

Der Winterdienst 1/2007

Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.



Liebe Leser,

in Großbritannien und Schweden untersucht wird. Die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde im letzten Winter beauftragt eine Überprüfung der Tausalstellung dieser Produkte durchzuführen. Fazit: Dies ist keine Alternative zum Auftausalz.

Mit freundlichen Grüßen

Dieter Krüger

Leiter Öffentlichkeitsarbeit

Januar-Ausgabe

Inhalt

Nutzung internationaler Erfahrungen im Winterdienst

Dr. Horst Hanke

Zucker statt Salz im Winterdienst?

Horst Badelt, Dr. Franz Götzfried

(Die Aufsätze werden gekürzt wiedergegeben.)

Vorfahrt für Räumfahrzeuge

Österreich: Differenzierter Winterdienst 2006/2007

Impressum

Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin

Tel. +49 (0) 30. 8 47 10 69. 0

Fax +49 (0) 30. 8 47 10 69. 21

E-Mail: info.berlin@vks-kalialsalz.de
Internet: www.vks-kalialsalz.de

Internationaler Erfahrungsaustausch und die Präsentation neuer Entwicklungen im Winterdienst standen im Vordergrund des XII. Winterdienst-Kongresses der Weltstraßenvereinigung PIARC in Turin. Grundsätzlich einig war man sich, dass die Salzstreuung die wirtschaftlichste und effektivste Lösung für den Winterdienst ist. Untersuchungen aus Litauen, Schweden und der Schweiz bestätigen erneut die hohe Wirksamkeit für die Verkehrssicherheit. Ein Zucker-/Salzgemisch gegen Eis und Schnee einzusetzen, ist zur Zeit eine Entwicklung, die

Heftige Winterereignisse können den Winterdienst an seine Leistungsgrenzen treiben. Doch sollte daran gedacht werden, dass bereits 30 Minuten nach dem Einsatz der Nutzen des Winterdienstes seine Kosten übersteigt. Für die erste Stunde nach der Streuung ergibt sich für alle Außenstraßen in Deutschland ein Nutzen von etwa 255 Millionen Euro pro Winterdienstperiode, darin enthalten sind rund 5.000 vermiedene Unfälle und 11 Millionen Liter gesparten Kraftstoffs, so der Winterdienst-Experte Dr. Horst Hanke (Vorsitzender des FA Winterdienst im Verband kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung im VKU e.V.).

Seit Ende Januar ist der "richtige" Winter da. Starker Schneefall und Glatteis führten in Süddeutschland und den angrenzenden Ländern zu einem Verkehrschaos. Allein in Baden-Württemberg wurden im Zeitraum 23./24. Januar mehr als 450 Unfälle gemeldet. Der geschätzte Sachschaden liegt bei rund zwei Millionen Euro, berichtete das zuständige Innenministerium. Zudem waren Autobahnen durch quer gestellte Lastwagen blockiert. Auch Bundes- und Nebenstraßen waren betroffen. Der öffentliche Nahverkehr musste teilweise eingestellt werden.

Nutzung internationaler Erfahrungen im Winterdienst

Bericht vom XII. internationalen Winterdienst-Kongress in Turin

Dr. Horst Hanke, Direktor des Landesbetriebs für Straßenbau, Neunkirchen/Saarland
Vorsitzender des FA Winterdienst des VKS im VKU

Die Weltstraßenvereinigung PIARC veranstaltet alle vier Jahre den internationalen Winterdienst-Kongress. Der XII. Kongress fand 2006 in Turin (Italien) statt. Ein umfangreiches Vortragsprogramm, bei dem die neuesten Erfahrungen und Entwicklungen im Bereich des Winterdienstes auf hohem Niveau ausgetauscht werden, wird von einer großen Ausstellung sowie technischen Demonstrationen begleitet.

Ummittelbar vor dem Winterdienst-Kongress findet der Internationale Straßen-Wetter-Kongress der SIRWEC (Standing International Road Weather Commission) ebenfalls in Turin statt. Auf diesem Kongress treffen sich Meteorologen und Straßenfachleute, um über Straßen-Wetter-Information und deren Nutzung für den Straßenwinterdienst zu diskutieren. Fast 1.000 Teilnehmer besuchen beide Kongresse mit ihren rund 140 Fachvorträgen aus 21 Ländern.

Dieser Beitrag greift nur einige besondere Schwerpunkte und Besonderheiten heraus, die für den kommunalen Winterdienst in Deutschland von Interesse sind. Details zu den beiden Kongressen lassen sich über die englischen Web-Sites www.piarc.org und www.sirwec.org erhalten.

Standards und Qualitätssicherung im Straßenwinterdienst

Umfassende Studien in verschiedenen Ländern haben bereits in der Vergangenheit den hohen Nutzen des Winterdienstes gezeigt: Die jüngste dieser Untersuchungen aus der Schweiz hat die Ergebnisse erneut bestätigt: Bereits innerhalb kurzer Zeit nach dem Winterdienst-Einsatz übersteigt der Nutzen für die Verkehrssicherheit und die Straßennutzerkosten die Kosten des Winterdienstes selbst. Aktuell wird die Frage des richtigen Winterdienst-Standards diskutiert, größtenteils mit dem Fokus auf Außenortsstraßen. Ein Vergleich der verschiedenen Länder

zeigt, dass die Standards im Winterdienst derzeit durchaus unterschiedlich sind. Das deutsche Forschungsprojekt zur Optimierung des Winterdienstes auf Autobahnen, das in Turin vorgestellt wurde, bietet hier Ansätze zur Verbesserung, die teilweise auch auf den kommunalen Bereich übertragbar sind. In Schweden läuft derzeit ein Forschungsprojekt, in dem die Auswirkungen verschiedener Standards umfassend analysiert und quantifiziert werden sollen.

Weiterhin viel diskutiert ist die Frage der Qualitätskontrolle und -bewertung im Winterdienst. Dies ist zum einen für Kosten- und Qualitätsvergleiche innerhalb der Verwaltung oder zwischen verschiedenen Kommunen von Interesse, vor allem aber auch bei der Vergabe von Winterdienstleistungen an Unternehmer. In Kanada wurde hierfür ein „Performance Indicator“ entwickelt. Hierbei werden über mobile Messfahrzeuge im Netz Straßenzustandsdaten gemessen und bewertet. Mit diesen Fragestellungen beschäftigen sich derzeit intensiv die Länder Belgien, Finnland, Norwegen und Litauen.

Zum Zusammenhang zwischen Winterdienst und Verkehrssicherheit wurden in Turin aktuelle Untersuchungen aus Litauen, Schweden und Frankreich präsentiert. Dabei wurde festgestellt, dass insgesamt im Straßennetz die schweren Unfälle rückläufig sind, allerdings nicht im Winter, so dass die winterbedingten Unfälle einen wachsenden Anteil ausmachen. Besondere Unfallpunkte im Winter sind in erster Linie Außenortsstraßen, und dort vor allem Steigungsstrecken und Kurven.

Als besonders kritisch und unfallträchtig erweisen sich die Zeiten zu Winterbeginn und -ende sowie Zeiten mit örtlicher Glätte, da hier offenbar die Verkehrsteilnehmer nur und evtl. auch die Winterdienstbetriebe nicht genügend auf die Glätte eingestellt sind. Dies belegt nochmals den großen Vorteil von Straßen-Wetter-Informationssystemen. Aus Japan wurde über ein Projekt berichtet, im Rahmen dessen zwischen Straßennutzern

und Winterdienst-Verantwortlichen ein verbesserter Informationsaustausch aufgebaut wurde. Über Mobilfunk, Internet und Floating-Car-Daten von Taxis werden dem Winterdienst laufend aktuelle Informationen zum Fahrbahnzustand übermittelt, die dieser für seine Einsatzdisposition nutzt und gleichzeitig wieder an alle Nutzer weitergibt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Winterdienst verbessert werden kann, die Nutzer wesentlich zufriedener über den Winterdienst sind, und dass sie sich den Winterbedingungen besser anpassen, durch z. B. zeitliche Verschiebung der Fahrten, Ausweichen über andere Routen und vorsichtigeres Fahrweisen. Ebenfalls positive Erfahrungen wurden in Japan mit Warnsignalen an kritischen Abschnitten gemacht, die aufleuchten, wenn dort die Sicht beeinträchtigt ist oder Staupfeten auftreten.

Winterdienst in Fußgängerbereichen

In einer eigenen Vortragsreihe wurden Berichte aus Finnland, Schweden und vor allem Japan präsentiert. In Japan wird das Thema Fußgänger-Sicherheit seit längerem sehr intensiv verfolgt, während es in den meisten europäischen Ländern einschließlich Deutschland recht wenig Beachtung findet.

Aus Finnland wurde eine Studie vorgestellt, die Aufwand, Kosten und Nutzen des Winterdienstes in Fußgängerbereichen analysiert. Die Studie hat gezeigt, dass die Kosten der Unfälle von Fußgängern im Winter um ein Vielfaches höher sind als die Kosten des Winterdienstes, der auf sehr geringem Niveau betrieben wird. Eine Verbesserung des Standards würde zu einem erheblichen volkswirtschaftlichen Nutzen führen.

Dies deckt sich mit Untersuchungen anderer Länder aus der Vergangenheit (z.B. Schweden), wobei zusätzlich zu bemerken ist, dass die Dunkelziffer der nicht erfassten Unfälle von Fußgängern im Winter sehr hoch ist. Nur ein Bruchteil aller Unfälle wird polizeilich erfasst, selbst bei Unfällen mit Personenschäden.

