

The logo for VKS (Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.) features the letters 'VKS' in a bold, white, sans-serif font. To the right of the letters is a graphic element consisting of several parallel, slanted white lines of varying lengths, creating a sense of motion or a stylized 'V' shape.

Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.

A large orange Mercedes-Benz snowplow is shown from a front-three-quarter perspective, driving through a snowy landscape. The plow is pushing a large amount of snow, and the background shows snow-covered trees and a bright sky. The overall scene is dynamic and captures the essence of winter maintenance work.

Herausforderung Winterdienst

**IM WINTER JEDERZEIT  
SICHER ANS ZIEL**





# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Herausforderung Winterdienst</b>	<b>04</b>
<b>2. Räum- und Streupraxis</b>	<b>06</b>
Winterdienst in Städten und Gemeinden	06
Der differenzierte Winterdienst	08
Winterdienst auf Außerortstraßen	08
Glättemeldeanlagen	11
Taumittelsprühanlagen	12
<b>3. Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit</b>	<b>14</b>
<b>4. Technik und Forschung</b>	<b>18</b>
Feuchtsalztechnologie	20
Solestreuung	22
Routenoptimierung	22
Straßenwetterinformationssystem (SWIS)	22
Thermographie	24
Winterdienst-Management-Systeme	25
EU-Forschung zum Salzeinsatz	26
Von der TL Streu zur Europäischen Streustoffnorm	27
Europäische Streustoffnorm	28
<b>5. Umwelt und Streustoffwirkung</b>	<b>30</b>
Ökobilanz von Streustoffen	33
Auswirkungen von Splitt	34
Feinstaubbelastung im Winter	37
Pflanzen	37
Tiere	38
Boden	38
Oberflächen- und Grundwasser	39
Korrosionsschutz bei Fahrzeugen	40
Straßendecken	42
Bauwerke	43
<b>Quellen (Auswahl)</b>	<b>44</b>
<b>Impressum</b>	<b>46</b>

1. HERAUSFORDERUNG WINTERDIENST

# BEI EIS UND SCHNEE SICHER ANS ZIEL



Der reibungslose Ablauf des Straßenverkehrs ist für unsere Volkswirtschaft von herausragender Bedeutung. Leistungsfähige Straßen bilden das Rückgrat des Verkehrs und somit auch unserer Wirtschaft. Die individuelle Freiheit, zu jedem Zeitpunkt von einem Ort zum anderen zu gelangen, sei es zum Arbeiten, Einkaufen oder zum Erholen, ist darüber hinaus ein wesentlicher Bestandteil unserer Lebensqualität. Für alle Verkehrsteilnehmer ist es selbstverständlich, von Witterungseinflüssen ungehindert mobil sein zu können und jederzeit sicher zu befahrende Verkehrswege vorzufinden.

### **Der Winterdienst wird mit umfangreichem Know how und modernster Technik durchgeführt.**

Er gewährleistet die Verkehrssicherheit sowie den Verkehrsfluss auch unter widrigen Witterungsbedingungen. Technische und organisatorische Entwicklungen werden weiterhin vorangetrieben, um den gestiegenen Anforderungen an den Straßenwinterdienst aus verkehrstechnischer, wirtschaftlicher und ökologischer Sicht gerecht zu



werden. Forschung, Straßenbauverwaltung und Industrie arbeiten ständig an der Optimierung des Winterdienstes. Kaum einem Benutzer unserer Straßen ist bewusst, dass sich dahinter ein großer organisatorischer, personeller und finanzieller Aufwand von Seiten der Straßenbauverwaltungen verbirgt.

### **Es besteht der gesetzliche Auftrag, für verkehrssichere Straßen zu sorgen.**

Die Verantwortung dafür trägt derjenige, der die Straßen gebaut und den Verkehr eröffnet hat, nämlich der jeweilige Straßenbaulastträger. Dies ergibt sich aus der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht (Bürgerliches Gesetzbuch), dem Bundesfernstraßengesetz, den Straßen- und Straßenreinigungsgesetzen der Länder sowie den Verordnungen und Satzungen der Kommunen. Daher haben sehr unterschiedliche Verantwortliche diesen Auftrag zur Verkehrssicherheit auf winterlichen Straßen durchzuführen. Auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sind die Straßenmeistereien, auf Bundesautobahnen die Autobahnmeistereien und in den Kommunen diese selbst mit ihren jeweils unterschiedlichen Ämtern, z. B. die Stadtreinigung, für den Winterdienst zuständig.

### **Die Verkehrsinfrastruktur ist ein wesentlicher Standortvorteil für Deutschland.**

Die Leistungsfähigkeit unserer Straßen muss je nach Bedeutung rund um die Uhr und das ganze Jahr über – auch im Winter – gewährleistet sein. Notdienste, wie Polizei und Feuerwehr, sowie Dienstleistungen, die das öffentliche Leben betreffen, wie Müllabfuhr, Essen-auf-Rädern, Schulbusse u. v. m., sind von der Funktionstüchtigkeit des Straßennetzes ebenso wie der öffentliche Personennahverkehr abhängig. Die durch Schnee oder Winterglätte auftretenden Behinderungen und Gefahren müssen verringert sowie rasch und wirkungsvoll beseitigt werden.

### **Der Einsatz von Auftausalz beseitigt dauerhaft Schnee- und Eisglätte.**

Seit Ende der fünfziger Jahre wird Auftausalz verwendet. Wesentliche Verbesserungen im Sinne des Umweltschutzes konnten vor allem mit der Entwicklung der Feuchtsalztechnologie, der Einführung EDV-gesteuerter, geschwindigkeitsabhängiger Streutechniken, der verbesserten Straßenwetter-Beobachtung und -Prognose sowie der Einführung von Winterdienst-Management-Systemen erreicht werden. Der Ausgleich zwischen dem gesetzlichen Auftrag zur Verkehrssicherheit und der Verpflichtung zum Umweltschutz ist eine ständige Herausforderung. Dieser wird durch den Grundsatz „So viel wie nötig, so wenig wie möglich“ Rechnung getragen.

## 2. RÄUM- UND STREUPRAXIS

# RECHTZEITIG SALZ STREUEN, HILFT GLÄTTE ZU VERHINDERN

### Winterdienst in Städten und Gemeinden

Der kommunale Straßenwinterdienst leitet seinen gesetzlichen Auftrag aus der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht (Bürgerliches Gesetzbuch), den Landesgesetzen und Ortssatzungen ab. Die mit dem Winterdienst beauftragten kommunalen Behörden müssen einen umfassenden Bereich abdecken: Er reicht von der Fußgängerzone über Wohnstraßen bis zu Stadtautobahnen und Radwegen. Wegen der unterschiedlichen Anforderungen sind Gerätepark sowie Organisation aufwändig und kompliziert. Die Sicherheitsbedürfnisse sind von unterschiedlichem Geschwindigkeitsverhalten wie z. B. in Ortschaften 50 km/h und in Wohngebieten 30 km/h abhängig.

### Der Zeitraum von Räumen und Streuen richtet sich nach dem Verkehrsaufkommen.

- Der Winterdienst muss morgens so rechtzeitig einsetzen, dass der vor dem allgemeinen Tagesverkehr liegende Hauptberufsverkehr ermöglicht wird. In den Abendstunden endet die Räum- und Streupflicht mit dem Abklingen des allgemeinen Tagesverkehrs. Ein nächstlicher Räum- und Streudienst muss von den Gemeinden nicht durchgeführt werden.
- Anders stellt sich die Räum- und Streupflicht an Samstagen dar: Dieser Tag ist im Allgemeinen für die Mehrzahl der Bevölkerung arbeitsfrei und dient vornehmlich Einkäufen sowie sonstigen Besorgungen und Freizeitaktivitäten. Dadurch erreicht der Straßenverkehr deutlich später als an Werktagen seine normale Stärke. Es kann daher mit geräumten und abgestreuten Straßen entsprechend später gerechnet werden. Gleiches gilt auch für Sonn- und Feiertage.
- Eine Verpflichtung zum Räumen und Streuen ist nicht gegeben, solange durch das Räumen und Streuen wegen anhaltenden starken Schneefalls keine nachhaltige Sicherungswirkung erzielt wird. Der Winterdienst muss erst nach Abschwächung des Schneefalls einsetzen.

- Bei Glättebildung muss mit dem Streuen erst nach einer angemessenen Zeit begonnen werden. Der Verkehrsteilnehmer kann nicht erwarten, dass überall sofort gestreut wird.
- Grundsätzlich müssen Gemeinden innerhalb der geschlossenen Ortslage Schnee auf sämtlichen Fahrbahnen und Gehwegen einschließlich der Radwege räumen.
- Innerhalb der geschlossenen Ortslage besteht eine Streupflicht der Gemeinden nur für gefährliche und verkehrswichtige Stellen auf Fahrbahnen, für Fußgängerüberwege und für Gehwege.
- Die Schneeräumpflicht besteht nur insoweit, als sie nicht auf Anlieger abgewälzt ist. Für Gehwege ist in der Regel durch Ortssatzungen auch die Streupflicht weitgehend auf die Anlieger übertragen.

Der Einsatz der verschiedenen Räumgeräte ist weitgehend von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Schnee kann mit Schneepflügen oder Schneeräummaschinen geräumt werden. Die Geräte sind in der Regel an ein Trägerfahrzeug (Lkw, Unimog) angebaut. Grundsätzlich muss in einem Arbeitsgang so viel wie möglich geräumt werden. Bei lockerem Schnee oder zusätzlich zum Schneepflug können Kehrbesen, bei Schneehöhen über 50 Zentimeter und bei Schneeverwehungen im freien Gelände können Schneefräsen und Schneeschleudern eingesetzt werden. Effizient ist der Einsatz von Räum-Kehr-Kombinationen, die Vorteile bei lockerem und weichem Schnee haben. Fußgängerbrücken und -stege, Radwege, Treppen, Straßenentwässerungseinrichtungen u. a. können in der Regel nur manuell oder mit besonderen Kleingeräten gereinigt werden. Die Art und Größe der Streufahrzeuge richtet sich nach den unterschiedlichen Anforderungen. Für den Einsatz auf Geh- und Radwegen sind Spezialfahrzeuge mit geeigneten Abmessungen erforderlich (in der Regel Anbau von Pflug und Streugerät am Trägerfahrzeug).



## Kommunale Winterdienstaufgaben

- Schneeräumung
- Bekämpfung der Winterglätte
- Abtransport des verkehrsbehindernden Schnees
- Überwachung des Straßennetzes auf Glättebildung hin
- regelmäßige Kontrollfahrten

Nach dem Räumen verbleibende Schneeglätte, Eisglätte und andere Glätte-Arten werden durch das Ausbringen von Streustoffen beseitigt. In diesem Zusammenhang ist die vorbeugende Streuung zu erwähnen, die zum Einsatz gelangt, wenn mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Glättebildung zu erwarten ist. Auf diese Weise kann Glätte von vornherein vermieden und wesentliche Salzeinsparungen erreicht werden.

Die Kommune hat durch eine sachgerechte Organisation des Winterdienstes sicherzustellen, dass die Räum- und Streupflicht ordnungsgemäß erfüllt wird. Hierzu gehört unter anderem die Regelung des Einsatzes durch einen Räum- und Streuplan. Die in der Regel verwendeten Streustoffe sind Auftausalz und abstumpfende Stoffe (Splitt u. a.). Die Auswahl der Streustoffe richtet sich nach den Erfordernissen der Verkehrssicherheit.

### Der differenzierte Winterdienst

Beim differenzierten Winterdienst wird die Verwendung der Streustoffe nach Verkehrsbedeutung der Straßen, deren Trassierung und dem Einsatzfall empfohlen. Auftausalz muss auf allen Straßen eingesetzt werden, auf denen aus Gründen der Verkehrssicherheit und des Verkehrsflusses ein höherer Kraftschluss zwischen Fahrzeug und Fahrbahn erreicht werden muss. Hierzu gehören u. a. Hauptverkehrsstraßen, besondere Gefahrenstellen (z. B. Steigungsstrecken, Brücken) und Durchgangsstraßen.

Auf diesen Strecken besteht eine gesetzliche Streupflicht, der letztlich ohne Haftungsrisiko nur mit dem Einsatz von Salz genügt werden kann. Die mittlerweile üblichen geringen Streumengen und die modernen Ausbringungsverfahren erlauben eine gezielte und sparsame Salzanwendung. Kritische Belastungen für die Umwelt können so verhindert werden.

**Auf allen anderen Straßen, auf denen der Salzeinsatz nicht erforderlich ist, ist grundsätzlich die Nullstreuung zu empfehlen.**

Dies bedeutet den vollständigen Verzicht auf Streustoffe. Diese Strecken sind bei Bedarf zu räumen, wenn die Schneelage die Passierbarkeit der Straßen gefährdet. Die Erfahrungen im Winterdienst zusammen mit Studien aus der Schweiz und aus Deutschland fanden ihren Niederschlag im „Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen“, das von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und

Verkehrswesen (FGSV) herausgegeben wird sowie in der Informationsschrift „Differenzierter Winterdienst im kommunalen Bereich“ herausgegeben vom Verband Kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung e.V. (VKS im VKU).

**Die Studienergebnisse weisen eine deutlich schlechtere Umweltbilanz beim Einsatz von abstumpfenden Stoffen aus, als bisher angenommen wurde.**

Ebenso trägt die Splittstreuung nur in geringem Maße zur Erhaltung der Verkehrssicherheit im Winter bei. Bereits nach wenigen Fahrzeugüberfahrten werden die abstumpfenden Streustoffe an den Fahrbahnrand geschleudert und sind damit wirkungslos. In diesem Anwendungsrahmen ist Salz ökologisch nicht schlechter zu bewerten als die abstumpfende Streuung. Daraus folgt der weitgehende Verzicht auf die Splittstreuung zugunsten der Nullstreuung, eine Optimierung der sparsamen Salzausbringung sowie die Berücksichtigung der Umweltbelastungen durch Splitt.

Möglich wird dies durch eine erhebliche technische Weiterentwicklung der eingesetzten Räum- und Streutechnik. Diese Entwicklung wie auch die neue Ausgangslage bei der notwendigen Umstellung des Winterdienstes in den Städten muss dem Bürger vermittelt werden, um Fehlinterpretationen (z. B. weniger Umweltschutz oder weniger Verkehrssicherheit) zu vermeiden. Insbesondere die Autofahrer müssen über die Winterdiensttechniken, die Wirkungsweise der Streustoffe und die notwendige Anpassung der Fahrweise informiert werden. Gerade die Nullstreuung auf den Nebenstrecken kann nur gefahrlos funktionieren, wenn die Autofahrer ihre Fahrweise entsprechend anpassen.

### Winterdienst auf Außerortsstraßen

Für den Winterdienst außerorts sind andere Rahmenbedingungen als für den kommunalen Winterdienst entscheidend. Die Verkehrsdichte ist größer, und es werden wesentlich höhere Geschwindigkeiten gefahren. Die Versorgung der Bevölkerung mit Wirtschaftsgütern muss gewährleistet sowie die Einbindung in das europäische Straßennetz sichergestellt werden. Die geringe Randbebauung und die freie Landschaft führen auch zu anderen Anforderungen im Straßenbetriebsdienst. Die Bundesautobahnen sind wegen ihrer großen Verkehrsbedeutung und starken Auslastung grundsätzlich 24 Stunden befahrbar zu halten.



