabei wird zunächst theoretisch auf die grundlegenden Ideen eingegangen, die am Anfang der Idee zur Blockabfertigung entstanden sind. Danach wird anhand der in die Praxis umgesetzten Lösungen auf die unterschiedlichen Probleme und Taktiken bei der Organisation und Ausführung eingegangen. Vorab ist zu erwähnen, dass bei der Vorbereitung in beiden Bundesländern darauf geachtet wurde, dass die Maßnahme trotz unterschiedlicher Randbedingungen durch die Streckencharakteristik zur Durchführung ähnlich gestaltet wurde. Das heißt, dass z. B. in Bezug auf die Beschilderung ähnliche Konzepte und Verkehrszeichen verwendet wurden, unter anderem um Verwirrungen bei Verkehrsteilnehmern zu vermeiden, die evtl. die Blockabfertigung an beiden Pilotstrecken miterleben würden.

Die geeigneten Teststrecken für die Pilotversuche sind im Einvernehmen mit der Betreuungsgruppe festgelegt worden. Sie wurden vor allem deshalb ausgesucht, weil dort im Winter schon immer zu extremen Maßnahmen gegriffen wurde, um den Verkehr bei schwierigen Situationen in den Griff zu bekommen. Hier seien die Vollsperrung sowie das daraus teilweise resultierende Ausleiten von Verkehrern genannt. Um solche extremen und für alle Verkehrsteilnehmer unbefriedigenden Aktionen zu umgehen, ist die Idee der „Blockabfertigung für Lkw im Winter“ entstanden, um vor allem gezielter und mit insgesamt geringeren Eingriffen die Situation zu entschärfen.

4.2 Hintergrund – Gefahr blockierender/quer stehender Lkw

Die Gefahr von quer stehenden oder hängen gebliebenen Lkw im Winter, die komplette Fahrbahnen von Autobahnen stundenlang blockieren, ist immer präsent. Die Blockaden können durch „einfaches“ Hängenbleiben aufgrund des herabgesetzten Kraftschlusses (siehe Kapitel 2), der bei (schnee-)glatter Fahrbahn auftritt, entstehen. Oft werden „Hängengebliebene“ noch von anderen Lkw-Fahrern überholt, die die Situation ebenfalls unterschätzen und auf einem der Überholfahrstreifen hängen bleiben. Bei sehr schwierigen Witterungsverhältnissen kann zudem (sowohl rechtlich als auch in der gängigen Praxis) der Fokus auf der häufigeren zusätzlichen Bedienung des 1. Fahrstreifen durch den Winterdienst liegen, was die Situation weiter verschärft. § 18 Abs. 11 der StVO verbietet eine Nutzung des äußerst linken Fahrstreifens unter schwierigen Witterungsbedingungen für bestimmte Nutzergruppen: „Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 7,5 t, einschließlich ihrer Anhänger, sowie Zugmaschinen dürfen, wenn die Sichtweite durch erheblichen Schneefall oder Regen auf 50 m oder weniger eingeschränkt ist, sowie bei Schneeglätte oder Glatt-eis den äußerst linken Fahrstreifen nicht benutzen.“ Die gängige Praxis sieht jedoch häufig anders aus. Bild 23 zeigt diese Situation, aus einem Hub-schrauber aufgenommen, sehr deutlich. In diesen Fällen muss den Lkw-Fahrern in den meisten Fällen Anfahrhilfe geleistet werden, entweder durch Abschleppunternehmen, das THW oder auch die Autobahnmeistereien.



Bild 23: Fahrbahnblockade durch hängen gebliebene Lkw im Winter am 06.03.2010 am Alaufstieg (PD Göppingen, 2010)

Im Extremfall kommt der Lkw ins Schleudern und dreht sich quer zur Fahrbahn, was häufig ein Durchbrechen der Mittelschutzplanke zur Folge hat. Der Auflieger wird in diesen Fällen häufig ebenfalls quer zur Fahrbahn geschleudert, was dann, je nach Anzahl der Fahrstreifen und z. B. vorhandenem Seitenstreifen, eine Vollsperrung der Autobahn für viele Stunden in beide Fahrrichtungen bedeuten kann. Um einen solchen verunfallten Lkw zu bergen, sind viele Einsatzkräfte nötig (THW, Feuerwehr, DRK, Autobahnmeisterei, Polizei, ...), um den in sich verkeilten und verdrehten Lkw wieder zu bergen. Die Aufräum- und Reparaturarbeiten, die im Nachhinein durchgeführt werden müssen, können sich ebenfalls über ein paar Stunden hinauszögern.

Die Auswertung solcher Ereignisse gestaltet sich schwierig, da diese nicht speziell von der Polizei erfasst bzw. ausgewertet werden. Hängen gebliebene Lkw sind nicht unbedingt als verunfallt anzusehen und tauchen daher häufig in keiner Erfassung auf. Dies spiegelt sich ebenfalls in den Verkehrsmeldungen wider, die über TMC gesendet werden, ebenso in den Medien. Nicht alle Ereignisse werden erfasst und es kann somit kein kompletter Überblick über die Anzahl der liegen gebliebenen bzw. die Fahrbahn blockierenden Lkw im Winter gegeben werden. Im Folgenden zeigt eine Auswertung von Internetmedien, dass diese Problematik keinen Einzelfall darstellt und es daher notwendig ist, eine Lösung für dieses Problem zu finden. Verkehrsmeldungen sind hier nicht enthalten, da keine vollständigen Daten dafür erhoben werden konnten. Stichproben aus Verkehrsmeldungen zeigen allerdings, dass es wesentlich mehr Vorfälle von die Fahrbahn blockierenden Lkw gibt als in den Medien aufgenommen werden können. Dies bedeutet, dass die eigentliche Ziffer von verunfallten Lkw im Winter wesentlich höher liegt als hier genannt. Anhand der „News“-Recherche wurde auch oft benannt, dass Winterdienstfahrzeuge, die hinter solch einem Lkw im Einsatz waren, häufig mit den anderen Verkehrsteilnehmern stundenlang im Stau stecken geblieben sind, was unter anderem dazu führt, dass die Umlaufzeiten nicht mehr eingehalten werden und weitere Streckenabschnitte nicht mehr bedient werden können.

Tabelle 4 gibt die Auswertung der News-Recherche aus ganz Deutschland vom Winter 2007/2008 wieder. Obwohl dieser Winter als „sechstwärmster Winter seit 1901“ in die Wetterstatistik einget

(www.wetteronline.de, 2008), waren trotzdem 30 (eindeutige) Ereignisse der Art „Lkw blockiert Fahrbahn oder steht quer“ zu verzeichnen. Anhang 1.1 gibt die Ergebnisse der Winter 2008/2009 (über 70 eindeutig identifizierte Ereignisse) und 2009/2010 (knapp 130 eindeutig identifizierte Ereignisse) wieder. Insgesamt wurden daher knapp 230 Ereignisse bei der Recherche über die drei vergangenen Winter gefunden. Über die Anzahl der Ereignisse kann auch auf die „Schwere“ des Winters geschlossen werden. Beide letzten Winter waren schneereicher als der Winter 2007/2008, wobei der Winter 2009/2010 geradezu „außergewöhnlich“ war.

Des Weiteren ist anzumerken, dass es oft Ereignisse gab, die von „mehreren“ verunglückten bzw. quer stehenden Lkw berichten, und oft flächendeckend für eine Region oder auch ein Bundesland, die/das mehrere Autobahnabschnitte beinhaltet, auf denen es zu Störungen aufgrund von Lkw bei Glätte kam. D. h., die Anzahl der Meldungen spiegelt nicht die tatsächliche Anzahl der die Fahrbahn blockierenden Lkw wider, sondern nur einen Ausschnitt. Wird nun von einer mehrstündigen Rettungsaktion der verunfallten Verkehrsteilnehmer ausgegangen, kann der volkswirtschaftliche Schaden schnell in die Höhe gehen.

Winter 2007/2008			
1	A 1	zwischen AS Remscheid und AK Leverkusen	02.02.2008
2	A 1	bei Euskirchen	04.03.2008
3	A 1	Bliesheimer Kreuz	04.03.2008
4	A 1	bei Mehring	22.03.2008
5	A 19	AK Rostock	26.03.2008
6	A 23	zwischen Albersdorf und Heide (Arkebeker Berg)	25.03.2008
7	A 3	bei Siegburg	24.03.2008
8	A 3	zwischen Idstein und Bad Camberg	25.03.2008
9	A 3	NRW	26.03.2008
10	A 45	AK Olpe-Süd	25.03.2008
11	A 45	bei Olpe (15)	25.03.2008
12	A 45	zwischen Herborn und Haiger-Burbach (mehrere)	26.03.2008
13	A 45	zwischen Wetzlar und Gießen	07.04.2008
14	A 45	zwischen Münzenberg und Gießener Südkreuz (mehrere)	07.04.2008
15	A 46	zwischen Wuppertal-Sonnborn und Haan-Ost	02.02.2008
16	A 48	Kreuz Koblenz	07.04.2008
17	A 5	Wetterau zwischen Alsfeld-West und Grünberg	07.04.2008
18	A 52	bei Essen-Rüttenscheid	02.02.2008
19	A 553	bei Bliesheim (zwei)	04.03.2008
20	A 6	zwischen AS Amberg-Süd und Alfeld (beide FR)	17.04.2008
21	A 61	zwischen AS Emmelshausen und AS Buchholz	04.03.2008
22	A 61	Kreuz Meckenheim	04.03.2008
23	A 61	bei Blankenheim	04.03.2008
24	A 7	zwischen Schleswig und Flensburg	13.03.2008
25	A 7	Hannover Münden	25.03.2008
26	A 7	bei Oberkochen	26.03.2008
27	A 7	bei Schuby (Kreis Schleswig-Flensburg)	26.03.2008
28	A 7	bei Gollnhofen	26.03.2008
29	A 7/A 6	Kreuz Feuchtwangen	26.03.2008
30	A 73	bei Wendelstein	26.03.2008

Tab. 4: Ergebnisse der Internet-Newsrecherche über Fahrbahnblockaden durch Lkw aufgrund winterlicher Fahrbahnbedingungen für Deutschland in der Wintersaison 2007/2008

4.3 Vorstellung der Pilotstrecken

Die genaue Untersuchung der Streckencharakteristik ist bei der Blockabfertigung unumgänglich. Ebenso sind verschiedene Randbedingungen bei der Durchführung der Blockabfertigung zu beachten, die je nach Lage eines Streckenabschnittes oder der Ausrüstung z. B. der Autobahnmeisterei vor Ort sehr unterschiedlich ausfallen können und nicht pauschal auf andere mögliche Einsatzorte für die Blockabfertigung angewandt werden können.

Grundlegend für die Auswahl der Versuchsstrecken waren eine ausreichend hohe Längsneigung (siehe Kapitel 4.4.1 „Längsneigung“) sowie eine ausreichend hohe Wahrscheinlichkeit für (ergiebige) Schneefälle im Winter. Dabei wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Auswahl der Strecken nicht im Kontext stand mit der Arbeit der Autobahnmeistereien oder den Autobahnpolizeirevieren vor Ort und diese unbedingt eine Unterstützung im Winterdienst erhalten mussten. Im Gegenteil, es konnten hier aufgrund der langjährigen Erfahrung der Beteiligten wichtige Erkenntnisse in Bezug auf der Winterdienst und dessen Durchführung sowie das allgemeine Verkehrsgeschehen im Winter gewonnen werden, die mit in die Organisation der Blockabfertigung einfließen konnten.

Bild 24 gibt die Lage der Versuchsstrecken wieder. Es handelt sich in Baden-Württemberg um die Versuchsstrecke Aichelberg (Autobahnmeisterei Kirchheim/Teck)/Albauftstieg (Autobahnmeisterei Ulm/Dornstadt) auf der BAB A 8 in Fahrtrichtung München. In Bayern wurde der Streckenabschnitt zwischen Chiemsee und Bad Reichenhall (Bundesgrenze zu Österreich) im Verantwortungsbereich der Autobahnmeisterei Siegsdorf in beide Fahrrichtungen ausgewählt.

4.3.1 BAB A 8 Ost, Bayern

Der Streckenabschnitt, auf dem die Pilotmaßnahme durchgeführt werden sollte, weist zunächst die Randbedingung „Bereich mit hohen Längsneigungen“ auf (siehe Kapitel 4.4.1). Zudem konnten auch hier schon querstehende bzw. hängen gebliebene Lkw im Winter festgestellt werden. Es handelt sich hierbei um den Bereich der AM Siegsdorf am Angerer Berg bzw. Teisenberg sowie am Reichhauser Berg zwischen den AS Anger und Grabenstätt (siehe Bild 6 zur Gradiente). Die Blockabfertigung war hier in beiden Fahrrichtungen vorgesehen. Der Querschnitt ist fast durchgehend zweistreifig ohne



Bild 24: Lage der Pilotstrecken zur Blockabfertigung für Lkw im Winter (Kartenhintergrund KÜHNEN (2006))

Seitenstreifen. Der Mittelstreifen ist teilweise sehr schmal, sodass eine Beschilderung dort nicht errichtet und somit nur einseitig aufgestellt werden kann.

4.3.2 BAB A 8 am Aichelberg

Auf der BAB A 8 in Fahrtrichtung München sind auf dem Streckenabschnitt, der für die Blockabfertigung vorgesehen ist, keine Querschnittsänderungen vorhanden. D. h., es stehen zur Blockabfertigung immer 3 Fahrstreifen (mit Seitenstreifen) zur Verfügung.

Die einzelnen Festlegungen für diesen Streckenabschnitt sind den folgenden Kapiteln zu entnehmen.

4.4 Untersuchte Randbedingungen und vorbereitende Maßnahmen

4.4.1 Obligatorische Randbedingungen

Längsneigung

Nach den Untersuchungen von CYPRA (2007) stellte sich deutlich heraus, dass sich die Fälle „querstehender Lkw“ bzw. „Fahrbahnblockade

durch Lkw“ im Winter hauptsächlich auf Streckenabschnitten ereignen, deren Längsneigung bei 4 % oder mehr liegt. Zudem zeigen vorhergehende Untersuchungen von ROOS et al. (1997) und HORCH (1997) eine negative Beeinflussung des Verkehrsflusses durch Längsneigungen größer als 4 % und Schwierigkeiten bei der Durchführung des Winterdienstes

Daher wurden für das Pilotprojekt „Blockabfertigung für Lkw im Winter“ neuralgische Streckenabschnitte als Steigungsstrecken mit Längsneigungen größer 4 % definiert, da hier die Gefahr blockierender Lkw im Winter besonders hoch ist.

Diese Randbedingung ist an beiden schon vorgestellten Untersuchungsstrecken erfüllt.

Fahrstreifen, Seitenstreifen, Aufstaubereich

Der erste Gedanke bei der Vorbereitung zur Blockabfertigung beruhte auf der Annahme, dass die sicherste Ausführung der Blockabfertigung bei drei Fahrstreifen mit zusätzlichem Seitenstreifen erwartet werden kann. Hintergrund war hier die mögliche Abgrenzung des Lkw- und Pkw-Verkehrs durch Sperrung des 1. Fahrstreifens, bei einem Anhalten der Lkw auf dem Seitenstreifen. Der erste Fahrstreifen könnte so die Funktion des wegfallenden Seitenstreifens übernehmen. Dadurch wäre eine Funktion als Rettungsgasse oder Fahrstreifen für

den Betriebsdienst, für Pannenhelfer und/oder die Polizei möglich.

Um den Seitenstreifen allerdings (vor allem für den Schwerverkehr) nutzen zu können, sind einige Bedingungen einzuhalten. So soll der Seitenstreifen mindestens eine Breite von 3,50 m aufweisen und einen nicht verminderten Aufbau nach RStO (2001) (LEMKE et al. 2001).

Da viele potenzielle Streckenabschnitte allerdings nicht über einen ausreichend ausgebauten Seitenstreifen verfügen, ist auch die Nutzung des 1. Fahrstreifens als Aufstaubereich in der Voruntersuchung betrachtet worden, sowohl im dreistreifigen als auch im zweistreifigen Bereich. Die Vorteile hierbei sind, dass eine komplizierte Beschilderung (VZ 223.1 bis 223.2 „Befahren des Seitenstreifens“, StVO 2010) aufgrund der nicht vorhandenen Seitenstreifenmitbenutzung vermieden werden kann. Dies kann im Wesentlichen dazu beitragen, Unverständlichkeiten bei den Verkehrsteilnehmern zumindest teilweise vorzubeugen, die vor allem schon erhöhte Konzentration aufweisen müssen aufgrund der winterlichen Fahrbahn- und Umfeldbedingungen.

In Bayern sind im vorgesehenen Streckenabschnitt pro Fahrtrichtung zwei Fahrstreifen ohne Seitenstreifen vorhanden, womit sich die Diskussion über die Nutzung des Seitenstreifens gar nicht erst ergeben hat.

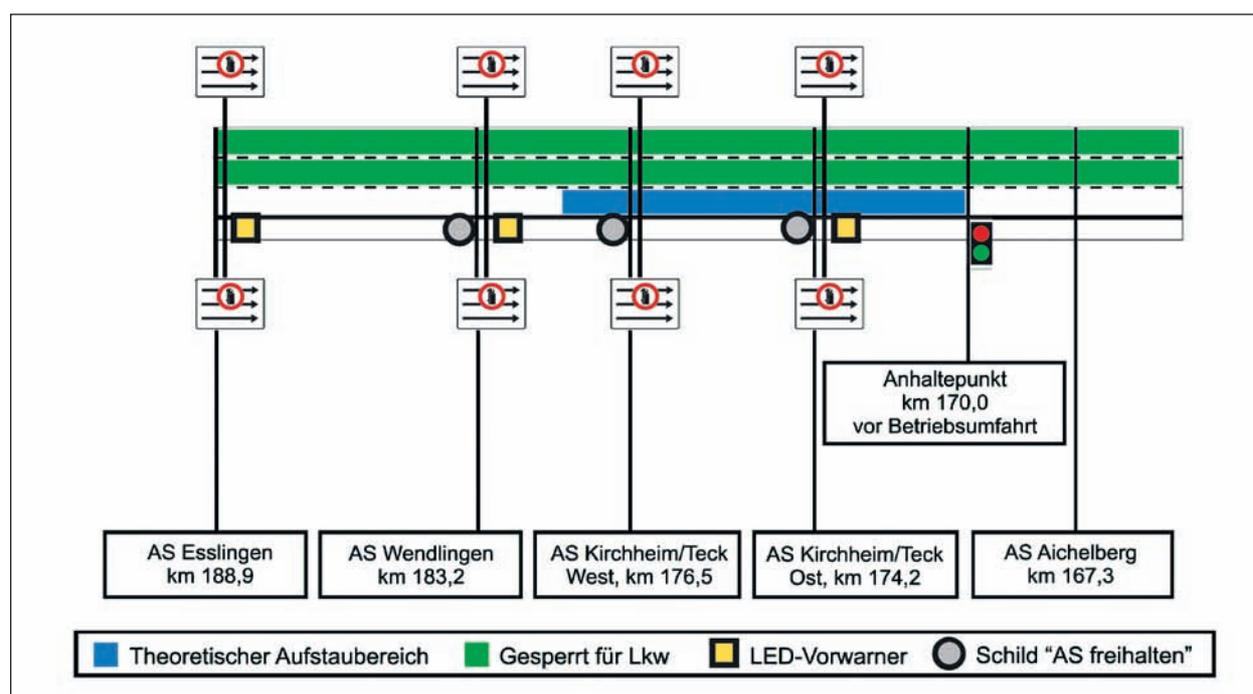


Bild 25: Schemaskizze zum Beschilderungskonzept „Blockabfertigung“ in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg ist der 1. Fahrstreifen aufgrund der erworbenen Erkenntnisse aus Simulationen und ebenfalls wegen der einfacheren (und günstigeren) Möglichkeit zur Beschilderung als Aufstaubereich gewählt worden. Ein genauer Überblick über die Simulationsvarianten ist in Kapitel 4.5 wiedergegeben.

Anhaltezeit

Bei den anfänglichen Überlegungen über die Anhaltezeit der Lkw ist in verschiedenen Diskussionen mit den Beteiligten vor Ort beschlossen worden, die Lkw für nicht länger als ca. 10 Minuten anzuhalten. Zum einen benötigt ein vorgehaltenes Winterdienstfahrzeug am Anhaltepunkt (Betriebsumfahrt oder Anschlussstelle) nicht mehr Zeit, um auf die Autobahn einzufahren. Zum anderen werden laut Aussagen der Beteiligten vor Ort vor allem die Lkw benötigt, um das Streusalz noch besser auf der Fahrbahn zu verteilen. Auch HAUSMANN (2009) gibt an, dass der Verkehr einen erheblichen Einfluss auf die Verteilung des Streusalzes hat. Eine recht gut durch den Winterdienst bediente Fahrbahn ist daher zu erwarten, wenn die Lkw unmittelbar hinter den Winterdienstfahrzeugen herfahren.

Ebenfalls kann bei kürzeren Anhaltezeiten eine erhöhte Akzeptanz der Lkw-Fahrer in Bezug auf das Fahrverbot auf den linken Fahrstreifen im Zuge der Sperrung angenommen werden.

Wetterbeobachtung (GMA, SWIS)

Einer der wichtigsten Punkte für die erfolgreiche Durchführung der Blockabfertigung im Bereich der vorgesehenen neuralgischen Streckenabschnitte ist eine sorgfältige Überwachung des Wetters und Kenntnisse über die aktuellen Fahrbahnzustände. Hierzu stehen verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung, die bereits erfolgreich zur Unterstützung des Winterdienstes eingesetzt werden. Dazu gehören:

- Glättemeldeanlagen (GMA),
- Niederschlagsradarbilder,
- Straßenwettervorhersagen aus dem SWIS (Straßenwetterzustands- und Informationssystem des DWD, siehe hierzu Kapitel 2.2).

Kombiniert mit Streckenkontrollen und ggf. Videokameras oder Webcams geben diese Hilfsmittel eine detaillierte und räumlich differenzierte Möglich-

keit, Kenntnis über den Wetterverlauf bzw. den Straßenzustand aktuell, aber auch in kurz- und langfristiger Voraussicht zu erhalten.

Die in Bayern im Bereich der Blockabfertigung zuständige AM Siegsdorf verfügt zusätzlich zum Zugriff auf das SWIS-System des Deutschen Wetterdienstes (DWD) über einen Zugriff auf das WIIS-System („Weather Image Information Systems“) der TU Graz in Österreich, das ebenfalls ein Wetterinformations- und Frühwarnsystem darstellt.