Studien aus Japan und Schweden belegen zusätzlich, dass sich ältere Bürger im Winter aufgrund der hohen Risiken kaum noch aus dem Haus räumen und große Teile des Winters in der Wohnung bleiben, was aus sozialer Sicht kritisch einzustufen ist. Aus Japan wird über den erfolgreichen Einsatz von Gehwegheizungen im Winter

berichtet, wobei dies natürlich erhebliche Kosten bringt, volkswirtschaftlich aber durchaus positiv sein kann. Großes Problem für die Fußgänger in Japan sind allerdings die Fußgängerüberwege über die oft vereisten Straßen, insbesondere da in Japan Salz im Innerortsbereich nur sehr beschränkt eingesetzt wird.

Insgesamt ist festzustellen, dass diesem Bereich in Zukunft wesentlich mehr Augenmerk geschenkt werden sollte, sowohl hinsichtlich eines verbesserten Winterdienst-Standards als auch im Rahmen der Forschung.

Neue Entwicklungen und Erkenntnisse bei den Streustoffen

Grundsätzlich wurde auf dem Kongress die Salzstreuung als wirtschaftlichste und effektivste Lösung für den Winterdienst bestätigt, neuere Untersuchungen aus Litauen, Schweden und der Schweiz haben die hohe Wirksamkeit auf die Verkehrssicherheit erneut gezeigt. Neu sind Okoblanzen, in denen ganzheitlich die Auswirkungen der Stoffe auf die Umwelt im Lebenszyklus bewertet und verglichen werden. Eine solche Okoblanze wurde von Deutschland vorgestellt und hat hohe Beachtung gefunden. Aus nordischen Ländern (z.B. Norwegen und Estland) wurde über eine interessante Alternative zur Salzstreuung auf Straßen mit sehr geringem Verkehr und anhaltenden Minustemperaturen berichtet: Das Streuen von heißem Sand bzw. Sand mit heißem Wasser. Diese Technik bedarf zwar einer ausgeklügelten Strategie und großer Erfahrung, um die richtige Ausbringtemperatur zu treffen, dann aber kann es gelingen, den Sand über die Hitze in die oberste Eisschicht einzubacken und diese somit aufzuräumen. Solche Methoden sind für diese Länder auch deswegen wichtig, weil die bisher noch teilweise erlaubten Spikes wegen der Feinstaubbelastung nicht mehr verwendet werden sollen.

Auch für Deutschland ist eine andere Studie aus Norwegen besonders interessant, in deren Rahmen Feuchtsalz alternativ mit Zugabe von Magnesiumchlorid- oder Natriumchlorid-Lösung im praktischen Einsatz verglichen wurde. Es zeigt sich bei Magnesiumchlorid eine bessere Wirkung, d. h., ein verbesserter Kratfschluss zwischen Reifen und Fahrbahn, insbesondere bei Temperaturen unter -6°C.

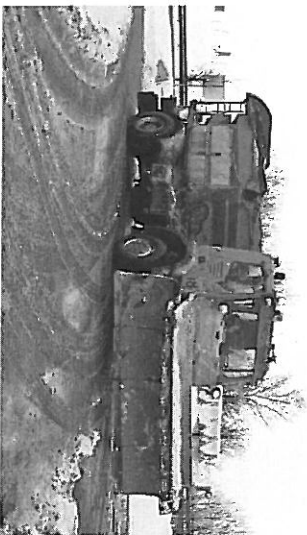


Foto: E&T im Kaltsow

Entwicklungen im Bereich Straßen-Wetter-Information
Bei der Erfassung des Wetters und Fahrbahnzustandes im Straßennetz gewinnt man immer mehr die Erkenntnis, dass eine möglichst flächendeckende Information notwendig ist, um der Kleinräumigkeit des Wetters zu begegnen und den Winterdienst noch gezielter durchführen zu können. Dies kann durch weitere Verdichtung der Messstellen erfolgen, wobei der Trend zu kostengünstigeren Messmethoden und -verfahren erkennbar ist. Neue Methoden der berührungslosen Messung wurden aus Italien vorgestellt, wobei besonders die relativ niedrigen Kosten interessant sind. Die Verknüpfung mit flächendeckend erfassten Daten (durch Thermal Mapping oder durch mobile Messfahrzeuge) wird ebenfalls als Möglichkeit der Verdichtung der Informationen gesehen. Im Rahmen eines deutsch-tschechischen Pilotprojektes wurde gezeigt, dass der Datenaustausch über Ländergrenzen hinweg eine wesentliche Verbesserung für den Winterdienst bringen kann.

die heute für die Prognose genutzt werden, berichtet. In Japan wurde der Einfluss des Verkehrs auf den Fahrbahnzustand, insbesondere durch die Reifenwärme und den Reifendruck, analysiert und quantifiziert. Alleine hierdurch wurden Unterschiede von bis zu 3°C ermittelt, die in die Straßenzustandsprognose einbezogen werden sollen.

Ein weiteres wesentliches Thema war die Einbeziehung der Straßen-Wetter-Prognose in die Winterdienst-Organisation und -Steuerung. Besonders interessant war hierbei ein Bericht aus den USA, wo für Schulungszwecke ein DV-Programm entwickelt wurde, mit dessen Hilfe am Computer die Umsetzung von Wetterprognosen in den Winterdienst geschult und trainiert werden kann. Kontrovers diskutiert wurde die Frage, inwieweit Daten zu Wetter- und Fahrbahnzuständen und/oder Prognosen unmittelbar an die Verkehrsteilnehmer bzw. die Öffentlichkeit weitergegeben werden sollen. Dies wird in skandinavischen Ländern und auch in Japan durchaus mit Erfolg praktiziert, in anderen Ländern wie z.B. in Deutschland herrscht hier noch Skepsis.

Es hat sich gezeigt, dass die intensive Zusammenarbeit von Winterdienst-Verantwortlichen und Meteorologen im Rahmen der SIRWEC zu deutlichen Fortschritten bei der Straßen-Wetter-Prognose und -Information und damit zu einem verbesserten Winterdienst führt.

Neue Methoden im Winterdienst-Management

Techniken und Methoden zur Optimierung des Winterdienst-Managements haben auf dem Kongress den größten Raum eingenommen, und hier sind auch die größten Schritte der Weiterentwicklung zu verzeichnen. Entsprechende Berichte gab es aus fast allen Ländern, wobei die nordischen Länder sowie Japan hier den anderen etwas voraus sind. Im Rahmen moderner Winterdienst-Management-Systeme werden diese Weiterentwicklungen regional und überregional ausgetauscht, in der Einsatzzentrale grafisch aufbereitet und mit aktuellen Einsatzdaten verknüpft. Die Einsatzfahrzeuge sind mit GPS (Satellennavigation) ausgestattet und werden darüber lokalisiert. Sie stehen in ständigem Austausch mit der Zentrale. So verfügt die Zentrale über aktuelle

Informationen zu Wetter- und Fahrbahnzustand sowie über den laufenden Winterdienst-Einsatz. Über die Prognosen und die Auswertung früherer Einsätze ist eine zielgerichtete Einsatzplanung und -steuerung möglich. In verschiedenen Systemen erfassen die Fahrzeuge auch die Fahrbahntemperatur und melden diese online an die Zentrale.

Automatische bzw. EDV-unterstützte Systeme zur Alarmierung, Einsatzlösung und -überwachung, auch vom Mobiltelefon aus oder über Internetzugang, runden die Systeme ab. Solche Systeme, die mittlerweile in verschiedenen Ländern in Erprobung bzw. im Einsatz sind bedeuten die Zukunft des Winterdienstes, sowohl im Außen- als auch im kommunalen Bereich. Sie erhöhen die Effektivität des Winterdienstes erheblich, da sie gleichzeitig Kosten sparen und die Bedienung des Netzes verbessern. Aus Japan wird über ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,35 berichtet. In Dänemark wird derzeit eine GPS-gesteuerte Steuerung getestet; d.h., die

Streupläne sind mit Streubreiten, Streurichtung und allen Besonderheiten einprogrammiert, und mit der Lokalisierung mittels GPS wird die Streuer-Einstellung automatisch gesteuert. Dies entlastet den Fahrer erheblich und bringt große Sicherheit in Bezug auf die punktgenaue, richtige Streuung. Zum Winterdienst-Management gehört auch das Streustoff-Management: Hierzu gehören Systeme, die automatisch die Lagermengen erfassen und kontrollieren sowie EDV-unterstützt die Nachbestellungen auslösen und die Lieferungen verfolgen. Ein solches System, das auch schon in Österreich in Anwendung ist, wurde auf dem Kongress von deutscher Seite vorgestellt.

Hierzu gehören auch neue Techniken der Streustofflagerung in Silos mit automatischer Füllstandsmessung, vollautomatisierter und schneller Beladung und integrierten Streustoff-Management. Solche Techniken sind in Italien seit einiger Zeit üblich, und im Rahmen des Kongresses wurde eine neu errichtete Kompakтанlage in modernem Design praktisch vorgeführt.

Zucker statt Salz im Winterdienst?