# Einteilung der Straßen in Dringlichkeitsstufen

## Dringlichkeitsstufe I

Verkehrswichtige und gefährliche Stellen: Hauptverkehrs- und Durchgangsstraßen; Straßen für ÖPNV und Schulbusse; Zufahrtsstraßen zu Krankenhäusern, Schulen, Feuerwachen usw.; Straßen zu Gewerbe- und Industriegebieten; stark frequentierte Fußgängerüberwege und Haltestellen; Radwege an Hauptverkehrs- und Durchgangsstraßen; Parkplätze mit erheblicher Verkehrsbedeutung

## Dringlichkeitsstufe II

Verbindungsstraßen; Wohnsammelstraßen; übrige Radwege; Fußgängerüberwege

## Dringlichkeitsstufe III

Wohnstraßen und übrige Verkehrsflächen, soweit sie im Räum- und Streuplan aufgeführt sind



## Wer leistet den Winterdienstesatz?

Die Verantwortung für den Straßenbetriebsdienst, zu dem der Winterdienst gehört, liegt für die Bundesautobahnen und -straßen beim Bund. Im Auftrag des Bundes verwalten die Bundesländer die Bundesautobahnen und die Bundesstraßen. Für die Landes- oder Staatsstraßen sind die jeweiligen Bundesländer verantwortlich. Zusätzlich betreuen viele Bundesländer auch die Kreisstraßen im Auftrag der Kreise. Insgesamt betreuen die Bundesländer 717 Meistereien, davon 400 im Eigentum des Bundes (Stand 2016). Für die Bundesautobahnen tragen 157 Autobahnmeistereien die Verantwortung. Es gibt außerdem 27 Mischmeistereien, die für den Betriebsdienst auf Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen zuständig sind. Die mittlere Streckenlänge beträgt etwa 75 Kilometer. Die Bundes-, Landes- und der große Teil der Kreisstraßen werden von 533 Straßenmeistereien betreut. Die mittlere Netzlänge beträgt 300 Kilometer.

## Welche Technik wird eingesetzt?

Wegen der großen Straßenflächen werden außerorts überwiegend große Geräte eingesetzt. Auf Bundesautobahnen sind dies vor allem Lastkraftwagen mit einer Ladekapazität von fünf bis sechs Tonnen Auftausalz, 2.000 bis 3.000 Litern Sole für die Feuchtsalzstreuung und Schneepflüge mit einer Breite bis zu 3,50 Metern. Für den Räum- und Streubereich mehrstreifiger Richtungsfahrbahnen (Bundesautobahnen) werden Einseitenpflüge eingesetzt. Eine größere Räumbreite kann mit einem Vorbaupflug kombiniert mit einem am Schubfahrzeug angebrachten schwenkbaren Seitenpflug erreicht werden. Hiermit können Räumbreiten von bis zu 6,50 Meter erreicht werden. Beschleunigungs- und Verzögerungsstreifen können entweder zugleich mit den Hauptfahrbahnen oder im Anschluss daran geräumt werden – ebenso Nebenanlagen (Parkplätze, Rasthöfe). Bei Schneehöhen über 40 Zentimetern kommen Schneeräummaschinen wie Schneeschleudern, Schneefräsen und Frässhleudern zum Einsatz. Für das Streuen von Auftausalz wird im Prinzip



die gleiche Streutechnik wie im kommunalen Winterdienst eingesetzt. Durch den Einsatz der Feuchtsalztechnik und der neu entwickelten Solestreue sowie der temperaturabhängigen Streue lassen sich erhebliche Auftausalzeinsparungen erreichen.

#### Wie ist die zeitliche Planung?

Alle anderen Außerortsstraßen sind je nach Bedeutung nur im Zeitraum zwischen 6.00 Uhr und 22.00 Uhr mit Winterdienst zu versehen. Bei der zeitlichen Planung des Winterdienstes müssen die unterschiedlichen Umlaufzeiten der Räum- und Streufahrzeuge in Abhängigkeit von Witterungsverhältnissen und Verkehrsdichte berücksichtigt werden. Auf Autobahnen ist im Normalfall eine Umlaufzeit der Räumfahrzeuge von 1,5 bis 2 Stunden anzustreben. Im ungünstigsten Belastungsfall – das ist die Schneeräumung – treten Umlaufzeiten der Räumfahrzeuge von 2 bis 2,5 Stunden auf. Auf den anderen Außerortsstraßen sind Umlaufzeiten von maximal 3 bis 4 Stunden anzustreben. Darüber hinaus werden Kontroll-

fahrten durchgeführt und kritische Stellen beobachtet, wenn Unsicherheit über den Witterungsverlauf und die Auswirkungen auf den Fahrbahnzustand besteht. Im Außerortsbereich ist wegen der hohen gefahrenen Geschwindigkeiten und des sehr hohen Verkehrsaufkommens der Einsatz von Auftausalz unverzichtbar, denn nur dadurch kann die Verkehrssicherheit in ausreichendem Maße gewährleistet werden

#### Glättemeldeanlagen

Eine wichtige Informationsquelle und Hilfe für den gezielten und rechtzeitigen Einsatz des Winterdienstes sind Glättemeldeanlagen. Im Bereich der Bundesautobahnen werden von Glättemeldeanlagen mit Messstellen (zunehmende Dichte im Bundesgebiet) auf die Fahrbahn bezogene meteorologische Daten ermittelt. Hierdurch ist es möglich, eine innerhalb der nächsten zwei Stunden zu erwartende oder bereits entstandene Fahrbahnglätte zu erkennen. Über Fahrbahn-, Luft- und

## „Die Bundesautobahnen sind wegen ihrer großen Verkehrsbedeutung und starken Auslastung grundsätzlich 24 Stunden befahrbar zu halten.“

Niederschlagssensoren sowie durch Überwachung des Fahrbahnzustands werden die notwendigen Messwerte zur Glatteiswarnung ermittelt. Teilweise werden zusätzlich Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Schneehöhen gemessen. Die gewonnenen Messdaten werden über autobahneigene Fernmeldekabel in die Autobahnmeistereien übertragen, statistisch ausgewertet und archiviert. Sie vermitteln genaue Informationen über Straßenzustand und Glätteentwicklung.

**Die regionalen Glättemeldeanlagen sind wichtig für den Datenaustausch zwischen Autobahn-/Straßenmeistereien sowie Wetterämtern: Sie sind unverzichtbar für ein überregionales Straßenwetterinformationssystem.**

Hierbei liefert das Wetteramt auf der Basis der Großwetterlage und den Werten der Glättemeldeanlagen wesentlich verbesserte und gezielte Straßenwetterprognosen. Auf dieser Basis kann letztlich auch der Einsatz von Auftausalz deutlich gezielter und effektiver erfolgen. Die Meldeanlagen dienen nicht dazu, den Verkehrsteilnehmer eventuell mittels Verkehrsnachrichten über zu erwartende Glätte zu informieren.

### Taumittelsprühanlagen

Taumittelsprühanlagen sind Elemente des stationären Winterdienstes. Sie sind geeignet, Problemstrecken aus der Sicht des Winterdienstes zu entschärfen und dem Verkehrsteilnehmer eine gleichmäßige Befahrbarkeit der Straße zu ermöglichen. Den Winterdienst bei Schneefall

können sie nicht ersetzen, jedoch erleichtern. In Deutschland gibt es eine Reihe von festinstallierten Taumittelsprühanlagen auf Bundesfernstraßen und -autobahnen. Taumittelsprühanlagen werden, sofern sie automatisch arbeiten sollen, durch Glättemeldeanlagen gesteuert. Dafür bedarf es der Angaben über Niederschlag, Luft-, Fahrbahn- und Gefriertemperatur. Entsprechend den Messdaten wird durch eine definierte Alarmsituation eine Sprühung ausgelöst. Für Taumittelsprühanlagen wird die Verwendung von NaCl-Lösung (Sole) empfohlen.

**Nach der Installation der Taumittelsprühanlagen ereigneten sich an bisherigen Unfallschwerpunkten kaum noch Unfälle oder Verkehrsbehinderungen.**

Nach Auswertung der Erfahrungen mit den ersten Anlagen wurde deren Wirtschaftlichkeit nachgewiesen und Einsatzkriterien für weitere Anlagen entwickelt. Diese sind vom Bundesministerium für Verkehr in entsprechenden Hinweisen veröffentlicht worden. Zwischen 1982 und 2003 wurden in Deutschland 16 Taumittelsprühanlagen gebaut und in Betrieb genommen.

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit ergibt sich durch den Einsatz von mobilen Taumittelsprühanlagen. Die mobile Taumittelsprühanlage kann ohne größeren technischen Aufwand und mit geringen finanziellen Aufwendungen für kurze Zeit installiert werden. Kritische Bereiche wie Baustellen, die eine vorübergehende Änderung der Verkehrsführung und eine gleichzeitig hohe Glättegefahr besitzen, können so entschärft werden.



3. VERKEHRSSICHERHEIT  
UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

# EFFIZIENTER WINTERDIENST HILFT SCHWERE PERSONENSCHÄDEN ZU REDUZIEREN.



Der Winterdiensteinsatz mit Auftausalz auf Außerortsstraßen erhöht erheblich die Verkehrssicherheit und senkt wesentlich die Unfallzahlen und die Unfallkosten. Zwei Untersuchungen der Technischen Hochschule Darmstadt haben den Nutzen des Winterdienstes in ausführlichen Studien quantifiziert. **Aufgrund des Winterdiensteinsatzes sinkt die Unfallrate um 80 bis 85 Prozent des Wertes vor der Streuung.** Der Verlauf der Unfallrate vor und nach Winterdiensteinsätzen zeigt, dass die Zahl der Unfälle in den Stunden vor dem Einsatz stetig ansteigt. Bereits unmittelbar nach der Durchführung des Winterdienstes sinkt sie aber rasch auf ein deutlich niedrigeres Niveau ab.

Der Winterdienst mit Auftausalz vermeidet schon innerhalb der ersten Stunden nach dessen Einsatz 5.000 Unfälle mit Personenschäden (davon etwa 1.500 Unfälle mit Schwerverletzten oder Getöteten) – hochgerechnet auf alle Landstraßen in der Bundesrepublik Deutschland. Diese Zahlen zeigen, dass bei Winterglätte nicht nur die Zahl der Bagatellunfälle ansteigt, sondern insbesondere auch die Zahl der schweren Personenschäden überdurchschnittlich zunimmt. Durch rechtzeitigen und effizienten

Winterdienst wird die Zahl der schweren Personenschäden besonders stark reduziert.

**Durch rechtzeitigen Winterdienst lassen sich hochgerechnet für Deutschland beträchtliche Einsparungen erreichen.**

Auf Grundlage der ermittelten, repräsentativen Daten wie z. B. Verkehrsdichte, gefahrene Geschwindigkeiten und Unfällen ist eine volkswirtschaftliche Bewertung des Nutzens durch den Straßenwinterdienst im Vergleich zu seinen Kosten möglich. Die Zusammenstellung der Verkehrs- und Betriebskosten ergibt in der Summe auf winterlicher, glatter Fahrbahn einen Mehraufwand von 0,20 Euro pro Fahrzeugkilometer gegenüber der trockenen Fahrbahn. Durch einen effizienten Winterdienst können hiervon 0,18 Euro pro Fahrzeugkilometer eingespart werden. Für jeden auf gestreuter statt glatter Fahrbahn zurückgelegten Kilometer Fahrstrecke lässt sich also ein Nutzen von 0,18 Euro pro Fahrzeugkilometer nachweisen. Wesentlicher Faktor beim Errechnen des Winterdienstnutzens sind dabei die vermiedenen Unfallkosten, die fast 90 Prozent der Einsparungen ausmachen.



„Der volkswirtschaftliche Nutzen des Winterdienstes ist bis zu sechs Mal größer als die durch den Winterdienst entstandenen Kosten.“

**Einsparungen innerhalb einer Winterperiode durch Auftausalz in der ersten Stunde nach dem Einsatz:**

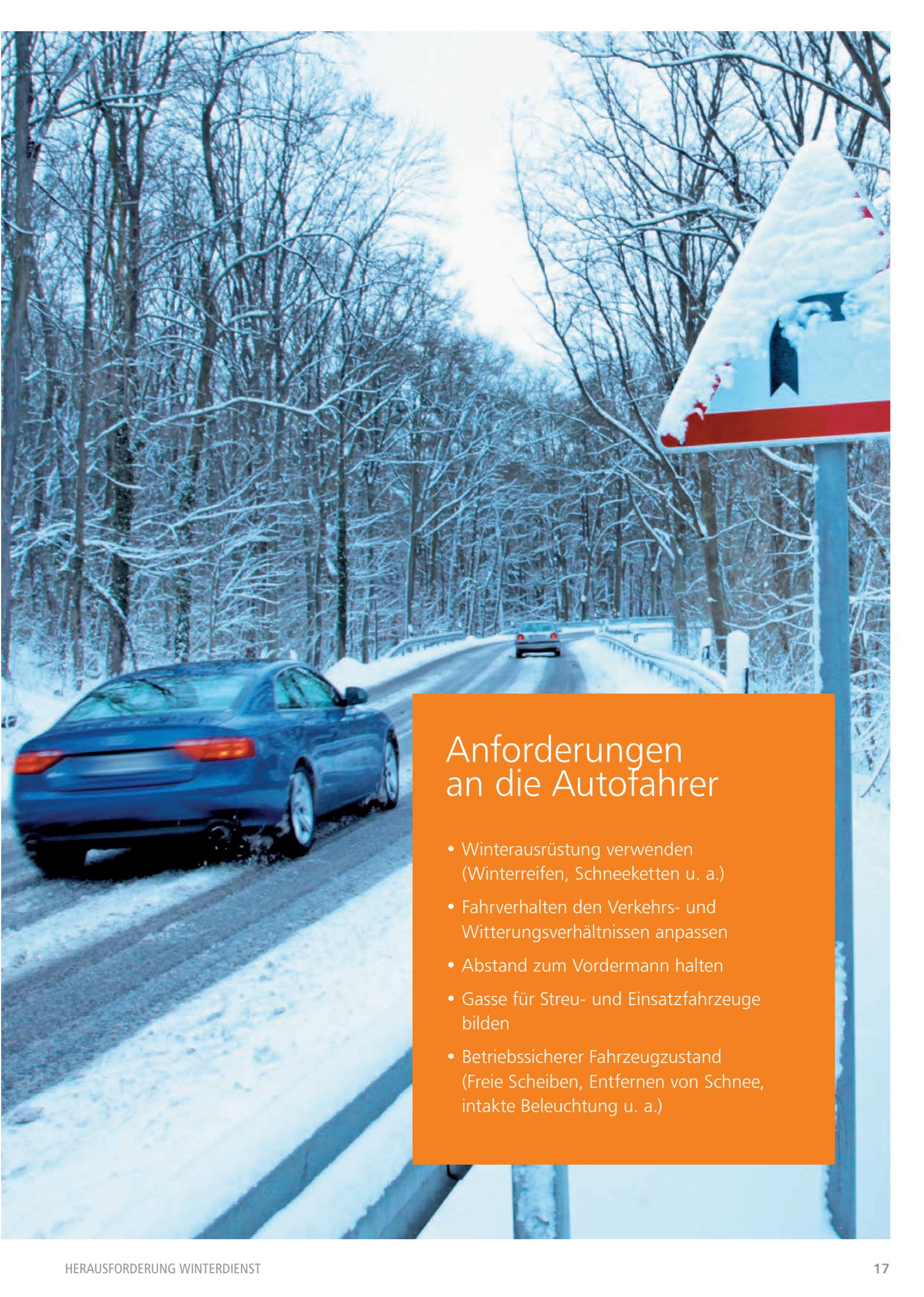
- 255 Mio. Euro auf Außerortsstraßen
- 64 Mio. Euro auf Autobahnen
- 900 Jahre Reisezeit
- 11 Mio. Liter Kraftstoff

Grundlage der hochgerechneten Werte sind Studien der TH Darmstadt. Die Untersuchung von Durth, Hanke und Levin „Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit des Verkehrsablaufes im Winter“ nimmt eine volkswirtschaftliche Bewertung des Winterdienstes für die Außerortsstraßen (ohne Autobahnen) vor. Die Studie von Durth und Bark untersucht die Wirksamkeit des Winterdienstes auf Bundesautobahnen. Für Innerortsstraßen liegen keine entsprechenden Untersuchungen vor. Auch in der Schweiz wurden die volkswirtschaftlichen Vor- und Nachteile des Straßenwinterdienstes durch eine Studie umfassend untersucht. In dieser Studie wurden Fahrverhalten, Verkehrsgeschehen, Witterung, Straßenzustand, Fahrzeugmenge und andere Einflussgrößen vor und nach dem Einsatz des Winterdienstes mit normalen Straßenzu-

ständen verglichen. Der volkswirtschaftliche Nutzen des Winterdienstes ist bis zu sechs Mal größer als die durch den Winterdienst entstandenen Kosten. Die Kosten, die der Winterdienst verursacht, entstehen durch den Einsatz spezieller Fahrzeuge und Geräte, wirkungsvolle Streustoffe wie Salz und nicht zuletzt durch qualifiziertes Personal. Die Auswertung der Unfalldaten zeigt, dass sich Glätteunfälle in einem relativ kurzen Zeitraum, vor allem vor dem Winterdiensteinsatz, ereignen. Ohne Winterdienst würde die Anzahl der Glätteunfälle noch ansteigen. Je schneller der Winterdienst zum Einsatz kommt, umso mehr Glätteunfälle können verhindert werden.