Auswahl der Anhaltepunkte

Die Anhaltepunkte, die für die Blockabfertigung vorgesehen wurden, sollten entweder an einer geeigneten Anschlussstelle oder einer Betriebsumfahrt für Autobahnmeistereien liegen. Geeignet heißt, dass diese Einfahrt noch nicht im Steigungsbereich liegen, aber auch nicht zu weit davon entfernt sein sollte. Die Lkw sollen unmittelbar vor dieser Einfahrt gestoppt werden, damit die an der Einfahrt bereitstehenden Winterdienstfahrzeuge direkt und ohne Behinderung auf die Autobahn auffahren können.

Der Anhaltepunkt, der bei den Besprechungen in Baden-Württemberg für die Pilotmaßnahme ausgewählt wurde, liegt kurz vor der Betriebsumfahrt Weilheim/Teck vor der AS Aichelberg bei km 170 in Fahrtrichtung München. Das heißt, er liegt in einem Bereich, unmittelbar bevor der lange Steigungsbereich zum Aichelberg beginnt. Bild 25 gibt skizzenhaft die Lage des Anhaltepunktes in Baden-Württemberg sowie das allgemeine Beschilderungskonzept wieder.

In Bayern lag der Anhaltepunkt in Fahrtrichtung Salzburg bei km 90 kurz vor der AS Grabenstätt, In Fahrtrichtung München lag der Anhaltepunkt kurz vor der Behelfsausfahrt Anger bei km 117 und dem Steigungsbereich des Angerer Bergs.

Bild 26 und Bild 27 zeigen den Anhaltepunkt in Bayern an der AS Grabenstätt sowie den Anhaltepunkt in Baden-Württemberg an der Betriebsumfahrt Weilheim am Aichelberg.

Durchführung des Anhaltevorgangs

Der eigentliche Anhaltevorgang darf in beiden Bundesländern ausschließlich von der Polizei in Absprache mit der zuständigen Autobahnmeisterei durchgeführt werden und wurde vorher mit einer verkehrsrechtlichen Anordnung genehmigt.

Denkbar wäre theoretisch auch ein Anhalten mit Hilfe einer LZA (Lichtzeichenanlage). Laut der Verwaltungsvorschrift der StVO (VwV-StVO, 2010) zu § 37 gilt allerdings, dass auf Straßenabschnitten, die mit mehr als 70 km/h befahren werden dürfen, LZA nicht eingerichtet werden sollen. Sonst ist die Geschwindigkeit durch Zeichen 274 der StVO („Zulässige Höchstgeschwindigkeit“) in ausreichender Entfernung zu beschränken.

An Tunneln wird laut den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT, 2006) bei der Mindestausstattung eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h zugelassen, trotz der angebrachten LZA für den Fall von Störungen. Dies ist durch das allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 10/2206 des BMVBS genehmigt und muss für evtl. andere Einsätze auf Bundesautobahnen neu geprüft und ggf. verkehrsrechtlich angeordnet werden. Bei einem Einsatz einer LZA im Rahmen der Blockabfertigung für Lkw müsste daher darauf geachtet werden, dass ein sog. Geschwindigkeitstrichter mit Geschwindig-



Bild 26: Anhaltepunkt zur Blockabfertigung in Bayern an der AS Grabenstätt in Fahrtrichtung Ost (Salzburg)

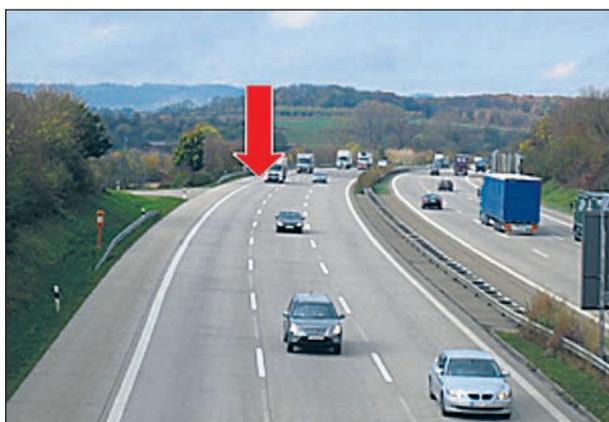


Bild 27: Anhaltepunkt zur Blockabfertigung in Baden-Württemberg an Betriebsumfahrt Weilheim am Aichelberg, Fahrtrichtung Ost (München)

keitsstufen von max. 40 km/h zum Anhaltepunkt hinführt (VwV-StVO zu Zeichen 274 „zulässige Höchstgeschwindigkeit“). Dies kann bei der Blockabfertigung für Lkw im zeitlichen Vorlauf auch so mit eingeplant werden, was im Allgemeinen der Verkehrssicherheit dienlich ist, im Gegensatz zu meist sehr plötzlich auftretenden Sperrungen aufgrund von Tunnelstörungen.

Beschilderungskonzept

Im Allgemeinen ist eine klar strukturierte Signalisierung für die Blockabfertigung anzustreben. Von Vorteil können sein:

- Überkopfbeschilderung,
- Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA),
- per Funk oder Mobiltelefon durch die Autobahnmeisterei bedienbare Wechselwegweiser (WWW) an beiden Fahrbahnrandern.

Die bauliche Abtrennung des Aufstaubereiches zur eigentlichen Richtungsfahrbahn, wie sie in der Schweiz bereits vorhanden ist (siehe Bild 28), ist auf deutschen Autobahnen in Anbetracht der größeren benötigten Länge des Aufstaubereiches und aufgrund der höheren Verkehrsmengen nicht zu empfehlen. Jedoch wäre es denkbar, ein Beschilderungskonzept, welches ähnlich dem Schweizer Konzept ist, auch in Deutschland anzuwenden. Bild 29 gibt die Beschilderung der Zuflussregelung für Lkw („Tröpfchenzählersystem“) im Vorlauf des Gotthardtunnels in der Schweiz wieder.

Die Überkopfbeschilderung wurde zunächst für Brückenbauwerke angedacht. Da im Bereich der Blockabfertigung jedoch nicht genug zur Verfügung stehen, wurde diese Art der Beschilderung nicht weiter verfolgt. VBA haben einen großen Nutzen hinsichtlich der Verkehrssteuerung bzw. -lenkung



Bild 28: Baulich zur Fahrbahn abgetrennter Aufstaubereich in der Schweiz (MEIER, 2007)



Bild 29: Beschilderung zur Blockabfertigung in der Schweiz (MEIER, 2007)

und somit des Verkehrsablaufs (BRILON, 2005). Durch ihre schnelle Schaltbarkeit können sie zügig zu einer Harmonisierung des Verkehrs beitragen. Zudem sind die über Kopf angebrachten Tafeln (aus LED oder Lichtfaser-Matrizen) von allen Verkehrsteilnehmern gut zu erkennen und für die Maßnahme Blockabfertigung daher sehr gut zu verwenden. Allerdings sind sie nicht zwingend notwendig, da die Beschilderung auch mit Prismenwendern an beiden Fahrbahnrandern oder auch nur mit mobilen Vorwarntafeln geschehen kann.

Für die Pilotmaßnahme wurde in beiden Bundesländern keine VBA in Betracht gezogen, da sich keine geeignete am vorgesehenen Ort befand und zudem der finanzielle Aufwand für einen Neubau zu groß gewesen wäre. Die in Bayern schon vorhandene VBA im Bereich der AM Siegsdorf konnte direkt für die Maßnahme ebenfalls nicht herangezogen werden, da sie bereits im Steigungsbereich liegt. Zur Ankündigung der Blockabfertigung muss allerdings im ebenen Bereich bereits ausreichend beschildert werden, da sich der Anhaltepunkt jeweils vor dem Steigungsbereich befindet.

Zur Beschilderung wurden daher in beiden Bundesländern das 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) als Prismenwender ausgeführt für den Einsatz bei der Blockabfertigung ge-

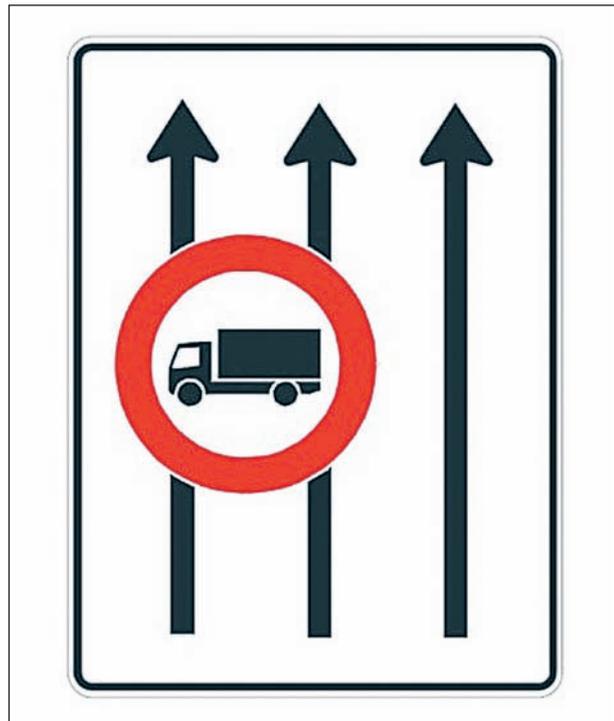


Bild 30: VZ 521-31 („Fahrstreifentafel mit Angabe von 3 Fahrstreifen“) mit dem VZ 253

wählt (siehe Bild 30). Diese sind per GSM-Steuerung (d. h. per Mobiltelefon) bedienbar. Als Rückfallebene, falls das Handy-Netz zusammenbrechen sollte, sind ebenfalls Funksender installiert. So können die Prismenwender beim Vorbeifahren per Fernbedienung geschaltet werden.

Zusätzlich zu den Prismenwendern wurden als Übergangslösung für den Pilotversuch frei programmierbare fahrbare LED-Vorwarner am rechten Fahrbahnrand vorgesehen. Durch die LED-Technik sind diese auch aus größerer Entfernung und bei schlechteren Witterungsbedingungen noch gut zu erkennen. Zudem ist es durch die freie Programmierbarkeit dieser Vorwarner möglich, eine sinnvolle Abbildung für die Blockabfertigung wiederzugeben, die den Verkehrsteilnehmern den Ablauf dieser Maßnahme näherbringt. Die Entwürfe zu den Anzeigen sind in Bild 31 zu sehen. Die realen, extra für den Versuch programmierten Schaltungen dieser LED-Vorwarner sind in Bild 32 zu sehen. Die zwei verschiedenen Schaltungen im unteren Bereich sollen generell im Wechsel angezeigt werden. Die Pkw-Piktogramme auf den inneren Fahrstreifen sollen in Fahrtrichtung animiert, also immer in Bewegung sein. Für die Lkw-Piktogramme war geplant, diese einzeln an die Stopp-Beschilderung heranfahren zu lassen, um eindeutig anzuzeigen, dass diese aufgefordert werden anzuhalten, der

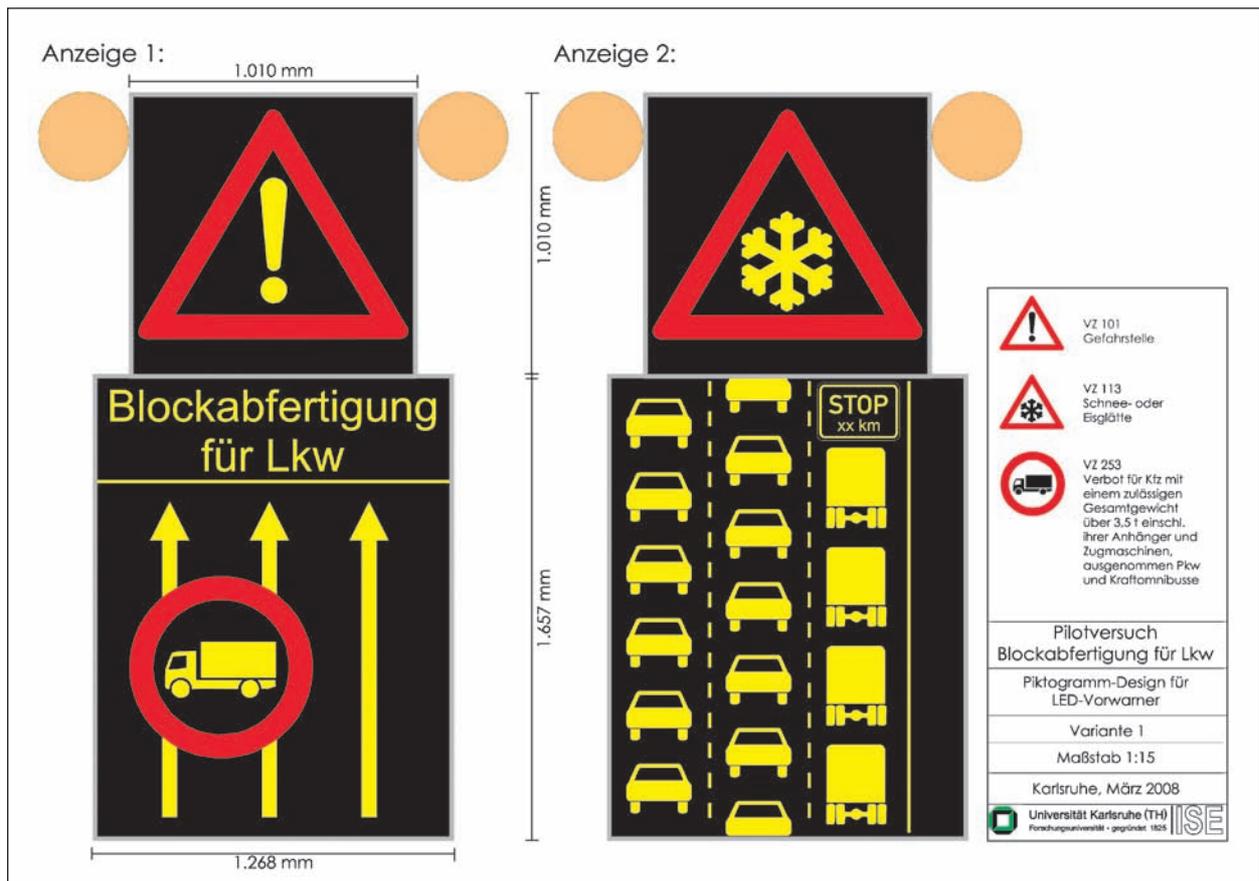


Bild 31: Entwurf des LED-Vorwarmer zur Durchführung der Blockabfertigung für Lkw



Bild 32: Programmierungsvarianten der realen LED-Vorwarmer zum Einsatz bei der Blockabfertigung

Pkw-Verkehr jedoch befugt ist weiterzufahren. Dies war programmiertechnisch jedoch nicht lösbar, weshalb die Lkw „statisch“ vor der Stopp-Beschilderung stehend angezeigt werden, die Pkw jedoch „weiterfahren“. Bild 33 zeigt den Einsatz der Prismenwender und der LED-Vorwarmer in der sog. „Stufe 1“ zur Blockabfertigung am Morgen des 29.01.2010 (siehe hierzu auch Kapitel 4.6.1). D. h., nur der obere Teil des LED-Vorwarmer ist in Betrieb und zeigt abwechselnd das VZ 277 nach StVO („Überholverbot für Kfz mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 t einschließlich ihrer Anhänger, und Zugmaschinen, ausgenommen Personenkraftwagen und Kraftomnibusse“) und VZ 113 nach



Bild 33: Einsatz der Prismenwender und der LED-Vorwarmer in der sog. „Stufe 1“ zur Blockabfertigung am Morgen des 29.01.2010 in Baden-Württemberg

StVO („Schneeglätte- und Eisglätte“). Es kann festgestellt werden, dass die LED-Zeichen vor allem auch bei schlechten Witterungsbedingungen gut zu erkennen sind und somit auch eine gewisse Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer sicherstellen.

Das jeweils komplette Beschilderungskonzept für beide Bundesländer ist in Anhang 1.5 wiedergegeben. In beiden Bundesländern sind die Prismenwender im Zuge der Blockabfertigung installiert worden. In Baden-Württemberg wurden zusätzlich noch 2 neue LED-Vorwarner im Rahmen der Maßnahme beschafft.

Die LED-Vorwarner werden in Baden-Württemberg und Bayern gleichermaßen eingesetzt. Folgende Standorte waren vorgesehen:

In Baden-Württemberg:

nach den Einfahrten der

- AS Esslingen (km 188,9),
- AS Wendlingen (km 183,2) und
- AS Kirchheim/Teck-Ost, (km 174,2).

Hier wurden zusätzliche Stellflächen neben dem Seitenstreifen hergerichtet, um diesen nicht unnötig zu blockieren und um ggf. das Durchkommen von Rettungsfahrzeugen o. Ä. noch zu ermöglichen.

In Bayern:

- FR München, km 122,100,
- FR Salzburg, km 77,200.

Bereich der Anschlussstellen

In beiden Bundesländern standen die Anschlussstellen von Anfang an in der Hinsicht in der Diskussion, ob sie während der Maßnahme gesperrt oder offen gehalten werden sollen. Beide Bundesländer haben unterschiedlich darauf reagiert und die Maßnahme daraufhin angepasst.

In Bayern sollen die Anschlussstellen „sich selbst überlassen“ werden. D. h., es ist damit zu rechnen, dass die Lkw mit hoher Wahrscheinlichkeit die Anschlussstellen blockieren werden und so ein Aus- bzw. Einfahren von anderen Verkehrsteilnehmern verhindert wird, was dem oft überlasteten nachgeordneten Netz in solchen schwierigen Situationen dienlich ist.

In Baden-Württemberg sollen die Ein- und Ausfahrten der Anschlussstellen sowohl auf der Autobahn

als auch im nachgeordneten Netz frei gehalten werden. Hierfür wurden zusätzliche Prismenwender installiert, die die Verkehrsteilnehmer darauf aufmerksam machen sollen. Sie sind an folgenden Standorten am rechten Fahrbahnrand in Fahrtrichtung Ost (München) aufgestellt worden, jeweils kurz vor der Ausfahrt der

- AS Wendlingen (km 184,000),
- AS Kirchheim/Teck-West (km 176,680),
- AS Kirchheim/Teck-Ost (km 174,550).

Bild 34 zeigt den Entwurf der Anzeige des Prismenwenders.

Ebenfalls in Baden-Württemberg wird bei diesen Auffahrten zur Anschlussstelle im nachgeordneten Netz zu Beginn des Winters Absperrmaterial bereitgelegt, das im Ernstfall von den Mitarbeitern der Autobahnmeisterei oder der umliegenden Polizei-



Bild 34: Entwurf des Prismenwenders zur Freihaltung der Anschlussstellen im Aufstaubereich der Blockabfertigung, Baden-Württemberg



Bild 35: Vorgehaltenes Absperrmaterial zum Sperren der Anschlussstellen im Aufstaubereich der Blockabfertigung, Baden-Württemberg

dienststellen aufgestellt wird und somit ein Auffahren auf die Autobahn verhindert.

Bild 35 zeigt das vorgehaltene Absperrmaterial an der AS Kirchheim Teck/Ost am Fuß der Auffahrt in Fahrtrichtung München (km 174,2 der BAB A 8).

Geschwindigkeitsbeschränkung

In Baden-Württemberg ist in den Gesprächen mit den Beteiligten vor Ort keine Beschränkung der Geschwindigkeit im Zuge der Blockabfertigung für Lkw vorgesehen worden. Es besteht die Auffassung, dass sich die Geschwindigkeit bei bestimmten Witterungsverhältnissen selbst regelt.

In Bayern auf der BAB A 8 Ost wird bei starken winterlichen Witterungsbedingungen eine Geschwindigkeitsbeschränkung bis auf 60 km/h im Zuge der bereits vorhandenen VBA vorgenommen. Dies soll ebenfalls bei der Blockabfertigung so gehandhabt werden. Zusätzliche geschwindigkeitsreduzierende Beschilderungen werden nicht vorgenommen.

Information über Radio/Funk

Mit Rundfunkdurchsagen über das Radio ist eine große Zahl an Verkehrsteilnehmern zu erreichen. Die Kraftfahrzeugführer sollten möglichst rechtzeitig vor einer Maßnahme wie der Blockabfertigung informiert werden, damit sie sich auf die eher ungewöhnliche Situation einstellen können. Zudem besteht die Chance, dass Fahrten bis nach der Maßnahme verschoben werden und somit die Verkehrsnachfrage sinkt, was dem Verkehrsfluss im Allgemeinen, gerade bei winterlichen Bedingungen, helfen kann. Vorgefertigte Texte zum Hinterlegen bei den Radiosendern sind hier zu empfehlen.

Für eine Freitextmeldung zur Durchsage im Radio wurde in Baden-Württemberg folgender vom Verkehrswarndienst formulierte Text erstellt:

„Vor der Steigungsstrecke am Aichelberg zeitweise Blockabfertigung für Lkw während der Schneeräumung. Für Lkw gilt während der Blockabfertigung: ab der AS Esslingen nicht überholen; auf dem rechten Fahrstreifen einreihen; Ein- und Ausfahrten unbedingt frei halten. Die Weiterfahrt wird durch die Polizei geregelt. Der Pkw-Verkehr ist von der Blockabfertigung nicht betroffen.“

Ebenso ist eine für TMC (siehe Kapitel 5.2) kodierbare Meldung verfasst worden, die in entsprechenden Endgeräten, wie Navigationsgeräten, wiedergegeben werden kann:

„A 8 Stuttgart Richtung München zwischen AS Esslingen und AS Merklingen Schneeglätte, Verkehrsbehinderung, Lkw rechten Fahrstreifen benutzen.“

Bei Anwendung der Meldungen ist die für TMC kodierte Meldung immer der Freitextmeldung für das Radio voranzustellen.

In Bayern haben bei Bedarf ebenfalls Radiomeldungen über die Blockabfertigung informiert. Hierfür wurde der Bayerische Rundfunk informiert, der in den Verkehrsnachrichten darauf hingewiesen hat.

PR/Öffentlichkeitsarbeit

Die Radiomeldungen im Zuge der Blockabfertigung sind nur zum gezielten Einsatz während bzw. im zeitlichen Vorfeld der Blockabfertigung gedacht. Da die Maßnahme allerdings nicht zum „Standard“ gehört und somit für die Verkehrsteilnehmer nicht zu viele Fragen aufkommen, sollten zusätzlich andere Maßnahmen zur Information der Verkehrsteilnehmer herangezogen werden. Hierzu gehören im Rahmen der Blockabfertigung die vom Innenministerium in Baden-Württemberg und des Bayerischen Staatsministeriums des Innern herausgegebenen Pressemitteilungen. Diese informieren die Verkehrsteilnehmer direkt sowie auch andere Presseinstitutionen, die danach über die Maßnahme berichten sollen.