Horst Badelt, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
Dr. Franz Götzfried, Sudsalz GmbH, Heilbronn

Natriumchlorid hat sich in Deutschland im Straßenwinterdienst als der optimale Streustoff für die Glättevermeidung bzw. -beseitigung herausgestellt. Doch der Salzeinsatz ist ökologisch nicht unumstritten. Noch vor 20 bis 30 Jahren hat der damalige hohe Natriumchlorideinsatz zu vermehrten Pflanzenschäden geführt. Die Pflanzenschäden sind vor allem durch Beglianzungen mit salzresistenten Pflanzen und durch den inzwischen weitverbreiteten Einsatz der Feuchtsalztechnik (FS 30-, FS 5-Verfahren), die gleichzeitig eine erhebliche Einschränkung des Salzverbrauchs bedeuten, stark zurückgegangen. Die Suche nach weiteren Optimierungsmöglichkeiten beim Salzeinsatz, wie auch die Prüfung sinnvoller Alternativen zur bisherigen Streupraxis werden deshalb aber nicht aufgegeben. Interessante Entwicklungen zeigen sich mit dem Einsatz

von Zucker bzw. von Nebenprodukten aus der Zuckerherstellung, die in Großbritannien und Schweden angebotet werden. In Großbritannien wird ein Produkt angeboten, bei dem trockenem Steinsalz (Körnung 0-6 mm) etwa 3% teilentzuckerte Melasse zugesetzt werden. Melasse ist ein Nebenprodukt bei der Zuckerherstellung. Die Melasse soll laut Herstellerangaben korrosionshemmend wirken. Positiv soll sich die Zumischung der Melasse auch auf die Streueigenschaften und auf die Haftung des Salzes auf der Fahrbahnoberfläche auswirken. Da dieses Gemisch gebrauchsfertig geliefert wird, könnte die komplette Technik für die Feuchtsalztechnik (Lösungsstank, Mischtechnik an der Streumaschine beim FS30-Verfahren) entfallen. Damit könnten die Kosten für die Streutechnik erheblich sinken.

In Schweden gibt es Bestrebungen, Natriumchlorid zumindest teilweise durch Glukose/Fruktose zu ersetzen. Mit diesem Ersatz möchte man die ökologischen Nachteile des Natriumchlorids mildern.

Tauleistungsergebnisse

In der Literatur konnten keine Aussagen zur Tauleistung oder Wirksamkeit dieser Produkte oder Gemische gefunden werden. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) hat deshalb im Auftrag der Südsalz GmbH verschiedene Produkte dieser Art bezüglich ihrer Tauleistung geprüft. Dabei kam das inzeller Eis-Plattenverfahren zum Einsatz. Auf einer Eisplatte mit einer Abmessung von ca. 27x18x3 cm wird eine 4 g Probe eines Taustoffes weitgehend gleichmäßig verteilt. Nach einer definierten Einwirkzeit sowie bei einer definierten Temperatur der Eisplatte werden die geschmolzene Eismenge und der Taustoff abgeschleudert. Die Tauleistung ergibt sich aus der Vorher-Nachher-Massendifferenz der Eisplatte und wird in Gramm geschmolzenes Eis je Gramm eingesetzten Taustoff angegeben. Bei den bei der BASt üblichen Standardprüfungen betragen die Einwirkzeiten 10 und 60 Minuten jeweils bei einer Eisplattentemperatur von -2°C und -10°C.

Die untersuchten Mischungen von Natriumchlorid (Stensalz) mit Melasse unterschieden sich in ihrer Kornung und ihrem Anteil an Melasse. Eine genaue Bestimmung der Korngrößen fand nicht statt. Zusätzlich wurde ein Gemisch aus 80 % Natriumchlorid und 20 % Zucker sowie reiner Zucker (beides in Form von Speiseprodukten mit feiner Körnung) geprüft.

Die Ergebnisse der Versuche mit melassierten Natriumchloriden sind im Vergleich zu vorhandenen Tauleistungsergebnissen von in Deutschland handelsüblichen Taustoffen nahezu gleich. Es zeigen sich im Wesentlichen die gleichen, bereits bekannten Aussagen: Ein feinkörniges Natriumchlorid erreicht nach einer kurzen Einwirkdauer (10 min) eine höhere Tauleistung im Vergleich zu einem grobkörnigen Natriumchlorid. Umgekehrt erreichen größere Körner durch das Eindringen in die dicke Eisplatte nach einer längeren Einwirkdauer die etwas höheren Tauleistungen. Das Gemisch mit einer Körnung

des Natriumchlorids von 0–6 mm Korngröße und 3 % Melasse erzielt geringere Tauleistungen, da der Gehalt an Natriumchlorid im Vergleich zu den anderen Gemischen geringer ist. Das Salz-Zucker-Gemisch (80 % zu 20 % feine Körnung < 1 mm) tauet bei -2°C Eisplattentemperatur deutlich geringer als reines Natriumchlorid.

Auffällig niedrig ist die Tauleistung bei -10°C Eisplattentemperatur. Obwohl 80 % Natriumchlorid im Gemisch vorhanden sind, erreicht es nur etwa die Hälfte der Tauleistung von reinem Natriumchlorid. Der vorhandene Zucker behindert scheinbar die Tauwirkung des Natriumchlorides.

Der reine Zucker tauet bei -2°C deutlich weniger Eis im Vergleich zum Natriumchlorid. Bei -10°C ist nach 60 min Einwirkdauer keine Tauwirkung nachweisbar. Der ausgewiesene Negativwert ist darauf zurückzuführen, dass Zucker nach dem Schleudern auf der Eisplatte haften geblieben ist.

Praxisanwendung

Die für das britische Produkt angegebene Verbesserung des Ausbringens kann auch für vergleichbare Natriumchlorid-Melasse-Gemische zunächst vermutet werden. Die Melasse bewirkt bei guter Vermischung ein Zusammenhaften der Feinkornanteile des Natriumchlorids. Dies wird in gleicher Maße auch mit einer gut umgesetzten Feuchtsalztechnologie erreicht. Insgesamt wirkt die Mischung aus Stensalz und Melasse wie feuchter Sand.

Ein durchgeführter Praxisversuch sollte die vermuteten verbesserten Streueigenschaften belegen. Zum Einsatz kamen zwei Produkte deren Tauleistung gemessen wurde: ein Natriumchlorid-Melasse-Gemisch mit der Körnung 0–6 mm und ein Gemisch mit der Körnung 0–3 mm. Beide Gemische enthielten 3 % Melasse. Zum Einsatz kam eine Streumaschine ohne Feuchtsalztechnik vom Typ STA 95. Die Ausbringung entspricht mehr der FS-5-Technik, bei der das trockene Taustoffgemisch beim Beladen befeuchtet wird. Die Beladung und die Dosierungsprüfung erfolgten ohne Probleme. Die Ausbringungsversuche fanden in jeweils einer Beschleunigungsfahrt von 0 bis etwa 60 km/h mit einer eingestellten Streubreite von 8 m bei Streudichten von 5, 10, 20 und 30 g/m² statt. Mit

dem Natriumchlorid-Melasse-Gemisch mit der Körnung 0–3 mm war in den meisten Fällen ein ähnlich gutes Streubild sichtbar, wie es mit einer gut justierten FS 30-Streumaschine erreicht werden kann. Erst ab Fahrgeschwindigkeiten von etwa 45 km/h traten höhere Verwirbelungen des Streustoffes hinter dem Streufahrzeug auf. Dies ist auch bei FS 30-Streumaschinen je nach Typ und Justierung mehr oder weniger erkennbar. Bei einer Streudichte von 5 g/m² waren bei geringen Fahrgeschwindigkeiten Aussetzer beim Streuen erkennbar. Die gleichmäßige Förderung zum Streurealer ist offensichtlich bei geringen Ausbringmengen pro Zeiteinheit nicht gewährleistet.

Ethelbliche Probleme gab es bei der anschließenden Standentleerung. Im Streustoffbehälter bildete das Gemisch nahezu senkrechte Wände. Ein vollständiges Entleeren war nur durch intensives Nachschleiben des Gemisches möglich.

Ähnlich verhielt sich das Gemisch mit der Körnung 0–6 mm. Wahrscheinlich aufgrund des höheren Feinkornanteils traten visuell beurteilt schon bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten Verwirbelungen des Taustoffs und damit ungleichmäßigere Verteilungen auf der Fahrbahn auf. Es konnte beobachtet werden, dass die sehr groben Körner trotz Malassierung bei gleicher Streueinstellung wie bei dem ersten Salz überwiegend in die Randbereiche (Standstreifen, Bankett) geschleudert wurden.

Bei beiden Produkten war schon nach den wenigen durchgeführten Streufahrten anhaftendes Material am Streustoffverteiler zu erkennen. Nach Aussage des beteiligten Straßenwärters ist dies beim Ausbringen von angefeuchtem Natriumchlorid mit dem FS-5-Verfahren nicht der Fall. Welche Entwicklung dieses Anhaftens nach längeren bzw. bei feuchteren Einsatzzeiten nimmt, lässt sich nach diesen Versuchen nicht sicher sagen. Es ist jedoch zu vermuten, dass sich die Anhaftungen noch verstärken und zu Betriebsbehinderungen führen.

