

# Der Winterdienst 1/2012

## Liebe Leser,

im November haben wir unser jährliches Presseseminar zum Thema Winterdienst veranstaltet. Unsere Referenten waren die Professoren Christian Holldorb von der Hochschule Biberach und Peter C. Werner vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Beide berichteten in Ihren Vorträgen über ausgewählte Aspekte ihrer aktuellen Forschungstätigkeit, die wir Ihnen gerne in dieser Ausgabe vorstellen möchten.

Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) steht für ein globales Forschungsnetzwerk, das den Klimawandel und die damit verbundenen globalen Umweltveränderungen im Forschungsfokus hat. Über 300 Mitarbeiter beschäftigen sich hier mit Datenanalysen und Computersimulationen, die die dynamischen Veränderungen unseres Planeten sichtbar und verständlich machen soll. Ein Forschungsvorhaben jüngster Zeit wurde vom Bundesverkehrsministerium, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, beim PIK in Auftrag gegeben: „Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst“. Zusammen mit der Hochschule Biberach verfolgt das PIK die Wetterveränderungen speziell auch im Winter, um verlässliche Aussagen über Temperatur, Frosttage, Niederschläge und viele andere Parameter zu erhalten.

Wetterkapriolen gibt es in Deutschland immer wieder. Im Oktober hat es in Deutschland erstmals seit Jahrzehnten bis in die Ebenen geschneit. Der Deutsche Wetterdienst in Offenbach stellte hierzu fest, dass dies allenfalls alle 30 bis 40 Jahre vorkäme. Um auch bei solchen extremen Wetterlagen schnell das richtige Maß an Winterdienst auf die Straßen zu bringen, helfen hochspezialisierte Klimastationen in unserem Straßennetz bei der Einsatzsteuerung. Sie erfassen eine Vielzahl an Informationen. Angefangen von Temperaturwerten, Niederschlagsmengen bis zu Daten über den Fahrbahnzustand wird alles zur Auswertung an die Einsatzzentralen weitergeleitet. Rund 1.000 Glättemeldeanlagen (GMA) erfassen diese Messwerte, davon ca. 800 an Autobahnen, die unser wichtigstes Verkehrsnetz sind. Auch können präventive Winterdiensteinsätze

mit diesen Straßenzustandsanalysen optimiert werden. Für den Straßenwinterdienst sind nicht nur Schneefall und Eisglätte entscheidende Einsatzparameter, sondern auch schon die so genannten Frosttage. Denn auch hier kann schnell überfrierende Nässe zur Rutschpartie für den Autofahrer werden.

Wir wünschen Ihnen und Ihren Mitarbeitern ein frohes Weihnachtsfest und ein erfolgreiches neues Jahr.

Mit freundlichen Grüßen



Dieter Krüger  
Leiter Öffentlichkeitsarbeit

## Dezember-Ausgabe

### Inhalt

#### **Prof. Dr. Peter C. Werner**

Der Klimawandel in Deutschland unter besonderer Beachtung des Winters

#### **Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb**

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien für den Winterdienst

### Impressum

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

Tel. +49 (0) 30.8 47 10 69.0  
Fax +49 (0) 30.8 47 10 69.21

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

# Der Klimawandel in Deutschland unter besonderer Beachtung des Winters

Prof. Dr. Peter C. Werner, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Der Klimawandel in Deutschland ist nur richtig zu verstehen, wenn man ihn im Zusammenhang mit der globalen Klimaänderung betrachtet. Es ist allgemein bekannt, dass beginnend am Anfang des 20. Jahrhunderts gegenwärtig eine Erwärmung abläuft. So zeigt die globale Mitteltemperatur einen deutlichen Anstieg bis heute um etwa 0.8 Grad. Diese Temperaturerhöhung geschah bzw. geschieht in zwei Phasen. Die erste reichte bis in die 40er Jahre und die zweite, die wesentlich markantere, begann in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts. Ein ähnliches Verhalten zeigt die Wintermitteltemperatur für Mitteleuropa (Abbildung 1). Diesem winterlichen Temperaturanstieg sind große Schwankungen von Jahr zu Jahr überlagert. Ab den 70er Jahren treten aber keine sehr kalten Winter mit einer Abweichung unter  $-4$  Grad mehr auf. Trotzdem gibt es in einzelnen Jahren noch sowohl Wintermitteltemperaturen, die unter dem langjährigen Mittel 1801/02–2000/01 liegen, als auch eine Anzahl von sehr kalten Tagen. Ein Beispiel für letzteres soll anhand