Von Beginn des ersten Winters (2008/2009), in dem die Maßnahme vorbereitet war und durchgeführt werden sollte, wurden diese Pressemitteilungen in Baden-Württemberg und in Bayern über die Maßnahme „Blockabfertigung für Lkw“ herausgegeben.

Eine weitere Möglichkeit, um Verkehrsteilnehmer, vor allem aber die Lkw-Fahrer, über die Maßnahme zu informieren, besteht in der Auslegung von Flyern über die Maßnahme an Tank- und Rastanlagen. Solche mehrsprachigen Flyer wurden eigens für die Maßnahme in Baden-Württemberg bei den Sitzungen zur Blockabfertigung entwickelt und von der KEV („Koordinierungsstelle Entwicklung und Verkehr“) abschließend überarbeitet und professionell umgesetzt. Diese wurden dann vom Forschungsnehmer an die bayerischen Randbedingungen angepasst und dort ebenfalls an T+R-Anlagen oder beispielsweise am Grenzübergang für die Verkehrsteilnehmer ausgelegt. Anhang 1.4 zeigt den fertigen Flyer, wie er für die Verkehrsteilnehmer ausgelegt wurde. Bild 36 und Bild 37 zeigen die Posterversion des Flyers an einer Lkw-



Bild 36: Poster zur Information über die Blockabfertigung an der T+R Gruibingen, BAB A 8, Baden-Württemberg



Bild 37: Flyer zur Information der Verkehrsteilnehmer über die Blockabfertigung zur Auslage an der T+R Gruibingen BAB A 8, Baden-Württemberg

Mautstation der Rastanlage Gruibingen auf der BAB A 8 in Baden-Württemberg sowie die Auslage des Flyers.

Der Text auf den Flyern ist kurz und bündig gehalten und gibt in knapper Form wieder, wie sich die Verkehrsteilnehmer bei der Maßnahme verhalten sollen. Die „Anleitung“ wird in sechs Sprachen angegeben: Deutsch, Englisch, Polnisch, Spanisch, Russisch und Italienisch:

„Blockabfertigung:

Lkw werden bei winterlichen Verhältnissen vor Steigungen so lange angehalten, bis die Winterdienstfahrzeuge die Fahrbahn geräumt haben. Dies vermeidet auf Autobahnen

- das Liegenbleiben von Lkw an Steigungen,
- unnötige Staus,
- Unfälle.

Deshalb gilt für Lkw:

- nicht überholen,
- auf rechtem Fahrstreifen aufreihen und aufschließen,
- am Kolonnenende Warnblinklicht einschalten,
- Ein- und Ausfahrten von Anschlussstellen frei halten,
- Schneeräumung abwarten.“

Zudem zeigt der Flyer grob skizziert die Lage der Maßnahme auf dem jeweiligen Streckenabschnitt sowie die für die Maßnahme eingesetzte Beschilderung.

Wunsch der Beteiligten war es ebenfalls, die Maßnahme in einschlägigen Fachzeitschriften vorzustellen.

In Bayern wurde die Maßnahme zudem beim so genannten monatlichen „Trucker-Stammtisch“ am Grenzübergang Walserberg den Lkw-Fahrern (Deutschland/Österreich) vorgestellt.

Abstreuen des Aufstaubereichs

Bevor die Blockabfertigung durchgeführt werden soll, ist von den Durchführenden des Winterdienstes dafür Sorge zu tragen, dass auch der Aufstaubereich für die Lkw abgestreut wird. Hierfür ist vor dem Winter festzulegen, ob für die Blockabfertigung ein Sondereinsatzplan zu erstellen ist oder ob der Streuvorgang bereits in den „normalen“ Räum- bzw. Streuplan mit aufgenommen werden soll. Hier ist anzumerken, dass „normalerweise“, wenn sich die Blockabfertigung abzeichnet, die Räum- und Streudienste schon rund um die Uhr im Einsatz sind und dieser Aspekt nicht als problematisch angesehen wird, sondern eher in die „Alltagsroutine“ des Winterdienstes eingebunden ist.

Allgemeine Organisation/Ablauf

Ein allgemeines Ablaufschema für eine Blockabfertigung wurde im Rahmen der Voruntersuchung bereits von SCHULZ (2007) erstellt.

Nach internen Absprachen in den einzelnen Ländern und bei einem Erfahrungsaustausch vor Ort ist das Schema weiteren Überlegungen angepasst worden, um somit den Ländern als Vorlage zur Durchführung der Blockabfertigung dienen zu können. Bild 38 zeigt den (theoretischen) Ablauf der Blockabfertigung inklusive des Zuständigkeitsbereiches, wie er in Baden-Württemberg als Anlage in die verkehrsrechtliche Anordnung vom 21.11.2008 der Maßnahme mit aufgenommen wurde. Anhang 1.3 zeigt das Ablaufschema (+ Zuständigkeit), wie es in Bayern als Hilfsmittel zur Durchführung der Maßnahme erstellt wurde.

In beiden Bundesländern wurde im Rahmen der Maßnahme ein zusätzliches Winterdienstfahrzeug angeschafft. Somit standen der AM Kirchheim/Teck

in Baden-Württemberg insgesamt sieben Lkw und zwei MGT für den Winterdienst zur Verfügung. In Bayern standen sieben Lkw, ein MGT sowie zusätzlich ein Hochleistungswinterdienstfahrzeug („Jetbroom“) der Firma Boschung zur Verfügung.

Die Akzeptanz der Beteiligten bzw. der Wille, eine solche Maßnahme „Blockabfertigung für Lkw“ durchzuführen, hat sich durch die schon oft durchgeführte Vollsperrung erhöht. Diese stand daher immer im Hintergrund, d. h., wäre die Blockabfertigung für Lkw z. B. durch nicht kontrollierbare Lkw-Fahrer bzw. andere Umstände gescheitert, so wäre, wie sonst auch üblich, im fließenden Übergang die Vollsperrung durchgeführt worden. Somit hätte eine ungewollte unkontrollierte Blockabfertigung mit evtl. negativen Begleiterscheinungen vermieden werden können.

4.4.2 Optionale Randbedingungen

Bei der Durchführung sind folgende optionale Randbedingungen als erleichternd anzusehen, je-

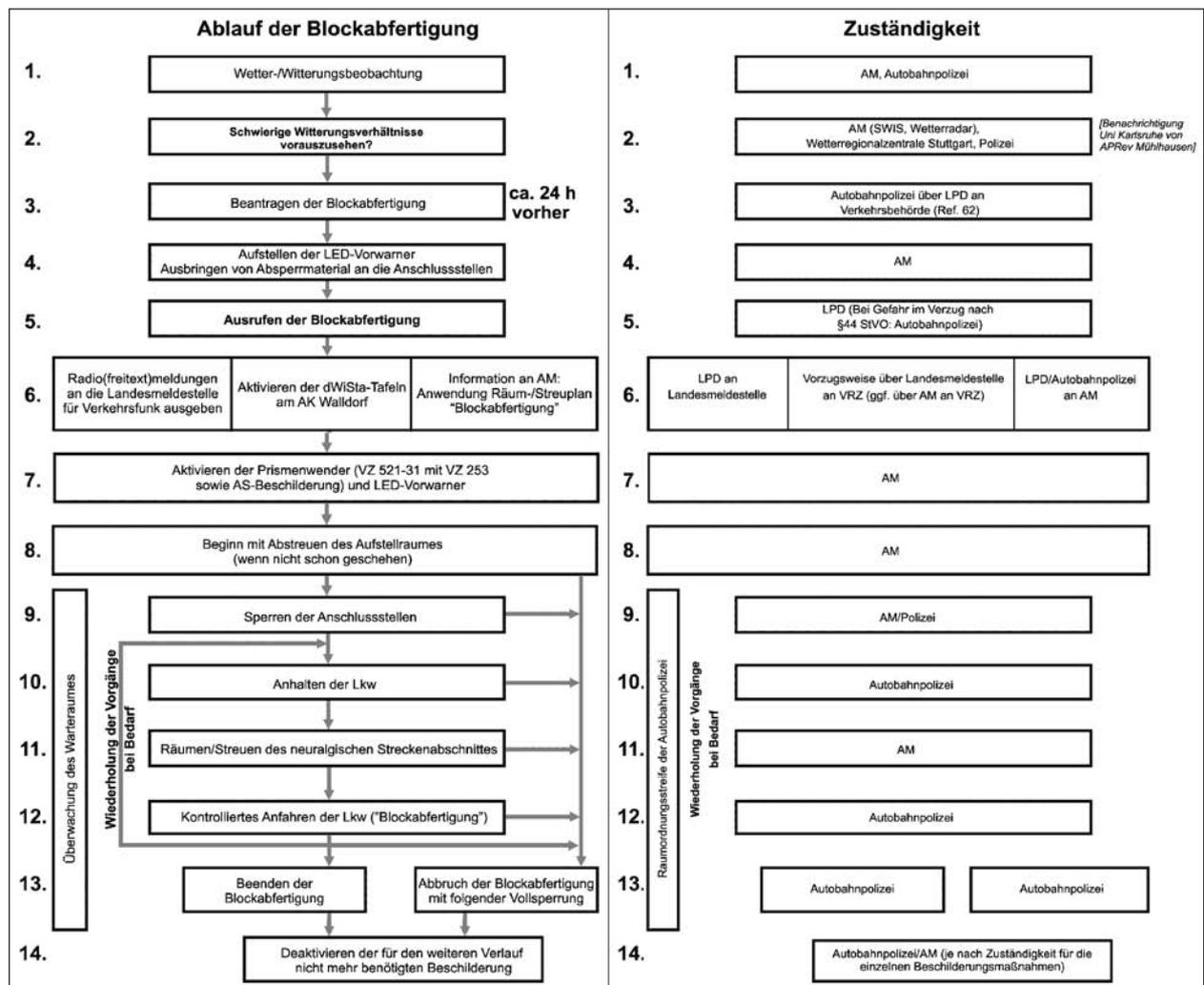


Bild 38: Theoretischer Ablaufplan der Blockabfertigung inklusive des Zuständigkeitsbereiches in Baden-Württemberg

doch nicht zwingend für einen reibungslosen Ablauf der Maßnahme notwendig:

Permanente Überwachung des Aufstaubereichs

Eine Überwachung des Aufstaubereiches kann aufgrund des folgenden Aspektes in Erwägung gezogen werden: Da die Maßnahme so in Deutschland noch nicht zum Einsatz gekommen ist und sie für die Verkehrsteilnehmer (und auch für die Durchführenden) eine Neuerung darstellt, sollte zumindest während der Pilotversuche immer kontrolliert werden, ob alle Lkw-Fahrer die Blockabfertigung „ernst“ nehmen und das kurzzeitige Anhalten akzeptieren und nicht während des Aufstauens versuchen, auf Überholfahrstreifen zu wechseln.

In Baden-Württemberg kam die Überlegung auf, zusätzlich zur „Anhaltestreife“ (befugt, die Lkw anzuhalten) eine „Raumordnungstreife“ (zur Überwachung des Aufstaubereiches), die die Lkw während der Blockabfertigung überwachen und ein Ausscheren dieser verhindern soll, einzusetzen. Da im normalen Schichtbetrieb der Autobahnpolizei zwei Streifen à zwei Mann vorgesehen sind, und ein Mann im Hauptquartier in Mühlhausen stationiert ist (4 + 1), kann die Raumordnungstreife während der Blockabfertigung fast nicht vom eigenen Personal bedient werden, sondern muss mit Hilfe der Polizisten der Bereitschaftspolizei gestellt werden. Allerdings ist nicht immer garantiert, dass die Bereitschaftspolizei zur Verfügung steht. Sie kann z. B. aufgrund von Großveranstaltungen wie Fußballspielen in den Städten vorgehalten werden, ganz unabhängig von der Wetterlage. In solchen Fällen kann sie zur Blockabfertigung daher nicht eingesetzt werden.

Der Einsatz von Personal umliegender Dienststellen wird nicht als sinnvoll erachtet. Das dienststelleneigene Personal sowie die Bereitschaftspolizei sind geschult und wissen, was im Rahmen der Blockabfertigung zu tun ist. Diese Schulung ist bei den Polizeibeamten der umliegenden Reviere nicht gegeben, was einen Einsatz somit schwierig und zudem sehr zeitaufwändig gestaltet, da eine Schulung in geeigneter Form gegeben sein sollte.

Abstellflächen außerhalb der Autobahn

Abstellflächen außerhalb der Autobahn können Lkw-Fahrern die Entscheidung für eine Pause leichter machen. Die „normalen“ Kapazitäten von Lkw-Parkplätzen an Raststätten sind bekannterwei-

se sehr begrenzt. Hinzu kommt, dass die Lkw-Fahrer durch die neuen Ruhezeitverordnungen vom April 2007 gezwungen sind, öfter und länger Pausen zu machen.

Videoüberwachung der Strecke

Um den Aufstaubereich und den Anhaltepunkt sowie das allgemeine verkehrliche Geschehen immer im Blick zu haben, ist das Installieren eines Videoüberwachungssystems zu empfehlen. Durch dieses kann die Strecke in Echtzeit überwacht werden, zudem kann in einer zentralen Einrichtung reagiert werden, beispielsweise bei Pannenfahrzeugen auf dem Seitenstreifen (sofern vorhanden) oder auch bei aus dem Aufstaubereich ausfahrenden Lkw.

Diese Maßnahme der Überwachung wurde, auch aufgrund der Höhe des Aufwandes, für die Pilotversuche nicht in Erwägung gezogen.

Vorankündigung zur Blockabfertigung

Eine Informationstafel zur Vorankündigung der Blockabfertigung direkt am Ort des Geschehens ist eine gute Möglichkeit, Verkehrsteilnehmer schon vor der Wintersaison auf die Maßnahme aufmerksam zu machen. Dieses wurde im Rahmen der Pilotversuche von beiden Bundesländern abgelehnt. Bevorzugt werden die Flyer in verschiedenen Sprachen sowie Radiomeldungen.

4.5 Simulationen zur Entscheidungsfindung

Für die BAB A 8 Stuttgart – Mühlhausen (Fahrrichtung München) am Aichelberg mussten Simulationen zur Entscheidungsfindung (Blockabfertigung ja oder nein?) herangezogen werden. Entscheidend für die Zustimmung bzw. Ablehnung der Blockabfertigung der Beteiligten im Innenministerium waren hierbei die Bedenken, dass der Lkw-Rückstau bis zum AK Stuttgart reichen könnte, was ein klares Ausschlusskriterium für die Blockabfertigung dargestellt hätte. Zudem gab es Bedenken bezüglich der Situation am „Flaschenhals“ nach der T+R Gruibingen (km 160,0), wo sich der Fahrbahnquerschnitt von 3 Fahrstreifen + Seitenstreifen auf nur noch 2 Fahrstreifen ohne Seitenstreifen verengt. Auf Wunsch des Innenministeriums Baden-Württemberg sollten für den Autobahnabschnitt Stuttgart – Mühlhausen (BAB A 8 am Aichelberg, FR München) die

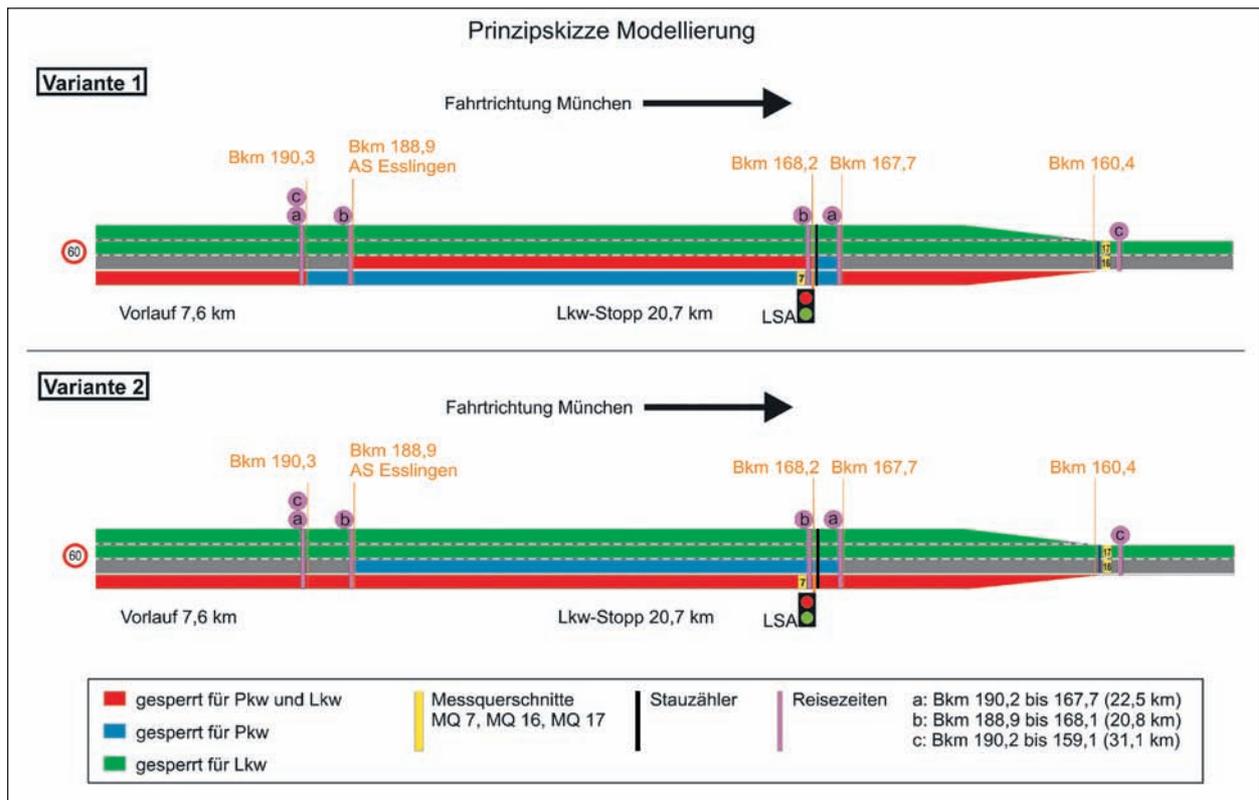


Bild 39: Modellierung der Simulationsstrecke zur Blockabfertigung am Aichelberg (BAB A 8, Baden-Württemberg) (SCHULZ, 2007)

- Verkehrsstärke,
- Anhaltezeit für die Lkw sowie der
- Aufstaubereich (Seitenstreifen oder 1. Fahrstreifen)

variiert werden. Bild 39 zeigt die Modellierung der Simulationsstrecke BAB A 8 am Aichelberg mit der Lage der verschiedenen Messquerschnitte für die Simulationsauswertung. Für den Aufstaubereich wurden 20 km veranschlagt, entweder auf dem Seitenstreifen oder dem 1. Fahrstreifen. Simuliert wurden beide Varianten mit den Verkehrsstärken von 3.000 Kfz/h und 3.500 Kfz/h mit jeweils 20 % SV-Anteil. Die Stopzeit der Lkw betrug immer zehn Minuten, der Umlauf des Winterdienstes jeweils eine Stunde. Das heißt, nachdem die Lkw für 10 Minuten gestoppt wurden, durften sie wieder fahren und wurden nach einer Stunde wieder für 10 Minuten angehalten.

Die verwendeten Verkehrsdaten sind der statistischen Auswertung der Winter 2005/2006 und 2006/2007 (RP Tübingen, 2007) entnommen. Die Stopzeit der Lkw von nur noch 10 min basiert auf den bereits erwähnten Gesprächen mit den Beteiligten der einzelnen Bundesländer. D. h., die Lkw werden vor der geeigneten Betriebsumfahrt bzw.

Anschlussstelle lediglich so lange angehalten, dass die Winterdienstfahrzeuge eine freie Einfahrt auf die Autobahn erhalten.

Tabelle 5 gibt die verschiedenen Simulationsergebnisse wieder. In den Simulationen wurde die Blockabfertigung fünfmal hintereinander ausgeführt, um nachzuprüfen, ob nicht sukzessive eine größere Aufstauung nach mehreren Umläufen entsteht. Dies kann jedoch aufgrund der Ergebnisse ausgeschlossen werden.

Durch die recht kurze Stopzeit der Lkw ist ein relativ kurzer Aufstaubereich für die Maßnahme ausreichend. Die längste Aufstauung bei den Simulationen am Aichelberg betrug knapp 6,8 km. Eine Aufreihung der Lkw bis an das Kreuz Stuttgart kann somit bei einem reibungslosen Verlauf der Blockabfertigung ausgeschlossen werden.

Auffällig bei diesen Ergebnissen sind die hohen Stauverweilzeiten der Pkw bei einer Verkehrsstärke von 3.500 Kfz/h vor dem „Flaschenhals“. Als Ursache für diese höheren Zeiten ist die für einen zweistreifigen Autobahnabschnitt sehr hohe Verkehrsmenge von 3.500 Kfz/h mit einem Schwerververkehrsanteil von 20 %, die einen sehr hohen Rückstau für die Pkw verursacht, anzusehen.