Fazit

Zucker- und Salz/Zucker-Gemische stellen auf Grund der ermittelten geringen Tauleistungsergebnisse keine Alternative zum Natriumchlorid dar. Da bei diesen Produkten auch mit höheren Preisen zu rechnen ist (Speiseszucker,



Foto: M&S Berlin

lose über 600 Euro/t) entstünden damit erheblich höhere finanzielle Aufwendungen für den Winterdienst. Bei einer breiteren Anwendung von organischen Stoffen wie Zucker oder ähnlichen Produkten, sehen Experten des Boden- und Gewässerschutzes auch Probleme vor allem für Gewässer. Diese Produkte führen zu einem erheblich höheren biologischen Sauerstoffbedarf beim Abbau der Produkte, der wiederum der vorhandenen Flora und Fauna möglicherweise schaden kann. Vor einem umfangreicheren Einsatz dieser Produkte sind diese Einflüsse grundsätzlich zu klären. Der Einsatz von Natriumchlorid vermischt mit geringen Anteilen von Melasse könnte eine sinnvolle Alternative zu der bisherigen Streupraxis darstellen. Die Melasse bewirkt ähnlich wie die Anfeuchtung mit Salzlösungen bei den gängigen Feuchtsalzverfahren ein Zusammenbacken vor allem kleinerer Körner. Im Ergebnis kommt es ähnlich wie bei dem FS 30-Verfahren beim Ausbringen mit höherer Fahrgeschwindigkeiten zu weniger Verwirbelungen hinter dem Fahrzeug. Investitionen für die Feuchtsalzausrüstung könnten gespart werden. Ein genauer ökonomischer Vorteil kann nicht benannt werden, da keine Preise für die Gemische bekannt sind.

Die behauptete korrosionshemmende Wirkung von zugemischter Melasse wurde nicht untersucht. Korrosionsschäden durch Natriumchlorid treten heute in

Deutschland aufgrund vorgenommener Schutzmaßnahmen an Kraftfahrzeugen, Bauwerken und Winterdienstfahrzeugen nicht mehr in größerem Umfang auf. Ein Zusatz von Korrosionsinhibitoren zum Salz erscheint deshalb nicht gerechtfertigt.

Ein Einsatz dieser Natriumchlorid-Melasse-Gemische kann derzeit nicht empfohlen werden, da nach den vorliegenden Erfahrungen der hier dargestellten Versuche ein problemloses Ausbringen mit der vorhandenen Streutechnik aufgrund der eingeschränkten Rieselfähigkeit dieser Gemische nicht möglich ist. Hier haben die Anbieter dieser Gemische gegebenenfalls zusammen mit den Maschinenherstellern eine störungsfreie Ausbringung unter realen winterlichen Einsatzbedingungen nachzuweisen.

Vorfahrt für Räumfahrzeuge

Auto Club Europa

Ostereich: Differenzierter Winterdienst 2006/2007

Weitere Reduktion der Splittstreuung

Autofahrer müssen bei winterlichen Straßenverhältnissen mit entgegenkommenden Räumfahrzeugen rechnen und ihr Fahrverhalten entsprechend anpassen. Fahrzeuglenker müssen sogar damit rechnen, dass Räumfahrzeuge über Mittelstreifen hinausragen. Nach einem Urteil des Landgerichtes Coburg (Az: 1 : 780/00) riskiert man bei einer Kollision, den Schaden selber tragen zu müssen, sollte man nachgewiesenermaßen nicht weit genug rechts gefahren sein. Nach § 35 VIII der Straßenverkehrsordnung (StVO) genießen Räumfahrzeuge Vorrrechte: Auch ein auf der linken Autobahnspur langsam fahrender Schneepflug ist nach geltender Rechtsprechung nicht für entstandene Unfälle verantwortlich. Ein Autobahnbenutzer, der infolge Verstoßes gegen das Sichtfahrgebot (§ 3 I StVO) ein Räumfahrzeug zu spät erkennt, muss für beiderseits eingetretene Schäden alleine aufkommen. (OLG Koblenz, 28.01.2002, 12 U 1295/00)

Räumfahrzeuge sind nach ACE-Angaben in der Regel mit 20–25 km/h (Streufahrzeuge mit 40–55 km/h) unterwegs. Ratsam ist, immer ausreichend Abstand zu einem fahrenden Räumfahrzeug oder Schneepflug zu halten, auch um nicht direkt in „Salzfontänen“ zu geraten. Einzelne Räumfahrzeuge sollten nur dann überholt werden, wenn es der Straßenzustand wirklich erlaubt und es gefahrlos möglich ist. Sollte ein Räumfahrzeug gegen die eigene Fahrtrichtung entgegenkommen, sollte sofort das Tempo verringert und möglichst weit rechts gefahren werden. In besonderen Fällen ist es auch angeraten, kurz anzuhalten.

Quelle: www.ace-online.de

Copyright: ACE Presse- und Öffentlichkeitsarbeit



Verband der Kalk- und Salzindustrie e.V.

Der Winterdienst 2/2007

Liebe Leser,

Jetzt ist es amtlich: Der Januar des Jahres 2007 war in Deutschland der wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Der Deutsche Wetterdienst in Offenbach stellte dies nach Feinauswertung der Daten von rund 2.600 Messstellen fest. Die errechnete Durchschnittstemperatur lag bei 4,7 Grad Celsius plus. Damit war sie 5,2 Grad höher als das langjährige Mittel von minus 0,5 Grad. Ähnlich warm war es im Januar 1975 (4,5 Grad) und 1921, als der Durchschnittswert 4,3 Grad betrug.

Die aktuellen Themen dieser Ausgabe beschäftigen sich mit der Feinstaubproblematik von Streustoffen und mit der Schaffung internationaler Normen für den Winterdienst.

Nach Feststellung des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit (GSF) besitzen die aus Streumittel stammenden Partikel im Feinstaub aus gesundheitlicher Sicht keine nennenswerte Bedeutung. Eine Erkenntnis ist, dass die Verringerung der Feinstaubbelastung durch Maßnahmen im Winterdienst nur als sehr gering eingeschätzt wird. Durch den Einsatz von Feuchtsalz, der bereits Bestandteil des differenzierten Winterdienstes nach Stand der Technik ist, wird hier schon Vorbeugung geleistet.

Im Jahr 2001 startete ein europäisches Normungsprojekt, das auch den Winterdienst betrifft. 29 europäische Länder, auch Länder außerhalb der EU wie Norwegen und Schweiz, sind im europäischen Norminstitut CEN zusammengeschlossen. Die nationalen Interessen der Länder wahrzunehmen, d.h. in Deutschland vom DIN in Berlin. Wesentliche europäische Normen stehen kurz vor der Vollendung, weitere wichtige Teile sind in der Bearbeitung. Diese werden sich auf die Beschaffung von Fahrzeugen

Stand der europäischen Normung für den Winterdienst
Dr.-Ing. Horst Hanke

Feinstaub und Winterdienst
Michael Niedermeyer

März-Ausgabe
Inhalt

Dieter Krüger
Leiter Öffentlichkeitsarbeit

Mit freundlichen Grüßen

in größeren Stückzahlen) zur Verfügung.

Die vom VKS herausgegebene umfangreiche Broschüre „Winterdienst – Verkehrssicherheit und Umweltschutz“ steht Ihnen weiterhin zur kostenfreien Bestellung (auch

Verband der Kalk- und Salzindustrie e.V.
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30. 8 47 10 69. 0
Fax +49 (0) 30. 8 47 10 69. 21
E-Mail: info.berlin@vks-kalialsalz.de
Internet: www.vks-kalialsalz.de

Feinstaub und Winterdienst

Michael Niedermeyer, Diplom-Meteorologe, ADAC e.V., München

Seit den 80er Jahren rücken Partikel immer stärker in den Fokus der Forschung über gesundheitliche Auswirkungen von Luftschadstoffen. Es zeigte sich, dass Teilchen umso gefährlicher sind, je kleiner sie sind, da sie tiefer in den Atemtrakt eindringen. Diese Ergebnisse führten 1999 zur EU-Richtlinie 1999/30/EG über „Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft“. Diese Regelung, 2002 im Rahmen der 22. Bundesimmissionschutz-Verordnung in nationales Recht umgesetzt, setzt für Feinstaub einen Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert fest und von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Tagesmittelwert, der höchstens 35 Mal im Jahr überschritten werden darf.

Partikelförmige Luftschadstoffe sind ein buntes Gemisch aus Teilchen unterschiedlicher Substanzen, in einem weiten Größenbereich von 10 Nanometer (nanolionstel Millimeter) bis 100 Mikrometer (tausendstel Millimeter). Die Grenzwerte regeln Partikel mit einem Durchmesser unter $10 \mu\text{m}$, so genannte PM₁₀, dabei spielt die chemische Zusammensetzung und die Herkunft der Teilchen keine Rolle.