**Der Nutzen des Winterdienstes ist immer größer als die Kosten, die er verursacht.**

Der Nutzen des Winterdienstes besteht vor allem darin, Glätteunfälle und größere Zeitverluste zu verhindern, und damit volkswirtschaftlichen Schaden abzuwenden. Zur weiteren Steigerung der volkswirtschaftlichen Effektivität sind alle Maßnahmen zu empfehlen, die einen frühzeitigeren und schnelleren Winterdiensteinsatz bewirken.



## Anforderungen an die Autofahrer

- Winterausrüstung verwenden (Winterreifen, Schneeketten u. a.)
- Fahrverhalten den Verkehrs- und Witterungsverhältnissen anpassen
- Abstand zum Vordermann halten
- Gasse für Streu- und Einsatzfahrzeuge bilden
- Betriebssicherer Fahrzeugzustand (Freie Scheiben, Entfernen von Schnee, intakte Beleuchtung u. a.)

4. TECHNIK UND FORSCHUNG

# INNOVATIONEN OPTIMIEREN WIRTSCHAFTLICHKEIT UND UMWELTSCHUTZ.





Die Entwicklung der Schneeräumung und die der Verkehrstechnik sind eng miteinander verknüpft. Die Anfänge der Schneeräumung sind bei der Eisenbahn zu finden: Vor über 100 Jahren wurden hier die ersten funktionsfähigen rotierenden Geräte eingesetzt. In den dreißiger Jahren entwickelte sich mit zunehmendem Straßenverkehr auch die Schneeräumtechnik auf Straßen. Ausgangspunkt war die mechanische Räumung, die später mit dem Streuen von abstumpfenden Mitteln kombiniert wurde. Zunehmend wurde das Räumen und Streuen auch mit auftauenden Mitteln durchgeführt.

Anfangs wurde das Salz mit der Schaufel vom Lkw auf die Straße geworfen. Später gab man das Salz mit Schaufeln in einen einfachen Streuer, der es mechanisch verteilt; Streubreite und Streumenge waren eher Zufallsprodukte. Zum Ende der fünfziger Jahre wurden die ersten Streuautomaten eingesetzt. Mitte der sechziger Jahre führte man die Wegeabhängigkeit dieser Streuautomaten mit der sogenannten Tachosteuerung ein. Voll elektronisch geregelte Streuautomaten wurden zu Beginn der siebziger Jahre mit stufenlos einstellbarer, voll synchronisierbarer Streubreiteeinstellung auf den Markt gebracht. Neue Maßstäbe in der Streuautomatentechnik wurden ab 1989 mit der Einführung der Streudatenverarbeitung über Mikroprozessoren im Digitalsystem gesetzt. Die

Steuerzentrale befindet sich im Fahrerhaus; der an die Steuerzentrale angebaute Streudienstrechner zeigt den Streuplan an, begrenzt die maximale Streumenge und erfasst alle relevanten Daten, die nach Beendigung des Streueinsatzes ausgewertet werden können. Die nächsten Entwicklungsschritte zur Verbesserung der Winterdiensttechnik stellen die Feuchtsalztechnologie, SWIS, EDV-Optimierung, Thermographie und zuletzt die Solestreue dar.

## Feuchtsalztechnologie

Feuchtsalz entsteht durch Anfeuchten des trockenen Auftausalzes mit Salzlösungen: Natriumchlorid (NaCl), Calciumchlorid (Ca<sub>2</sub>Cl) und Magnesiumchlorid (Mg<sub>2</sub>Cl). In den Streugutbehältern der Fahrzeuge wird trockenes Salz geladen. In seitlich an den Streugutbehältern angebrachten Soletanks befindet sich NaCl-, Ca<sub>2</sub>Cl- oder Mg<sub>2</sub>Cl-Sole. Während des Transports sind Salz und Sole getrennt. Die Vermischung von Auftausalz und Sole erfolgt unmittelbar vor der Ausbringung auf dem Streuteller in einem Mischungsverhältnis von 70 Gewichtsprozent Auftausalz und 30 Gewichtsprozent Sole.

Der Einsatz von Feuchtsalz setzt voraus, dass die Lagerung und Befüllung von Salzsole an jedem Winterdienststützpunkt möglich ist. Nur so kann ein flächendeckender

## Vorteile der Feuchtsalzstreuung

### 1. Geringere Umweltbelastung

- verringerte Wehverluste in die Straßenseitenräume
- Verringerung der Taustoffmenge durch vollständige Ausnutzung

### 2. Steigerung der Wirtschaftlichkeit

- Einsparung durch geringere Mengen
- größere Reichweite der Streufahrzeuge

### 3. Steigerung der Verkehrssicherheit

- besseres Haftvermögen
- längere Verweildauer
- ermöglicht witterungskonforme Streuung
- verbesserte Anfangstauwirkung
- Einsatz bei tieferen Temperaturen
- gleichmäßiges, dichtes und homogenes Streubild

Einsatz von Feuchtsalz stattfinden. Die Salzsole kann in Behältern mit einer Kapazität von 3.000 bis 40.000 Litern gelagert werden. In einem Tank werden Natriumchlorid, Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid in fester Form durch den Zusatz von Wasser in eine entsprechende Lösung umgesetzt. Alternativ zur Selbstherstellung der Salzsole kann diese auch als Fertigprodukt bezogen werden. Eine weitere Alternative zur Herstellung von Salzsole ist der sogenannte Soleerzeuger. Natriumchlorid lagert in einem Silo und wird von Wasser überströmt. Die Sole fließt in regelbarer Konzentration in einen Behälter zur Lagerung. Die Vorteile liegen u. a. in der einfachen Handhabung, der kostengünstigen und verbesserten Bereitstellung der Sole.

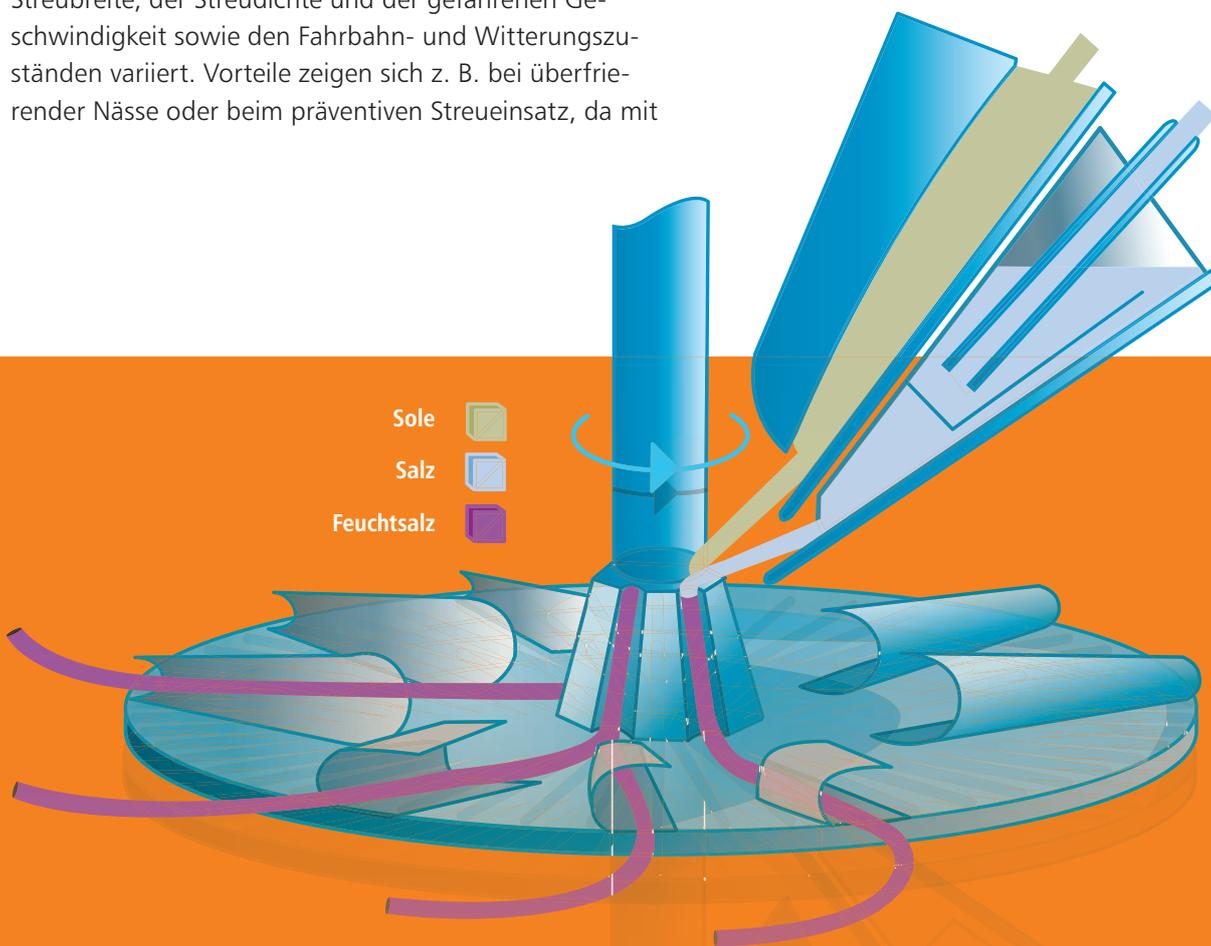
**Noch geringere Wehverluste auch bei geringen Streumengen sind durch die differenzierte Feuchtsalzstreuung möglich geworden.**

Bei dieser Technik und Strategie wird die Feuchtsalzzusammensetzung in Abhängigkeit von der gewählten Streubreite, der Streudichte und der gefahrenen Geschwindigkeit sowie den Fahrbahn- und Witterungszuständen variiert. Vorteile zeigen sich z. B. bei überfrierender Nässe oder beim präventiven Streueinsatz, da mit

geringerer Streudichte und höherer Soleanfeuchtung reagiert werden kann. Damit wird eine bessere Oberflächenhaftung erreicht. Bei hoher Wirtschaftlichkeit ist ein noch umweltschonenderer Einsatz von Feuchtsalz möglich.

Auf der Basis der erzielten Salzeinsparungen wurden Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt, die für die Feuchtsalzstreuung einen wirtschaftlichen Nutzen belegen. Die Einsparungen überwiegen in allen Fällen die notwendigen Investitionen für Fahrzeuge, Soletanks und Mixanlage. Für alle Einsatzgebiete (Außerorts- und Innerortsstraßen) ist die Feuchtsalzstreuung vorzuziehen.

**Die erzielten finanziellen und ökologischen Ergebnisse sprechen immer für Feuchtsalz.**



## Solestreuung

Aus Forschungsprojekten ist bekannt, dass die Verteilgüte beim Feuchtsalz, und beim Trockensalz noch mehr, mit zunehmender Geschwindigkeit des Streufahrzeuges abnimmt. Ferner wurde festgestellt, dass der wirksame Taustoffanteil bei präventiven Einsätzen, die heute die vorrangige Strategie zur Glättevermeidung darstellen, gering ist. Um extrem geringe Salzmengen bei hohen Streugeschwindigkeiten ausbringen zu können, wurde in der Winterdienstforschung ein neues Verfahren entwickelt, nämlich die Solestreuung.

In verschiedenen Bundesländern wurden seit Winter 2008/09 Versuche mit dieser Technik durchgeführt. Die ersten Ergebnisse dieser Versuche zeigten, dass die Ausbringung reiner Salzlösungen (22-prozentige Sole) für die vorbeugende Streuung eine optimale Lösung ist. Die neu entwickelten Geräte gewährleisteten eine gute, gleichmäßige Benetzung der Fahrbahn auch bei hohen Geschwindigkeiten – 60 km/h und höher – und extrem geringen Streudichten. Die Erfahrungen der verschiedenen Bundesländer zeigen folgende Vor- und Nachteile der Solestreuung:

### Vorteile

- gut verteilbar; auch bei hoher Geschwindigkeit (60–70 km/h)
- direkt wirksam, da kein Löseprozess
- geringerer Auftausalzbedarf
- geringe Verlustrate durch Verdrängung
- größeres Zeitfenster für die Einsätze
- Einsatz auch auf offenporigen Belägen (im Wechsel/in Kombination mit Feuchtsalz)
- Fahrbahn trocknet schnell ab

### Nachteile

- höherer Transportaufwand (es muss Wasser transportiert werden)
- zusätzlicher Geräte- und Infrastrukturaufwand (Solestreufahrzeuge, Löseanlagen, Soletanks)
- Anwendung begrenzt: bis ca.  $-6^{\circ}\text{C}$  und bis ca. 0,10 mm Wasserfilmdicke
- sofortiger Verdünnungseffekt durch Fahrbahnfeuchte und Niederschlag

Die Ausbringung von reiner Salzlösung ist eine ergänzende Technik zum bewährten Verfahren der Feuchtsalzstreuung. Feuchtsalz bleibt im Einsatz bei schon vorhandener Straßenglätte sowie bei vorbeugender Streuung bei niedrigen Temperaturen und bei zu erwartenden Nieder-

schlagen das Optimum in der Winterdiensttechnik. Ein in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung – Präventiveinsatz oder Glättebeseitigung – erfolgreicher differenzierter Auftausalzeinsatz (Sole oder Feuchtsalz) ist sinnvoll und vorteilhaft.

## Routenoptimierung

Die Routenfestlegung in der Praxis des Straßenwinterdienstes geschieht auch heute noch in der Regel „von Hand“ durch stetige Anpassung der Räum- und Streupläne mit Blick auf die jeweils gemachten Erfahrungen. Bei einer systematischen Routenplanung unter Berücksichtigung aller Vorgaben verringert sich deutlich die Summe der Leerwege, und damit die insgesamt zurückgelegte Wegstrecke eines Einsatzes. Die Vorteile einer EDV-gestützten Winterdienstoptimierung liegen in betriebs- und volkswirtschaftlichen Verbesserungen. Die Technische Hochschule Darmstadt errechnete, dass durch die Routenoptimierung die Summe der Leerwege um 26 Prozent reduziert werden, die Summe der Gesamtwege um immerhin 13 Prozent abnimmt. Die Verteilung der Routenlängen ist gleichmäßiger geworden, die durchschnittliche maximale Einsatzzeit sank um etwa eine halbe Stunde. Dadurch ergeben sich für den Winterdienstbetreiber Einsparungen an Kraftstoff- und Zeitkosten und in Einzelfällen kann sogar die Zahl der eingesetzten Fahrzeuge verringert werden.

## Straßenwetterinformationssystem (SWIS)

Städte und Kommunen werden im Winter herausgefordert, schnell auf das sich ständig ändernde Winterwetter zu reagieren. Ein wesentlicher Baustein für einen optimierten Winterdienst ist eine sichere und zutreffende Wettervorhersage. Sie verbessert und erleichtert wesentlich die Einsatzplanung des Winterdienstes. Das geeignete Vorhersageinstrument für regionale und örtliche Straßenwettervorhersagen ist das Straßenwetterinformationssystem SWIS.