	Variante 1				Variante 2			
	q = 3.000 Kfz/h		q = 3.500 Kfz/h		q = 3.000 Kfz/h		q = 3.500 Kfz/h	
Maximal benötigte Länge des Aufstaubereiches	3.935 m		6.759 m		4.300 m		6.224 m	
Staulänge vor der Fahrstreifenabstraktion	2.053 m		7.814 m		1.700 m		7.814 m	
	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
Max. mittlere Reisezeit a	31 min	41 min	37 min	45 min	32 min	43 min	39 min	44 min
Max. mittlere Reisezeit b	28 min	38 min	33 min	42 min	29 min	39 min	35 min	40 min
Max. mittlere Reisezeit c	43 min	56 min	71 min	63 min	43 min	56 min	71 min	63 min
Max. mittlere Stauverweilzeit MQ 7	-	8 min	-	12 min	-	9 min	-	10 min
Max. mittlere Stauverweilzeit MQ 16	6 min	10 min	<u>39 min</u>	13 min	4 min	10 min	<u>33 min</u>	11 min
Max. mittlere Stauverweilzeit MQ 17	4 min	-	<u>28 min</u>	-	4 min	-	<u>33 min</u>	-

Tab. 5: Übersicht der Simulationsergebnisse der Untersuchung BAB A 8 am Aichelberg zur Blockabfertigung

Für einen zweistreifigen Querschnitt gilt laut HBS (2009) eine zulässige Verkehrsstärke von 3.060 Kfz/h mit einem Schwerverkehrsanteil von 20 %, um die Qualitätsstufe D noch einzuhalten („Es treten Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmern auf, bis hin zu Konfliktsituationen und gegenseitigen Behinderungen. Der Auslastungsgrad ist hoch. Die Möglichkeiten der individuellen Geschwindigkeits- und Fahrstreifenwahl sind stark eingeschränkt. Der Verkehrszustand ist noch stabil“). Die Verkehrsstärke von 3.000 Kfz/h mit einem Schwerverkehrsanteil von 20 % liegt im oberen Bereich der zulässigen Verkehrsstärke und somit am Übergang zur Qualitätsstufe E („Es treten ständige gegenseitige Behinderungen zwischen den Verkehrsteilnehmern auf. Bewegungsfreiheit ist nur in sehr geringem Umfang gegeben. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen können zum Zusammenbruch des Verkehrsflusses führen. Der Verkehr bewegt sich im Bereich zwischen Stabilität und Instabilität. Die Kapazität wird erreicht“). Daher ist anzunehmen, dass die in die Simulation eingespeiste Verkehrsmenge von 3.500 Kfz/h auch bei nicht winterlichen Bedingungen zu Störungen führen würde, d. h. bei der Beurteilung dieser Frage nicht relevant ist.

4.6 Einsatzstrategien

4.6.1 Baden-Württemberg

Baden-Württemberg definierte für die Organisation bestimmte Einsatzstufen (siehe auch Bild 38, Ablaufschema zur Organisation), die nacheinander abgearbeitet werden konnten. Diese sehen wie folgt aus:

1. Zu Beginn des Winters wird das Material zum Absperrern der Anschlussstellen (siehe Kapitel 4.6.1) im Bedarfsfall an der jeweiligen Anschlussstelle platziert (siehe vorheriges Kapitel).
2. Voralarm (ca. 24 h vorher) bei bestimmter Witterungslage. Die Blockabfertigung wird beantragt. Die verkehrsrechtliche Anordnung wird eingeholt. Zudem werden die Bereitschaftspolizei, das THW und DRK alarmiert und in Bereitschaft versetzt. Die LED-Vorwarner werden von der AM Kirchheim/Teck in Position gebracht.
3. Stufe 1, die Prismenwender werden aktiviert (VZ 253 StVO auf VZ 521-31 StVO).
4. Stufe 2, die obere Anzeige der LED-Vorwarner wird aktiviert (VZ 277 StVO im Wechsel mit VZ 113 StVO).
5. Stufe 3, Aktivierung der unteren Anzeige der LED-Vorwarner (Schaltung „Blockabfertigung für Lkw“) und Durchführung der Blockabfertigung.

4.6.2 Bayern

Hier besteht eine dauerhafte verkehrsrechtliche Anordnung für die Blockabfertigung. D. h., die AM Siegsdorf kann sehr kurzfristig auf dem „kurzen Weg“ in Absprache mit der Autobahnpolizei die Blockabfertigung für Lkw ausrufen und durchführen. Hier war es nicht vorgesehen, andere Rettungstruppen wie das THW oder DRK bzw. die Bereitschaftspolizei zu alarmieren. Diese sollen nur bei so genannten Katastrophenfällen eingesetzt bzw. alarmiert werden, was die Blockabfertigung für Lkw per Definition nicht darstellt.

4.7 Potenzielle Einsatztage

Neben selbstständigen Witterungsbeobachtungen seitens des Forschungsnehmers wurde in Absprache mit den Autobahnmeistereien (AM Kirchheim/Teck, Baden-Württemberg, und AM Siegsdorf, Bayern) und der Autobahnpolizei vor Ort eine „Rufbereitschaft“ vom Forschungsnehmer eingerichtet. Wurde aufgrund der Wettervorhersage die Blockabfertigung in Betracht gezogen, so ist das ISE, idealerweise am Tag vorher, „alarmiert“ worden. Dadurch konnte eine Begleitung der Maßnahme vor Ort sichergestellt werden. Tabelle 6 gibt Aufschluss über die potenziellen Einsatztage der Winterperioden 2008/2009 sowie 2009/2010. Grau hinterlegt bedeutet, dass das ISE vor Ort war. „Fett gedruckt“ gibt Hinweise auf eine Störung durch hängen gebliebene Lkw. Von den beiden Bundesländern wurden verschiedene „Einsatzstrategien“ verwendet, die im Folgenden noch näher erläutert werden sollen. Zudem wird auf die Probleme eingegangen, die während der Winter festgestellt wurden und die im Vorfeld nicht bedingungslos erfasst werden konnten. Hierbei ist auch zu erkennen, dass die Probleme in den beiden Bundesländern unterschiedlich gelagert waren.

Anhang 1.2 gibt die „Randdaten“ der potenziellen Einsatztage wie die Wettervorhersage, die detaillierte Straßenwettervorhersage aus dem SWIS sowie das tatsächliche Wetter (Niederschlagsdaten) einer GMA vor Ort wieder. Stehen an diesen Tagen keine GMA-Daten zur Verfügung, wurde darauf verzichtet, Daten aus anderen, z. B. vom DWD betriebenen, Wetterstationen als Referenz für das tatsächliche Wetter zu verwenden. Die Erfahrungen vor Ort haben gezeigt, dass das Wetter bzw. der Niederschlag selbst in einem Umkreis von gerade einmal 10 km so stark voneinander abweichen

Baden-Württemberg	Bayern
21./22.11.2008	21./22.11.2008
24./24.11.2008 (Mo/Do)	-
12.09.2009 (Do)	-
16./17.02.2009 (Mo/Di)	16./17.02.2009 (Mo/Di)
08.01.2010 (Fr)	-
28./29.01.2010 (Do/Fr)	28./29.01.2010 (Do/Fr)
02./03.02.2010 (Di/Mi)	02./03.02.2010 (Di/Mi)
11./12.02.2010 (Do/Fr)	11./12.02.2010 (Do/Fr)
06.03.2010 (Sa)	06.03.2010 (Sa)

Tab. 6: Potenzielle Einsatztage für die Blockabfertigung

kann, dass nicht auf die tatsächliche Witterungssituation vor Ort geschlossen werden kann. Als Beispiel sei hier der 3. Februar 2010 genannt. Für Bayern wurden starke Schneeschauer prognostiziert, vor allem im Stau der Alpen. Das aktuelle Wetter sowie die Beobachtungen vor Ort zeigen allerdings, dass es etwas wärmer war als prognostiziert, sodass der Niederschlag im Bereich Siegsdorf ausschließlich als Regen fiel. Zehn Kilometer weiter südlich zeigte sich die schönste Winterlandschaft durch neue und ergiebige Schneefälle.

Um Aufschluss über das verkehrliche Geschehen zu erhalten, werden – neben der an diesem Tag aufgetretenen Verkehrsstärke und dem zugehörigen Schwerverkehrsanteil – Weg-Zeit-Diagramme wiedergegeben. Bild 40 zeigt solche Diagramme vom 17.02.2009 im Bereich Siegsdorf (Bayern) für die einzelnen Fahrstreifen sowie getrennt nach Verkehrsstärke und Geschwindigkeit in Fahrtrichtung München. Auf der Ordinate sind die verschiedenen Verkehrs-Messquerschnitte in FR München angegeben (in Abständen von ca. 2 km). Auf der Abszisse befindet sich die Zeitachse (z. B. entspricht Stunde 1 der Uhrzeit von 00:00 bis 01:00 Uhr, Stunde 15 der Uhrzeit von 14:00 bis 15:00 Uhr). Die Farben geben jeweils Aufschluss über die aufgetretene Verkehrsmenge [Kfz/1min] bzw. die Pkw-Geschwindigkeiten [km/h] pro Fahrstreifen. Tabelle 7 gibt die Legende zu den Farbcodes wieder sowie die Hochrechnung auf Kfz/h, um die Verkehrsmengen besser zu verdeutlichen. Blaue Farben bedeuten im Allgemeinen „freie Geschwindigkeit“ bzw. „wenig Verkehr“. Rot bedeutet „hohe Verkehrsstärke, Stau“ bzw. „sehr niedrige Geschwindigkeiten“. Durchgehend schwarze Balken stellen eine Störung des Messquerschnittes dar, bei weißen Balken lagen keine Verkehrsdaten vor. Die tägliche Verkehrsstär-

qKfz/1min	entspricht	VPkw [km/h]
0		120 und mehr
1 bis 5	0 bis 359 Kfz/h	100 bis 119
6 bis 8	360 bis 539 Kfz/h	90 bis 99
9 bis 11	540 bis 719 Kfz/h	80 bis 89
12 bis 14	720 bis 899 Kfz/h	70 bis 79
15 bis 17	900 bis 1.079 Kfz/h	60 bis 69
18 bis 20	1.080 bis 1.259 Kfz/h	50 bis 59
21 bis 23	1.260 bis 1.439 Kfz/h	40 bis 49
24 bis 26	1.440 bis 1.619 Kfz/h	30 bis 39
27 bis 29	1.620 bis 1.800 Kfz/h	20 bis 29
≥ 30	≥ 1.800 Kfz/h	10 bis 19
		1 bis 9
		0

Tab. 7: Farbcodes zu den Weg-Zeit-Diagrammen

ke wird in Baden-Württemberg am Messquerschnitt Kirchheim/Teck-Ost in FR München, in Bayern an den Messquerschnitten Siegsdorf in jeweils beide

Fahrrichtungen angegeben. Die orangefarben markierten Messquerschnitte geben in etwa die Lage der Autobahnmeisterei wieder. Die grau hinterlegten

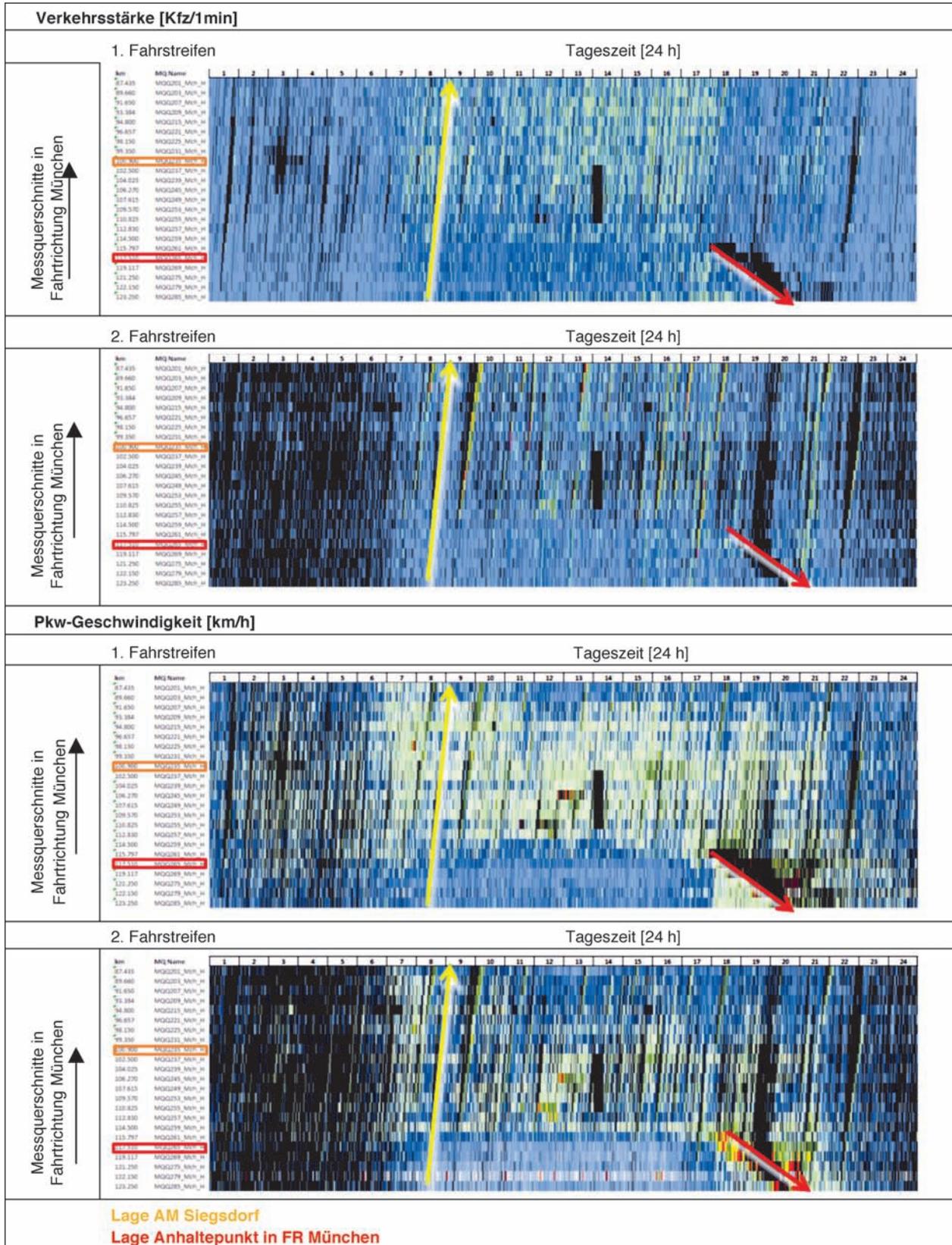


Bild 40: Weg-Zeit-Diagramme vom 17.02.2009 im Bereich Siegsdorf, BAB A 8 Ost, Fahrrichtung West (München)

Messquerschnitte in Baden-Württemberg kennzeichnen den dreistreifigen Bereich der eigentlichen Blockabfertigung, die weiß hinterlegten Messquerschnitte liegen im zweistreifigen Bereich, hinter dem eigentlichen Anhaltepunkt zur Blockabfertigung. In Bayern kennzeichnen jeweils die rot umrandeten Messquerschnitte den Anhaltepunkt in die jeweilige Fahrtrichtung.

Anhand dieser Darstellungen ist es relativ einfach, eine Störung im Verkehrsablauf zu erkennen und in etwa abzuschätzen, wie lange diese gedauert hat. In Bild 40 ist in etwa eine Weg-Zeit-Linie angedeutet, wie sie für diesen Streckenabschnitt sichtbar zu erkennen ist. Das heißt, verläuft diese Linie von links unten nach rechts oben (gelbe Linie in Bild 40), kann davon ausgegangen werden, dass der Verkehr noch fließt und keine größeren Störungen aufgetreten sind. Verläuft diese Linie von links oben nach rechts unten (rote Linie in Bild 40), muss davon ausgegangen werden, dass eine Störung des Verkehrsflusses vorlag bzw. dass sich der Verkehr gestaut hat. Dies wird in der Abbildung auch deutlich. Der schwarze Bereich bedeutet „kein Verkehr wurde erfasst“. Die vorhergehenden Geschwindigkeiten lassen einen allmählichen Geschwindigkeitsrückgang erkennen. Das heißt, der Verkehr konnte nicht mehr fließen, es herrschte Stau. Dies ist nicht zu verwechseln mit den schwarzen Bereichen in den Nachtstunden. Diese geben lediglich an, dass kaum Verkehr herrschte und nur wenige Verkehrsteilnehmer auf dem Streckenabschnitt unterwegs waren.

Für beide Bundesländer wurden für die jeweiligen potenziellen Einsatztage der Blockabfertigung diese Diagramme angegeben. So entsteht für jeden potenziellen Einsatztag der Blockabfertigung eine Art „Steckbrief“ des Tagesverlaufs. Die kompletten Steckbriefe aller potenziellen Einsatztage sind in Anhang 1.2 wiedergegeben. Als Beispiel für einen solchen Steckbrief ist in Bild 41 der Steckbrief vom 17.02.2009 aus Bayern dargestellt.

4.8 Erfahrungen vor Ort

21./22.11.2008

Baden-Württemberg

Aktuelle Wetterdaten der Glättemeldeanlage aus diesem Zeitraum stehen nicht zur Verfügung. Die aktuelle Wettervorhersage für Deutschland des DWD hatte für den 21.11.2008 in Baden-Württem-

berg ergiebige Schneefälle und für abends eine absinkende Schneefallgrenze auf 100 bis 200 m vorhergesagt. Die detaillierten SWIS-Berichte geben einen ähnlichen Verlauf an. Die Blockabfertigung wurde wie vorgesehen beantragt und verkehrrechtlich angeordnet. Das heißt, die vorgesehenen Kräfte wurden alarmiert und die LED-Vorwarner in Position gebracht. Es kam jedoch nicht zum Einsatz. Die Verkehrsmenge am 21.11.2008 (Freitag) betrug in Fahrtrichtung München im Bereich der AS Kirchheim/Teck-Ost 32.800 Kfz/24 h mit einem Schwerverkehrsanteil von 17 %. Gegen Abend nahm der Verkehr etwas zu, was jedoch vermutlich der „normalen“ Freitags-Ganglinie entspricht. Am 22.11.2008 (Samstag) betrug die Verkehrsmenge 19.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 10 %. Verkehrlich gab es keine Beeinträchtigungen. Morgens wurden laut SWIS-Vorhersage noch Schneeschauer erwartet, die jedoch ab ca. 11 Uhr vormittags zurückgenommen wurden.

Bayern

In der Nacht zum 22.11.2008 (Samstag) waren vermehrt Schneefälle vorhergesagt. Verkehrlich ist zu erkennen, dass am Freitagabend die Pkw-Geschwindigkeiten etwas abnahmen, vermutlich aufgrund der Witterung bzw. des Winterdienstes. Die Verkehrsstärke am Freitag bzw. Samstag betrug in Fahrtrichtung Salzburg 21.200 Kfz/24 h bzw. 12.468 Kfz/24 h mit SV-Anteilen von 23 bzw. 19 %. In Fahrtrichtung München betrug die Verkehrsstärken jeweils 17.750 Kfz/24 h bzw. 10.700 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 18 bzw. 13 %. Am 22.11.2008 sind ab abends vor allem auf dem 1. Fahrstreifen niedrigere Pkw-Geschwindigkeiten ermittelt worden. Dies kann an der Witterung gelegen haben. Schwere Verzögerungen sind dadurch jedoch nicht entstanden.

24./25.11.2008

Baden-Württemberg

Am 24.11.2008 (Montag) war gebietsweise Schneefall über 400 m in der herkömmlichen Wettervorhersage prophezeit. In den SWIS-Meldungen wurde kein Niederschlag angekündigt. Am 25.11.2008 (Dienstag) war aus einzelnen Wolkenfeldern sehr wenig Schneefall zu erwarten. Die Vorstufe zur Blockabfertigung wurde beantragt, jedoch nicht weiter verfolgt. Es kam zu keiner Durchführung der Maßnahme, da sie nicht als notwendig angesehen wurde. Die Verkehrsstärke in FR München

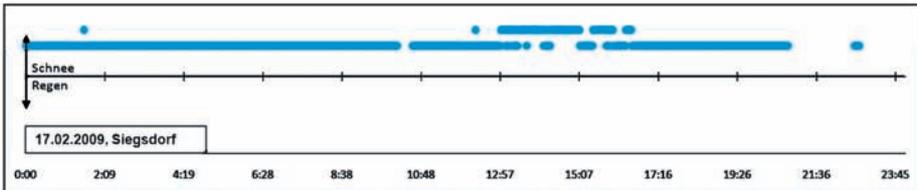
Dienstag, 17.02.2009, Vorhersage, Bayern

Am Dienstag lassen die Schneefälle von Thüringen her allmählich nach. Nachmittags im nördlichen Franken und in der Oberpfalz etwas Sonne. In Südbayern schneit es meist bis zum Abend, an den Alpen auch anhaltend und kräftig. Höchstwerte -2 bis +5 Grad. Nachts auch im Süden abklingende Schneefälle. Bei teils klarem Himmel Frost zwischen -6 und -15 Grad.