Die Messung der Immissionsbelastung macht zwei Phänomene offenbar: Zum Einen tritt hohe Luftbelastung durch Partikel vor allem an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen mit hohem Schwerverkehranteil (Lkw und Busse) in Straßenschluchten mit schlechten Durchlüftungsbedingungen auf. Etwa ein Viertel der Schadstoffe, die zur PM₁₀-Belastung einer straßennahen Messstation beitragen, sind auf den Verkehr der angrenzenden Straße zurückzuführen, dies zeigen Untersuchungen in Berlin. Davon stammt ein Drittel aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge, zwei Drittel gelangen durch Aufwirbelung von Straßenstaub und durch Abrieb von Reifen und Bremsen in die Luft. Zum Anderen zeigt die Luftbelastung einen ausgeprägten Jahresgang mit hohen Konzentrationen und vielen Grenzwertüberschreitungen im Winter und besserer Lufthygienischer Situation im Sommer. Dies verleiht zur Rückschlüssen auf die „Schuldigen“ der Schadstoffbelastung: Straßenverkehr und Aktivitäten im Winter – z.B. Hausbrand. Die beiden Faktoren zusammen – Straße und Winter – lenken den Blick nahezu automa-

tisch auf Straßenwinterdienst. In viele Luftreinhaltepläne wurden daher Maßnahmen aufgenommen, mit denen der Winterdienst die Feinstaubemissionen verringern soll:

- Verwendung von Feuchtsalz, sparsamer Einsatz von auftauernden Streumitteln,
- sparsamer Einsatz von abstumpfenden Streumitteln, Einsatz von Splitt, ausschließlich auf Geh- und Radwegen,
- Nullstreuung, wenn möglich (Voraussetzung: geringe Verkehrliche Bedeutung der Straße und effektive Raunung, um die Bildung dicker Eisanschichten zu verhindern),
- Verwendung staubarmer Hartgesteins (z. B. Basalt-splitt) als abstumpfende Streumittel statt weichem Material (z. B. Granulat oder Dolomitsplitt),
- rasches Einkehren des ausgebrachten Materials, auch während der Wintermonate bei länger anhaltenden Schönwetterperioden,
- Befuchtung der Fahrbahn vor dem Kehren (feuchtes Einkehren), bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt durch Anfeuchtung mit Sole,
- forcierte winterdienstliche Betreuung des Haupttrades wegenetztes zur Aufrechterhaltung des Radverkehrs auch im Winter.

Die Vielfalt der Maßnahmen ist beeindruckend; trotzdem ist klar, dass auch bei Umsetzung aller Empfehlungen das Feinstaubproblem nicht gelöst werden wird. Der Anteil des Winterdienstes an der Schadstoffbelastung betrug 2001 und 2002 nach Analysen im Rahmen des Berliner Luftreinhalteplanes nur etwa 5 Prozent, der in den folgenden Jahren durch Verwendung von Feuchtsalz statt abstumpfender Streumittel weiter abnahm.

Die Wiener „Aquila-Studie“ zur Herkunft von Feinstaub klassifizierte die Tage, die mit einer Überschreitung des Tagesgrenzwertes verbunden sind, anhand der Herkunft der Schadstoffe. Dabei kristallisierten sich drei typische Situationen heraus: Tage, an denen die Streusplittanteile über 50 Prozent des PM₁₀-Anteils bilden, Tage, an denen Ferntransport von Schadstoffen dominiert,

und Tage mit einer Vielzahl von Quellen, die zur Luftverschmutzung beitragen. Die Analyse der Belastungstage zeigt, dass der Fall Ferntransport dominiert.

Das Potenzial zur Verringerung der Feinstaubbelastung durch Maßnahmen im Winterdienst wird sehr niedrig geschätzt. Die Reduzierung der Immissionskonzentration liegt im einstelligen Prozentbereich oder wird als „gering“ angegeben. Zudem muss betont werden, dass aus gesundheitlicher Sicht die aus Streumittel stammenden Partikel im Feinstaub sicher keine nennenswerte Relevanz besitzen, so die Aussage des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit (GSF). Zwar tragen sie zur Feinstaubfraktion PM₁₀ bei. Die Teilchen zählen jedoch vorwiegend zur groben Größentraktion, und die Inhaltsstoffe (vorwiegend mineralische Substanz und Kochsalz) führen bei den auftretenden Immissionskonzentrationen nicht zu nennenswerten gesundheitsschädlichen Auswirkungen.

Stand der europäischen Normung für den Winterdienst

Dr.-Ing. Horst Hanke, Direktor des Landesbetriebes für Straßenbau, Neunkirchen/Saarland
Leiter des Arbeitskreises Winterdienst der FGSV

Struktur und Ablauf der europäischen Normung Technische Normung erfolgt in den letzten Jahren in zunehmendem Maße auf europäischer Ebene beim europäischen Normeninstitut CEN.

Das europäische Normeninstitut CEN ist ein Zusammenschluss von 29 europäischen Ländern, d.h. auch Länder außerhalb der EU wie z.B. Norwegen und Schweiz. Die nationalen Interessen werden jeweils von den nationalen Normeninstiuten der Länder wahrgenommen. Normprojekte werden von Technischen Komitees bei der CEN betrieben; zu diesen Komitees werden alle nationalen Institute eingeladen und können Vertreter entsenden.

Struktur und Normung im Bereich Winterdienst für die Normung im Bereich des Straßenbetriebs wurde 2001 auf französische Initiative hin ein Technisches Komitee beim CEN gegründet (TC 337), da man Defizite in diesem Bereich sah. Die Federführung in diesem TC hat Frankreich übernommen. Für die produktive Arbeit wurden unterhalb des TC vier Arbeitsgruppen (WG = wor-

Viele Punkte, die hier angesprochen wurden, wie etwa die Verwendung von Feuchtsalz, sind bereits Bestandteil des differenzierten Winterdienstes nach Stand der Technik. Diese Optimierungen des Raun- und Streudienstes sollten in jedem Fall erfolgen, auch wenn die Reduzierung der Feinstaubbelastung nicht im Vordergrund steht. Bei bestimmten Witterlagen und Austauschbedingungen kann die Aufwirbelung von Straßenstaub aus zerkleinertem Material von Streumitteln, Abrieb von Straße und Reifen und anderen Verschmutzungen durchaus nennenswert zur Luftbelastung beitragen. In diesen – eher seltenen, aber vorhandenen – Fällen verbessert Einkehren die Luftqualität spürbar. Grundsätzlich müssen aber bei geplanten Maßnahmen im Winter- oder Straßenbetriebsdienst im Rahmen von Luftreinhalteplänen die Kosten sorgfältig mit dem erwarteten Nutzen abgewogen werden.

king group) gegroudet, die folgende Bereiche abdecken: WG 1 Winterdienst (Federführung Deutschland), WG 2 Grünpflege (Federführung Frankreich), WG 3 Schnittstellen (Federführung Italien), WG 4 Straßenreinigung (Federführung Schweiz). Für Deutschland günstig ist, dass es die Federführung in der WG 1 hat. Die Normprojekte und deren aktueller Stand werden kurz vorgestellt.

Terminologie Winterdienst (DIN EN 15114)
Diese Norm ist bereits abgestimmt und wird in Kürze als erste aller Normen des Betriebsdienstes in Kraft treten. Die Norm enthält 124 wichtige Begriffe aus der Technik des Winterdienstes mit deren Erklärung, jeweils in Englisch, Deutsch und Französisch. Sie bildet die Grundlage für die anderen Normen.

Schneeschildern und Schneefräsen
Diese Norm ist noch in Bearbeitung, ein erster Entwurf wird vsl. Ende 2006 in die CEN-Umfrage gehen. Sie regelt Grundbegriffe und Grundanforderungen für Schildern

und Fräsen. Hinsichtlich der Leistung der Schleudern und Fräsen werden Vortriebsgeschwindigkeit, Räummenge und Wurfweite definiert.

Schneepflüge

Da die Normung der Schneepflüge komplex ist, wurde das Normprojekt in zwei Stufen unterteilt. Der erste Teil ist zurzeit als Normentwurf in der CEN-Umfrage und könnte 2007 in Kraft treten. Er regelt Grundbegriffe, Grundanforderungen und Grundabmessungen von Schneepflügen. Regelungen zur Montage und Demonstration, zur Bodenfreiheit und zur Überfahrtsicherung bei Hindernissen sind Bestandteil dieses ersten Teils. Für die Überfahrtsicherung wird auch ein Testverfahren durch die Norm vorgegeben. In einem zweiten Teil, dessen Bearbeitung 2007 beginnt, sollen darüber hinaus noch Anforderungen an die Leistung und die Räumqualität der Pflüge definiert werden.

Strengerate

Die Normung von Streugeräten ist gleichzeitig das wichtigste und das anspruchsvollste Projekt im Bereich des Winterdienstes. Ziel dabei ist es, die Qualität der Streubilder zu regeln und Testverfahren hierzu zu entwickeln, die reproduzierbar sind. Wegen der Komplexität wurde auch dieses Normprojekt in zwei Stufen unterteilt:

Der erste Teil ist fertig gestellt und befindet sich in der CEN-Umfrage, er wird vsl. 2007 in Kraft treten. Das Testverfahren zur Streumenge wird statisch durchgeführt. Hierbei wird eine Streugeschwindigkeit elektronisch simuliert und der Streustoff am Streuteiler aufgefangen. Die ausgebrachte Gesamtmenge darf dabei um höchstens 6 Prozent bei Salz und Salzlösung, 15 Prozent bei abstumpfenden Stoffen von der Sollstreuermenge abweichen. Wesentlich interessanter, aber auch schwieriger wird der zweite Teil der Norm werden, der derzeit in der Erarbeitung ist. Hierbei gilt es, Testverfahren für das Streubild, d. h. die punktgenaue Verteilung des Streustoffes auf der Fahrbahn, zu entwickeln und dann die Anforderungen an das Streubild zu fixieren. Zurzeit finden hierzu umfangreiche Vergleichstests in Europa mit unterschiedlichen, in verschiedenen Ländern entwickelten Verfahren statt. Einig ist man sich mittlerweile, dass zumindest für die Abnahmetests statische Tests nicht ausreichend sind, hier sind (zumindest auch) dynamische Tests mit fahrendem Streufahrzeug in Echtdriveschwindigkeit erforderlich, und die Testverfahren müssen auch Feuchtsalz erfassen können. Bei den dynamischen Testverfahren wird das Salz bei voller Fahrt auf einem abmarkierten Testteil ausgebracht und danach in Streustreifen von einem Meter Breite wie der aufgenommen und gewogen.