**Eine rechtzeitige und richtige Wetterprognose erlaubt den raschen und effektiven Einsatz der Streu- und Räumdienste. Ebenso ist es möglich, witterungskonform zu streuen, um Glätte zu verhindern bzw. zu beseitigen.**

Ist die entsprechende technische Ausstattung vorhanden, erreicht SWIS eine Vorhersagesicherheit von über 80 Prozent im kommunalen Einsatzgebiet, d. h., richtige Prognose des Auftretens von Straßenglätte innerhalb

„Die Ausbringung von reiner Salzlösung ist eine ergänzende Technik zum bewährten Verfahren der Feuchtsalzstreuung.“



## Solestreuung

- bei häufigen Präventiveinsätzen
- auf Fahrbahnen mit hoher Verkehrsdichte und hohen Fahrgeschwindigkeiten
- auf trockenen Fahrbahnen bis zu  $-6^{\circ}\text{C}$
- auf feuchten (nicht nassen) Fahrbahnen bis zu  $-6^{\circ}\text{C}$
- reduziert den Salzeinsatz
- verringert die Umweltbelastung
- erhöht die Verkehrssicherheit
- schafft Zeitvorteile beim Winterdiensteinsatz

der nächsten 24 Stunden. In nur einem Prozent wurde die Glättebildung nicht vorhergesehen. SWIS kombiniert großräumige Straßenwettervorhersagen des Deutschen Wetterdienstes mit ortsbezogenen Trendvorhersagen von Glättemeldeanlagen. Die Messdaten der Glättemeldeanlagen werden an die SWIS-Zentrale weitergeleitet und von dort an den Deutschen Wetterdienst. Hier werden die Daten der Wettersatelliten zusammen mit den erhaltenen Messdaten vom SWIS ausgewertet. Es ist möglich, detaillierte Straßengebietswettervorhersagen für kleinräumige Gebiete sowie eng begrenzte Zeiträume in 3-Stunden-Intervallen abzugeben. Straßenmeistereien und Betriebshöfe können zum Beispiel entscheiden, ob eine Rufbereitschaft aktiviert oder kurzfristig aufgestockt werden muss. Niederschläge, die zur Glättebildung führen, werden so beispielsweise zwei bis vier Stunden vor Eintritt angekündigt. Städte und Kommunen können die im Rahmen von SWIS erstellten Wettervorhersagen für ihr Klimagebiet und ihre Höhenlage im Winter beziehen.

In jedem Bundesland sind die Straßen- und Autobahnmeistereien über eine Winterdienstzentrale untereinander vernetzt. Es findet eine stetige Datenübermittlung von den Glättemeldeanlagen über die Winterdienstzentralen an den Deutschen Wetterdienst statt. Zu festgelegten Zeiten übermittelt der Deutsche Wetterdienst seine Prognosen an die Straßenmeisterei/Autobahnmeisterei. Dort werden die Prognosen durch aktuelle Daten der Glättemeldeanlagen und Kurzzeitprognosen ergänzt.

Die Autobahn- und Straßenmeistereien sind so in der Lage, sich rechtzeitig auf die Witterungsbedingungen einzustellen und zu entscheiden, wann und wie viel Personal sowie Streufahrzeuge zum Einsatz kommen. Außerdem kann der Einsatz der Streustoffe und die Streumenge noch besser auf die Wetterlage abgestimmt werden, was auch zu Einsparungen an Auftausalz führen kann.

## Thermographie

Beim Prinzip der Thermographie handelt es sich um eine teilautomatische Streudichtesteuerung. Eine Infrarotkamera, die die Temperaturverteilung auf der Fahrbahn misst, ist direkt am Streufahrzeug (hinter der Vorderachse) montiert. Die gemessene Fahrbahntemperatur wird an den Mikroprozessor der Streuautomaten übertragen. Vom Bedienpersonal werden am Bedienpult nur noch sogenannte Streustufen eingestellt, welche die unterschiedlichen Straßenzustände der Fahrbahn berücksichtigen. In Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur kann nun der Bordcomputer die notwendige Streumenge automatisch berechnen und einstellen. Untersuchungen in der Schweiz ergaben vergleichbare Ergebnisse mit den deutschen Erfahrungen zur Streustoffeinsparung. Die ausgebrachten Taustoffmengen können durch die Thermographie um bis zu 30 Prozent reduziert werden.

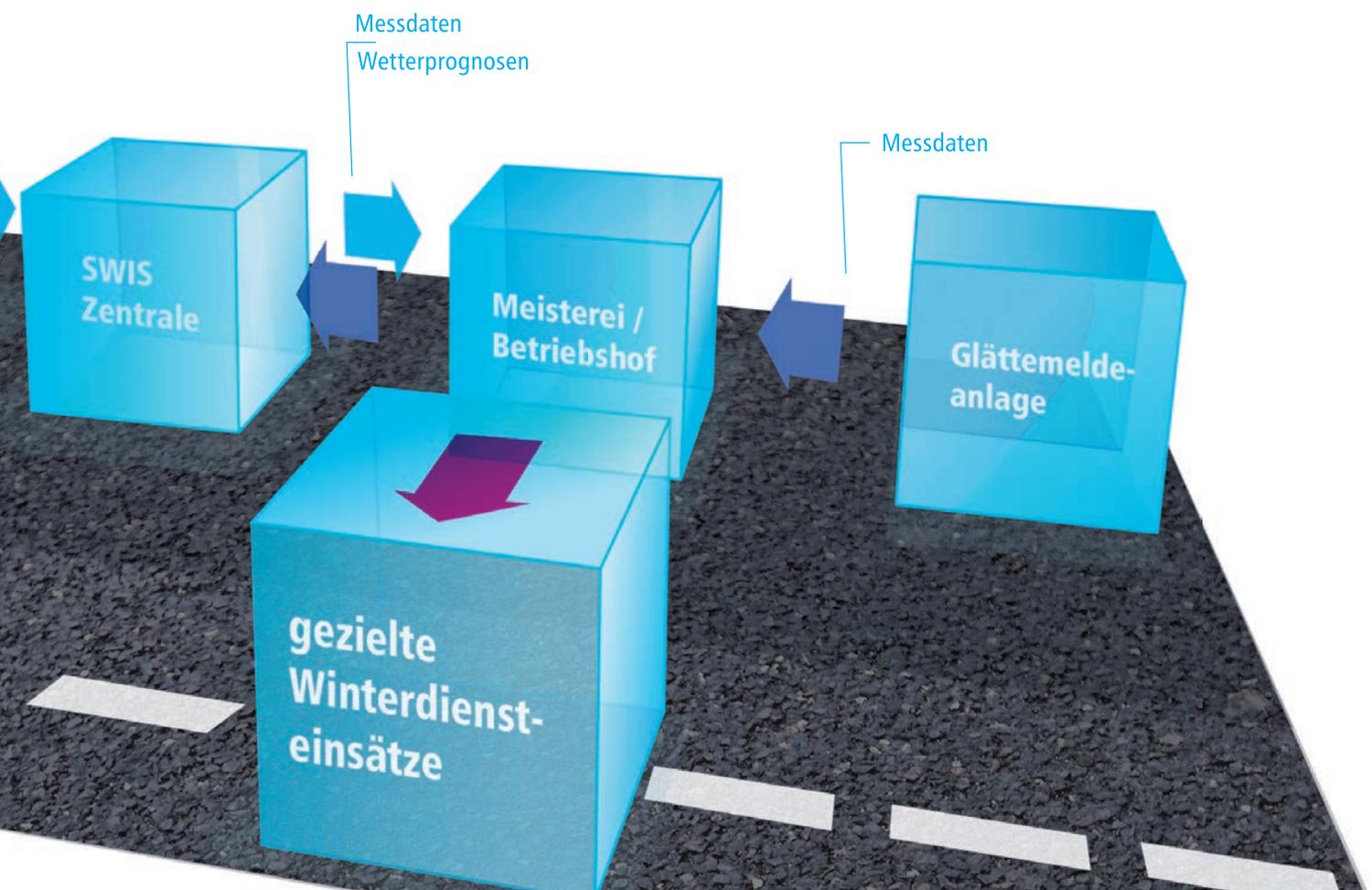


## Winterdienst-Management-Systeme

Insgesamt stellt ein Winterdienst-Management-System (WMS) ein wirkungsvolles Instrument dar, um den Winterdienst aus der Sicht Verkehrsfluss, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt zu optimieren. Unnötige Einsätze werden vermieden und die gezielte Streustoffanwendung wird weiter optimiert. Die Einführung eines WMS kann sich positiv auf den volkswirtschaftlichen Nutzen des Winterdienstes auswirken, wobei die verhinderten Unfälle und die Zeitgewinne für die Verkehrsteilnehmer entscheidend sind.

Zur Konzeption des Systems gehören die Straßenzustandsinformationen und -prognosen, die durch Auswertung der Daten der Glättemeldeanlagen und des Deutschen Wetterdienstes bereitgestellt werden. Bei einer Alarmierung sollen alle wesentlichen Informationen zur Art des Einsatzes wie zum Beispiel Streudichte und vorgesehene Route dem Einsatzleiter zur Verfügung stehen. Ebenso werden die Bordcomputer in den Fahrzeugen mit eingebunden.

Gerade auf den stark befahrenen Bundesautobahnen lässt sich im Winter schnell der große Nutzen eines effektiven Winterdienstes erkennen. Hier liegen auch die Optimierungsmöglichkeiten für den Winterdienst, da Autobahnen rund um die Uhr befahrbar sein müssen und das Verkehrsaufkommen stetig wächst. Vom Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (ISE) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurde das Forschungsprojekt „Optimierung des Winterdienstes auf hochbelasteten Autobahnen“ durchgeführt. Das ISE untersuchte im Rahmen des Projektes, ob die Beladungszeiten der Winterdienstfahrzeuge mit Trockensalz bzw. die Betankung mit Salzlösung verkürzt werden können. Der dadurch beschleunigte Winterdienst schlägt sich insbesondere in der Vermeidung bzw. Verringerung von winterbedingten Störungen wie Stauereignissen und Unfällen auf dem hochbelasteten Autobahnnetz nieder. Strenge Winter mit einer hohen Anzahl erforderlicher Winterdiensteinsätze oder höhere Verkehrsbelastungen steigern den volkswirtschaftlichen Nutzen weiter. Neben dem Nutzen durch den beschleunigten Winterdienst ergeben sich auch betriebswirtschaftliche Vorteile durch die eingesparten Leerfahrten. Trotz der zum Teil erheblichen betriebswirtschaftlichen Kosten ist es durchaus sinnvoll, effizienzsteigernde Maßnahmen durchzuführen. Im Ergebnis übersteigt der volkswirtschaftliche Nutzen bei weitem die entstehenden Kosten.



Ein anderes Element des WMS ist das Salzmanagement. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass es in extremen Wintern mit länger anhaltenden Perioden der Glättegefahr und Glättebildung zu Engpässen bei der Auftausalzversorgung kommen kann. Es ist wichtig, dass die Lagerkapazität (Silos, Hallen) für Salz dem Streubedarf angepasst ist. Einflussfaktoren sind sicherlich die zu betreuende Streckenlänge, die Verkehrsintensität, der eigene und fremde Streufahrzeugbestand, die Topographie und die regionale klimatische Situation.

### **Das Salzmanagement ist ein wichtiger Garant für die Liefersicherheit.**

Aktuelle Daten zum Lagervolumen werden gemeldet und führen zu einer Warnmeldung, wenn eine bestimmte Menge unterschritten wird. Die Auftausalzbestände in Hallen und Silos lassen sich ebenso wie die Solebestände in den Tanks kundenseitig mit geeigneten Füllstandsmess-einrichtungen (Radar, Ultraschall, Gewichtsmessdosen, Videokamera etc.) überwachen. Die zeitnahen Nachlieferungen garantieren ausreichend Salzbestände im Lager des Kunden. Eine ideale Kombination für Straßenmeistereien, Stützpunkte oder Bauhöfe besteht aus einer Salzlagerhalle, aus der ein danebenstehendes Verladesilo bei Bedarf nachgefüllt wird, und einer Soleanlage (Lösestation mit Soletank). Dies erlaubt auch die zeitsparende gleichzeitige Fahrzeugbeladung mit Salz und Sole. Durch eine effiziente Beladung der Winterdienstfahrzeuge mit

Streustoffen verbessert sich die Qualität des Winterdienstes. Denn die Fahrzeuge sind so schneller wieder im Einsatz und erhöhen damit die Verkehrssicherheit und die Leistungsfähigkeit des Straßennetzes.

### **EU-Forschung zum Salzeinsatz**

Mehr als 500 Mio. Menschen (2016) leben in der Europäischen Union. Ein immer größerer Anteil des Verkehrs überquert die EU-Grenzen. Allein über 70 Prozent des Güterverkehrs werden über das Straßennetz abgewickelt. Über 140.000 km sind als Europastraßen ausgewiesen. Hohe Anforderungen an den Winterdienst werden gestellt und ein effektiver Winterdienst ist für die Volkswirtschaft in Europa unverzichtbar. Dem Straßenwinterdienst wird in allen europäischen Ländern eine hohe Priorität seiner Aufgabe und seiner Nutzung nach eingeräumt. Im Rahmen eines gemeinsamen europäischen Straßennetzes nimmt er eine wesentliche Rolle ein. COST ist die europäische Koordinationsstelle für Wissenschaft und Forschung und steht für „European Cooperation in the Field of scientific and technical Research“. Unter ihrer Federführung wurde im Rahmen zweier Forschungsprojekte ermittelt, dass als Standardmethode für den Winterdienst auf europäischen Autobahnen die vorbeugende Salzstreuung in der Regel mit Feuchtsalz praktiziert wird.

Die Dosierung wird entsprechend der Wetterlage am unteren Rand, nämlich bei 5 bis 15 g/m<sup>2</sup>, eingestellt.

## Studie COST 344: Fortschritte zur Beherrschung von Schnee und Eis auf europäischen Straßen und Brücken

In 19 europäischen Ländern wurde durch die Studie COST 344 „Improvements to Snow and Ice Control on European Roads and Bridges“ der Winterdienst untersucht. Der Winterdienst und seine Organisation sind in hohem Maß abhängig von klimatischen und geographischen Bedingungen. Aber ebenso von geltenden Rechtsvorschriften und Dienstanweisungen der europäischen Länder und deren regionalen Verwaltungen. Herausstechendes Resultat des europäischen Forschungsprojektes ist die Tatsache, dass in allen Ländern Auftausalz zur Glättebekämpfung eingesetzt wird.

Im hochbelasteten Straßennetz ist Auftausalz unverzichtbar und die Feuchtsalztechnologie ist europaweit Stand der Technik. Aus Sicht der Wirtschaftlichkeit, der Verkehrssicherheit und der Ökologie ist die Feuchtsalztechnik allen anderen Alternativen überlegen, so die gemeinsame Auffassung der europäischen Winterdienstexperten.

### Von der TL Streu zur europäischen Streustoffnorm

Tauende Streustoffe, in erster Linie Salz (Natriumchlorid), sind für den Winterdienst im kommunalen und außerörtlichen Bereich unerlässlich. Für die Lieferung von Salz und der Taustoffe Calciumchlorid und Magnesiumchlorid galten bis Oktober 2016 in Deutschland die Qualitätsanforderungen der Technischen Lieferbedingungen für Streustoffe (TL-Streu). Diese wurden von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV) in Köln im Jahr 2003 herausgegeben. In einem Kommentar zur TL-Streu von 2004 wurden wichtige Hinweise und Empfehlungen für die Beschaffung von Streustoffen gegeben.

Im Großen und Ganzen hatte sich die TL-Streu bei der Beschaffung der Taustoffe durch die öffentliche Hand gut bewährt. Allerdings wurden in den letzten Jahren teilweise Salze angeboten und geliefert, die den Anwendern große Probleme bereiteten. Es handelte sich dabei vor allem um importierte Salze mit Qualitätsmängeln. Zu den Qualitätsmängeln zählten Körnungsfehler (hohe Feinanteile, zu grobe Körnung), ungenügende Gehalte

an Antibackmittel, zu hohe Wassergehalte und Fremdbestandteile (z.B. Plastikfolien).