der meteorologischen Station Potsdam angeführt werden. So wird das langjährige Mittel (1893/94–2011/12) der Tage mit einem Tagesminimum der Lufttemperatur unter  $-10$  °C von 8.7 Tagen auch in der wärmeren Periode ab 1970/71 noch in 12 Wintern (28.6 %) überschritten. Jedoch kommt ein solches Ereignis im Gegensatz zu früher nach 1987 nicht mehr im November und im März vor.

Da es von Interesse ist, wie eine zukünftige Entwicklung der Winter in Deutschland aussehen könnte, wurden Rechnungen mit dem regionalem Klimamodell STARS (Orlowsky et al., 2008) für das Szenarium RCP8.5 (Moss et al., 2010) und Deutschland bis 2070 durchgeführt. Die Auswertung der mittleren Lufttemperatur für die Gesamtregion und den Zeitraum 1951–2070 (davon Beobachtung 1951–2010) ergab eine Zunahme von ca. 4 Grad bezüglich des Jahresmittels. Im Winter fällt die Zunahme mit etwa 5 Grad stärker aus. Diese Temperaturzunahme geschieht räumlich nicht gleichmäßig. Zwar bleibt die Verteilungsstruktur des mittleren Wintermittels

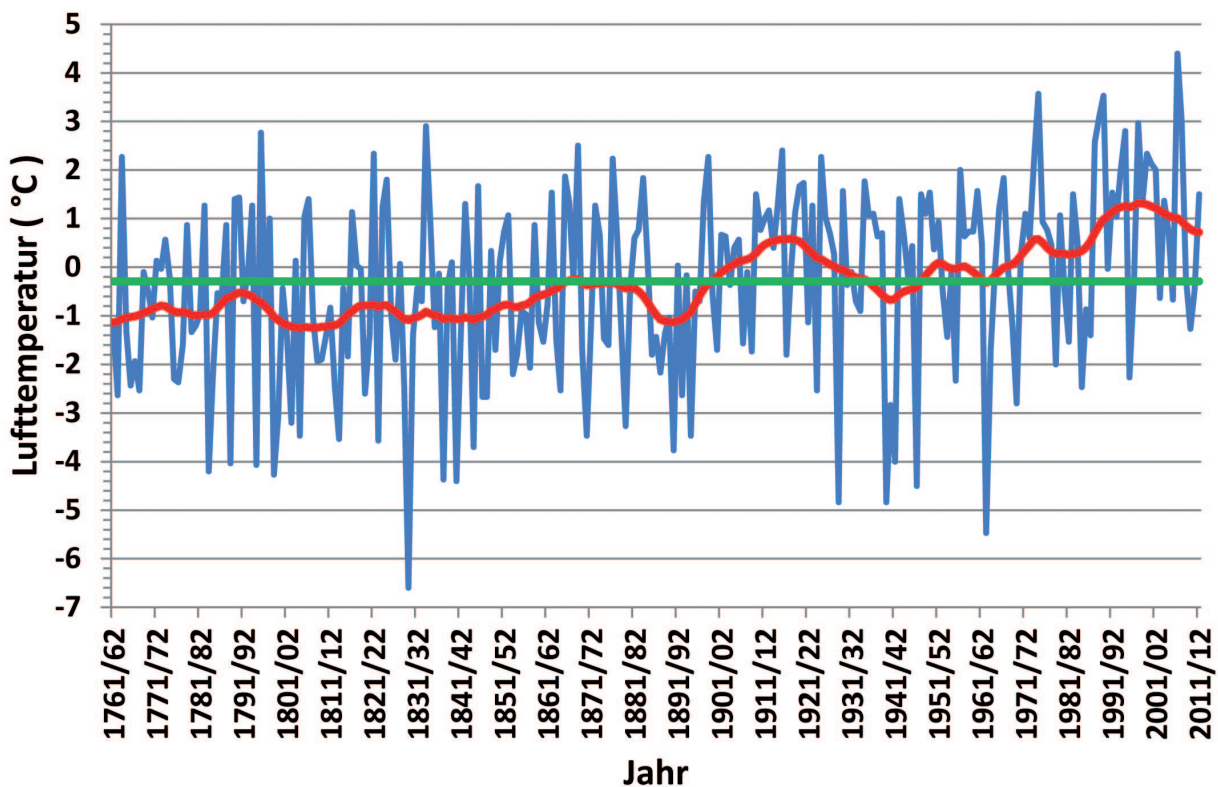


Abbildung 1: Wintermitteltemperatur (Dezember bis Februar) für Mitteleuropa 1761/62–2011/12; grün: Mittel 1801/02–2000/01 (Bausche Reihe, Datenquelle: Berliner Wetterkarte)

des Tagesminimums der Lufttemperatur im Wesentlichen erhalten. Man findet infolge des maritimen Einflusses die höchsten mittleren Wintertemperaturen weiterhin im Nordwesten und die niedrigsten in den höheren Lagen sowie im Osten und Südosten mit einer größeren Kontinentalität. Bei der Erwärmung im Winter sieht die räumliche Verteilung anders aus. Sie ist im Ostteil stärker als im Westteil (Abbildung 2a), da in dieser Jahreszeit der osteuropäische Hochdruckeinfluss zugunsten einer milden und feuchten Westströmung, die zum Teil weit nach Osten vordringt, zurückgedrängt wird. Diese milde Westwetterlage hat über den Gesamtzeitraum (Beobachtung und Zukunft) um mehr als 10 Tage (im Mittel fast verdoppelt) in dieser Jahreszeit zugenommen. Diese Tendenz zeigt sich auch in der Abnahme der Frosttage (Abbildung 2b).