Sträßen-Wetter-Informationen-Systeme (DIN EN 15518)

Auch in diesem Bereich wurde eine Zerteilung vorgenommen. Für den ersten Teil liegt der Entwurf der Norm vor und wird vsl. in Kürze in Kraft gesetzt werden. Er enthält die Definition aller allgemeiner Anforderungen an die Systeme und die Schnittstellen. Weiterhin macht die Norm Vorgaben für die Messgenauigkeit der Sensoren für die wesentlichen Wetter- und Straßenzustand beschreibenden Daten. Im zweiten, sicherlich schwierigeren Teil sollen dann die Verarbeitung der Daten, der Datenaustausch und die Wetterprognosen beschrieben werden.

Schnittstelle für Frontanbaugeräte (DIN EN 15432)

Diese Norm regelt den Frontanbau von Geräten, d. h. die Anbauplatten. Großer Vorteil dieser Norm ist, dass künftig europaweit die Geräte und Anbauplatten für den Frontanbau kompatibel sind.

Datenübertragung im Fahrzeug (DIN EN 15430)

Diese Norm regelt die Daten-Schnittstelle zwischen allen Arten von An- und Einbaugeräten mit dem Fahrzeug, so dass ein universeller Anschluss und Datenaustausch möglich wird. In einer weiteren Norm, die geplant ist, soll dann die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Zentrale bzw. Datenauswertung genormt werden.

Ausblick

Die europäische Normung im Straßenbetriebs- und Winterdienst kommt in die entscheidende Phase. Wesentliche Normen stehen kurz vor der Vervollständigung, weitere wichtige Teile sind in der Bearbeitung. Diese werden sich auf die Beschaffung von Fahrzeugen und Geräten für den Winterdienst wesentlich auswirken. Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, die neuen Normen den Ausschreibungen bzw. Bestellungen zu Grunde zu legen.

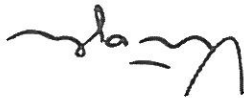
Der Winterdienst 3/2007

Liebe Leser,

unser diesjähriges Presseseminar fand am 22. November 2007 in Wiesbaden zum Thema „Winterdienst-Management in der Praxis“ statt. Unsere Referenten waren Dr.-Ing. Christian Hollidorb von der Beratungsgesellschaft Hollidorb Consult, Karlsruhe und Dr.-Ing. Axel Norkauer vom Landesbetrieb für Straßenbau, Neunkirchen/Saarland. Winterdienst-Management-Systeme können den Winterdienst-Einsatz in einem Maße optimieren, dass die Unfallrate erheblich absinkt. Wetterprognosedaten werden genutzt, um den Einsatz vorbeugend durchzuführen, so dass Glatte gar nicht erst entstehen kann. Ein aktuelles Forschungsprojekt des schweizerischen Bundesamtes für Straßen bestätigt den umfangreichen Nutzen von Winterdienst-Management-Systemen. Insgesamt stellt ein Winterdienst-Management-System ein wirkungsvolles Instrument dar, um den Winterdienst aus der Sicht Verkehrsfluss, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt zu optimieren, bestätigte Dr. Christian Hollidorb. Zusammen mit Frau Dr. Beatrice Ruess von der Beratungsgesellschaft Raum-Umwelt-Sicherheit (RUS) AG aus der Schweiz, hat er die Studie durchgeführt. Hohe Verkehrsbelastungen zusammen mit schwierigen Streckenführungen erschweren im Winter den Einsatz der Raum- und Streudienste. Organisatorische Herausforderungen müssen gemeistert werden. Das Saarländ setzt mit dem neuen Konzept eines Winterdienst-Management-Systems Maßstäbe. Der Winterdienst-Einsatz wird deutlich effizienter: Bis zu 20 Prozent weniger Streustoffverbrauch verbunden mit einer ebenso großen Reduktion der Bereitschafts- und Kontrollkosten belegt das immense Potential des Systems. Das vom Landesbetrieb für Straßenbau im Saarland entwickelte Winterdienst-Management-System leistet aber viel mehr. Positive Auswirkungen auf Umwelt und

Verkehrssicherheit zählen hierzu. Ebenso verbessert sich die gesamte Leistungsfähigkeit des Winterdienstes. Zunehmend werden Winterdienst-Management-Systeme aufgebaut, um alle verfügbaren Informationen über das Straßennetz in einer Einsatzzentrale zu sammeln und auf dieser Basis den Winterdienst-Einsatz zu steuern und zu optimieren.

Mit freundlichen Grüßen



Dieter Krüger
Leiter Öffentlichkeitsarbeit

Dezember-Ausgabe Inhalt

Nutzen modernen Winterdienst-Managements
Forschungsergebnisse aus der Schweiz
Dr.-Ing. Christian Hollidorb

Praktische Umsetzung eines Winterdienst-
Management-Systems (WMS)

Dr.-Ing. Axel Norkauer

Impressum

Verband der Kalf- und Salzindustrie e.V.
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin

Tel. +49 (0) 30.8 47 1069.0

Fax +49 (0) 30.8 47 1069.21

E-Mail: info.berlin@vks-kalialsalz.de

Internet: www.vks-kalialsalz.de

Verband der Kalf- und Salzindustrie e.V.



Nutzen modernen Winterdienst-Managements Forschungsergebnisse aus der Schweiz

Dr.-Ing. Christian Hollorb, Hollorb Consult, Karlsruhe / Dr. Beatrice Rues, RUS AG

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Rahmen von Winterdienst-Management-Systemen (WMS) ist in der Schweiz und international aufgrund des technologischen Fortschritts einer rasanten Entwicklung unterzogen. Wesentliche Bestandteile des Winterdienst-Management-Systems sind zum einen Straßenerweiterungs- und Verkehrsmanagement-Systeme zur Unterstützung der Einsatzentscheidung (Wetterprognosen, Erfassung des Straßenzustandes), zum anderen Module zur Einsatzdatenerfassung.

In der Schweiz liegt derzeit der Schwerpunkt noch auf den Straßenerweiterungs- und Verkehrsmanagement-Systemen. Im Winterdienst-Management-System (WMS) implementiert, das umfassend die Einsatzentscheidung, -durchführung und -dokumentation unterstützt.

Ziel eines kurzlich abgeschlossenen Forschungsprojektes im Auftrag des schweizerischen Bundesamtes für Straßen ist eine umfassende Bewertung, welcher Nutzen mit dem Einsatz von Winterdienst-Management-Systemen verbunden ist. U. a. wurde untersucht, welcher Nutzen aus detaillierten Wetterinformationen und den Messdaten von Glattemeldedaten für die Einsatzentscheidung zu erwarten ist.

Im Kanton Luzern wird der Winterdienst für das gesamte, ca. 640 km lange Straßennetz, das in Höhen von 400 bis 1.200 m üNN liegt, zentral gesteuert. Hierfür kann die Winterdienstzentrale, die mit zwei Einsatzleitern besetzt ist, auf umfangreiche Wetter- und Straßenzustandsdaten des schweizerischen Winterdienstes sowie die Messdaten von insgesamt 52 Messstellen zurück-

greifen. Die Winterdienstfahrzeuge, die zum Großteil von privaten Unternehmen gestellt werden, werden mit Hilfe eines Managementsystems gesteuert und überwacht.

Ausführliche Analysen haben gezeigt, dass mit dem System des Kantons Luzern vorausschauende und differenzierte Einsatzentscheidungen möglich sind. Durch die Nutzung der Prognosedaten ist es möglich, Winterdienstleistungen so vorzubereiten durchzuführen, dass Glatte gar nicht erst auftritt. Weiterhin stehen dem Autofahrer aktuelle Daten und auch die Prognosen der Fahrbahntemperaturen online im Internet zur Verfügung, so dass er frühzeitig weiß, was ihn erwartet (s. Bild 1).

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden vergleichende Erhebungen in mehreren Kantonen durchgeführt. Sie lassen den Schluss zu, dass zwar die Mess- und Prognosedaten von Glattemeldedaten wesentliche Entscheidungsgrundlage für den Einsatzleiter sind, dass aber für eine präzise und sichere Einsatzentscheidung die Meldedaten und -prognosen unverzichtbar sind. Weiterhin wurde im Rahmen der Untersuchung deutlich, dass erfasste Daten der Winterdienstleistungen nicht nur für den Einsatznachweis, sondern in vielfältiger Form für Kosten- und Qualitätsauswertungen nutzbar sind.

Anhand von sieben definierten Sicherheitskriterien konnte aufgezeigt werden, dass ein professionelles WMS zu einer deutlichen Erhöhung der Verkehrssicherheit führt. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die Schnelligkeit des Winterdienstes, die vorausschauende Strategie, die Verhinderung von lokaler und zeitlich beschränkter Glatte, die Beherrschung aller Wittersituationen und das beträchtliche Know-how des Einsatzleiters dank laufender Qualitätskontrolle der Einsätze aufgrund der gesammelten Einsatzdaten. Eine durchgeführte grobe Unfallanalyse auf der Basis der Daten der letzten Jahre zeigt, dass durch den Einsatz eines WMS eine sehr geringe statistische Unfallrate erreicht werden kann.

Je schneller und effizienter der Winterdienst durchgeführt wird, umso höher ist auch der Verkehrsfuß auf dem betreuten Netz. Durch den Einsatz eines WMS sind bei der Verkehrssicherheit wie auch beim Verkehrsfluß positive Entwicklungen zu erwarten.