Diese mangelbehafteten Lieferungen führten dazu, dass die Salze nicht brauchbar waren. Es kam zu massiven Verhärtungen von Salzen bei der Lagerung in Hallen und Silos. Teilweise verhärtete das Salz auch in Streufahrzeugen und blockierte den Salzfluss vom Salzbehälter zum Streuteller. Es zeigte sich auch, dass die Regelungen der TL-Streu nicht ausreichend waren, um solche Mängel zu verhindern.

Die Qualitätsmängel waren nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen europäischen Ländern festzustellen. Dabei waren in den europäischen Ländern, in denen im Winter Minustemperaturen herrschen, bisher jeweils unterschiedliche nationale Salzspezifikationen gültig. Diese nationalen Standards berücksichtigten bei den festgelegten Anforderungen sehr stark die in den einzelnen Ländern vorhandenen Salzressourcen und deren natürliche chemische Zusammensetzung. Dies zeigte sich besonders bei dem geforderten Mindest-Salzgehalt.

Mit den vielen unterschiedlichen Salzspezifikationen, insbesondere was die Körnung anbelangte, hatten bislang auch die Anbieter von Streumaschinen bei der Erfüllung der Anforderungen der für Streumaschinen gültigen europäischen Normen EN 15597-1 und CEN/TS 15597-2 große Schwierigkeiten.

## Studie COST 353: Winterdienst-Strategien zur Steigerung der Sicherheit auf Europäischen Straßen

Die Studie COST 353 „Winter Service Strategies for Increased European Road Safety“ wurde in Deutschland und 21 weiteren Staaten durchgeführt. In der Studie wurden neue Winterdienst-Technologien analysiert wie z. B. Fahrbahnsensoren sowie mobile Messmethoden. Zum anderen wurden Technologien aus anderen technischen Bereichen wie z. B. Straßenbau auf ihr Potenzial zur Verbesserung des Winterdienstes bewertet. Bestehende Winterdienst-Management-Systeme in Europa wurden ebenso analysiert. Das Ergebnis ist eine Übersicht über derzeitige Strategien und Qualitätsstandards für den Winterdienst in Europa.

## Europäische Streustoffnorm

Als Konsequenz hatte die Europäische Normungsorganisation CEN auf Drängen von Straßenverwaltungen mehrerer europäischer Länder, darunter Deutschland, im Sommer 2012 beschlossen, ein Projekt zur europaweiten Normung der Taustoffe zu starten. Experten aus 15 europäischen Ländern beteiligten sich an der Normungsarbeit. Da die tauenden Streustoffe Teil des gesamten Winterdienstsystems sind, mussten die Interessen der Straßenverwaltungen, der Hersteller von Streumaschinen, der Lieferanten für Salzsilos und der Salzanbieter berücksichtigt werden. Wichtig war, dass die jeweils verfügbaren Salzressourcen, Produktions- und Logistik-Standorte wirtschaftlich genutzt werden können. Dabei haben die drei Salztypen Steinsalz, Solarsalz und Siedesalz, neben den durch die Lagerstätten bedingten Unterschieden, stark differierende Charakteristika. Dies musste bei der Festlegung von Anforderungen berücksichtigt werden, ohne dass dies den freien Markt behindert und ohne dass es zum diskriminierenden Ausschluss von Anbietern kommt.

Die europäische **Salznorm prEN 16811-1** ist im Oktober 2016 veröffentlicht worden. Der vollständige Titel lautet: „Winterdienstsausrüstung – Enteisungsmittel – **Teil 1: Natriumchlorid** – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 16811-1:2016. Der Alleinverkauf der Norm erfolgt durch den Beuth Verlag ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)). Sie legt unter Berücksichtigung der Besonderheiten in den einzelnen Ländern vier Körnungsklassen fest: 0–2 mm, 0–3 mm, 0–6 mm und 0–10 mm. Weitere Anforderungen betreffen den Wassergehalt (drei Klassen), die Schwermetallgehalte, den pH-Wert und den Antitackmittelgehalt (Minimal/Maximalgehalt). Besonders wichtig ist die Forderung der europäischen Norm, dass das Salz freifließend und brauchbar geliefert werden muss.

Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Qualitäten in den nationalen Steinsalzvorkommen wurden ein erforderlicher Mindestsalzgehalt von 90 % und ein maximaler Sulfatgehalt von 3 % festgelegt. Man hat sich darauf verständigt, dass in nur national gültigen Normen ein höherer Mindestsalzgehalt und ein geringerer maximaler Sulfatgehalt festgelegt werden können. Für Deutschland sind das ein Mindestsalzgehalt von 97 %

und ein maximaler Sulfatgehalt von 1,5 %. Im Hinblick auf die zunehmende Verwendung von Sole (Natriumchlorid-Lösung) im Winterdienst wurden die Qualitätsanforderungen an Solelieferungen erweitert. Es darf nur ein Maximalgehalt von 0,03 % wasserunlöslicher Stoffe mit einer maximalen Korngröße von 0,5 mm in der Sole enthalten sein.

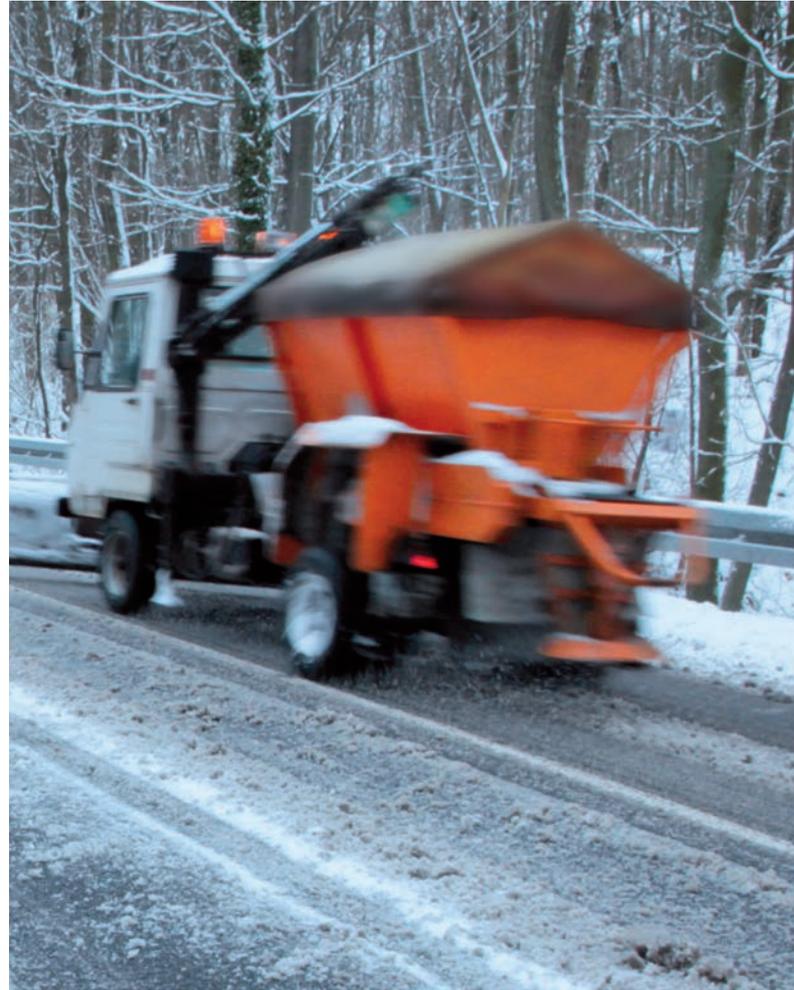
### **Die europäische Streustoffnorm leistet einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Qualitätsmanagements im Straßenwinterdienst.**

Die Anwendung der neuen Norm bei der Beschaffung von Auftausalz verursacht den geringsten technischen und administrativen Aufwand sowohl für die Beschaffer wie auch für die Anbieterseite. Sie ermöglicht den Straßenverwaltungen trotz der Vielzahl an geregelten Qualitätsparametern die Einholung von genügend Wettbewerbsangeboten. Im Winterdienst spielen neben der Natriumchlorid-Lösung (Sole) auch die Lösungen von Calciumchlorid und Magnesiumchlorid für die Feuchtsalzherstellung eine Rolle. Daher wurden neben der Salznorm auch eine europäische Norm für die Taustoffe Calciumchlorid und Magnesiumchlorid sowie deren Lösungen erstellt. Die **Norm prEN 16811-2** liegt ebenfalls seit Oktober 2016 vor. Der vollständige Titel lautet: „Winterdienstsausrüstung – Enteisungsmittel – **Teil 2: Calcium- und Magnesiumchlorid** – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 16811-2:2016. Der Alleinverkauf der Norm erfolgt durch den Beuth Verlag ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)).

Die neue Norm enthält auch Anforderungen an feste und flüssige Mischungen dieser Chloride mit Natriumchlorid und Kaliumchlorid; damit sollen künftige Innovationen ermöglicht werden. Da immer wieder auch neue tauende feste und flüssige Stoffe angeboten werden, haben die Experten in einer europäischen Technischen Spezifikation CEN/TS 16811-3 die Anforderungen an derartige Stoffe festgelegt. Neue Stoffe, seien sie anorganischer oder organischer Natur, können künftig vor ihrem Einsatz von der Bundesanstalt für Straßenwesen oder anderen Testinstituten nach dieser Spezifikation getestet werden. Diese Technische Spezifikation soll nach einer Erprobungszeit von drei Jahren in eine europäische Norm überführt werden.

# Normung von Streumaschinen

Die Streumaschinennorm DIN EN 15597-1:2010-02 enthält allgemeine Anforderungen und Angaben für Streumaschinen. Insbesondere werden dort Anforderungen an die Genauigkeit der Streudichte von Streustoffen gestellt. Ein Verfahren für die Streudichteprüfung wird in der Norm beschrieben. Die technische Spezifikation DIN CEN/TS 15597-2 beschreibt wichtige Anforderungen an die zu erreichende Streustoffverteilung sowie deren statische und dynamische Messung. Mit diesen Normen wird dafür gesorgt, dass durch eine optimale Streustoffdichte und -verteilung Glätte auf Fahrbahnen bedarfs- und umweltgerecht verhindert wird.



Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen gibt neu die "Hinweise für die Beschaffung von tauenden und abstumpfenden Streustoffen für den Winterdienst" heraus. Darin werden die Anforderungen an die Produkte näher erläutert und Empfehlungen für die Beschaffung gegeben. Für die deutschen Beschaffer von Salz wird empfohlen, grundsätzlich nur Salz gemäß DIN EN 16811-1 mit Nationalem Anhang zu beschaffen. Dies soll allerdings im Hinblick auf die Rieselfähigkeit und das Lagerverhalten auf trockenes Salz (max. 0,6 % Feuchtegehalt) beschränkt werden. Die deutschen Winterdienstexperten empfehlen außerdem, die außerordentlich grobe Körnung 0–10 mm nicht zu verwenden, da hierbei mit erhöhten Streuverlusten, verzögerter Tauwirkung und Lackschäden an Fahrzeugen zu rechnen ist.

Ferner soll empfohlen werden, dass in die Leistungsbeschreibung von Auftausalz-Ausschreibungen Anforde-

rungen in Bezug auf die Rieselfähigkeit aufgenommen werden. Das Auftausalz soll über einen Zeitraum von drei Jahren bei trockener Lagerung in einem rieselfähigen und in Streumaschinen gemäß DIN EN 15597-1 brauchbaren Zustand bleiben. Die Zugabe des Antibackmittels in der hierfür benötigten Menge und die gleichmäßige Verteilung im Salz liegen dabei in der Verantwortung des Bieters. Ein Prüfverfahren für die Feststellung der Rieselfähigkeit von Salz wurde in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen ausgewählt (Auslaufbox nach Sonntag). In künftigen Ausschreibungen kann vorgegeben werden, dass für die angebotenen Salze Prüfergebnisse aus diesem Rieselfähigkeitsverfahren vorzulegen sind.

**Für die Anforderungen an abstumpfende Streustoffe ist eine eigenständige Veröffentlichung geplant.**

## 5. UMWELT UND STREUSTOFFWIRKUNG

# ÖKOLOGISCH + WIRTSCHAFTLICH: AUFTAUSALZ IST ERSTE WAHL BEI EIS UND SCHNEE

Früher wurden die Auswirkungen des Winterdienstes mit Auftausalz auf die Umwelt kaum bedacht. Es wurde nach dem Grundsatz für die Verkehrssicherheit verfahren: Viel hilft viel. Bei sehr hohem Anforderungsniveau der Verkehrsteilnehmer an schwarzen Straßen im gesamten Straßennetz im Winter und bei wenig entwickelter Streutechnik war zu Beginn der sechziger Jahre der Umgang mit Auftausalz sorgloser. Nachdem der Umweltgedanke immer stärker ins Bewusstsein trat, wurde Ende der siebziger Jahre das kurz bevorstehende Ende aller Straßenbäume durch Einsatz von Auftausalz ausgerufen. Im Rahmen der Umweltdiskussion der achtziger Jahre wurde von allen Verantwortlichen der Winterdienst weiterentwickelt. So wurden Forschungsvorhaben initiiert, vorhandene Winterdiensttechniken verbessert sowie neue Winterdienstmethoden entwickelt. Die Streutechnik beim Straßenwinterdienst hat seit den fünfziger Jahren mehrere Entwicklungsstufen mit dem Ergebnis durchlaufen, dass durch den technischen Fortschritt in Verbindung mit verbesserten Wetterinformationen und der genaueren Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Wettergeschehen und Auftausalzanwendung die Streumenge um mehr als 50 Prozent reduziert werden konnte. Eine weitere aktuelle Optimierung ist der Einsatz der Solestreue, der nochmals die Salzmenge reduziert.

### **Die Auswirkungen von Auftausalz sind beherrschbar:**

- **Der differenzierte Winterdienst beschränkt den Salzeinsatz auf das erforderliche Streckennetz.**
- **Pflanzenpflege und standortgerechte Auswahl bewahren einen guten Pflanzenzustand.**
- **Straßenbauliche Maßnahmen (Entwässerungssysteme, Spritzschutz u. a.) entlasten zusätzlich.**



## Auf einen Blick: Salz-, Splitt- oder Nullstreuung

### SALZ

- Unverzichtbar auf verkehrswichtigen und gefährlichen Straßenabschnitten.
- Wirtschaftlichster Streustoff mit Blick auf Streu- und Ausbringungskosten.
- Bei vorsichtiger Dosierung und Ausbringung keine kritischen Umweltschäden.
- Feuchtsalzeinsatz verbessert die Wirkung und verringert die Salzmenge.

### SPLITT

- Geringe Wirkung auf den Verkehr: Kraftschluss verbessert sich nur geringfügig.
- Erheblicher Kostenfaktor (sechs bis zehn Mal höher als Salzstreuung) durch große Streumengen und Wiederaufnahme bzw. Entsorgung.
- Staubbelastung ist erheblich gesundheitsgefährdend für Anwohner und Kehrpersonal.
- Kein restlos funktionierendes Recyclingverfahren vorhanden.
- Nur auf geschlossener Schneedecke leichte Verbesserung des Kraftschlusses.

### NULLSTREUUNG

- Auch ohne Streuung auf Nebenstraßen ein gutes Sicherheitsniveau, da die Verkehrsteilnehmer ihre Fahrweise anpassen.
- Auf diesen Strecken ist die Nullstreuung im Vergleich zur Splittstreuung mindestens gleich gut.
- Keine Kosten und Umweltbelastung.