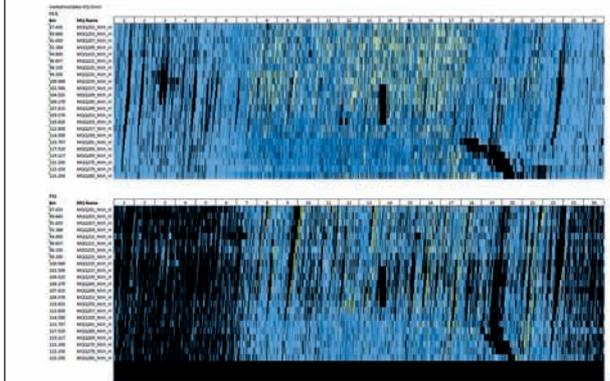
Detaillierte Straßenwettervorhersage (SWIS)

<p>detaillierte Strassengebietswettervorhersage</p> <p>Klimagebiet : westliches Alpenvorland Höhenstufe: 600 - 800 Meter ausgegeben am: Dienstag, den 17.02.2009 um 02:45 Uhr von : Deutscher Wetterdienst, Regionalzentrale Muenchen</p> <table border="1"> <tr><td>Uhrzeit</td><td>04</td><td>07</td><td>10</td><td>13</td><td>16</td><td>19</td><td>22</td><td>01</td><td>04</td></tr> <tr><td>Bewölkung</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>5</td><td>7</td></tr> <tr><td>Niederschlag</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>Lufttemperatur</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>-0</td><td>-2</td><td>-6</td><td>-8</td><td>-10</td></tr> <tr><td>Streckentyp:</td><td colspan="9">Standard</td></tr> <tr><td>Belagtemp.</td><td>-1</td><td>-1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>-2</td><td>-6</td><td>-8</td></tr> <tr><td>Zustand:</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Eis</td><td>-</td></tr> </table>	Uhrzeit	04	07	10	13	16	19	22	01	04	Bewölkung	8	8	8	8	8	8	8	5	7	Niederschlag	5	3	3	5	2	5	1	5	0	Lufttemperatur	-1	0	0	1	-0	-2	-6	-8	-10	Streckentyp:	Standard									Belagtemp.	-1	-1	0	2	1	0	-2	-6	-8	Zustand:	Schnee	Eis	-	<p>detaillierte Strassengebietswettervorhersage</p> <p>Klimagebiet : westliches Alpenvorland Höhenstufe: 600 - 800 Meter ausgegeben am: Dienstag, den 17.02.2009 um 10:45 Uhr von : Deutscher Wetterdienst, Regionalzentrale Muenchen</p> <table border="1"> <tr><td>Uhrzeit</td><td>13</td><td>16</td><td>19</td><td>22</td><td>01</td><td>04</td><td>07</td><td>10</td><td>13</td></tr> <tr><td>Bewölkung</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>Niederschlag</td><td>5</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Lufttemperatur</td><td>0</td><td>-1</td><td>-3</td><td>-7</td><td>-9</td><td>-11</td><td>-13</td><td>-11</td><td>-7</td></tr> <tr><td>Streckentyp:</td><td colspan="9">Standard</td></tr> <tr><td>Belagtemp.</td><td>1</td><td>1</td><td>-1</td><td>-3</td><td>-5</td><td>-8</td><td>-9</td><td>-6</td><td>1</td></tr> <tr><td>Zustand:</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Eis</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </table>	Uhrzeit	13	16	19	22	01	04	07	10	13	Bewölkung	8	8	8	8	8	6	6	4	4	Niederschlag	5	3	5	2	5	0	0	0	0	Lufttemperatur	0	-1	-3	-7	-9	-11	-13	-11	-7	Streckentyp:	Standard									Belagtemp.	1	1	-1	-3	-5	-8	-9	-6	1	Zustand:	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Eis	-	-	-						
Uhrzeit	04	07	10	13	16	19	22	01	04																																																																																																																																				
Bewölkung	8	8	8	8	8	8	8	5	7																																																																																																																																				
Niederschlag	5	3	3	5	2	5	1	5	0																																																																																																																																				
Lufttemperatur	-1	0	0	1	-0	-2	-6	-8	-10																																																																																																																																				
Streckentyp:	Standard																																																																																																																																												
Belagtemp.	-1	-1	0	2	1	0	-2	-6	-8																																																																																																																																				
Zustand:	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Eis	-																																																																																																																																				
Uhrzeit	13	16	19	22	01	04	07	10	13																																																																																																																																				
Bewölkung	8	8	8	8	8	6	6	4	4																																																																																																																																				
Niederschlag	5	3	5	2	5	0	0	0	0																																																																																																																																				
Lufttemperatur	0	-1	-3	-7	-9	-11	-13	-11	-7																																																																																																																																				
Streckentyp:	Standard																																																																																																																																												
Belagtemp.	1	1	-1	-3	-5	-8	-9	-6	1																																																																																																																																				
Zustand:	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Schnee	Eis	-	-	-																																																																																																																																				
<p>detaillierte Strassengebietswettervorhersage</p> <p>Klimagebiet : westliches Alpenvorland Höhenstufe: 600 - 800 Meter ausgegeben am: Dienstag, den 17.02.2009 um 15:45 Uhr von : Deutscher Wetterdienst, Regionalzentrale Muenchen</p> <table border="1"> <tr><td>Uhrzeit</td><td>18</td><td>21</td><td>00</td><td>03</td><td>06</td><td>09</td><td>12</td><td>15</td><td>18</td></tr> <tr><td>Bewölkung</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>3</td><td>6</td><td>5</td></tr> <tr><td>Niederschlag</td><td>5</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Lufttemperatur</td><td>-2</td><td>-5</td><td>-9</td><td>-11</td><td>-13</td><td>-12</td><td>-8</td><td>-6</td><td>-8</td></tr> <tr><td>Streckentyp:</td><td colspan="9">Standard</td></tr> <tr><td>Belagtemp.</td><td>-1</td><td>-2</td><td>-5</td><td>-8</td><td>-9</td><td>-9</td><td>-1</td><td>0</td><td>-5</td></tr> <tr><td>Zustand:</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Schnee</td><td>Eis</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </table>	Uhrzeit	18	21	00	03	06	09	12	15	18	Bewölkung	8	8	8	6	6	5	3	6	5	Niederschlag	5	3	5	1	0	0	0	0	0	Lufttemperatur	-2	-5	-9	-11	-13	-12	-8	-6	-8	Streckentyp:	Standard									Belagtemp.	-1	-2	-5	-8	-9	-9	-1	0	-5	Zustand:	Schnee	Schnee	Schnee	Eis	-	-	-	-	-	<p>detaillierte Strassengebietswettervorhersage</p> <p>Klimagebiet : westliches Alpenvorland Höhenstufe: 600 - 800 Meter ausgegeben am: Dienstag, den 17.02.2009 um 22:00 Uhr von : Deutscher Wetterdienst, Regionalzentrale Muenchen</p> <table border="1"> <tr><td>Uhrzeit</td><td>00</td><td>03</td><td>06</td><td>09</td><td>12</td><td>15</td><td>18</td><td>21</td><td>00</td></tr> <tr><td>Bewölkung</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>Niederschlag</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Lufttemperatur</td><td>-9</td><td>-11</td><td>-12</td><td>-12</td><td>-8</td><td>-6</td><td>-8</td><td>-10</td><td>-12</td></tr> <tr><td>Streckentyp:</td><td colspan="9">Standard</td></tr> <tr><td>Belagtemp.</td><td>-7</td><td>-9</td><td>-11</td><td>-10</td><td>-2</td><td>1</td><td>-6</td><td>-8</td><td>-11</td></tr> <tr><td>Zustand:</td><td>Eis</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </table>	Uhrzeit	00	03	06	09	12	15	18	21	00	Bewölkung	4	5	5	5	4	4	4	3	4	Niederschlag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Lufttemperatur	-9	-11	-12	-12	-8	-6	-8	-10	-12	Streckentyp:	Standard									Belagtemp.	-7	-9	-11	-10	-2	1	-6	-8	-11	Zustand:	Eis	-	-	-	-	-	-	-	-
Uhrzeit	18	21	00	03	06	09	12	15	18																																																																																																																																				
Bewölkung	8	8	8	6	6	5	3	6	5																																																																																																																																				
Niederschlag	5	3	5	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																				
Lufttemperatur	-2	-5	-9	-11	-13	-12	-8	-6	-8																																																																																																																																				
Streckentyp:	Standard																																																																																																																																												
Belagtemp.	-1	-2	-5	-8	-9	-9	-1	0	-5																																																																																																																																				
Zustand:	Schnee	Schnee	Schnee	Eis	-	-	-	-	-																																																																																																																																				
Uhrzeit	00	03	06	09	12	15	18	21	00																																																																																																																																				
Bewölkung	4	5	5	5	4	4	4	3	4																																																																																																																																				
Niederschlag	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																				
Lufttemperatur	-9	-11	-12	-12	-8	-6	-8	-10	-12																																																																																																																																				
Streckentyp:	Standard																																																																																																																																												
Belagtemp.	-7	-9	-11	-10	-2	1	-6	-8	-11																																																																																																																																				
Zustand:	Eis	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																				

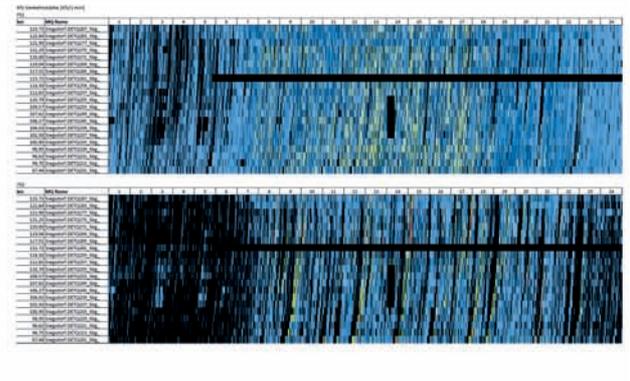
Tatsächliches Wetter (GMA)



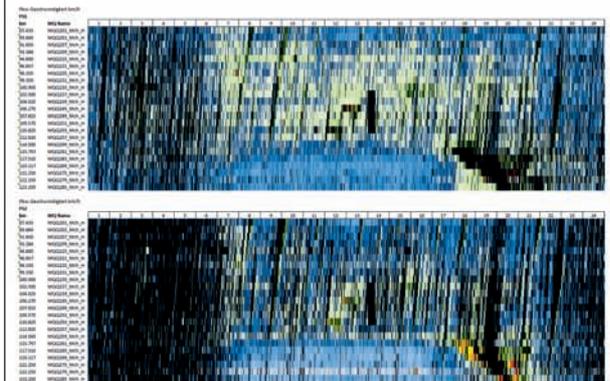
Verkehrsstärke q [Kfz/min] FR München



Verkehrsstärke q [Kfz/min] FR Salzburg



Pkw-Geschwindigkeit VPkw [km/h] FR München



Pkw-Geschwindigkeit VPkw [km/h] FR Salzburg

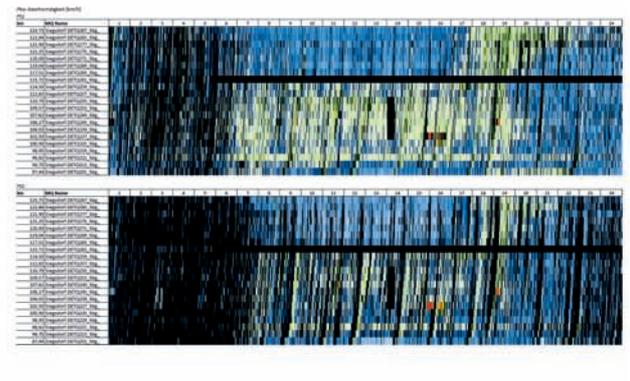


Bild 41: Steckbrief des Tagesverlaufs vom 17.02.2009 in Bayern

betrug am Montag 27.200 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 20 %. Dienstags lag die Verkehrsstärke bei 29.200 Kfz/24 h mit einem Schwerverkehrsanteil von 21 %. Probleme im Verkehrsablauf konnten, bis auf die typischen Morgen- und Abendspitzen, nicht festgestellt werden.

12.02.2009

Baden-Württemberg

Laut Wetterbericht waren gebietsweise häufiger Schneeschauer oder zeitweise leichter Schneefall angesagt. Den detaillierten SWIS-Berichten war morgens Schneefall zu entnehmen. Die Verkehrsstärke an diesem Tag betrug 30.400 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 19 %. Verkehrlich war auffällig, dass die Geschwindigkeiten morgens, vor allem auf dem 1. Fahrstreifen, etwas gesunken sind, von der Verkehrsstärke her jedoch keine Beeinträchtigungen hätten vorliegen dürfen. Tatsächlicher Schneefall und vor allem das Herabsinken der Lkw-Geschwindigkeiten, die die Pkw beeinflusst haben, können auf einen winterlichen Fahrbahnzustand schließen lassen, der jedoch nicht als kritisch bewertet und daher die Maßnahme, bis auf den Ausruf der Vorstufe, nicht durchgeführt wurde.

16./17.02.2009

Baden-Württemberg

Am 16.02.2009 (Montag) war etwas Schneefall angesagt, der in der Nacht zum Dienstag, dem 17.02.2009, verbreitet länger anhaltend prognostiziert wurde. Die SWIS-Berichte haben in der Nacht von Montag auf Dienstag ebenfalls starke Schneefälle vorausgesagt. Die Verkehrsstärke am Montag betrug knapp 27.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 18 %. Am Dienstag konnte eine tägliche Verkehrsstärke von knapp 26.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 22 % ermittelt werden. Ansonsten ergaben sich an diesen Tagen keine weiteren Auffälligkeiten bezüglich des Verkehrs. Neben der Vorstufe wurde die Stufe 1 der Maßnahme geschaltet. D. h., am Dienstag waren die Prismenwender sowie der obere Teil der LED-Vorwarner in Betrieb.

Bayern

Am 16.02.2009 (Montag) waren lang anhaltende Schneefälle prognostiziert, die im Süden bis in den Dienstagabend (17.02.2009) anhalten konnten. Anhand der verkehrlichen Auswertungen können am

Montag keine größeren Störungen ermittelt werden. Die Verkehrsmengen lagen in Fahrtrichtung Salzburg am Montag bzw. Dienstag bei 17.200 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 21 % bzw. 28 %. In Fahrtrichtung München betragen die Verkehrsmengen 19.600 Kfz/24 h bzw. 13.800 Kfz/24 h mit SV-Anteilen von 24 bzw. 28 %. Trotz der recht niedrigen Verkehrsmengen am Dienstag ist ein deutlicher Unterschied im Verkehrsablauf zu erkennen. Bild 42 zeigt die Witterungsverhältnisse vor Ort am Vormittag, die lang anhaltend vorgeherrscht haben. Bild 43 zeigt die zwei bis drei Zentimeter hohe Schneeschicht gegen Mittag auf der Fahrbahn ca. 20 Minuten, nachdem ein Winterdienstfahrzeug die Fahrbahn geräumt hat. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass die Nachfrage des Verkehrs an diesem Tag sehr gering war. Zum anderen erkennbar sind auch die niedrigeren Pkw-Geschwindigkeiten, die teilweise deutlich unter 80 km/h liegen. Am Abend gegen ca. 17:00 ist in Fahrtrichtung München eine Stauung ab ca. km 117 (Behelfsausfahrt Anger) zu



Bild 42: Witterungsverhältnisse am Dienstag, 17.02.2009, auf der BAB A 8 Ost, Bereich Siegsdorf



Bild 43: Schneehöhe auf der Fahrbahn ca. 20 Minuten nach einem Räumeeinsatz am 17.02.2009

erkennen. Nach der Auswertung der Verkehrsmeldungen ist an diesem Tag im Steigungsbereich des Angerer Bergs/Teisenbergs ein Lkw auf dem rechten Fahrstreifen hängen geblieben. Dies führte zu einem Stau bis nach Bad Reichenhall (ca. 7 km), der bis ca. 20:00 Uhr anhielt. Nach dem Wegschleppen des hängen gebliebenen Lkw waren auch in der Ebene die Lkw teilweise manövrierfähig und benötigten Starthilfe in Form von Salz, welches durch Winterdienstfahrzeuge nur bedingt ausgebracht werden konnte, da der verbleibende Platz auf der Fahrbahn für die Winterdienstfahrzeuge nicht ausgereicht hatte. Zudem mussten manche Lkw-Fahrer wieder geweckt werden. Diese vermuteten eine länger anhaltende Störung und legten sich in ihren Lkw schlafen, was abermals zu Verzögerungen in der Stauauflösung führte.

Allgemein konnten durch die bis zu sieben parallel sich im Einsatz befindenden Winterdienstfahrzeuge die negativen Auswirkungen für die Verkehrsteilnehmer stark eingedämmt werden. Die Umlaufzeiten der einzelnen Fahrzeuge betragen teilweise nur eine halbe Stunde, also wesentlich weniger als im Anforderungsniveau (MK 6a, 2004) vorgegeben. Die Schneefälle nahmen zum frühen Nachmittag hin ab, weshalb auch wieder weniger Fahrzeuge im Einsatz waren und somit die Umlauf-

zeiten wieder länger wurden. Um ca. 17:00 Uhr kam es zu einem heftigen Schneeschauer am Angerer Berg, der in diesem Ausmaß mit den üblichen Instrumenten der Wettervorhersage nicht als solcher erkannt werden konnte und die zu diesem Zeitpunkt schwarze Fahrbahn innerhalb von wenigen Minuten mit Schnee bedeckte. Somit war der zeitliche Rahmen, um die Blockabfertigung vorzubereiten, nicht gegeben. Es war in dieser kurzen Zeit nicht möglich, das von der Polizei notwendige Personal durch die gegebenen personellen Randbedingungen am Anhaltepunkt zu positionieren, um den Anhaltvorgang durchzuführen. Solche kurzen, aber heftigen Wetterereignisse machen die Planung der Blockabfertigung relativ schwierig. Selbst wenn das Ereignis frühzeitig erkannt würde, müsste das notwendige Personal vor Ort platziert werden, was gewisse Zeit in Anspruch nimmt.

Bild 44 gibt die Winterdienstseinsätze vom 16. und 17. Februar 2009 wieder, wobei ein Balken ein aktives Winterdienstfahrzeug darstellt. Am 16. Februar sind überwiegend gleichzeitig zwei Fahrzeuge im Einsatz und ausreichend, um den kompletten Bereich der AM Siegsdorf abzudecken. Auch verkehrlich (Anhang 1.2) sind, trotz höherer Verkehrsstärke als am darauffolgenden Tag, keine größeren Störungen zu erkennen. Gegen Abend kommt ein wei-

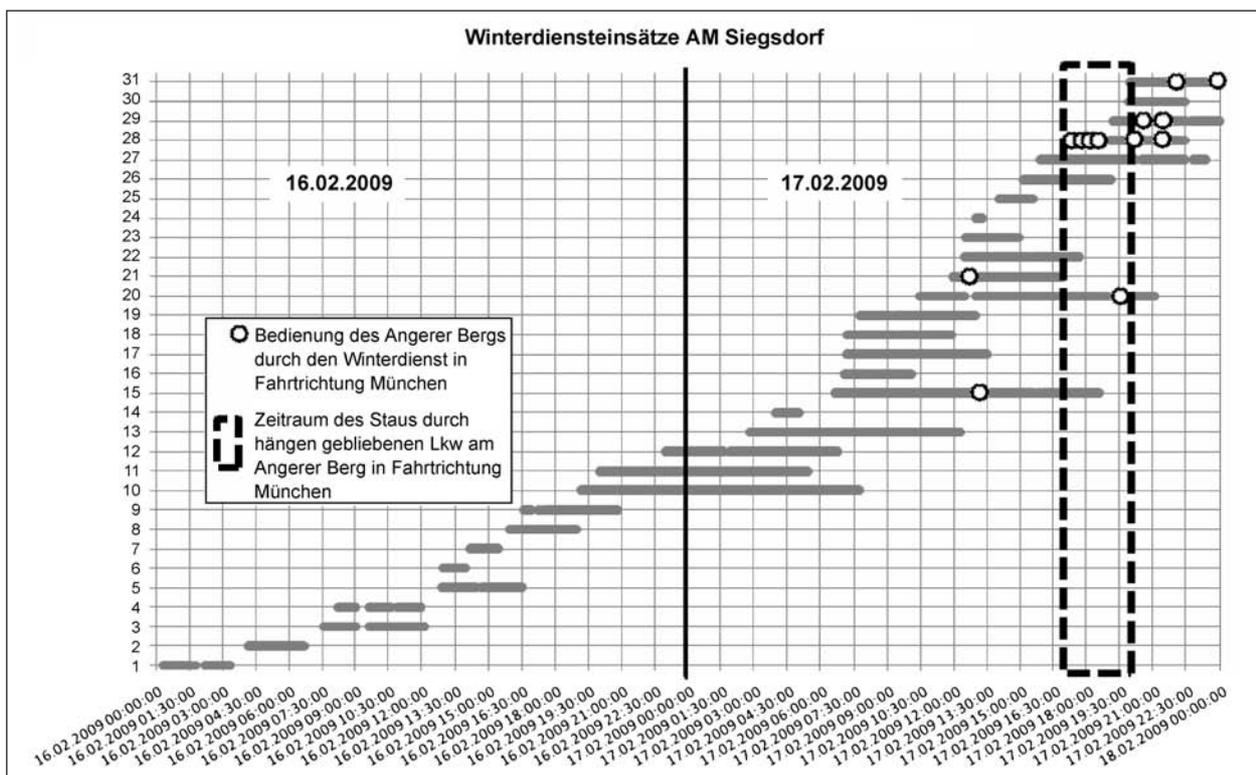


Bild 44: Anzahl und Dauer der Winterdienstseinsätze der AM Siegsdorf/Bayern vom 16./17.02.2009

teres Fahrzeug hinzu. Über Nacht nimmt die Anzahl der aktiven Fahrzeuge weiter zu, woraus Rückschlüsse auf die Witterung bzw. den Fahrbahnzustand gezogen werden können, die sich ebenfalls mit den Daten der Glättemeldeanlagen decken.

Zum Zeitpunkt des Rückstaubeginns am 17.02.2009 sind die sich im Einsatz befindenden Winterdienstfahrzeuge hauptsächlich im Bereich westlich der AS Neukirchen unterwegs. Der Bereich am Angerer Berg in Fahrtrichtung München wurde zuletzt gegen 13:00 Uhr bedient (Einsatzfahrt 21 bzw. 15 in Bild 44), dann erst wieder in relativ kurzen Zeitabständen ab 17:30 Uhr, als der Rückstau bereits begonnen hatte (Einsatzfahrt 28 in Bild 44). Diese Tatsache weist ebenfalls auf ein sehr kurzfristiges extremes Wetterereignis hin, von dem die Winterdienstverantwortlichen überrascht worden sind und das in seinem Ausmaß nicht vorher erfasst werden konnte. Damit die Winterdienstfahrzeuge nicht im Stau stecken bleiben, wurde die Autobahn bei den Einsatzfahrten 20 und 28 gegen 19:30 Uhr über die St 2103 umfahren, um bei der Behelfseinfahrt Anger wieder auf die Autobahn aufzufahren. Einsatzfahrt 20 bediente ab der AS Anger die Fahrbahn Richtung München in Fahrtrichtung. Einsatzfahrt 28 bediente zunächst die Fahrbahn Richtung München etwa 500 m weit in entgegengesetzter Fahrtrichtung, um dann zu drehen und in Fahrtrichtung wieder weiterzufahren.

Eventuell hätte an diesem Tag die Blockabfertigung einen Stau der gegebenen Größenordnung verhindern können. Allerdings war durch das kurzfristige Unwetter nur noch eine Reaktion, jedoch keine präventive Vorbereitung mehr möglich, was wiederum zeigt, dass die Wettervorhersage als wichtiges Einsatzkriterium immer noch nicht so zuverlässig arbeitet, wie es bei solch einer Maßnahme wie der Blockabfertigung wünschenswert wäre.

08.01.2010

Baden-Württemberg

Tief „Daisy“ beherrschte die Medien sowie die Wettervorhersage an diesem Freitag. Es handelte sich an diesem Tag dabei um den ersten ernsthaften Wintereinbruch in Süddeutschland in der Saison 2009/2010. Verbreitet waren Schneefälle angesagt. Auch im SWIS waren die Schneefallstufen S1 bis S2 angegeben. Die Blockabfertigung wurde beantragt. Auffällig ist die an diesem Tag registrierte Verkehrsstärke von knapp 21.400 Kfz/24 h mit einem

Schwerverkehrsanteil von 20 %, die deutlich unter der eines regulären Freitags an dieser Stelle liegt. Die ansonsten recht ausgeprägte Abendspitze ist nicht vorhanden. Dies kann bedeuten, dass aufgrund der Wettervorhersage viele Personen ihre Fahrten verschoben haben und die Nachfrage daher stark gesunken ist. Auffällig ist jedoch bei den Pkw-Geschwindigkeiten, dass es abends zu einem Absinken dieser wiederum auf dem 1. Fahrstreifen kam, weniger ausgeprägt auf dem 2. Fahrstreifen. Laut Protokoll wurden die Prismenwender ab ca. 19:00 Uhr aktiviert, schneebedeckte Fahrbahnen waren zu diesem Zeitpunkt vorzufinden. Zudem standen zu diesem Zeitpunkt zwei Winterdienstfahrzeuge im Stau im Bereich Stuttgart, wo es heftige Schneefälle gab. Zwischen 20:00 Uhr und 22:00 Uhr standen mehrere Fahrzeuge quer im Bereich Aichelberg und beschädigten zum Teil die Schutzplanken. Am 09.01.2010 gegen 13:00 Uhr wurde die Beantragung zur Blockabfertigung zurückgenommen. Die Maßnahme wurde nicht durchgeführt.