Das systematisch umgesetzte WMS führt ganz allgemein zu einer hohen Effizienz in der Glatteverhinderung verbunden mit einem sparsamen Umgang mit Salz dank witterungsabhängiger differenzierter Vorgaben der Streumenge. Mit einem effizienten WMS lassen

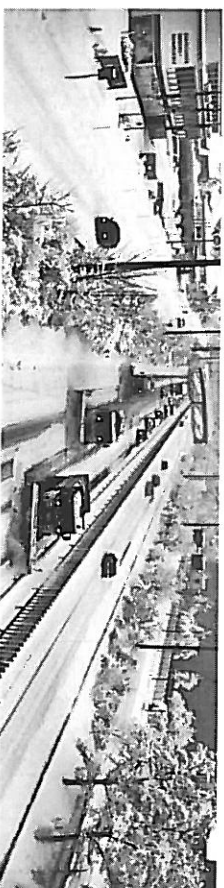


Bild 1: Schneeräumung auf der Autobahnsaarende des West-26, Winterthur (05.03.2006, Bild: Saalfer)

sich zudem unnötige Einsätze minimieren. Insgesamt erlaubt der Einsatz eines WMS eine umweltorientierte Optimierung des Winterdienstes unter gleichzeitiger Einhaltung eines hohen Sicherheitsstandards. Die Analyse verschiedener, wirtschaftlich relevanter Kriterien lässt den Schluss zu, dass ein professionell umgesetztes WMS eine wirtschaftliche Optimierung des Winterdienstes erlaubt. Zu diesen Kriterien zählen die Reduktion der Personalkosten (Einsatzleistung und Kontrollfahrten), die Optimierung des Umfangs und der Dauer der Einsätze, die Reduktion der unnötigen Einsätze und die Reduktion der

gestreuten Salzmenge dank differenzierter Vorgehens. Die Einführung eines WMS wirkt sich auch positiv auf den volkswirtschaftlichen Nutzen des Winterdienstes aus, wobei die verhinderten Unfälle und die Zeitgewinne für die Verkehrsteilnehmer entscheidend sind. Insgesamt stellt ein Winterdienst-Management-System ein wirkungsvolles Instrument dar, um den Winterdienst aus der Sicht Verkehrsflusses, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt zu optimieren. Als Managementinstrument muss es aber während einer Qualitätskontrolle unterworfen werden, um wirksam zu bleiben.

Praktische Umsetzung eines Winterdienst-Management-Systems (WMS)

Dr.-Ing. Axel Norkauer, Geschäftsbereichsleiter „Betrieb und Verkehr“ Landesbetrieb für Straßenbau, Neunkirchen/Saarland

1 Einführung

Der Winterdienst auf den Autobahnen und Straßen des nachgeordneten Netzes hat im Saarland aufgrund der bewegten Topographie und der hohen Verkehrsbelastungen vieler Streckenabschnitte eine große Bedeutung. Neben der Ausstattung mit Personal, Fahrzeug und Geräten ist die optimale Organisation des Winterdienstes von ausschlaggebender Bedeutung. Um eine optimale Verknüpfung aller Fahrzeuge und Systeme untereinander zu gewährleisten, Doppelerfassungen zu vermeiden und eine eindeutige Zuordnung von Funktionsqualität und Daten zu ermöglichen, wurde ein umfassendes Konzept für ein Winterdienst-Management-System (WMS Saar) entwickelt.

2 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurde der Ist-Zustand des Winterdienstes des Landesbetriebes und seine Randbedingungen erfasst und vorhandene Defizite herausgearbeitet und analysiert.

In einem weiteren Schritt wurde eine Marktstudie/Markterkundung für Systeme und Komponenten eines

Winterdienst-Management-Systems durchgeführt. Hierbei wurden sowohl Komplettlösungen als auch Lösungen für spezifische Fragestellungen in Zusammenhang mit der Optimierung des Winterdienstes betrachtet und in Bezug auf ihre Einsatzfähigkeit und ihren Nutzen beurteilt.

2.1 Konzeption des WMS Saar

Anforderungen an das WMS Saar resultieren vor allem aus bisher sehr aufwändigen Arbeitsabläufen, die zum Teil nur unzureichend genaue Daten und Informationsgrundlagen für ein effizientes Management des Winterdienstes bzw. der Winterdienstleistungen liefern. Neben der Verbesserung dieser Prozesse ist als wesentliche Anforderung an ein WMS formuliert worden, den Winterdienst insgesamt zu optimieren und so neben Kosteneinsparungen beim LIS Nutzen für Verkehrsteilnehmer, Umwelt und weitere Dritte zu generieren.

Zwei wesentliche Grundlagen für ein Winterdienst-Management-System waren bereits sehr früh im Entwicklungsprozess festgelegt worden:

- Das aufzubauende System sollte eine herstellernabhängige Systematik mit eindeutiger Zuordnung von

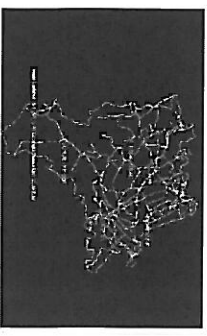


Bild 1: Informations- und Stoffkreislauf für die Verkehrslenkung im Kanton Luzern. Regio der Fahrbahn (rma, von A bis Z) (rma, von A bis Z)

Funktionalität, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten beinhalten.

- Bei allen Prozessen erfolgen notwendige Entscheidungen nicht durch das System, sondern durch die handelnden Personen, insbesondere die Einsatzleiter, bei denen auch die Verantwortung verbleibt. Das System soll hierbei unterstützen.

2.2 Investitionen / Kosten

Der Kosten- oder Investitionsbereich setzt sich beim WMS im Wesentlichen aus zwei Blöcken zusammen:

1. Investitionskosten für Erfassung und Prognose von Straßenzustand- und -witterung
 - Ergänzung bzw. Erweiterung der vorhandenen Prognosewerkzeuge
 - Ergänzung der vorhandenen Glättemeldeanlagen (GMA)
- Übernahme von GMA-Daten aus Frankreich und Luxemburg
2. Investitionskosten für Einsatzsteuerung
 - -dokumentation
 - Erfassung und Übertragung der Einsatzdaten im Fahrzeug
 - Messung der fahrbahntemperatur im Einsatzfahrzeug
 - Software für ein WMS Saar

2.3 Nutzen

Neben der Verbesserung des Level of Service für den Verkehrsteilnehmer sind auch erhebliche Kostensenkungspotenziale für den LIS zu erwarten.

Im Folgenden werden die wesentlichen in der Projektierungsphase identifizierten Nutzen und die ermittelten dazugehörigen Kostensenkungspotenziale dargestellt:

- Optimierung / Reduktion der Einsatzzeit um ca. 5%
- Optimierung / Reduktion des Bereitschaftsleistungs um ca. 20%
- Optimierung / Reduktion des Kontrollleistungs um ca. 20%
- Optimierung / Reduktion des Streustoffverbrauchs um ca. 20%
- Vereinfachte Einsatzdatenerfassung ca. -500 h/a
- Optimierung der Abrechnung von Fremdunternehmens ca. -190 h/a
- Verfügbarkeit der Einsatzdaten ca. -100 h/a

Die Nutzen-Kosten-Rechnung (ohne automatisiertes Salzsilolager – hierfür wurde eine gesonderte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt) hat gezeigt,

4 Der Winterdienst 3/07

dass sich die Investitionskosten für ein WMS nach ca. 6 Jahren amortisieren werden. Neben dem genannten Einsparpotenzial bestehen weitere Nutzungspotenziale, die sich nicht monetär beziffern lassen. Hierzu zählen die positiven Effekte für die Umwelt durch die Reduktion des Salzverbrauchs, die positiven Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit durch den verbesserten Winterdienst infolge reduzierter Reaktionszeiten und vermehrter Präventivmaßnahmen, die Verbesserung der Informationen für die Autofahrer sowie die Rechtssicherheit für den Nachweis der durchgeführten Einsatz-

3 Umsetzung der einzelnen Komponenten

3.1 Streustoffe

3.1.1 Bestandsmanagement

Wichtiger Bestandteil des WMS Saar ist das Salzmanagement. Zentrale Funktion des Salzmanagement ist die fortlaufende Überwachung der Lagerbestände. Sowohl bei der Lagerung in Hallen, Erfassung durch Web-Cams, als auch bei der Lagerung im Silo. Erfassung durch Radar, ist eine automatische Füllstandsmessung vorgesehen. Auch die Sole wird in das Salzmanagement einbezogen.

Diese Daten stehen dann für eine automatische Abrechnung mit den Lieferanten zur Verfügung.

Mit Hilfe der aktuellen Daten zum Lagervolumen kann bei Unterschreiten vorgegebener Schwellenwerte automatisch eine Warnung bzw. ein Hinweis für die Bestellung erzeugt werden.

Auf Grundlage des Salzmanagement können für die Kosten- und Leistungsrechnung die entnommenen Mengen auch bei meisteilübergreifender Entnahmen den einzelnen als Kostenstellen geführten Meisterreihen zugeordnet werden.

3.1.2 Automatisiertes Salzsilolager

Wichtiger Aspekt eines optimierten Winterdienstes ist auch die effiziente Beladung der Winterdienstfahrzeuge mit Streustoffen. Da mit einer effizienten Beladung eine Verbesserung der Bedienzeiten verbunden ist, lässt diese eine trägt somit zur Steigerung der Verkehrssicherheit und der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes bei.