## Probleme mit abstumpfenden Streustoffen

- Hoher Streustoffbedarf, etwa zehn- bis zwanzigfache Menge
- Umweltgefährdung durch Ablagerung von Streumaterial in Grünbereichen
- Aufhöhung von Seitenstreifen, daher erschwerter Wasserabfluss
- Glasbruch und Lackschäden durch hochgewirbeltes Grobkorn
- Entsorgungsprobleme (Sondermüll)
- Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit
- Vorzeitiger Verschleiß der Fahrbahnmarkierungen durch schmirgelnde Wirkung
- Verstopfen von Entwässerungsanlagen, Einlaufschächten und Rohrleitungen (Kanalisation), hoher Reinigungs- und Entsorgungsaufwand
- Staubentwicklung mit Gesundheitsgefährdung
- Schwermetallgehalte

## Ökobilanz von Streustoffen: Drei Studien – drei Beispiele

Splitt ist weder wirtschaftlich noch ökologisch für kommunale Straßen eine Alternative zu Auftausalz. Dies ist das Ergebnis der von Öko-Institut e.V. und Hydrotox GmbH durchgeführten **Studie zur Bewertung des ökologischen und wirtschaftlichen Nutzens von chemischen Auftaumitteln**. Die Studie wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt. Untersucht wurden Auftaumittel auf Formiat-Basis, Calcium-/Magnesiumacetat, herkömmliches Auftausalz, Calciumchlorid sowie abstumpfende Streumittel (z. B. Splitt) im kommunalen Winterdienst. Im ökologischen Vergleich der Streu- und Enteisungsmittel wurde eine orientierende Ökobilanz erstellt.

**Auftausalz weist hinsichtlich Primärenergieverbrauch, Treibhauspotenzial und Kosteneffizienz deutliche Vorteile gegenüber organischen Auftaumitteln und abstumpfenden Streumitteln im Straßenwinterdienst auf.**

Für die Herstellung und Ausbringung von abstumpfenden Streumitteln benötigt man für den gleichen Einsatzzweck einen dreifach höheren Primärenergieaufwand als für Auftausalz. Hinzu kommt noch ein erheblicher Entsorgungsaufwand. Abstumpfende Streumittel verursachen höhere Kosten und sind unter Berücksichtigung der Transportwege und der Entsorgung auch ökologisch nicht prinzipiell besser zu beurteilen als Auftausalz im Straßenverkehr.

Ziel eines ökologischen Winterdienstes sollte es sein, den Salzverbrauch durch organisatorische Maßnahmen auf ein notwendiges Mindestmaß zu verringern. Der sparsamere Einsatz von Auftausalz in den Kommunen nach dem differenzierten Winterdienst hat schon zu einer deutlichen ökologischen Entlastung geführt. Durch verstärkte mechanische Schneeräumung und durch konsequenten Einsatz der Feuchtsalztreuung lässt sich die Salzmenge erheblich reduzieren. Weitere Einsparmöglichkeiten bestehen in der effektiven Nutzung von Witterungsvorhersagen und von neuen Dosier- und Verteilertechniken. Die Nullstreuung (kein Salz- oder Splitteinsatz) als ernstzunehmende Alternative kann für untergeordnete Straßen in Betracht gezogen werden. Die Unfallhäufigkeit erhöht sich hierbei nicht notwendigerweise, da umsichtiger gefahren wird.

Die beiden Institute Öko-Institut e.V. und Hydrotox GmbH haben in einer weiteren **Ökobilanz-Studie zum Winterdienst der Städte München und Nürnberg** festgestellt, dass die konsequent angewandte Strategie des differenzierten

Winterdienstes erheblich den kommunalen Winterdienst mit Blick auf die Umweltauswirkungen verbessern hilft. Für die untersuchten Städte München und Nürnberg war vor allem die Wahl der Streumittel wichtig. So sollten im Bereich von Gehbahnen und Fahrradwegen – abgesehen von Gefahrenstellen – abstumpfende Streumittel zum Einsatz kommen. Die Studie nutzte ein neu entwickeltes Bewertungsmodell, das die Gesamtumweltbelastung des Winterdienstes erfasst. Die Herstellung und der Antransport der Streumittel wie auch der eigentliche Winterdienst beispielsweise mit Räumarbeiten und die Ausbringung von Streumitteln sowie die Entsorgung ausgebrachter Streumittel wurden ebenso in der Analyse berücksichtigt. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich über zwei Winterperioden. Es handelt sich jeweils um einen als durchschnittlich und einen als überdurchschnittlich eingeschätzten Winter.

Die Ergebnisse der Studie zeigen teilweise große Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Kommunen. In München entstehen 50 Prozent der Umweltauswirkungen durch Schneeräumen, Ausbringen der Streumittel sowie Betrieb der Winterdienstfahrzeuge. In Nürnberg entfallen 60 Prozent der Umweltauswirkungen auf die energieintensive Herstellung und den Antransport der abstumpfenden Streumittel. Generell sollten energieintensiv hergestellte Streustoffe nur sparsam eingesetzt oder vermieden werden. Die Transporte der Streumittel sollten über kurze Distanzen erfolgen und möglichst Bahn- oder Schifftransport bevorzugt werden.

In der **Schweiz** wurde im Auftrag des Bundesamts für Straßen die **Studie „Salz- oder Splittstreuung im Winterdienst“** für den Winterdienst innerorts durchgeführt. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass dem Winterdienst mit Salztreuung in Kombination mit der Nullstreuung eindeutig der Vorzug zu geben ist. Die Splittstreuung kommt in der Schweiz nur noch in Ausnahmefällen, z. B. in Wintersportorten („Ästhetik des weißen Schnees“), in Frage. Die im Rahmen der Studie erstellte Ökobilanz hat gezeigt, dass die Salztreuung mit Blick auf die ökobilanzrelevanten Belastungen (Energie- und Wasserbedarf, Luft- und Wasseremissionen, Abfallmengen) deutlich besser als die Splittstreuung abschneidet. Für die Studie stand eine integrale Betrachtung der Folgen für Sicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund.

**Die Studie kam bei der Wirtschaftlichkeit zu dem Ergebnis, dass die Splittstreuung im Vergleich zur Salztreuung die sechs- bis zehnfachen Kosten verursacht.**

Bei der Verkehrssicherheit erwies sich die Salzstreuung als sehr gute Lösung, während die Splittstreuung nur eine kurze und geringe Wirkung zeigte. In Sachen Umwelt werden sowohl für die Salz- (Schädigung der Vegetation) als auch für die Splittstreuung (Entsorgung, Staubbelastung, Ökobilanz) Belastungen festgestellt, die aber mit Maßnahmen zur Reduktion der Streumengen begrenzt werden können.

Für den Winterdienst in Wohngebieten ohne nennenswerten Verkehr wird die Nullstreuung einer Splittstreuung vorgezogen und der Schnee wird dann nur noch geräumt. Mit der differenzierten Anwendung von Salz- und Nullstreuung in Städten wird der Winterdienst in Zukunft umweltfreundlicher, kostengünstiger und die Verkehrssicherheit deutlich verbessert.

## Auswirkungen von Splitt

Abstumpfende Stoffe sollen das Salzstreuen ersetzen und die bekannten Auswirkungen der Salzstreuung auf Pflanzen, Fahrzeuge und Bauwerke vermeiden. Aber abstumpfende Stoffe wie Splitt beseitigen die Glätte im Gegensatz zum Auftausalz nicht, sondern vermindern die Glätte lediglich vorübergehend. Der für den Bremsweg und die Fahrstabilität maßgebende Kraftschluss zwischen Reifen und Fahrbahn wird nur geringfügig verbessert. Bei Eis- und Reifglätte sind abstumpfende Stoffe wirkungslos.

**Unfallanalysen bestätigen: Mit abstumpfenden Streustoffen kann nicht das Maß an Verkehrssicherheit erreicht werden wie mit Auftausalz.**

Die benötigte Menge pro Flächeneinheit ist bei abstumpfenden Stoffen im Vergleich zu Auftausalz um mehr als das Zehn- bis Fünfzehnfache größer. Hinzu kommen eventuell erforderliche Nachstreuungen, da nach wenigen Fahrzeugüberfahrten der Streustoff aus der Rollspur geschleudert ist. Entsprechend höher ist der finanzielle Aufwand für Kauf, Transport, Lagerung und Streuung sowie der personelle Aufwand bei der Ausbringung und Wiederaufnahme, denn letztlich müssen die abstumpfenden Mittel wieder aufgekehrt, entsorgt oder aufwändig recycelt werden.

**Ein weiteres Problem der Verwendung abstumpfender Streustoffe ist die Staubbelastung während der Liegedauer auf den Straßen sowie bei der Wiederaufnahme (Kehren).**

Im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Berliner Stadtreinigungsbetriebe wurde vom Bundesgesundheitsamt die Staubbelastung infolge der Splittstreuung in Berlin analysiert. Der Bericht stellt fest, dass gerade bei trockenen Wetterlagen „eine gesundheitliche Beeinträchtigung von Passanten als auch von Anwohnern stark befahrener, mit Quarz-Kies-Splitt bestreuter Straßen durch Schwebstaub-Immissionen nicht auszuschließen ist“. Kritischer ist die Situation für das Kehrpersonal, speziell für die Handkehrer: Hier ist nicht nur eine vorübergehende gesundheitliche Beeinträchtigung anzunehmen, sondern eine „silikogene Gefährdung bei häufigem Einsatz nicht ohne weiteres auszuschließen“ (Staublunge). Hinzu kommen bedenkliche Schwermetallgehalte verschiedener abstumpfender Stoffe. Die ausgestreuten abstumpfenden Mittel werden vom Verkehr aus den Rollspuren geschleudert und bleiben innerorts im Straßenraum liegen.

Sie werden vom Verkehr teilweise zermahlen und müssen später wieder aufgenommen werden. Erfahrungsgemäß werden von den Städten etwa zwei Drittel bis drei Viertel wieder aufgekehrt, allerdings zum Teil zerkleinert sowie verunreinigt durch groben Straßenabfall, Gummibrieb, Ölreste und Schwermetalle. Das eingesammelte Kehrgut kann in dieser Form als Streustoff nicht wiederverwendet werden. Es stellt sich die Frage der aufwändigen Entsorgung bzw. Wiederaufbereitung. Bisher wird das Kehrgut in den meisten Fällen auf Deponien abgelagert. Wegen der verschärften Abfallgesetzgebung (TA Siedlungsabfall), dem Gebot der Schonung von Deponieflächen, aber auch wegen der rasant steigenden Deponiekosten, ist die Entsorgung auf Deponien sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch nicht mehr vertretbar. Damit bleibt nur noch der Weg der Wiederaufbereitung. Es gibt Bemühungen, Verfahren zur Wiederaufbereitung von Streusplitt (Recycling) zu entwickeln. Dies ist jedoch mit hohen Kosten und zusätzlichen Umweltbelastungen verbunden, zudem liefert das Verfahren bislang keine befriedigenden Ergebnisse.

**Unter dem Gesichtspunkt des Abfallvermeidungsgebots ist die Anwendung abstumpfender Stoffe auch kritisch zu sehen.**

Vom zuständigen Fachausschuss Winterdienst des Verbandes Kommunaler Abfallwirtschaft und Stadtreinigung wird in der Informationsschrift zum differenzierten Winterdienst sowie im aktuellen Winterdienstmerkblatt empfohlen, auf abstumpfende Stoffe im Winterdienst künftig grundsätzlich zu verzichten. Alle technischen

**100<sub>M</sub>**  
EISGLÄTTE

## BREMSWEG BEI VOLLBREMSUNG MIT 50 KM/H

### Ergebnisse der Dekra- Unfallforschung

Auf einer winterlichen Fahrbahn, schnee- oder eisbedeckt, die mit Auftausalz behandelt wurde, ist der Bremsweg eines Autos bis zu 80 Prozent kürzer als auf derselben Fahrbahn ohne Auftausalz.

Abstumpfende Streustoffe bewirken eine Reduzierung des Bremswegs um maximal 30 Prozent. Weiter zeigt sich, dass das Auto auf der salzgestreuten Strecke während des Bremsvorgangs richtungsstabiler ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Fahrzeug ausbricht, ist deutlich geringer.

**37<sub>M</sub>**  
SCHNEEGLÄTTE

**20<sub>M</sub>**  
AUFTAUSALZ

# Stressfaktoren der Straßenbäume

Als Stressfaktoren für Straßenbäume sind vor allem ungünstige Bodenverhältnisse im Straßenrandbereich zu nennen:

- Bodenverdichtung
- Abdeckung und Versiegelung der Baumscheiben/-streifen
- Einengung des Wurzelraumes
- Wasser-, Nährstoff- und Sauerstoffmangel
- mechanische Schädigung von Wurzeln
- Verunreinigungen (z. B. Motoröl)

Hinzu kommen oberirdisch wirksame Stressfaktoren:

- typisches Großstadtklima, „Backofeneffekt“
- gas- und staubförmige Luftverunreinigungen (Immissionen)
- mechanische Schädigung von Stamm, Ästen und Zweigen
- „Saurer Regen“



und sonstigen Möglichkeiten der Salzeinsparung sollen genutzt werden; dort, wo kein Auftausalz erforderlich ist, soll grundsätzlich ganz auf Streustoffe verzichtet werden.

**Gegenüber Alternativen wie Sand, Splitt oder Granulaten hat Auftausalz nach der Dekra-Untersuchung einen grundsätzlichen Vorteil. Sofort nach der Aufbringung auf einer schnee- oder eisbedeckten Fahrbahn beginnt der Schmelzprozess. Das Ergebnis ist eine schnee- oder eisfreie, feucht-nasse Fahrbahn.**

## Feinstaubbelastung im Winter

Hohe Feinstaubkonzentrationen treten häufig im Winter auf. Wetterlagen, die den Luftaustausch behindern, oder vermehrte Emissionen von Gebäudeheizungen sind vor allem ein Grund für den Anstieg der Feinstaubkonzentration. Wird der Winterdienst nach „Stand der Technik“ durchgeführt, ist sein Beitrag zur Feinstaubbelastung in Deutschland gering. Um einschätzen zu können, wie der Winterdienst im Sinne einer Feinstaubminderung verbessert werden kann, muss die Frage, wo überhaupt Feinstaubbelastung im Winterdienst entsteht, beantwortet werden. Unterschiedliche Faktoren sind verantwortlich: Abgasemissionen der eingesetzten Fahrzeuge, abstumpfende Streustoffe, Staubemissionen bei der Straßenreinigung und beim Aufnehmen der abstumpfenden Streustoffe.

Vier wirkungsvolle Maßnahmen im Winterdienst unterstützen die Feinstaubminderung. Im Vordergrund stehen die **Reduzierung der Streumengen** und die **Dosierung der Streustoffe**. Moderne Winterdienst-Fahrzeuge sind mit einer elektronischen, wegeabhängigen Streueinrichtung ausgestattet und können darüber hinaus die Streumenge an die Fahrbahntemperatur anpassen. Weiterhin ist der **Einsatz des Straßenwetterinformationssystems SWIS** eine entscheidende Verbesserung, um den Winterdienst wirksam und effizient durchzuführen. Der dosierte und gezielte **Feuchtsalzeinsatz** verringert deutlich Wehverluste und trägt zur Verminderung der Staubbelastung bei. Besonders nachteilig hinsichtlich der Feinstaubbelastung ist der von abstumpfenden Streustoffen verursachte höhere Verschleiß von Reifen und Fahrbahn sowie der Streustoffe selbst. Die ausgebrachte Menge der abstumpfenden Streustoffe überschreitet die Menge der Taustoffe um mindestens den Faktor zehn.

Insgesamt besitzt der Winterdienst nur sehr wenig Potenzial, um die Luftqualität zu verbessern. Auch ist seine

gesundheitliche Relevanz wegen der groben Größe der Partikel und der chemischen Zusammensetzung unproblematisch. Eine verbesserte Luftqualität ist vor allem durch den Einsatz sauberer Fahrzeugtechnik bei Pkw und Nutzfahrzeugen und intelligente Verkehrssteuerung zu erreichen.

## Pflanzen

Es gibt zahlreiche Untersuchungen über die Auswirkungen von Auftausalz auf Pflanzen, Boden und Gewässer. Neben vielen Einzelstudien hat sich die OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) in einem umfassenden Bericht („Verringerung des Einsatzes von Auftaumitteln im Winterdienst“, hrsg. v. Bundesminister für Verkehr) mit dem Winterdienst auf Europas Straßen und seinen Auswirkungen auf die Umwelt auseinandergesetzt. In Teilbereichen, insbesondere den Straßen der Dringlichkeitsstufe I, ist beim kommunalen Winterdienst der Einsatz von Auftausalz unverzichtbar. Forschungsergebnisse zeigen, dass Schädigungen an Straßenbäumen zumeist einem Komplex verschiedener Faktoren zuzurechnen sind, an dem viele standortspezifische Einflussgrößen in unterschiedlichem Maße beteiligt sein können.