Bei einer weiteren Betrachtung des meteorologischen Parameters „Frosttage“ fällt auf, dass zukünftig im Mittel der erste Frosttag zum Teil mehrere Wochen später eintritt und die Frosttage-Saison um ebenfalls mehrere Wochen eher endet. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass ebenfalls die Häufigkeit der Frostwechseltage um ca. 30 bis 40 Tage abnimmt.

Im Winter wird in weiten Teilen Deutschlands der Niederschlag zunehmen, was mit der häufigeren Westwetterlage (siehe oben) und der höheren Verdunstung sowie des höheren Feuchteaufnahmevermögens der Luft bei ansteigenden Temperaturen zu tun hat. Dennoch dominiert die Erwärmung die Tendenz der Schneedeckentage, sodass ihre mittlere Anzahl je Region zwischen 5 und mehr als 50 Tagen zurückgeht. Die Erwärmungsdominanz wirkt auch bei der Entwicklung für die Tage mit Barfrösten. Sie nehmen ebenfalls trotz weniger Schneedeckentagen in gleicher Größenordnung wie diese ab. Der absolute Rückgang fällt im Nordwesten Deutschlands, wo an sich schon weniger Ereignistage dieser Art auftreten, geringer aus als im Osten und den höheren Lagen (siehe auch oben die Ergebnisse zur räumlichen Struktur der winterlichen Erwärmung).

Für die Pilotphase des FE-Vorhabens „Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst“ (Der Auftraggeber ist das Ministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen. Das FE-Vorhaben wird geleitet durch den Projektpartner Hochschule Biberach.) wurden sechs Untersuchungsgebiete von Autobahn- und Straßenmeis-