Um der künftigen Bedeutung gerecht werden zu können sollen durch das automatische Salzsilo folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Ausreichende Lagerkapazitäten
- Automatische Registrierung der Entnahmemengen und Zuordnung zu den Fahrzeugen der verschiedenen Meisterreihen

- Sichere Beladung der Streufahrzeuge in Einmann-Bedienung

- Minimierung der Ladezeiten für Streustoff und Sole
- Parallele Beladung von mindestens 2 Streufahrzeugen

Die Siloanlage wird eingehaust. Durch die vollständige Einhausung der Siloanlage ist diese nicht der Witterung ausgesetzt, hierdurch ist mit einer höheren Nutzungsdauer und geringeren Instandhaltungskosten zu rechnen.

Die Streustoffe werden in einem 700 t fassenden Großsilo gelagert. Alle Stützen des Silos sind mit Wägelchen ausgerüstet. Es werden je zwei Entnahmetrichter hintereinander in zwei parallelen Durchfahrten so angeordnet, dass auch große Lkw beladen werden können. Die Durchfahrten sind an beiden Seiten mit Türen versehen, so dass kein Rangieren oder Rückwärtsfahren notwendig ist. Die richtige Positionierung der Lkw unter den Entnahmetrichern erfolgt über eine Signalisierung. Die Siloanlage ist mit einer automatischen Steuerung und Entnahmeeinrichtung ausgerüstet. Die entnommene Salzmenge und der Zeitpunkt der Entnahme werden fahrzeugbezogen protokolliert.

Damit die Lkw gleichzeitig mit Salz und Sole gefüllt werden können, sind für die Befüllung der Lkw mit Sole Solesanschlüsse in der Mitte der Halle vorgesehen. Vorgesehen sind drei Soletanks mit je 50 m³ Füllvolumen. Analog der Protokollierung der Streustoffmenge wird auch die Betankung der Sole fahrzeugspezifisch protokolliert.

Alle Daten der Anlage, wie Füllstand, Status, Fehlermeldungen, Entnahmetriechen etc., können online an die verantwortlichen Stellen weitergeleitet werden.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit wurde der ermittelte volkswirtschaftliche Gesamtnutzen den Jahreskosten gegenübergestellt. Der Nutzen-Kosten-Faktor fällt mit rund 7:1 deutlich größer als 1 aus.

3.2 Straßenzustand und -prognose

3.2.1 Wetterprognosen

Zentrale Datengrundlagen sind die Daten der Glättemeldeanlagen (GMA) sowie die Witterungsdaten und -prognosen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Für beide ist das Programm JavamAP 3.0 des DWD im Einsatz. Hiermit können in einer grafischen Oberfläche sowohl alle Informationen zum Wettergeschehen als auch die Daten der GMA angezeigt werden.

Die Erweiterung von Straßenzustandsinformationen und -prognosen auf das nachgeordnete Netz ist zentraler Bestandteil in der Konzeption des WMS Saar. Daneben ist die Integration von Daten/Informationen/Messstellen

in den angrenzenden Regionen Frankreichs und Luxemburgs vorgesehen (CENTRICO-Projekt „MeteoTrans“).

Die Wetterinformationen des DWD werden durch das „Weather Image Information System“ kurz WIS der technischen Universität Graz ergänzt. Somit liegen den Einsatzleitern künftig auch Informationen einer regionalen Wetterdarstellung vor und es können meisteilspezifische Vorwarn- bzw. Warnstufen definiert werden, die eine gezielte Vorwarnung bzw. Alarmierung der Einsatzleitung ermöglichen (Die Warnungen sollen automatisch an die Dienst habenden Einsatzleiter versandt werden (z.B. über Mobilfunk). Darüber hinaus können so die Wetterinformationen auch mobil bereitgestellt werden – eine sinnvolle Ergänzung zur „Kontrollfahrt mit streubereitem LKW“.

Die Daten der GMA und der Status der Alarmmeldungen sollen kartenbasiert auch in Kombination mit weiteren Daten zum Status der Einsatzfahrzeuge angezeigt werden. In Anzeige werden auch die punktuellen Messdaten auf angrenzende Abschnitte bzw. das gesamte Netz übertragen, so dass der Einsatzleiter einen unmittelbaren Überblick über die fahrbahntemperaturen im gesamten Netz hat.

3.2.2 Glättemeldeanlage

Im Rahmen des Winterdienst-Management-Systems Saar erfolgt eine Verdrüchtung des vorhandenen Netzes der Glättemeldeanlagen von 13 Anlagen auf den Bundesautobahnen um 19 weitere GMA mit Standorten im nachgeordneten Netz der Bundes- und Landesstraßen.

3.2.3 Projekt „MeteoTrans“

Im Hinblick auf die Gesamtkonzeption des WMS Saar ist auch die Nutzung der Daten von französischen und luxemburgischen GMA von Bedeutung, da gemäß der Hauptwindrichtung winterliche Wetterereignisse meist aus west-nordwestlicher Richtung kommen und diese Nachbarregionen somit im Vorfeld liegen. Durch frühzeitige, detaillierte Informationen mittels örtlicher GMA kann die Einsatzplanung insbesondere im westlichen Bereich des Saarlandes verbessert werden.

Der Landesbetrieb für Straßenbau des Saarlandes hat im Rahmen des EU-Projektes Centricol die Federführung für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Ermittlung von Grundlagen zum Austausch von verkehrsrelevanten Wetterdaten übernommen.

3.3 Einsatzleitung und -verfolgung

In dieser Komponente des Winterdienst-Management-Systems werden die während des Einsatzes notwendigen

Funktionalitäten, die für den Einsatzleiter zur Steuerung und Überwachung notwendig sind, abgedeckt. Durch das WMS Saar sollen hierbei alle Routinearbeiten automatisch ausgeführt werden. Bei einer Alarmierung sollen auch wesentliche Informationen zur Art des Einsatzes, ggf. zur vorgesehenen Streudichte, zur vorgesehenen Route etc. übertragen werden. Einsatzspezifische Informationen sollen dazu parallel an den Bordcomputer im Fahrzeug übertragen werden. Hierbei können auch detaillierte Routeninformationen übertragen werden, die eine flexible Einsatzsteuerung losgelöst von fixen Routen ermöglichen.

Der Status der Einsatzfahrzeuge soll zukünftig sowohl grafisch in einer digitalen Straßenkarte (gemeinsam mit den Daten der GMA und den für das gesamte Netz ermittelten Fahrbahntemperaturen) angezeigt als auch tabellarisch in einem Logbuch chronologisch zusammengestellt werden. Schwerpunkt ist hierbei die automatische Aufzeichnung der Einsatzdaten, die für die Einsatzüberwachung und -steuerung online während des Einsatzes übertragen werden und die andererseits vollständig nach Einsatzende für die Einsatzdokumentation zur Verfügung stehen sollen (z. B. für den Nachweis durchgeführter Einsätze bei juristischen Fragestellungen). Aus Gründen des Datenschutzes ist keine spezifische Anmeldung des Fahrers oder die Verknüpfung von personenbezogenen Daten mit den Einsatzdaten vorgesehen. Ein weiterer Nutzen der erfassten Einsatzdaten liegt in der Abrechnung der Fremdunternehmer. Durch die objektive Datenerfassung wird die Abrechnungsgenauigkeit erhöht und der Aufwand für die Erstellung und Prüfung der Abrechnung wird erheblich reduziert.

3.4 Berücksichtigung von Messdaten der Einsatzfahrzeuge

Ein weiterer Baustein des WMS Saar ist die Ausrüstung der Winterdienst-Fahrzeuge mit Sensoren zur Erfassung von Umfelddaten. Alle Winterdienst-Fahrzeuge (sowohl die des Lfs als auch die der Fremdunternehmen) wurden in den letzten Jahren mit Infrarotthermometern ausgestattet, mit denen die Fahrbahntemperatur fortlaufend und berührungslos gemessen werden kann. Der unmittelbare Nutzen liegt in der Anpassung der Streudichte an die Fahrbahntemperatur. Daneben sollen die Messdaten zur Fahrbahntemperatur jedoch auch für eine Temperaturdarstellung der Strecken im gesamten Straßennetz genutzt werden (permanentes Thernal Mapping).

4 Zusammenfassung und Überblick

Der Winterdienst auf den Autobahnen und Straßen des nachgeordneten Netzes hat im Saarland aufgrund der

Wesentliche Grundlage ist ein flexibler und modularer Aufbau des WMS Saar, der einen schrittweisen Ausbau, die Integration verfügbarer Komponenten und gegebene falls den Austausch einzelner Komponenten gegen eine bessere technische Lösungen („Zukunftssicherheit“) gewährleisten soll. Die Systemhöhe soll weitestgehend beim Landesbetrieb für Straßenbau des Saarlands (Lfs) liegen.

Eine im Jahr 2006 abgeschlossene Untersuchung zeigt, dass den Kosten des WMS Saar erhebliche Kostensenkungspotenziale auf Seiten des Lfs Saarland gegenüber stehen.

Mit der schrittweisen Umsetzung der in den Jahren 2005 und 2006 entwickelten Systematik eines Winterdienst-Managementsystems für das Saarland wurde unmittelbar im Jahr 2006 begonnen. Es ist vorgesehen, das System in den nächsten Jahren modularweise umzusetzen.