Natrium und Chlorid sind überall in der Natur vorhanden und stellen elementare Bausteine des Lebens dar. Im Gegensatz zu Menschen und Tieren benötigen Pflanzen in der Regel nur sehr geringe Mengen an Salz und reagieren empfindlich darauf. Sie verfügen über Mechanismen, die einen Überschuss sowie einen Mangel an Salz in gewissem Umfang ausgleichen können (Salzregulationsmechanismen).

Ihrem äußeren Erscheinungsbild nach gleichen die durch Auftausalz hervorgerufenen Symptome denen von Wasser- und Kaliummangel sowie gas- und staubförmigen Immissionsbelastungen. Auftretende Entwicklungsstörungen auf nur eine Ursache zurückzuführen, sind deshalb selten gerechtfertigt. Auf den Wasserhaushalt von Straßenbäumen wirkt eine Vielzahl von Faktoren ein. Letztlich ist es aber immer eine kombinierte Wirkung aller negativen Einflüsse, die die Vitalität der Straßenbäume einschränkt.

**Untersuchungen an Autobahnen sowie Bundes-, Landes- und Kreisstraßen haben keine dauerhaften Schäden an Pflanzen am Straßenrand von Außerortsstraßen festgestellt.**

Vereinzelte Schädigungen der Pflanzen unmittelbar an Autobahnen beschränken sich zu 80 Prozent auf einen

Entfernungsbereich von rund sechs Metern von der Fahrbahn. Sie entstehen durch die von den Fahrzeugen aufgewirbelte Salzgischt. Vereinzelt gelangt Chlorid über die Wurzeln in die Pflanzen, wodurch länger anhaltende Schäden auftreten können. Solche Einzelfälle treten vor allem an abfallenden Böschungen, Trennstreifen von Parkplätzen und Stellen, an denen Schmelzwasser konzentriert im Boden versickert, auf. Darauf wird heute mit baulichen Maßnahmen (Kanalisation und Drainage sowie Ableitung des Schmelzwassers) reagiert. Vor allem Gischtschäden entlang der Autobahnen wird durch eine standortgerechte Bepflanzung begegnet. Es werden hinreichende Abstände eingehalten, nur unempfindliche Baumarten gepflanzt und eine systematische Gehölzpflege betrieben. Eine Standspur wirkt sich stark reduzierend auf mögliche Gischtschäden aus.

## Tiere

Tiere bedürfen einer regelmäßigen Zufuhr von Salz, z. B. Salzlecksteine, salzhaltige Futtermittel. Katzen und Hunde können Tausalz aufnehmen, indem sie es von den Pfoten ablecken. Diese Aufnahme wird durch verstärktes Wassertrinken ausgeglichen. Entzündungen der Pfoten sind meist auf Verletzungen, nicht zuletzt durch abstumpfende Streustoffe (Splitt, Granulat), zurückzuführen. Jedoch können die Pfoten von Hund oder Katze trocken und rissig durch Salz an den Ballen ihrer Pfoten werden. Abhilfe kann durch Einreiben der Pfoten mit fetthaltiger Creme geschaffen werden.

## Boden

Die Salzbelastung des Bodens infolge von Auftausalz ist bereits in einer Entfernung von zwei bis zehn Metern vom Fahrbahnrand gering. Nur in wenigen Ausnahmefällen zum Beispiel abschüssigen Böschungen oder straßen nahen Trennstreifen von Autobahnen kann es zu Belastungen des Bodens durch Auftausalz über das Schmelzwasser kommen.

# Die Mikronährelemente Chlorid und Natrium

Chlorid wird in pflanzenspezifischen Mengen zum optimalen Wachstum benötigt. Für die Chloridaufnahme existiert ein effizientes Aufnahmesystem. Vom überwiegenden Teil der an Straßen gepflanzten Baumarten wird Chlorid in erheblichen Mengen aufgenommen, da die Chloridaufnahmesysteme bei hohem Chloridangebot im Boden mit hoher Leistung arbeiten. Pflanzen verfügen über Speicherplätze als Puffer. Die Chloridgehalte im Jahresverlauf sind starken Schwankungen unterworfen und erhöhen sich in der Regel weder in der Pflanze noch im Boden absolut.

Für Natrium fehlen ausgeprägte Aufnahmesysteme wie bei Chlorid, so dass wenig Natrium in der Pflanze vorhanden ist. Natrium gelangt nur unter extremen Bedingungen in nennenswerten Mengen in die Blätter. Erst bei fortgesetzter hoher Natriumaufnahme sind die möglichen Speicherplätze in den Wurzeln und im Stammholz weitgehend aufgefüllt, so dass Natrium auch in die Blätter transportiert wird.

Soweit das Schmelzwasser nicht über eine Entwässerung abgeleitet wird, dringt es in den Boden ein. Natriumchlorid wird im Boden weder mikrobiell abgebaut noch durch chemische Ausfällung oder Anlagerungen an Bodenpartikel (Ionenaustausch) auf Dauer zurückgehalten. Grad und Intensität der Auswaschung von Natrium- bzw. Chloridionen ist vor allem von der Niederschlagsmenge und Bodenbeschaffenheit und den unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnissen abhängig.

#### **Durch Niederschlags- und Sickerwasser wird das Salz verdünnt und ausgewaschen.**

Der Boden im Straßenrandbereich erfährt starke Umgestaltungen: Neben Bodenverdichtungen im Untergrund während des Straßenbaus (Rohr-, Kabelleitungen u. a.) kommt es auch in den oberflächennahen Bodenschichten infolge der Verkehrslast zu Verdichtungen. Bodenverdichtung und -versiegelung führen dazu, dass die Wasserversorgung erschwert und die notwendige Sauerstoffversorgung der Wurzeln behindert wird. Verdichtungen, insbesondere der Bodenoberfläche, beeinträchtigen die Versickerung von Niederschlagswasser und erschweren die Auswaschung von Chlorid.

Neben einer Vergrößerung der Baumscheibe fördert eine Bodenlockerung das Eindringen von Niederschlagswasser und somit die Auswaschung von Chlorid. Zusätzliche Bewässerungsmaßnahmen verstärken diesen Effekt. Chlorid wird durch die Niederschläge stärker aus dem Bodenprofil (bis zu einem Meter Tiefe) ausgewaschen als Natrium. Der Grund für dieses unterschiedliche Verhalten liegt in der stärkeren Bindung der Natriumionen an Bodenpartikel, was teilweise zu geringen Bodenverdichtungen führen kann. Wegen des großen Einflusses anderer Faktoren kommt Natrium keine eigenständige Bedeutung zu.

#### **Oberflächen- und Grundwasser**

Die in der Deutschen Trinkwasserverordnung vom 18. November 2015 aufgeführten Grenzwerte betragen für Natrium 200 mg/l und für Chlorid 250 mg/l. Diese Grenzwerte werden selbst bei Spitzenbelastungen nicht erreicht. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurden die Grenzwerte für Natrium und Chlorid im Jahr 2006 aufgehoben. Lediglich der Hinweis, dass es zu geschmacklichen Beeinträchtigungen bei Werten von über 200 mg/l bei Natrium und 250 mg/l bei Chlorid kommen kann, wird gegeben. Die Werte sollen auch verhindern,

## Empfehlungen der Schweizer Studie

- Die künstliche Entwässerung von bedeutenden Verkehrsträgern ist bei intensivem Einsatz von Streusalz unabdingbar, die Abwasserableitung muss in einen leistungsfähigen Vorfluter erfolgen.
- Die technischen Einrichtungen der Streufahrzeuge müssen dem Stand der Technik entsprechen.
- Der Einsatz von Streusalz muss sich – ohne das Risiko einer Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit einzugehen – auf das Minimum beschränken.
- Um den Salzeinsatz – bei gleicher Effizienz – auf das technisch machbare Minimum zu begrenzen, sollte in Straßenbereichen mit hohen Salzgaben ausschließlich Feuchtsalz verwendet werden.
- Die Beschaffenheit des Grund- bzw. Quellwassers sollte periodisch überwacht werden.
- Der Wirkungsgrad aller bisher beschriebenen Maßnahmen in der Summe wird auf wenigstens 50 Prozent geschätzt, 60 Prozent werden als möglich erachtet.

dass das Wasser korrosiv wirkt. Der überwiegende Teil des im Winter auf städtischen Straßen ausgebrachten Auftausalzes gelangt mit dem Schmelzwasser über die Kanalisation in die Vorfluter. Wie viel salzhaltiges Schmelzwasser in den Straßenrandbereich gelangt, hängt vom Ausbau bzw. der Effektivität der Entwässerungseinrichtungen ab. Autobahnen, größere Bundesstraßen und wichtige Landesstraßen verfügen über leistungsfähige Entwässerungssysteme. Im Winter wird über die entsprechenden Entwässerungssysteme und die Kanalisation die überwiegende Menge des Schmelzwassers abgeleitet und mit Oberflächenwasser verdünnt.

**Durch Auftausalz bedingte Natrium- und Chloridkonzentrationen der fließenden Gewässer über die zulässigen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung hinaus sind nicht bekannt.**

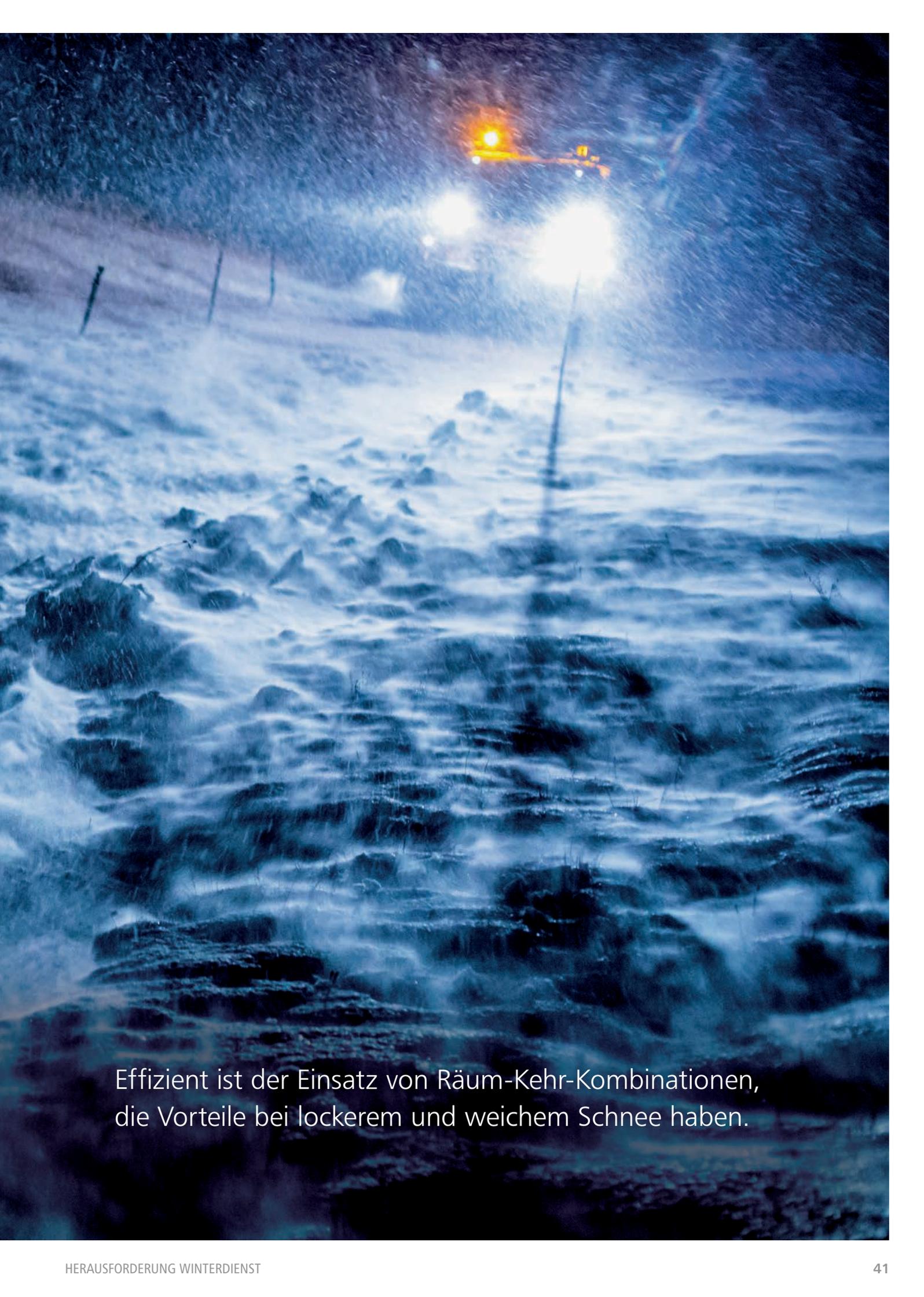
Die Erhöhung des Chloridgehaltes im Grundwasser durch Tausalze ist nach vorliegenden Untersuchungen bisher nur in der unmittelbaren Nähe von Autobahnen und Fernstraßen festgestellt worden, da Grundwasser große Versickerungsflächen voraussetzt. Die durchschnittliche jährliche Erhöhung war sehr gering und betrug nach einer Untersuchung in Bayern nicht mehr als zwei Milligramm pro Liter in einem Zeitraum von etwa 15 Jahren. Die Reichweite der Tausalzbeeinflussung des Grundwassers in den oberflächennahen Grundwasserströmen endet etwa 25 Meter seitlich der Straße. All diese Werte liegen weit unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung für Chlorid von 250 mg/l. Diese Werte ergeben sich aus einer Studie über hessische Außerortsstraßen sowie einer Untersuchung über 46 Grundwasserbrunnen in Bayern.

Die Ergebnisse werden durch eine von der OECD durchgeführte Studie bestätigt, wonach weder bei Grundwasser noch bei Oberflächengewässern ein nennenswerter Anstieg der Salzkonzentration stattfindet und dauerhafte Schädigungen von Pflanzen und Tieren im Wasser – auch besonders empfindlicher Lebensformen – mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können. Beeinträchtigungen der Trinkwasserversorgung sind nicht zu befürchten.

Das schweizerische Bundesamt für Strassenbau hat eine Studie veröffentlicht, die den Einfluss der Ausbringung von Salz auf das benachbarte und entferntere Grundwasser untersucht. Bei quantitativ bedeutenden und auch bei lokalen Grundwasservorkommen mäßiger Ergiebigkeit bestehen keine Probleme. Neu ist in diesem Zusammenhang, dass die Gesamtbewertung nicht aufgrund von Einzeldaten ohne größeren Zusammenhang, sondern auf Basis einer großen Fülle verknüpfter Ergebnisse erfolgt. Bisher halbwegs bewiesene Aussagen zur Grundwasserbelastung durch Auftausalz sind jetzt so zusammenhängend abgesichert, dass für die erwähnten Grundwasservorkommen der hinreichende Beweis „keine Probleme“ erbracht ist. Das schweizerische Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat 2009 in seinem Bericht „Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung in den Jahren 2004 bis 2006“ vergleichbare Ergebnisse veröffentlicht. An 50 Messstellen wurde viermal im Jahr der Chloridgehalt im Grundwasser gemessen. Den Studien ist zu entnehmen, dass - von Ausnahmesituationen abgesehen - auch nach vielen Jahrzehnten des Auftausalzgebrauchs keine nachhaltigen Schäden an Pflanzen, Boden und Wasser außerorts festgestellt werden konnten.