Bayern

Am späten Nachmittag war von Osten her teilweise „öfter Schneefall“ vorhergesagt. Nach Gesprächen mit der AM Siegsdorf waren die Verhältnisse vor Ort nicht als kritisch anzusehen. Die Analyse des Verkehrs zeigt keine besonderen Auffälligkeiten an diesem Tag. Die Verkehrsstärke in FR Salzburg betrug 18.150 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 18 %. In Fahrtrichtung München wurden knapp 21.800 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 12 % registriert.

28./29.01.2010

Baden-Württemberg

In der Nacht zum 28.01.2010 waren verbreitet Schneefälle angesagt, teilweise wurden zwischen 5 und 15 cm Neuschnee erwartet. Die Blockabfertigung wurde beantragt. Die Verkehrsmengen betragen an diesem Tag 28.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 22 %. In der Nacht bis in die Morgenstunden konnten vor allem auf dem 1. Fahrstreifen verringerte Geschwindigkeiten festgestellt werden. Trotz der schon verhältnismäßig schwierigen Fahrbahnverhältnisse konnten nachts, bei relativ geringem Verkehrsaufkommen, Überholvorgänge von Lkw beobachtet werden. Unter diesen befanden sich auch Gefahrguttransporte. Die Prismenwender sowie der obere Teil der LED-Vorwar-



Bild 45: Aufreihung der Lkw am 29.01.2010 im Bereich Kirchheim/Teck, BAB A 8, Baden-Württemberg

ner sind ab ca. 07:00 Uhr aktiviert worden. Zwischen 08:00 Uhr und 10:00 Uhr sanken teilweise die Lkw-Geschwindigkeiten auf 0 km/h ab. Bild 45 zeigt die verkehrliche Situation zu diesem Zeitpunkt im Bereich Kirchheim/Teck in Fahrtrichtung München. Die Lkw hielten sich an das Überholverbot, obwohl nicht viel Verkehr war. Am 29.01.2010 waren noch weitere leichte Schneefälle angesagt. Verkehrlich gab es keine weiteren Auffälligkeiten, außer dem „normalen“ erhöhten Verkehrsaufkommen am Freitagnachmittag. Die erfassten Verkehrsmengen betragen 32.500 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 14 %.

Bayern

In den frühen Morgenstunden des 28.01.2010 (Donnerstag) war mäßiger Schneefall an den Alpen vorhergesagt, zudem in der darauffolgenden Nacht auf Freitag. Das aktuelle Wetter bestätigte diese Prognose. An der verkehrlichen Auswertung ist zu erkennen, dass die Pkw-Geschwindigkeiten in den frühen Morgenstunden des Donnerstags herabgesunken sind. Dies kann den Witterungsverhältnissen zugeschrieben werden. Über die beiden Tage gab es keine schwerwiegenden Ereignisse im Verkehrsablauf. Es ist zu erkennen, dass der Winterdienst am Donnerstag mehr Einfluss auf den Verkehr hatte, was auf die schlechteren Witterungs- und somit Fahrbahnbedingungen zurückzuführen ist. Die Verkehrsmengen in Fahrtrichtung Salzburg betragen am Donnerstag bzw. Freitag 17.900 Kfz/24 h bzw. 25.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 23 bzw. 17 %. In Fahrtrichtung München wurden an diesen Tagen 16.350 Kfz/24 h bzw. 21.500 Kfz/24 h mit SV-Anteilen von 22 bzw. 13 % registriert.

02./03.02.2010

Baden-Württemberg

Am 02.02.2010 (Dienstag) waren vermehrt Schneefälle angesagt, in der Nacht zum Mittwoch auch weiter verbreitete und z. T. sehr ergiebige. Diese wurden auch in den jeweiligen SWIS-Berichten festgestellt. Daher wurde die Blockabfertigung am Dienstag gegen 15:00 Uhr beantragt. Der aktuellen Wetteraufzeichnung ist zu entnehmen, dass im Bereich des Alaufstieges kaum Niederschlag gemessen wurde, außer in den Nachtstunden. Dies deckt sich mit den Beobachtungen vor Ort. Auf der Albhochfläche sorgten jedoch starke Schneeverwehungen immer wieder für schneebedeckte Fahrbahnen. Die gemessene Verkehrsstärke betrug an diesem Tag ca. 24.300 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 22 %. Am Mittwoch betragen die Verkehrsmengen ca. 27.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 21 %. In der Nacht von Dienstag auf Mittwoch war vor Ort ein recht geringes Verkehrsaufkommen, vor allem auch an Lkw, festzustellen. Größere Störungen waren im verkehrlichen Ablauf an diesen beiden Tagen nicht festzustellen.

Bayern

Gegen den Abend von 02.02.2010 (Dienstag) und auf die Nacht zum Mittwoch waren verbreitet Schneefälle angesagt. Die verkehrliche Auswertung zeigt am Dienstag lediglich Einflüsse aufgrund des Winterdienstes. Am Mittwoch sind keine weiteren Auffälligkeiten vorhanden. Die Verkehrsmengen an diesen Tagen betragen in Fahrtrichtung Salzburg 16.900 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 23 % am Dienstag bzw. 18.100 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 24 % am Mittwoch. In Fahrtrichtung München betragen die Verkehrsmengen 17.500 Kfz/24 h bzw. 17.000 Kfz/24 h mit SV-Anteilen von 24 bzw. 23 %. Auffällig an diesen Tagen war die Wettervorhersage. Die angesagten heftigen Schneefälle kamen im Bereich Siegsdorf ausschließlich als Regen. Dies bestätigen sowohl die Daten der Glättemeldeanlagen als auch die Beobachtungen vor Ort.

11./12.02.2010

Baden-Württemberg

Schneefälle, teilweise bis 15 cm waren prognostiziert. Das SWIS hatte für den Bereich Schwäbische Alb Schneefallstufe 1 angegeben. Die Blockabferti-

gung wurde beantragt. Die Prismenwender wurden um 07:00 Uhr am 11.02.2010 (Donnerstag) aktiviert. Der obere Teil der LED-Vorwarner wurde gegen 09:00 Uhr aktiviert. Für diesen Tag stand keine Bereitschaftspolizei zur Verfügung. Am 12. Februar gegen 09:00 Uhr wurde die Beantragung der Blockabfertigung wieder zurückgenommen. An beiden Tagen herrschte ein relativ hohes Verkehrsaufkommen. Donnerstags wurde eine Verkehrsstärke von knapp 29.000 Kfz/24 h mit einem Schwerverkehrsanteil von 23 % registriert, am Freitag sogar knapp 36.700 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 16 %. Es sind an beiden Tagen niedrigere Pkw-Geschwindigkeiten dokumentiert, die jedoch nicht erkennbar auf die Witterungslage zurückzuführen sind.

Bayern

Gelegentliche Schneefälle waren angesagt. Nach Gesprächen mit der AM Siegsdorf wurde die Lage als entspannt bezeichnet. Geringe Schneefälle wurden erfasst. Auffällig waren die hohen Verkehrsmengen am 12.02.2010 (Freitag). Sie betragen in Fahrtrichtung Salzburg am Freitag knapp 30.000 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 16 %. In Gegenrichtung sind am selben Tag 20.350 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 14 % registriert worden. Donnerstags lagen die Verkehrsstärken bei knapp 16.000 Kfz/24 h in jeweils beiden Fahrtrichtungen mit einem SV-Anteil von 22 %. Störungen im Verkehrsablauf wurden keine ermittelt.

06.03.2010

Baden-Württemberg

An diesem Samstag waren über Nacht verbreitet Schneefälle angekündigt. Die detaillierten Berichte aus dem SWIS-System gaben Schneefallstufe 2 an. Laut aktuellem Wetter setzten diese Schneefälle auch ein. Die Blockabfertigung wurde nicht beantragt. Bereits in den Morgenstunden kam es zu hängen gebliebenen bzw. querstehenden Lkw, die mit Hilfe des THW freigeschleppt werden mussten. Mehrere Vollsperrungen waren daraufhin notwendig, um die Lage in den Griff zu bekommen. Die Vollsperrung wurde an der Betriebsumfahrt Weilheim, dem eigentlichen Anhaltepunkt für die Blockabfertigung, durchgeführt. Anhand der Diagramme für den Verkehr wurden die ersten Auffälligkeiten auf der Albhochfläche ab ca. 07:00 Uhr registriert. Durch die hängen gebliebenen Lkw sind die anderen Verkehrsteilnehmer nicht mehr durchgekomen

und blockiert worden. Die Stauungen gingen langsam bis an die AS Esslingen zurück. Zwischen 16:00 Uhr und 17:00 Uhr nahmen die Stauungen wieder ab. Die Lage hat somit fast 10 Stunden gedauert. Die registrierte Verkehrsstärke lag bei 16.400 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 18 %. Aufgrund der lang anhaltenden Stauungen lag diese sehr niedrig.

Bayern

Für den Vormittag waren verbreitet Schneefälle angesagt, welche auch so eintraten. Die Verkehrsmengen lagen in Fahrtrichtung Salzburg bei 25.250 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 11 %. In Fahrtrichtung München wurden 24.200 Kfz/24 h mit einem SV-Anteil von 8 % registriert. Die Einflüsse des Winterdienstes sind bei der verkehrlichen Auswertung deutlich zu erkennen, jedoch nicht als negativ zu bewerten. Allerdings gab es in Fahrtrichtung München gegen ca. 15:30 Uhr einen Vorfall. Hierbei handelte es sich laut Verkehrsmeldungen um einen hängen gebliebenen Lkw. Die Auswirkungen waren jedoch nicht so schwerwiegend wie z. B. am 17.02.2009. Gegen 17:00 Uhr hatte sich der Verkehr wieder normalisiert.

4.9 Empfehlungen zur Durchführung

Obwohl die Maßnahme „Blockabfertigung für Lkw“ in ihrem eigentlichen Sinn nicht durchgeführt wurde, können aufgrund der gesammelten Erfahrungen bei der Organisation oder aufgrund der Schaltung der Vorstufen Probleme erkannt und als Verbesserung wiedergegeben werden. Zudem beinhalten diese Empfehlungen Hinweise, wie die Organisation noch flüssiger gestaltet werden kann.

Kommunikation über BOS bzw. Einführung von digitalem Funk

Die Kommunikation zwischen Autobahnmeisterei und Autobahnpolizei erfolgte während der für den Pilotversuch vorgesehenen Winterperioden ausschließlich über Telefon oder Mobilfunk. Bei Ausnahmeständen wie schweren Unfällen oder auch schwierigen Witterungsbedingungen kann das Handynet (je nach Ausmaß des Unglücks und regionalen Gegebenheiten) überlastet sein. Gerade aber in solchen Fällen muss die Kooperation zwischen Autobahnmeisterei und Polizei umso mehr gewährleistet sein. Die Aufnahme der Autobahnmeistereien in das Funknetz 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 (BMI, 2007), wäre demnach auch für die Autobahnmeistereien wünschenswert. Diese sind noch nicht als Nutzer bzw. Mitglieder vorgesehen. Gerade jedoch im Winterdienst, wenn von „witterungsbedingten Notlagen“ oder „Katastrophenschutzplänen“ gesprochen wird, sollte klar sein, dass hier unmittelbar die Autobahnmeistereien als hauptsächlich Beteiligte des Winterdienstes zur (Verkehrs-)Sicherheit oder Katastrophenvermeidung wesentlich beitragen.

Eine andere Lösung, die die Aufnahme in das BOS-Netz nicht notwendig macht, aber trotzdem eine sichere Verbindung zwischen Autobahnmeisterei und Polizei gewährleistet, ist die Ausstattung der Autobahnmeisterei mit digitalem Mobilfunk. In Bayern ist diese Variante schon vorgesehen. Verschiedene Autobahnmeistereien (AM Hösbach (BAB A 3), AM Kist (BAB A 3), AM Knetzgau (BAB A 70), AM Starnberg (BAB A 9)) sind bereits mit dem Funksystem AFD IP 3000 ausgestattet, um dessen Nutzen und Bedienbarkeit zu testen. Das System ermöglicht eine offizielle (direkte) Kommunikation der Autobahnmeisterei mit der Polizei über digitalen Funk. Einzelne sowie auch mehrere Fahrzeuge können direkt angefunkt werden. Zudem können bei Bedarf Informationen aus dem Polizeihubschrauber eingeholt werden bzw. auch an diesen direkt gegeben werden. Bei Bedarf ist zudem eine Weiterleitung seitens der Polizei in das BOS-Funknetz möglich.

Anhaltepunkt

Den Anhaltepunkt auf den 1. Fahrstreifen zu legen und nicht auf den Seitenstreifen hat sich als zweckmäßig herausgestellt und wird so weiterempfohlen. Als Hauptgrund ist hier die relativ einfache Beschilderung zu nennen, zudem ist ein Seitenstreifen nicht immer verfügbar.

Beschilderung

Die Beschilderung, wie sie zur Blockabfertigung vorgesehen war (inklusive ihrer Standortwahl und Bedienung), ist als sehr gut empfunden worden 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 der LED-Vorwarner, gezielt aktiviert, Wirkung gezeigt (Bild 46). Von Vorteil kann hier al-

lerdings eine statische LED-Beschilderung sein. Das heißt, der Aufwand, die LED-Vorwarner vor Ort zu bringen und zu aktivieren, würde minimiert. Für die reine Aktivierung der LED-Vorwarner wurde im Rahmen der Blockabfertigung in Baden-Württemberg (drei LED-Vorwarner aufklappen und einschalten) 1 h angegeben. Allerdings müssen diese vorher auch noch platziert werden, was einen vermehrt erhöhten Zeitaufwand birgt. In Bayern wurden für die Ausbringung und Aktivierung eines LED-Vorwarners 45 Minuten angegeben. Ist allerdings keine statische Lösung vorgesehen, ist es vorteilhaft, Stellflächen neben dem Seitenstreifen, falls vorhanden, vorzubereiten und die LED-Vorwarner mit seitlichen Leitbaken (VZ 605-10 „Leitbake linksweisend“ StVO) abzugrenzen (Bild 46).

Die Prismenwender zur Freihaltung der Anschlussstellen (siehe Kapitel 4.4.1) haben nach den Beobachtungen vor Ort keine Wirkung gezeigt.

Bei der Bedienung der Prismenwender hat sich die GSM-Schaltung über Mobilfunk als vorteilhaft herausgestellt. Die Gesamtdauer der Aktivierung lag im Rahmen der Blockabfertigung bei ca. 5 Minuten. Damit jedoch bei der Aktivierung nicht jeder Prismenwender einzeln per SMS angesteuert werden muss, ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die Mobiltelefone der Berechtigten zur Schaltung die Funktion „Gruppen-SMS versenden“ aufweisen.

Beim Einsatz der Beschilderung sollte generell darauf geachtet werden, dass sie gezielt eingesetzt wird. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer für die Beschilderung, vor allem der Lkw-Fahrer, 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



Bild 46: Platziertes LED-Vorwarner mit Leitbaken neben dem Seitenstreifen

Prismenwender vereisen oder verschneien und daher nicht immer funktionstüchtig sind. Bild 47 zeigt einen solchen Prismenwender. Überkopfschilderungen sind von dieser Problematik ebenfalls betroffen, da auch sie oft zugeschneit werden (Bild 48). 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.



Bild 47: Verschneiter Prismenwender auf der BAB A 8 Ost, Bereich Siegsdorf



Bild 48: Zugeschneite Anzeige der VBA, BAB A 8 Ost, Bereich Siegsdorf (GÖTZ, 2007)

Fahrzeugeinsatz

Beiden Autobahnmeistereien stand für die Maßnahme Blockabfertigung für Lkw ein zusätzlicher Lkw zur Verfügung. Dieser wurde als sehr positiv und die Maßnahme unterstützend angesehen.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die Maßnahme ein großes Interesse auch bei der lokalen Presse geweckt hat. Diese erwartet allerdings oft eine „persönliche“ Betreuung durch die Autobahnmeisterei oder die Autobahnpolizei. Zweckmäßig ist hier die Bündelung der Pressearbeit zentral bei der Pressestelle der Polizei oder der Verwaltung, so dass die Beteiligten der Maßnahme diese auch gezielt und ungestört durchführen können.

Ablauforganisation

Das entwickelte Ablaufschema (Bild 38) wurde in verschiedenen Sitzungen entwickelt und zusammengestellt. Hieraus ist ein für alle Beteiligten gutes Schema entwickelt 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 stellt sich allerdings das Einsatzkriterium „Witterungsbedingungen“ dar. Dieses basiert einzig auf den Erfahrungen der Beteiligten vor Ort und den 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 in Hinblick auf den Winterdienst, unterstützt werden.

4.10 Fazit

Die Blockabfertigung wurde zwar in ihrem eigentlichen Sinn nicht durchgeführt, dennoch ist ein positives Fazit in Bezug auf die Maßnahme möglich, welches aufgrund der Organisation, auch von den Beteiligten vor Ort, gezogen werden konnte. Genannt sei hier zunächst die Ablauforganisation. Sie wurde von den Beteiligten erarbeitet und kann so in jedem Fall als theoretische Grundlage auch an anderen

Standorten dienen, wo sie lediglich an die jeweiligen Randbedingungen angepasst werden muss. Als weiterer Pluspunkt stellte sich vor allen Dingen das Beschilderungskonzept heraus, welches aufgrund seiner vielfältigen Einsatzweise auch anderweitig genutzt werden kann. Allerdings sollte, neben der einfachen Erkennbarkeit für die Verkehrsteilnehmer, auch auf die einfache Bedienbarkeit für z. B. die Autobahnmeistereien geachtet werden. Eine Schaltung per SMS, die eine ganze Gruppe von Prismenwendern (oder auch einen LED-Anhänger) ansteuern kann, ist ein großer Vorteil gegenüber der Schaltung über Funk, bei der zumindest jeder Querschnitt zum Aktivieren angefahren werden muss. Problematisch war teilweise das Vereisen der Anzeigen und der Mechanik, vor allem bei starken Schneefällen. Dies führte bei den Prismenwendern teilweise zu Ausfällen. Bei den LED-Anhängern, die in Bayern per SMS steuerbar gewesen wären, hätten hohe Schneelasten zu einem Problem geführt, da sie, zumindest nicht ohne manuelle Hilfe, nicht mehr ausgeklappt werden konnten. Hier wäre eine statische (beheizbare) LED-Beschilderung von Vorteil. Der Vorteil daran wäre auch die Verkürzung des zeitlichen Umfangs, da sie vor einer Maßnahme nicht mehr durch einen Mitarbeiter der Autobahnmeisterei vor Ort gebracht werden müssten.

Als ebenfalls sinnvoll hat sich die der Maßnahme vorhergehende Öffentlichkeitsarbeit herausgestellt, die sowohl die Lkw-Fahrer, aber auch Pkw-Fahrer über das Vorgehen bei der Maßnahme informiert hat. In den jeweiligen Testwintern wurden neben den verteilten Flyern an Tank- und Rastanlagen in der Umgebung Pressemitteilungen der Ministerien herausgegeben, zudem wurde im Radio über die Maßnahme berichtet.

Der eigentliche Anhaltevorgang darf nur von der Polizei getätigt werden. Eine andere Überlegung war hier die Schaltung einer LZA, die aber, zumindest für die Pilotversuche, ausgeschlossen wurde. Für die Nutzung einer LZA auf Autobahnen muss die Geschwindigkeit vor dem Anhaltepunkt mittels eines Geschwindigkeitstrichters auf 70 km/h beschränkt werden. Dies sollte jedoch bei einer planbaren Sperrungsmaßnahme wie der Blockabfertigung (und nicht einer plötzlichen wie bei Tunnelstörungen) kein Problem darstellen.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Kommunikation zwischen Autobahnmeisterei und Autobahnpolizei. Bisher konnte die Kommunikation nur über Mobiltelefon erfolgen. Da das Netz aber bei bestimmten

Ereignissen und je nach Region auch zusammenbrechen kann, sollte ein anderer Weg zur Kommunikation gefunden werden. Hierfür stehen drei Lösungen zur Verfügung: zum einen die Aufnahme in das BOS-Funknetz. Die Autobahnmeistereien arbeiten, gerade im Winter, ausschließlich für die Verkehrssicherheit. Daher sollten diese die gleichen Möglichkeiten zur Kommunikation erhalten wie beispielsweise das THW oder die Polizei.

Eine andere Möglichkeit, die bereits in Bayern erfolgreich getestet wurde, ist die Aufnahme der Autobahnmeistereien in das digitale Funknetz. So können Polizei und Autobahnmeisterei untereinander problemlos kommunizieren, eine Weiterleitung der Nachrichten seitens der Polizei in das BOS-Netz ist so ebenfalls ohne Verzögerung möglich. Die dritte Möglichkeit bestünde in einer Vorzugschaltung bei Kommunikation via Mobilfunk. Diese ist bereits gegen einen geringen Aufpreis möglich.

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 sich die Störungen am 17.02.2009 im Bereich Siegsdorf sowohl räumlich als auch zeitlich nicht so deutlich ausgewirkt hätten, wenn ein geplantes Anhalten und Wiederauffahren des Schwerverkehrs durchgeführt worden wären. Inwieweit der zeitweise Zusammenbruch des Verkehrs vollständig hätte vermieden werden können, kann allerdings nur spekuliert werden. Aufgrund der vorhergesagten Wetterlage war ein Schneeschauer in der Größenordnung nicht erwartet worden. Dies macht wiederum deutlich, dass die Instrumente zur Wettervorhersage noch besser bzw. noch kleinräumiger gestaltet werden sollten, um den Einsatzkräften mehr Zeit zum Reagieren einzuräumen. Zudem gibt es den Verantwortlichen vor Ort, die die Witterungsbeobachtung „nebenbei“ bewerkstelligen und einschätzen müssen, mehr Sicherheit in ihrem Handeln. Auch die Situation am 06.03.2010 am Aichelberg in Baden-Württemberg spiegelt dieses Interesse wider. Nach mehrmaligen Fehlalarmen von sehr schwierigen Witterungsbedingungen und auch Katastrophenschutzalarmen, die in dieser Schwere nicht eingetroffen sind, wurden die Warnungen am 6. März in ihrer Schwere nicht so wahrgenommen. Zudem handelte es sich um ein Wochenende, an dem nicht viel Schwerverkehr erwartet wurde. Die Auswirkungen von einem kilometer- und stundenlangen Stau waren trotzdem schwerwiegender als zuvor erwartet.