### Korrosionsschutz bei Fahrzeugen

Kraftfahrzeuge sind im Winter wie auch im Sommer Korrosion ausgesetzt. Die Kraftfahrzeughersteller waren gezwungen, sich hierauf einzustellen und verwandten viel Entwicklungsarbeit darauf, ihre Fahrzeuge gegen korrosive Angriffe zu schützen. Den Erfolg hierbei verdankt man einer Vielzahl von Maßnahmen, die sich in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken. Der Korrosionsschutz beginnt bereits bei der Konstruktion. Schlecht belüftete, verschachtelte Hohlräume werden vermieden, sie können wahre Korrosionsnester bilden. An gefährdeten Stellen werden verzinkte Bleche eingesetzt. Genügend und richtig platzierte Ablauflöcher sichern den Zutritt und das Abfließen von Prozessflüssigkeiten, Lacken und Wachsen auch bei Hohlräumen. Bei der Hohlraumversiegelung wurden große Erfolge erzielt. Das nächste Maßnahmenbündel für einen wirkungsvollen Korrosionsschutz besteht aus den auf das Rohblech aufzubringenden Schutzschichten. Diese Verbesserungen werden verstärkt durch die Einführung verbesserter Elektrotauchlacke.



Effizient ist der Einsatz von Räum-Kehr-Kombinationen, die Vorteile bei lockerem und weichem Schnee haben.

**Die Qualität der Korrosionsschutzschichten hat heute einen derart hohen Stand erreicht, dass Korrosionsschäden bei modernen Fahrzeugen so gut wie ausgeschlossen sind.**

Studien haben mit unterschiedlichen Methoden versucht, die Anteile der Sommer- und der Winterkorrosion an der Gesamtkorrosion zu erfassen. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass es eine vergleichbare Größenordnung zwischen Sommer- und Winterkorrosion gibt. Luftfeuchtigkeit und Regen im Sommer allein sind Korrosionsfaktoren. Die Luftfeuchtigkeit kann sich auflösen und korrodierende Gase aus der Luft mit sich bringen – vor allem in Städten und Industriegebieten. Die Luftverschmutzung in Form von Säurederivaten des Schwefels, die dort entstehen, wo feste oder flüssige Brennstoffe freigesetzt werden, hat ihren Anteil. Der sich absetzende Tau ist häufig sauer, stets sauerstoffreich und wirkt daher oxidierend und korrodierend. Dies betrifft hauptsächlich die im Freien geparkten Fahrzeuge.

## Straßendecken

Untersuchungen in mehreren Ländern haben keine schädlichen Wirkungen von Auftausalz auf die Lebensdauer von bituminösen Decken gezeigt. Gut abgedichtete Decken werden, selbst wenn sie alt sind, nur geringfügig durch Wasser beschädigt. Die in der Praxis beobachteten Schäden sind auf übermäßig poröse Decken zurückzuführen. Um Schäden zu vermeiden, müssen bituminöse Decken ausreichend abgedichtet werden und dürfen keine frostempfindlichen Baustoffe enthalten. Offenporige Asphaltbeläge bieten Vorteile für die Verkehrssicherheit und Verkehrsqualität. Allerdings gelten sie als problematisch, wenn es um die Verkehrssicherheit im Winter geht. Die offene Oberflächenstruktur begünstigt ein vorzeitigeres Auskühlen als es bei dichten Straßenbelägen der Fall ist. So setzt die Glättebildung eher ein. Häufig wird dann für die zuständige Meisterei ein vorbeugender Streueinsatz notwendig. In der Regel sind eine größere Salzmenge und die Verkürzung des Streuintervalls notwendig, um die Straßen sicher befahrbar zu halten.

**Die hochwertige Qualität des Betons ist ausschlaggebend für seine Widerstandsfähigkeit gegen Frost und Auftaumittel.**

**Unfallanalysen bestätigen:** Mit abstumpfenden Streustoffen kann nicht das Maß an Verkehrssicherheit erreicht werden wie mit Auftausalz.



Allerdings können extreme Wetterlagen nicht mit einer Vervielfachung der ausgebrachten Salzmenge bekämpft werden. Feuchtsalz kann uneingeschränkt angewendet werden. Glättemeldeanlagen zur frühzeitigen Erkennung von Straßenglätte werden empfohlen. Offenporige Asphaltbeläge im Streckennetz bedürfen besonderer Aufmerksamkeit durch das Winterdienstpersonal, weil es dort eine schnellere und stärkere Glättebildung geben kann und dann mehr Salz erforderlich ist. Das Winterdienstpersonal muss auf folgende Schwierigkeiten intensiv geschult werden:

- Erhöhte Frostbildung auf Drainspalt bei schlechterer Voraussage,
- teilweise mühsamere Schneebeseitigung,
- überfrierende Nässe ist häufiger und nur mit höherer Salzdosierung zu beseitigen,
- Eisregen ist zwar selten, aber extrem problematisch und erfordert lange Winterdienstbehandlung.

## Bauwerke

Schäden an Decken aus Zementbeton sind meist Abplatzungen. Dies gilt auch für Unterbauten von Baudenk-

mälern, Gebäuden und anderen Konstruktionen. Bei bituminösen Decken sind die Gründe zumeist schlechte Materialmischung oder -fertigung.

Es ist generell darauf zu achten, dass Beton, der im Winter Frost und Tausalz ausgesetzt ist, eine ausreichende Frost- und Tausalzbeständigkeit aufweist. Für Fahrbahnbeton und Beton an Verkehrsbauwerken ist die Verwendung einer Betonqualität entsprechend der Expositionsklasse XF4 (Frostangriff mit Taumittel und hoher Wassersättigung) mit künstlichen Luftporen vorgeschrieben (DIN EN 206-1 und DIN 1045-2).

Ein derartiger Beton ist tausalzresistent. Hersteller von Pflastern, Bordsteinen und Platten aus Beton geben Garantien für maximale Abwitterungen im Winter entsprechend den Normen DIN EN 1338, 1339 und 1340. Die Bewehrung des Betons wird vor einem Chloridangriff durch standardgemäße Zusammensetzung und Verarbeitung sowie durch ausreichende Überdeckung gemäß DIN 1045-1 geschützt. Rissiger bewehrter Beton bedarf der Sanierung, damit das Bewehrungsseisen nicht durch Chlorid angegriffen wird.



# QUELLEN (AUSWAHL)

## **AUST, K.-D.**

SWIS-Einsatz und Erfahrungen im Winterdienst,  
in: Kolloquium Straßenwinterdienst 1995 in Darmstadt,  
Köln 1996

## **BADEL, H./GÖTZFRIED, F.**

Wirksamkeit verschiedener Tausalze,  
in: Straßenverkehrstechnik,  
Heft 10/2003

## **BARK, A./DURTH, W./MATTHESS, V.**

Winterdienst und Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen,  
in: Kolloquium Straßenwinterdienst 1995 in Darmstadt, Köln 1996

## **BLASER, P./LINK, P./LÜDIN, P./RYF, W.**

Einfluss der Ausbringung von Streusalz auf das  
benachbarte und entferntere Grundwasser,  
Forschungsauftrag 18/92 auf Antrag der Vereinigung  
Schweizerischer Straßenfachleute (VSS),  
Zürich 1997

## **BROD, H.-G.**

Langzeitwirkung von Streusalz (NaCl) auf die Umwelt,  
Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 2,  
Bergisch Gladbach 1993

## **BROD, H.-G.**

Straßenbaumschäden  
Ursachen und Wirkungen  
Angewandter Umweltschutz  
Landsberg/Lech 1. Auflage 1991

## **CYPRA, T.**

Optimierung des Winterdienstes auf hoch belasteten Autobahnen,  
in: Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2003 in Karlsruhe, Köln 2004

## **CYPRA, T./ROOS, R./ZIMMERMANN, M.**

Optimierung des Winterdienstes auf hoch  
belasteten Autobahnen, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen  
der Universität Karlsruhe (TH),  
in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik,  
Heft V 135, Bergisch Gladbach 2006

## **DER ELSNER**

Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen 2017  
Dieburg 2016

## **DURTH W./GIESA, S./HANKE, H.**

Verkehrssicherheit im Weißen Netz – eine erste Bewertung,  
in: Straße und Autobahn, Heft 2/1985

## **DURTH, W.**

Wirksamkeit des Winterdienstes,  
in: Kolloquium Straßenwinterdienst 1985 in Darmstadt,  
Köln 1986

## **DURTH, W./HANKE, H./LEVIN, C.**

Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit des  
Verkehrsablaufes im Winter,  
in: Straße und Autobahn, Heft 2/1988

## **DURTH, W./HANKE, H.**

Optimierung der Einsatzplanung für den Straßen-  
Winterdienst in Städten und Gemeinden,  
Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 548,  
Bonn 1989

## **DURTH, W./HANKE, H./LEVIN, C./MATTHES, V.**

Einsatz und Wirtschaftlichkeit von Feuchtsalz in der Praxis,  
Forschungsbericht, Darmstadt 1990

## **DURTH, W.**

Winterdienst auf Radwegen,  
in: Kolloquium Straßenbetriebsdienst 1992 in Darmstadt,  
Köln 1993

## **DURTH, W.**

Stand der Forschung zum Winterdienst  
auf offenporigen Deckschichten,  
in: Straße und Autobahn, Heft 10/1994

## **DURTH, W.**

Kosten und Nutzen des Winterdienstes,  
in: Straße und Autobahn, Heft 9/1995

## **FGSV FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN**

Hinweise für die Beschaffung  
von tauenden und abstumpfenden Streustoffen für den Winterdienst,  
Köln

## **FGSV**

Temperaturgesteuerte Streustoffdosierung,  
Empfehlungen und Hinweise zu den  
technischen Anforderungen und zur Streustoffdosierung,  
Köln 2015

## **FGSV**

Hinweise zur Herstellung und Lagerung  
von Tausalzlösungen für den Winterdienst,  
Köln 2015

## **FGSV**

Weiterentwicklung und Optimierung des Winterdienstes,  
Anforderungen und Maßnahmen, Köln 2013

## **FGSV**

Praktische Empfehlungen für ein effektives Räumen  
und Streuen im Straßenwinterdienst,  
Köln 2011

## **FGSV**

Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen,  
Köln 2010

## **FGSV**

Hinweise für die Beschaffung und Einsatz von Streumaschinen,  
Köln 2010

## **FGSV**

Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb  
von Taumittelsprühanlagen,  
Köln 2009

## **FGSV**

Aufbau und Betrieb von Winterdienstzentralen,  
Köln 2007

## **GARTISER, S./REUTHER, R./GENSCH, C.O.**

Machbarkeitsstudie zur Formulierung von Anforderungen  
für ein neues Umweltzeichen für Enteisungsmittel für  
Straßen und Wege in Anlehnung an DIN EN ISO 14024,  
Umweltbundesamt, Texte 09/03, Berlin 2003

**GARTISER, S./QUACK, D./MÖLLER, M.**

Ökobilanz des Winterdienstes in den Städten München und Nürnberg, Untersuchung im Auftrag der Städte München und Nürnberg, Freiburg 2004

**GÖTZFRIED, F.**

Qualitätssicherung bei Streustoffen im Straßenwinterdienst VKS-Fachtagung Straßenreinigung und Winterdienst in Köln, VKS-Dokumentationen 2/2003, Köln 2003

**GÖTZFRIED, F.**

Europäische Normung der tauenden Stoffe, in: Der Winterdienst 1/2016, Verband der Kali- und Salzindustrie e.V. (Hrsg.)

**HANKE, H.**

Winterdienst auf Außerortsstraßen – Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit, in: Straßenwinterdienst – Kolloquium 1988 in Darmstadt, Köln 1989

**HANKE, H.**

Verkehrssicherheit im Winter – Besonderheiten des Unfallgeschehens und Auswirkungen des Winterdienstes, in: Polizei, Verkehr + Technik, Heft 12/1990

**HANKE, H.**

Feuchtsalz-Anwendung im Straßenwinterdienst – Einsparungsmöglichkeiten und Anwendungsempfehlungen, in: Straße und Autobahn, Heft 5/1991

**HANKE, H.**

Praxis der Feuchtsalz-Anwendung im Straßenwinterdienst, in: Straßenwinterdienst – FGSV-Kolloquium 1991 in Darmstadt, Köln 1992

**HANKE, H.**

Wiederaufnahme und Entsorgung von Streusplitt, in: Straßenbetriebsdienst – Kolloquium 1993 in Darmstadt, Köln 1994

**HANKE, H.**

Wiederaufnahme und Entsorgung von abstumpfenden Streustoffen und Straßenkehricht, in: Handbuch Kommunale Straßenreinigung, Köln 1994

**HANKE, H.**

Differenzierter Winterdienst im kommunalen Bereich – Erfahrungen und Ausblick, in: Straßenbetriebsdienst – Kolloquium 1995 in Darmstadt, Köln 1996

**HANKE, H.**

Winterdienst ohne Splitt – Folgerungen für Städte und Gemeinden, in: Straße und Verkehr, Heft 6/1998

**HANKE, H.**

Vorteile der Feuchtsalz-Streuung, in: Straße und Verkehr, Heft 6/1998

**HANKE, H.**

Ökobilanz der Streustoffe, in: VKS-News, Heft 9/2002

**HAUSMANN, G. (Hrsg.)**

Handbuch Winterdienst, Lehrte 1. Auflage 2007

**HOLLDORB, C.**

Winterdienst auf europäischen Straßen und Brücken, in: Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2003 in Karlsruhe, Köln 2004

**HÜTTL, H.**

Kommunaler Winterdienst und Städtereinigung, Kempten 2006

**KLOTZ, S./BALKE, J.**

Vermeidung glättebedingter Staus durch Maßnahmen des Straßenwinterdienstes, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Straßenwesen in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 873, Bonn 2004

**KUTTER, M.**

Erfahrungen mit Taumittelsprühanlagen, in: Kolloquium Straßenwinterdienst 1993 in Darmstadt, Köln 1994

**KUTTER, M.**

Straßenzustands- und Wetter-Informationssystem (SWIS) Zwischenergebnisse und Perspektiven, in: Kolloquium Straßenwinterdienst 1991 in Darmstadt, Köln 1992

**NIEBRÜGGE, L.**

Wirksamkeit von tauenden Streustoffen, in: FGSV-Kolloquium Straßenwinterdienst 2001

**NIEBRÜGGE, L.**

Praktische Erfahrungen mit der Ausbringung von Taustofflösungen, in: Straßenverkehrstechnik, 5/2012.

**OECD-Bericht**

Reduzierter Einsatz von Auftaumitteln im Winterdienst, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 583, Bonn 1990

**RAPP Trans AG Zürich/ABAY, G.**

Wirksamkeit des Winterdienstes Forschungsauftrag VS 1999/246 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Straßen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich 2005

**RUESS, B.**

Salz- oder Splittstreuung im Winterdienst – Optimierung der Kosten/Nutzen-Verhältnisse unter Berücksichtigung von umwelt- und sicherheitsrelevanten Faktoren, Forschungsarbeit, Baden/Schweiz 1998

**RUESS, B.**

Salz- oder Splittstreuung im Winterdienst, in: Straße und Verkehr, Heft 6/1998

**WICHMANN, M.**

Straßenreinigung und Winterdienst in der kommunalen Praxis, Berlin 6. Aufl. 2009

## Impressum

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

Tel. (0 30) 8 47 10 69.0  
Fax (0 30) 8 47 10 69.21  
info.berlin@vks-kalisalz.de  
www.vks-kalisalz.de

### Redaktion

Dieter Krüger  
Leiter Presse und Öffentlichkeitsarbeit

### Gestaltung

Dirk Linnerz  
www.linnerz.com

### Druck

Alf Germanus  
www.agermanus.de

Neuaufgabe 2017

### Bildnachweis

Titelseite Mercedes-Benz Unimog U 430  
Seite 18 Foto MAN TRUCK  
Seite 23 Foto AEBI Schmidt  
Seite 41 Foto Fotolia  
Alle anderen Fotos und Grafiken VKS/Linnerz





**Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.**

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

Tel. (0 30) 8 47 10 69.0  
Fax (0 30) 8 47 10 69.21

[info.berlin@vks-kalisalz.de](mailto:info.berlin@vks-kalisalz.de)  
[www.vks-kalisalz.de](http://www.vks-kalisalz.de)