5 Weitere Untersuchungen

5.1 Regionale Umfahrungsstrecken

Als weitere Pilotmaßnahme war im Rahmen des Projektes die auf regionaler Ebene einzurichtende Umfahrung neuralgischer Streckenabschnitte vorgesehen. Damit soll insbesondere dem Lkw-Verkehr die Information zur Umfahrung von Bereichen mit hohen Längsneigungen bei ungünstigen winterlichen Bedingungen gegeben werden. Innerhalb der Betreuungsgruppe wurde bereits zu Beginn des Vorhabens Einigung erzielt, dass theoretisch auch denkbare Umfahrungen im nachgeordneten Netz kaum realistisch und aufgrunddessen nicht zu empfehlen sind. Diese Erfahrungen wurden auch im Rahmen der vorbereitenden Sitzungen zur Blockabfertigung (siehe Kapitel 4) gemacht. Das nachgeordnete Netz ist bei schwierigen Witterungsverhältnissen oft schon ausgelastet, sodass in der Regel keine weiteren Verkehre zur Autobahnumfahrung mehr aufgenommen werden können. Umleitungsstrecken sind daher nur innerhalb des Autobahnnetzes sinnvoll.

Die Ankündigung für eine Umfahrung soll mit so genannten „dWiSta“-Tafeln (Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen) erfolgen. Laut den Anwendungshinweisen der Bundesanstalt für Straßenwesen (2004) „Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta), Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen“ sind Anzeigehalte, die nicht den vorgegebenen zur dynamischen Wegweisung und Stauinformation entsprechen, momentan nicht vorgesehen. D. h., es sollen keine Informationen über Witterungsverhältnisse oder andere Gefahren, sondern lediglich Stauinformationen mit den verschiedenen Umfahrungsmöglichkeiten angegeben werden.

Ziel der regionalen Umfahrung für Lkw ist es allerdings, 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, weshalb bei der Pilotstudie von den Anwendungshinweisen in geringem Maße abgewichen wurde, um diese Informationen an die Verkehrsteilnehmer weiterzugeben.

Um keine Missverständnisse oder Ablenkung unter den Verkehrsteilnehmern aufkommen zu lassen, sollten die Anzeigen mit geeigneten Piktogrammen

(z. B. der Schneeflocke des VZ 113 der StVO „Schnee- oder Eisglätte“) als Begründung zur Umleitung (anstatt des Staupiktogramms aus VZ 124 der StVO „Stau“) versehen werden, zusammen mit kurzen und prägnanten Umleitungsempfehlungen (z. B. A 8 Ulm via A 6/A 7).

Für die Durchführung sind zudem folgende theoretischen Überlegungen zu beachten (HARTZ et al., 2005):

Die Aufgabe der dWista-Anzeige ist, neben der reinen alternativen Routenempfehlung (herkömmliche Wechselwegweisung) auch zusätzliche unmittelbar entscheidungsrelevante Informationen an die Verkehrsteilnehmer weiterzugeben. Es muss jedoch gleichzeitig sichergestellt sein, dass die angegebene Alternativroute nicht überlastet ist oder es durch die Umleitung von Verkehren zu Überlastungen kommt.

Entlang der gesamten Umleitungsstrecke muss erkennbar sein, dass sich die Verkehrsteilnehmer noch auf der Umleitungsstrecke befinden, um Missverständnisse zu vermeiden. Mindestens an den angezeigten Zwischenzielen der ersten umleitenden dWista-Tafel sollte wieder eine Wegbeschreibung erfolgen.

Dies ist auf beiden Versuchsstrecken der Fall.

dWista-Tafeln sind im Allgemeinen als Überkopfbeschilderung angelegt. Sie sollen 500 m vor dem ersten Vorwegweiser an BAB-Kreuzen oder BAB-Dreiecken angebracht werden. Als Wiederholung soll eine zweite Tafel 250 m nach dem ersten Vorwegweiser erfolgen. Bei zweistreifigen Richtungsfahrbahnen können Ausnahmen vorliegen.

Eine ausreichende Erfassung der Verkehrsdaten ist in den steuerungsrelevanten Netzabschnitten unabdingbar, um Fehleinschätzungen der Belastung bzw. Befahrbarkeit zu vermeiden.

Folgende Strecken in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen sollten für die regionale Umfahrung mittels dWiSta-Tafeln untersucht werden. Die Kartenausschnitte mit der Lage der einzelnen Umfahrungsstrecken sind in Anhang 3 vorzufinden.

5.1.1 Baden-Württemberg

Der Bereich umfasst die Bundesautobahnen BAB A 5, BAB A 8, BAB A 81, BAB A 6 und der BAB A 7. Die BAB A 8 ist im Winter häufig wegen schwerer Wintereinbrüche am Alaufstieg nur eingeschränkt

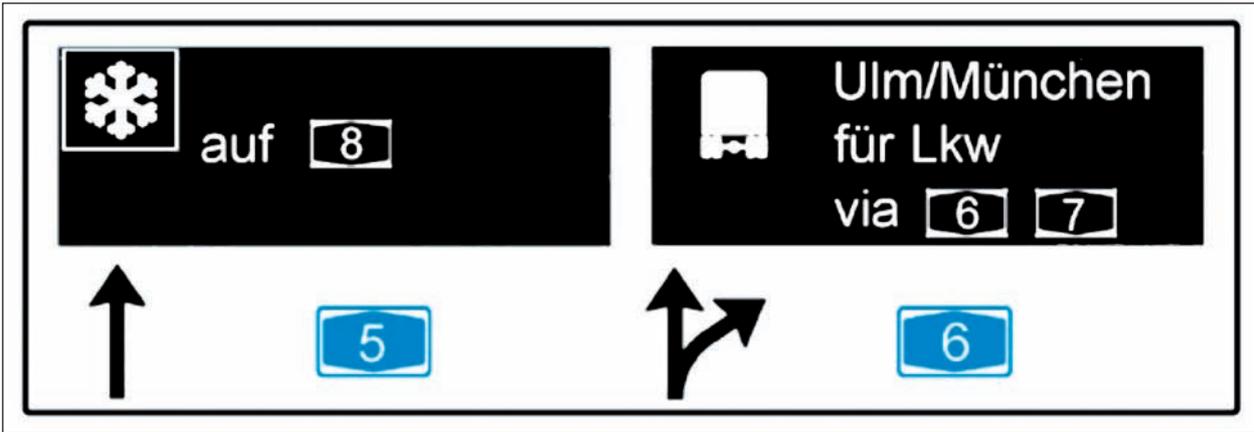


Bild 49: dWiSta-Anzeige am Walldorfer Kreuz zur Umfahrung des Alaufstiegs für Lkw im Winter

befahrbar. Hier kann die regionale Umfahrung für den (überregionalen) Schwerverkehr helfen, den neuralgischen Streckenabschnitt zu entlasten, indem der Schwerverkehr aus Norden her kommend nicht über das Leonberger Dreieck (d. h. A 5/A 8 bzw. A 6/A 81), sondern über die A 6 und A 7 (Kreuz Feuchtwangen) geführt wird.

Am Entscheidungspunkt Walldorfer Kreuz von Norden bzw. Westen her kommend stehen bereits dWiSta-Tafeln. Hier mussten für einen „winterlichen“ Einsatz lediglich weitere Zeichen hinzuprogrammiert werden.

Die Maßnahme wurde im Dezember 2008 verkehrsrechtlich angeordnet. Bild 49 zeigt die Variante für Baden-Württemberg. Es war vorgesehen, die dWista-Tafeln im Rahmen der Blockabfertigung für Lkw (siehe Kapitel 4) zu schalten, um Erfahrungswerte bzw. Akzeptanzwerte für solche Schaltungen sammeln zu können. Eine Wiederholung der Empfehlung zum Verbleib auf der A 6 am Kreuz Weinsberg war in dieser Maßnahme ebenfalls vorgesehen.

5.1.2 Nordrhein-Westfalen

Hier war vorgesehen, die BAB A 1 im Bereich des Bergischen Landes über die Bundesautobahnen BAB A 2 und die BAB A 3 zu umfahren. Auf der BAB A 1 kommt es im Winter immer wieder zu Behinderungen. Die regionale Umfahrung für den (überregionalen) Schwerverkehr kann helfen, den neuralgischen Streckenabschnitt zu entlasten, indem der Schwerverkehr aus Norden oder Osten her kommend nicht über die A 1, sondern über die A 2 und A 3 geführt wird.

Am Entscheidungspunkt Kamener Kreuz stehen von Norden (BAB A 1) und Osten (BAB A 2) her kommend bereits dWiSta-Tafeln.

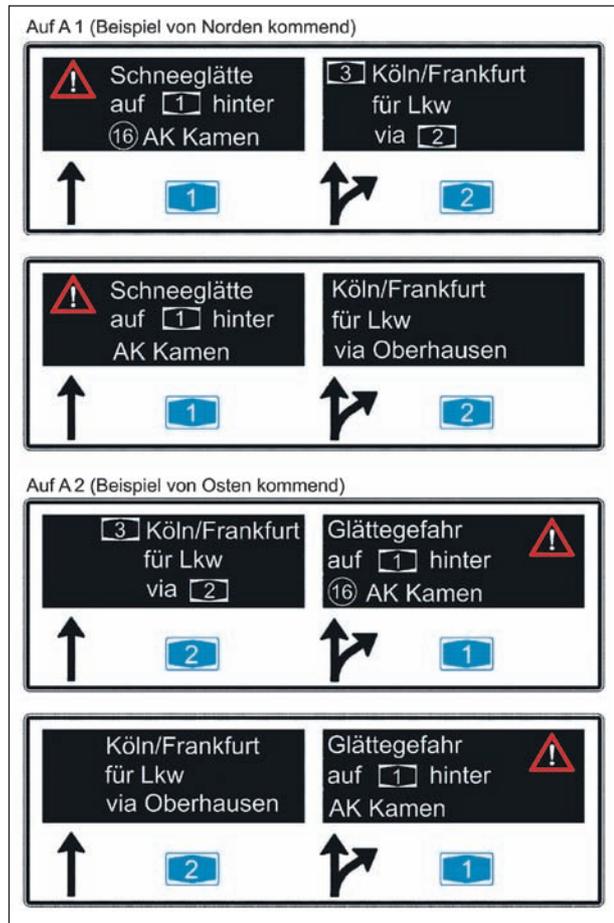


Bild 50: Varianten der Umleitungsempfehlung für dWiSta-Tafeln in Nordrhein-Westfalen zur Umfahrung der BAB A 1 im Winter (Darstellung aufgrund der verwendeten Verkehrszeichen und Texte abweichend von den Anwendungshinweisen der Bundesanstalt für Straßenwesen (2004) „Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta), Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen“)

Bild 50 zeigt die Varianten der Umleitungsempfehlung, wie sie bei dem o. g. Einsatz aussehen könnten. Sie basieren, zumindest grundsätzlich, auf den

Anwendungshinweisen der Bundesanstalt für Straßenwesen (2004), weichen jedoch aufgrund der Angabe der VZ 101 StVO und der Angabe „Schneeglätte“ bzw. „Glättegefahr“ von den o. g. Hinweisen zur Gestaltung von dWiSta-Tafeln ab. Dazu ist anzumerken, dass bei den hier genutzten Tafeln in NRW die Piktogramme bzw. Verkehrszeichen nicht ohne erheblichen Aufwand (Abbau der Tafel) geändert werden können. Diese sind, im Gegensatz zum frei programmierbaren Schriftfeld, vordefiniert (d. h., die LED's sind vorgesteckt und nicht als frei programmierbare Matrix ausgeführt) und deshalb nicht änderbar. Aus diesem (bauartbedingten) Grund wurde die angegebene Darstellungsweise gewählt.

5.1.3 Fazit

Die vorgeschlagenen Schaltungen sind in Ihrer vorgegebenen Weise zwar machbar gewesen, jedoch nicht zum Einsatz gekommen. In Baden-Württemberg lag es hauptsächlich an der Tatsache, dass die Blockabfertigung, als Hauptargument für die Schaltung, nicht durchgeführt wurde. In Nordrhein-Westfalen ist die Umleitungsempfehlung im Winter nicht empfohlen worden. Vermutlich waren die vorgegebenen Umleitungsstrecken oft selbst überlastet oder konnten aufgrund der gleichen Witterungssituation wie auf dem theoretisch zu umfahrenden Abschnitt der BAB A 1 nicht vorgeschlagen werden.

Trotz der nicht geschalteten dWiSta-Tafeln sollte diese Maßnahme weiterverfolgt werden. Durch die sehr gute Übersichtlichkeit der Tafeln und der Eindeutigkeit der vorzunehmenden Schaltungen können positive und somit wirksame Effekte angenommen werden. Gerade in solchen Abschnitten, wo die Infrastruktur bereits vorhanden ist, stellt diese Möglichkeit der Verkehrslenkung eine schnelle und günstige Variante, auch zur Warnung bzw. Umleitung bei winterlichen Witterungsbedingungen, dar.

5.2 Großräumige Umfahrung mit TMC

TMC (Traffic Message Channel) 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. Als Quelle für TMC dienen Ein-

richtungen wie die Polizei und der ADAC, aber auch ortsfeste Sensoren zur Verkehrserfassung an Straßen. Die Übernahme einer Meldung in das System erfolgt nach einer Überprüfung durch die Landesmeldestellen. Die Meldungen sind nach dem Alert-C-Standard (DIN EN ISO 14819-1) kodiert und bestehen aus verschiedenen Codes, den Lage- und Ereigniscodes. Diese können über die so genannte Location Code List (LCL) und Event Code List (ECL), in denen Orte bzw. Ereignismeldungen einem bestimmten Code zugeordnet sind, in eine für den Benutzer verständliche Textform umgewandelt werden. ALERT-C definiert zwei Kategorien von so genannten „Nutzermeldungen“, in die der Informationsgehalt einer Meldung unterteilt werden kann. Dies sind Hauptinformationen und optionale Zusatzinformationen. Die Hauptinformationen können prinzipiell in allen Meldungen vorhanden sein und enthalten folgende Informationen:

- Ereignisbeschreibung (z. B. Details über den allgemeinen Verkehrsablauf, Wettergeschehen und ggf. das Ausmaß wie z. B. die resultierende Staulänge),
- Ort (Gebiete, Streckenabschnitte oder Punktlokationen, wo Probleme bekannt sind),
- Richtung und Umfang (Welche Abschnitte/Orte sind noch betroffen? In welche Fahrtrichtung?),
- Dauer (Hinweise für die erwartete Dauer des Ereignisses),
- Auskunft über Umleitungen (ggf. Informationen, ob es Umleitungen gibt und, wenn ja, wo diese lang führen).

Zur Übertragung der Nutzermeldungen werden so genannte „RDS type 8A groups“ verwendet. Für Meldungen, die „lediglich“ die Ereignisbeschreibung mit zugehörigem Ort enthalten, sind einzelne, sog. „single type 8A groups“ ausreichend. Sobald die Beschreibung jedoch detaillierter wird und z. B. eine Umleitungsempfehlung enthalten ist, werden mehrere dieser single group messages benötigt (sog. „multi type 8A groups“), von denen maximal fünf aneinandergereiht versandt werden können.

Möglichkeiten für Umleitungsempfehlungen über TMC

TMC könnte somit theoretisch für verkehrslenkende Maßnahmen aufgrund von winterbedingten Störungen für den Schwerverkehr eingesetzt werden.

Meldungen wie z. B. „Lkw wird empfohlen, das Gebiet weiträumig zu umfahren“ sowie Meldungen zu Schnee- und Eisglätte sind schon in der ECL enthalten. Für die Landesmeldestellen, die alle in das System eingetragene Meldungen von anderen Dienststellen vor dem Versenden noch einmal verifizieren, stellt die Generierung dieser Nachrichten daher kein Problem dar. Sie haben zum einen die Möglichkeit, über das so genannte „Umleitungsbit“ (diversion advice, eine single group message) Umleitungen zu empfehlen, die bereits vordefiniert sind, wie z. B. die U-Strecken an Autobahnen. Zudem haben sie die Möglichkeit, so genannte „detailed diversion instructions“ (multi group messages mit höchstens fünf type 8A groups) zu generieren. Das bedeutet, konkrete Umleitungsempfehlungen mit Hilfe von mehreren Location Codes, also Zwischenstationen, für die Umfahrung anzugeben.

Neben der Möglichkeit der vorkonstruierten Umleitungsempfehlungen der Landesmeldestellen werden mittlerweile die meisten Endgeräte (z. B. Navigationsgeräte) Verkehrsmeldungen aus und geben auf diesen Meldungen basierende, selbst berechnete Empfehlungen zur Umfahrung z. B. eines Staus. Die daraus resultierende Bandbreite an „Umfahrungsalgorithmen“ wurde versucht zu erfassen, indem ein Fragebogen an ca. 20 verschiedene (nationale und internationale) Hersteller von Navigationsgeräten versandt wurde. Dieser enthielt folgende Fragen:

- Kann Ihre Software konkrete Umleitungsempfehlungen der Landesmeldestellen richtig umsetzen (d. h. mehrere Nachrichten im RDS-Format mit verschiedenen Locationcodes zur Umfahrung nacheinander richtig zuordnen)?
- Welche Daten oder sonstigen Hilfsmittel (z. B. Reisezeit oder Stau- und Unfallmeldungen) nutzt Ihre Navigationssoftware, um eine Umleitungsempfehlung zu geben?
- Welche unterschiedlichen Gewichtungen gibt es bei der Auswertung von TMC-Meldungen durch Ihre Software zur Umleitungsempfehlung?
- Gibt es Schwellen- bzw. Grenzwerte, die diesen zugrunde liegen (und beispielsweise in einer Richtlinie zusammengefasst sind)?
- Welche Faktoren bzw. Meldungen spielen bei der Auswertung von TMC-Meldungen eine Rolle bei Umleitungsempfehlungen (verkehrliche oder klimatische Faktoren oder Gefahrenmeldungen)?

- Wie würde Ihr System z. B. reagieren, wenn wegen eines angekündigten starken Schneefalls in zwei Stunden ein Streckenabschnitt voraussichtlich gesperrt werden würde (Vorhersage als TMC-Meldung)?

Von diesen 20 Herstellern haben lediglich zwei geantwortet. Im Folgenden wird aufgrund dieser Antworten und basierend auf den gültigen Standards eine Zusammenfassung gegeben, welche „Lücken“ noch gefüllt werden müssen, um die o. g. Problematik anzugehen:

- Nicht alle Endgeräte, die für den Empfang von TMC-Meldungen ausgelegt sind, können auch alle Meldungen umsetzen. Ein Problem stellen hierbei vor allem die erwähnten multi group messages dar. D. h., die vordefinierten Meldungen der Landesmeldestelle mit entsprechenden Informationen zu z. B. Umleitungsempfehlungen erreichen viele Verkehrsteilnehmer nicht.
- Das Umleitungsbit (eine single group message) wird von den Landesmeldestellen nur restriktiv verwendet, da die Stausituation im nachgeordneten Netz oft unklar ist. Zudem sind gerade im Winter die Strecken im nachgeordneten Netz oft selbst überlastet, weshalb in diesem Fall nur eine sehr weiträumige Umfahrung über andere Autobahnen sinnvoll wäre. Die Umsetzung dieser single group message stellt allerdings kein Problem für die Endgeräte dar.
- Für die Nutzermeldungen sind in der ECL Dringlichkeitsstufen festgelegt („sehr dringend“, „dringend“ und „normale Dringlichkeit“). „Sehr dringende“ Meldungen enthalten beispielsweise Informationen zu Falschfahrern oder Gegenständen auf der Fahrbahn. Diese müssen sofort ausgestrahlt werden. „Dringende“ Meldungen enthalten z. B. Stauinformationen; Meldungen mit „normaler Dringlichkeit“ enthalten z. B. Wetterinformationen oder Informationen über defekte Fahrzeuge auf einem Streckenabschnitt. Basierend auf diesen implizierten Dringlichkeiten können Hersteller von Navigationsgeräten beispielsweise ihre Empfehlungen an den Endnutzer weitergeben.

Gefahrenmeldungen („sehr dringend“) und sonstige Verkehrsmeldungen („dringend“) werden von Herstellerseite verwendet, um Umleitungsempfehlungen zu generieren. Wetterfaktoren, spielen eine meist untergeordnete Rolle. Zwar können die Lan-

desmeldestellen die Informationen aus bspw. den Unwettermeldungen des DWD oder von den Daten der Glättemeldeanlagen in eine Nachricht integrieren, jedoch werden auf dieser Basis keine automatischen Umleitungsempfehlungen der Navigationsgeräte kreiert. Sie werden teilweise gar nicht angezeigt oder nur zur reinen Information verwendet. Nach den vorgegebenen Dringlichkeitsstufen werden (herstellerabhängig) bei der Auswertung von TMC-Meldungen zudem die Art (z. B. zähfließender Verkehr oder Vollsperrung?) und Ausdehnung des Ereignisses, Angaben zur Veränderung der Reisezeiten, Dauer der Meldungen, Topologie des Straßennetzes, Standort des Fahrzeuges etc. beachtet und ob die aktuelle Route betroffen ist oder nicht. Ebenso werden vordefinierte Umleitungen des Nutzers in Betracht gezogen. Ab welcher „internen“ Dringlichkeitsstufe ein Navigationsgerät die Wahl zur Umfahrung eines von z. B. Stau oder Unfall betroffenen Streckenabschnittes gibt, kann jedoch nicht vollständig geklärt werden.

Fazit

Umleitungsempfehlungen können von den Landesmeldestellen ausgegeben werden (auch basierend auf Wettervorhersagen und auch nur z. B. den Schwerverkehr betreffend). Eine Garantie, dass die Endgeräte diese Meldungen umsetzen können, gibt es jedoch nicht.

Wünschenswert wären hier definierte Grenzen, die von den Herstellern eingehalten werden müssen, bzw. Richtlinien, die festlegen, welche Ereignisse der ECL 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.

Eine andere Möglichkeit könnte auch sein, bereits vordefinierte Umfahrungen mit eigenem Code für z. B. schon bekannte (problemlastige) Streckenabschnitte (im Winter?) zu kreieren, für die dann keine „multi group message“ mehr versandt werden müsste.

Ein zusätzlicher Vorteil bei der Nutzung der Technik wäre eine zumindest länderübergreifend zentrale (Bundes-)Leitstelle für den Verkehr, um auch sehr großräumige Umfahrungen leichter vorgeben zu können.

6 Zusammenfassende Bewertung und Ausblick

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, eine bessere Kenntnis über den Verkehrsablauf bei winterlichen Witterungsbedingungen im Allgemeinen und über Kapazitäten von winterlichen Fahrbahnen im Besonderen zu erhalten. Zudem sollten spezielle Pilotmaßnahmen entwickelt und begleitet werden, die gezielt Behinderungen durch blockierende bzw. querstehende Lkw im Winter vermeiden sollten. Hauptaspekt war dabei, den vollständigen Verkehrszusammenbruch mit der Folge sehr langer Staus und Fahrbahnblockaden – einschließlich der sich im Einsatz befindlichen Winterdienstfahrzeuge – zu vermeiden, möglicherweise unter Inkaufnahme von Eingriffen in den Schwerverkehr selbst. Ziel war dabei immer, evtl. Katastrophenschutz-Szenarien, die weitere Hilfskräfte wie z. B. das THW oder Rettungsdienste erfordern, unbedingt zu vermeiden.

Um Aufschluss über die Kapazitäten bei winterlichen Fahrbahnen zu erhalten, wurden Verkehrsdaten von jeweils längeren Streckenzügen aus vier Bundesländern über zwei bis drei Winter ausgewertet. Um die Verkehrsdaten zu klassifizieren, wurden sie nach verschiedenen Schwerverkehrsanteilen, der Steigungsklasse des Streckenabschnittes, Fahrstreifenanzahl sowie Uhrzeit und Werktag/Wochenende ausgewertet und anschließend mit den Daten der sich vor Ort befindenden GMA überlagert. Trotz des großen Datenkollektivs gestaltete es sich als schwierig, Kapazitäten für winterliche Fahrbahnen zu bestimmen. Dies lag zum einen an der relativ geringen Nachfrage im Winter auf diesen Streckenabschnitten. Das heißt, dass die Nachfrage oft nur an den Wochenenden („Bettenwechsel“ in den Skigebieten) so groß war, dass die Kapazität erreicht wurde. Zum anderen sind die Auswirkungen des Winterdienstes, der auf deutschen Autobahnen bei Bedarf 24 h im Einsatz sein muss (MK 6a, 2004), in Hinblick auf den Verkehrsablauf nicht bekannt. Daher wurde zunächst das Geschwindigkeitsverhalten der Pkw untersucht, das einen guten Aufschluss über die Verkehrsqualität gibt. Dies wurde mit so genannten Box-Whisker-Diagrammen bewerkstelligt und weist bei fast allen Streckenabschnitten ein ähnliches Muster auf. Als Referenz dient hier die Geschwindigkeit bei trockener Fahrbahn. Bei regennasser Fahrbahn ist ein Geschwindigkeitsabfall von ca. 10 % gegenüber der trockenen Fahrbahn festzu-

stellen, die Geschwindigkeitsreduzierungen bei Eisglätte sind mit ca. 5 % etwas geringer. Dahinter ist vor allem zu vermuten, dass Eisglätte für den Verkehrsteilnehmer schwerer zu erkennen ist als eine regennasse Fahrbahn, außerdem sind nicht unbedingt Sichtbehinderungen zu erwarten wie bei starkem Regen.

Ein deutlicher Unterschied bei den Pkw-Geschwindigkeiten konnte bei den Witterungsszenarien „Schneeglätte“ sowie „Schneefall“ identifiziert werden. Während die Geschwindigkeiten bei Schneefall nur wenig niedriger liegen als die Geschwindigkeiten bei Regen, sind bei Schneeglätte nochmals deutliche Reduzierungen zu beobachten. Die für den Verkehrsteilnehmer „sichtbare“ Schneeglätte auf der Fahrbahn wirkt sich daher negativer aus als der reine „Schneefall“. Hinzu kommt, dass das Szenario „Schneefall“ in sich sehr inhomogen ist, da mangels verlässlicher Daten z. B. die Intensität des Schneefalls nicht differenziert analysiert werden konnte. Die Witterungsszenarien wurden vor der Auswertung zwar so definiert, dass die aus den Daten der Glättemeldeanlagen stammenden Kombinationen auch relativ sicher die zum Zeitpunkt der Auswertung vorhandene Witterung wiedergegeben haben. Allerdings sind Abweichungen nicht auszuschließen, da die Sensortechnik, vor allem der Gefrierpunkttemperatur und Wasserfilmdicke bzw. Eisdetektion, noch nicht so zufrieden stellende bzw. zuverlässige Ergebnisse liefert, wie dies wünschenswert wäre. Zudem ist für die Zukunft ggf. eine Überlagerung der automatisch erfassten Betriebsdienstdaten aus dem Winterdienst anzustreben, um dessen Einflüsse auf den Verkehr besser beurteilen zu können und somit das Verkehrsgeschehen im Winter und den Winterdienst besser aufeinander abstimmen zu können.

Um Nachfragerückgänge zu quantifizieren, wurde in Ermangelung von Daten klar abgrenzbarer Verkehrszusammenbrüchen 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 Ge-

gensatz 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 Grenzgeschwindigkeit 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 Grenzgeschwindigkeit 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 10 bis 25 %. Die Rückgänge auf zweistreifigen Fahrbahnen liegen bei Schneeglätte zwischen 30 und knapp 50 % und bei Schneefall bei knapp 20 bis 40 %.

Für weitere Untersuchungen des Verkehrsablaufs sollte in jedem Fall der Winterdienst Beachtung finden, da seine direkten Einflüsse nicht systematisch untersucht werden konnten. Dies könnte auch helfen, ein anderes Zusammenbruchskriterium speziell für winterliche Bedingungen zu definieren, da die Erwartungshaltung der Verkehrsteilnehmer auf eine uneingeschränkt befahrbare Fahrbahn nicht so hoch liegt wie beispielsweise bei trockener Fahrbahn. Es ist aber anzunehmen, dass der (positive) Einfluss (der Verkehr kann weiterfließen, aber unter vorgegebenen Randbedingungen) einen gewissen Effekt auf das Zusammenbruchskriterium und somit die Kapazität haben muss.

Die Pilotmaßnahme „Blockabfertigung für Lkw“ konnte in ihrem eigentlichen Sinn nicht durchge-

führt werden. Zwar wurde sie mit Hilfe der Beteiligten vor Ort sehr detailgetreu vorbereitet, was eine Beurteilung der organisatorischen Aspekte gut möglich macht, jedoch konnten keine vollständigen Auswertungen über die Auswirkungen des Versuches getätigt werden, insbesondere was die Akzeptanz einer temporären Schwerverkehrssperre angeht. Im Rahmen des Projektes sind die (optionalen) Randbedingungen für diese Maßnahme untersucht worden. Aufgrund dieser können Empfehlungen wiedergegeben werden, die den Aufwand für eine solche Maßnahme in Zukunft verringern können. Dies ist gerade in Bezug auf die winterlichen Umfeldbedingungen besonders wichtig, ist hier doch schon eine erhöhte Aufmerksamkeit aller Beteiligten notwendig, um beispielsweise den Winterdienst sicher durchzuführen. Da diese Maßnahme auch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erfordert, wurden beispielsweise die Beschilderungskonzepte in den beiden teilnehmenden Bundesländern sehr ähnlich gestaltet, um Missverständnisse, so gut es geht, auszuschließen. Sollte auf anderen Streckenabschnitten darüber nachgedacht werden, diese Maßnahme durchzuführen, ist ein besonderes Augenmerk auf eine gute und einhellige Kommunikation zwischen Autobahnmeisterei und Autobahnpolizei zu legen. Hier sollte angedacht werden, die Autobahnmeistereien auch in die BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) aufzunehmen, um uneingeschränkten Funkkontakt zur Polizei zu gewährleisten. Dies ist bisher nur mittels eines „Kontaktmannes“ der Polizei rechtlich möglich. Diese benötigt, auch gerade bei aufkommenden schwierigen Witterungsbedingungen, ihre Fachkräfte jedoch anderweitig und kann sich in den meisten Fällen nicht erlauben, Fachkräfte für Kommunikationszwecke abzustellen. Eine andere Maßnahme wäre die Aufnahme der Autobahnmeisterei in das digitale Funknetz, das nach erfolgreicher Testphase nun in Bayern, aber auch anderen Teilen von Deutschland eingeführt wird.

Als größtes Hindernis zur Durchführung hat sich das Eingangskriterium „schlechte Witterungsbedingungen“ herausgestellt. Hier waren im großen Maße die Erfahrungen der Beteiligten vor Ort im Umgang mit dem SWIS und großräumigen Wettervorhersagen gefragt. Allerdings stellte sich heraus, dass selbst die Kurzvorhersagen im 3-Stunden-Takt noch nicht ausreichend genau sind, um lokale Schwierigkeiten aufgrund des Wetters vor-

herzusagen. Gerade für eine Maßnahme wie die Blockabfertigung ist das Hilfsmittel „Wettervorhersage“ eines der wichtigsten und sollte in Zukunft noch mehr dem kleinräumigen Bereich gewidmet werden. Nur so haben die Beteiligten vor Ort auch eine Chance, die Situation richtig einzuschätzen.

In Bezug auf andere Umfahrungsempfehlungen konnten im Rahmen dieses Projektes nur grundlegende Dinge erläutert werden. Für eine Umfahrung mittels dWiSta-Tafeln wurde in Baden-Württemberg eine Schaltung programmiert, die den Lkw-Fahrern bei schwierigen Witterungsbedingungen die Empfehlung gibt, den Alaufstieg auf der BAB A 8 zu meiden. Diese sollte im Rahmen der Blockabfertigung für Lkw angewandt werden, ist jedoch aufgrund der nicht vollständig durchgeführten Maßnahme Blockabfertigung nicht zum Einsatz gekommen.

Umfahrungen aufgrund von Witterungsbedingungen mittels TMC (Traffic Message Channel) sind meldetechnisch unproblematisch. In der so genannten Event Code List (Ereignisliste) sind Codes für Wettervorhersagen und Hinweise auf schlechte Witterungsbedingungen enthalten. Zudem ist es technisch möglich, dass eine Landesmeldestelle detaillierte Umleitungsempfehlungen (mit Hilfe von Mehrsequenzmeldungen) gibt. Oft sind jedoch die Endgeräte nicht dafür ausgerüstet, Mehrsequenzmeldungen umzusetzen oder die Wettervorhersagen wiederzugeben, weil die Event Code List nicht vollständig integriert ist. Zudem werden automatische Umleitungsempfehlungen der Navigationsgerätehersteller aufgrund von schlechten Wetterverhältnissen nicht unterstützt.

Zusätzlich zu den gegebenen Empfehlungen ist es sinnvoll, für bestimmte Regionen auch länderübergreifende, evtl. sogar bundesweit aktive Leitzentralen für den Verkehr einzurichten, damit die Nachrichten auch aus verschiedenen Sendebereichen verknüpft werden können und somit auch großräumige, länder- und gebietsübergreifende Umfahrungsempfehlungen besser eingesetzt werden können. Das Gleiche gilt für den Einsatz von stationären Verkehrsbeeinflussungsanlagen.

7 Literatur

- BADEL, H.; MORITZ, K.: Use of Data on Road Condition and Weather for Winter Maintenance, 12th International Road Weather Conference (SIRWEC), Bingen (Germany), 2004
- BARK, A.; LEVIN, C.; MATTHESS, V.: Wirksamkeit des Straßenwinterdienstes auf die Verkehrssicherheit und die Wirtschaftlichkeit des Verkehrsablaufs auf Autobahnen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 719, 1996
- BAUER, G.: Grundlagen TMC – Teil 1, Navi Magazin 3/2007
- BAUER, G.: Grundlagen TMC – Teil 2, Navi Magazin 4/2007
- BRILON, W.; REGLER, M.; GEISTEFELDT, J.: Zufallscharakter der Kapazität von Autobahnen und praktische Konsequenzen, Straßenverkehrstechnik, Teil 1 und 2, Jg. 49, 2005, H. 3, S. 136-144 und H. 4, S. 195-201
- BRILON, W.; ZURLINDEN, H.: Kapazität von Straßen als Zufallsgröße, Straßenverkehrstechnik, Jg. 48, 2004, H 4, S. 164-172
- Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), www.buergerliches-gesetzbuch.info, Oktober 2007
- Bundesinnenministerium (BMI): Bestimmungen für Frequenzuteilungen zur Nutzung für das Betreiben von Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), BOS-Funkrichtlinie, Berlin, 2007
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Fortschreibung der Location Code List (LCL) und Event Code List (ECL) für den Verkehrswarndienst, Bergisch Gladbach, 2010
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Bergisch Gladbach, 2002
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Bergisch Gladbach, 1993
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 10/2006, Betriebstechnische Ausstattung von Straßentunneln, Sachgebiet 05.9:Tunnelausstattung, Bonn, 2004
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst (MK 6a), Optimierung von Einsatzverfahren – Empfehlungen für die Organisation bei Autobahn- und Straßenmeistereien, Bonn, 2004
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen (RWBA), Bonn, 2000
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Straßenverkehrs-Ordnung (StVO), Bonn, 2010
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), Bonn, 2010
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen, Bonn, 2004
- BUSCH, F.; GROŠANIĆ, S.: Umfelddatenerfassung in Streckenbeeinflussungsanlagen, Testfeld „Eching Ost“ des Bundes, Abschlussbericht 5. Testphase, November bis Oktober 2009, München, 2010
- CYPRA, T.; ROOS, R.; ZIMMERMANN, M.: Optimierung des Winterdienstes auf hoch belasteten Autobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 135, Bergisch Gladbach, 2006
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Straßenwetterzustands- und Informationssystem (SWIS)
- DIN EN ISO 14819-1: Verkehrs- und Reiseinformationen (TTI) – TTI-Meldungen über Verkehrsmeldungscodierung – Teil 1: Meldungsschlüssel für den digitalen Radio-Verkehrskanal (RDS-TMC) unter Verwendung von ALERT-C (ISO 14819-1:2003), 2005
- DIN EN ISO 14819-2: Verkehrs- und Reiseinformationen (Traffic and Traveller Information; TTI) – TTI-Meldungen über Verkehrsmeldungscodierung – Teil 2: Codier-Vorschrift für das Radio Data System – Verkehrsmeldungskanal (RDS-TMC) (ISO 14819-2:2003), 2005
- DIN EN ISO 14819-3: Verkehrs- und Reiseinformationen (Traffic and Traveller Information; TTI) – TTI-Meldungen über Verkehrsmeldungscodierung – Teil 3: Ortskodierung für ALERT-C (ISO 14819_3:2004), 2004

- DIN EN ISO 14819-6: Verkehrs- und Reiseinformationen – TTI – Meldungen über Verkehrsmeldungscodierung – Teil 6: Verschlüsselung und Zugangsbedingungen für das Radio-Datensystem – Verkehrsmeldungskanal ALERT-C-Kodierung (ISO 14819-6:2006), 2007
- DURTH, W.; HANKE, H.: Winterverkehr und Winterdienst in Ballungsgebieten, Straße und Autobahn, Jg. 35, 1984, H. 2, S. 41-49
- DURTH, W.; HANKE, H.: Handbuch Straßenwinterdienst, Kirschbaum Verlag, Bonn, 2004
- Europäisches Parlament: Verordnung (EG) Nr. 561/2006 zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates, Straßburg, 2006
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen, Teil: Winterdienst, Köln, 1997 (FGSV 390/12). Ersetzt durch das Merkblatt für den Winterdienst an Straßen, FGSV 416, 2010
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Ausgabe 2001, Fassung 2009 (FGSV 299), Köln 2009
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01) (FGSV 499), Köln, 2001
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) (FGSV 339), Köln, 2006
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zum Fundamentaldiagramm, Köln, 2005
- GÖTZ, M.: Bilder der AM Siegsdorf, 2007
- GRAHL, S.; SANDER, G.: Ausstattung von Anschlussstellen mit dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation – dWiSta, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 162, Bergisch Gladbach, 2007
- HARTZ, B.; SCHMIDT, M.: Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWista), Zusammenfassung bisheriger Erfahrungen, Empfehlungen zur Gestaltung und Anwendung, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 924, Bonn, 2005
- HAUSMANN, G.: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 180, Bergisch Gladbach, 2009
- HORCH, K.: Winterdienst unter erschwerten Bedingungen, Tagungsband zum Straßenbetriebsdienst-Kolloquium der FGSV, Darmstadt, 1997
- KLINGBER, K.: Das Straßenzustands- und Wetterinformations-System (SWIS): Einsatzbeispiel Autobahndirektion Nordbayern, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung der Universität der Bundeswehr, München, 2000
- KÜHNEN, M. A.: Autobahnverzeichnis 2006 (Stand: Juli 2006), Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 154, Bergisch Gladbach, 2007
- LEMKE, K.; MORITZ, K.: Freigabe von Seitenstreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 94, Bergisch Gladbach, 2001
- MAY, A.: Traffic Flow Fundamentals, Prentice-Hall, 1990
- MAYER, C.: Ermittlung der Kapazität von Autobahnquerschnitten bei winterlichen Fahrbahnbedingungen, Vertiefearbeit am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe (TH), 2003 (nicht veröffentlicht)
- MEIER, H.: Präsentation der Kantonspolizei Uri zum Tröpfchenzählersystem, Flüelen, 2007
- MINDERHOUD, M.; BOTMA, H.; BOVY, P.: Assessment of Roadway Capacity Estimation Methods, Transportation Research Record, Vol. 1572, pp. 59-67, 1997
- NICOLAS, J.-P.: Glättebildung durch Überfrieren – Schwellwerte der Oberflächenfeuchte auf Fahrbahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 36, Bergisch Gladbach, 1996

Polizeidirektion Göppingen: Hubschraubervideo der Verkehrslage auf der BAB A 8 vom 06.03.2010

PIARC – World road association: Snow and Ice Databook, Technical Committee 3.4, Winter Maintenance, Edition 2006

Regierungspräsidium Tübingen, Referat 95: Automatische Straßenverkehrszählungen in Baden-Württemberg, <http://www.rp-tuebingen.de/servlet/PB/menu/1158238/index.html>, November 2007

REGLER, M.: Verkehrsablauf und Kapazität auf Autobahnen, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum, H. 28, 2004

ROOS, R.; SCHLUND, M.; BÖHM, P. M.: Optimaler Fahrzeugeinsatz im Winterdienst auf Bundesautobahnen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 752, Bonn, 1997

SCHULZ, S.: Randbedingungen und Auswirkungen für temporäre Lkw-Fahrverbote bei extremen Winterbedingungen auf Autobahnen, Diplomarbeit am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe (TH), 2007

SCHULZ, S.; ZIMMERMANN, M.: Pilotstudie Blockabfertigung, Simulationsergebnisse für den Streckenabschnitt BAB A 8 (Aichelberg), Ergebnisbericht am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen, Universität Karlsruhe (TH), im Rahmen des FE-Vorhabens „Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Bundesautobahnen im Winter“, 2008 (nicht veröffentlicht)

SIEGENER, W.; TRÄGER, K.: Dynamische Verkehrsinformationstafeln, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 916, Bonn, 2005

Transportation Research Board (TRB): Highway Capacity Manual (HCM), Washington D.C., 2000

wetteronline.de; Rückblick Winter 2007/2008, http://www.wetteronline.de/feature/rueckblick/28_wi.htm, Stand Februar 2008

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2008

- V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM₁₀-Emissionen von Straßen
Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, - Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler € 14,50 -
- V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen, Koßmann € 26,00
- V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung
Kocher, Brose, Siebertz € 14,50
- V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit
Frost, Schulze € 15,50
- V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen
Wermuth, Wulff € 15,50
- V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen
Roos, Zimmermann, Riffel, Cyra € 16,50
- V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)
Weinert, Vengels € 17,50
- V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenerporiger Straßenbeläge
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00
- V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PM_x-Belastung an Straßen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden. -
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, - Becker, Richter, Schmidt € 29,00 -
- V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

2009

- V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw
Schulze, Hübel € 13,00
- V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50
- V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen € 26,00
- V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50
- V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn
Hausmann € 14,50

- V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50
- V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00
- V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00
- V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern
Alrutz, Bohle, Müller, Prahlow, Hacke, Lohmann € 19,00
- V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00
- V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst
Badelt, Moritz € 17,00
- V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes
Kirschfink, Aretz € 16,50

2010

- V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00
- V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM₁₀-Belastung an Straßen
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, - Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, - Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50 -
- V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Lank, Steinauer, Busen € 29,50
- V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme
Gärtner, Egelhaaf € 14,00
- V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen
Klöckner € 14,50
- V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50
- V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Londong, Meyer € 29,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen € 16,00
- V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50
- V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50
- V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz,
Sommer, Wermuth € 18,00 -

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

V 218: Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalz-
lösungen
Hausmann (in Vorbereitung)

V 219: Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter
Roos, Zimmermann, Schulz, Riffel € 16,50

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM₁₀-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann,
Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00 -

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM₁₀-Belastung
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009
Fitschen, Nordmann € 27,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

V 209: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2008/2009
Beer, Surkus, Kocher € 14,50

2012

V 210: Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)
Maier, Berger € 18,50

V 211: Innliegende Linkseinfädeltstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts und im Vorfeld bebauter Gebiete
Richter, Neumann, Zierke, Seebo € 17,00

V 212: Anlagenkonzeption für Meistereigehöfte – Optimierung von Arbeitsabläufen
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 213: Quantifizierung von Verkehrsverlagerungen durch Baustellen an BAB
Laffont, Mahmoudi, Dohmen, Funke-Akbiyik, Vieten € 18,00

V 214: Vernetzungseignung von Brücken im Bereich von Lebensraumkorridoren
Schmellekamp, Tegethof
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 215: Stauprävention auf BAB im Winter
Kirschfink, Poschmann, Zobel, Schedler € 17,00

V 216: Verbesserungen der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)
Lippold, Weise, Jährg € 17,50

V 217: Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen
Alrutz, Bachmann, Rudert, Angenendt, Blase,
Fohlmeister, Häckelmann € 18,50 -

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.