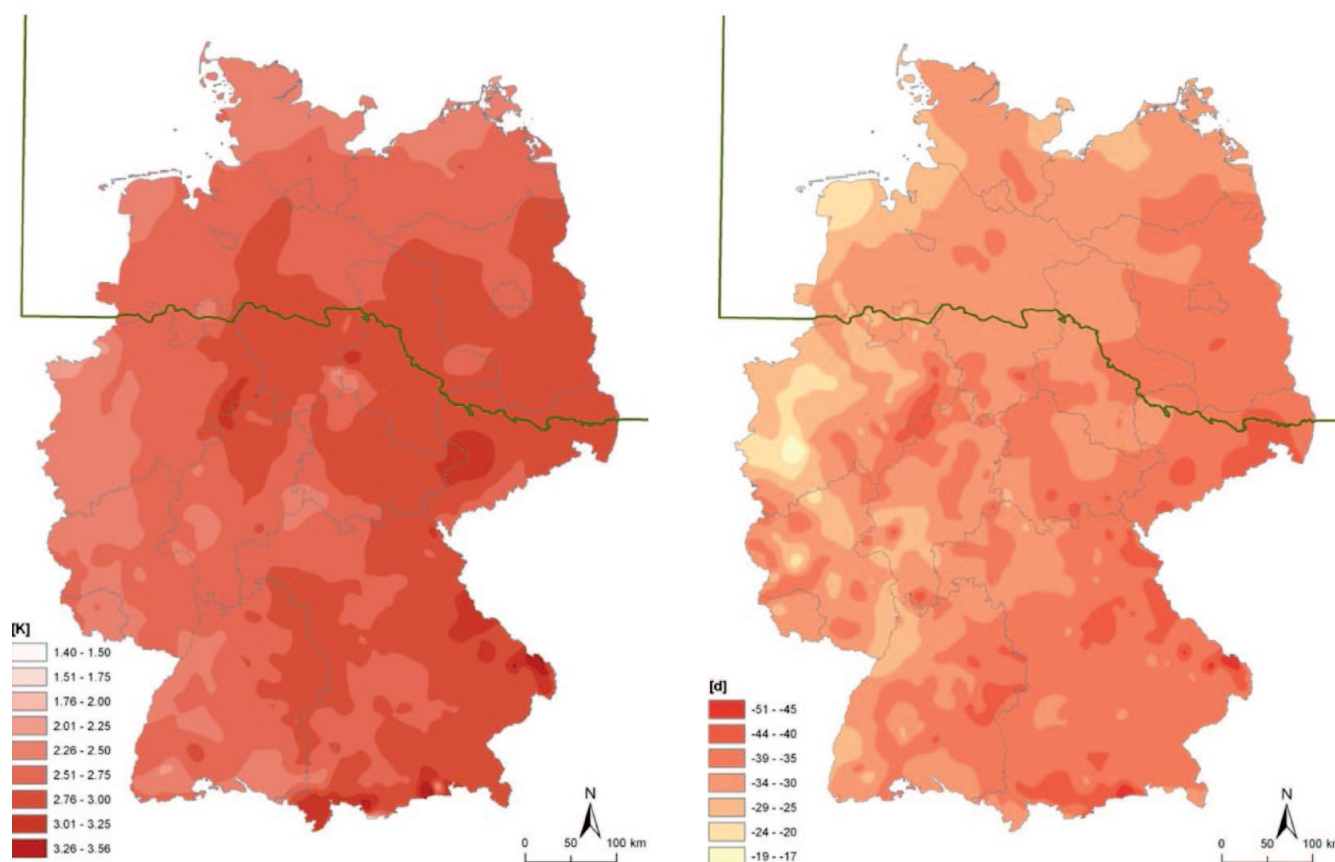


Abbildung 2: Differenz 2041/2070–1981/2010 a) Wintermittel des Tagesminimums der Lufttemperatur; b) Anzahl der Frosttage pro Jahr

## Der Winterdienst

tereien herausgesucht. Sie befinden sich in verschiedenen Regionen Deutschlands und differierenden Höhenlagen. Aufgrund dieser Variationen kann die Untersuchungsmethodik gut getestet werden.

Nachfolgend werden einige wenige schon vorliegende Ergebnisse gezeigt, um die Größe der zeitlichen Entwicklungen und der räumlichen Unterschiede zu dokumentieren, wobei wiederum nur der Winter betrachtet wird. Bei der Untersuchung des Einflusses des Klimas und seiner Änderungen ist es oft zielführender, wenn man nicht nur Mittelwerte betrachtet, sondern auch Ereignisse (z. B. Ereignistage), die sich aus der Über- oder Unterschreitung für das jeweilige Problem relevanten Schwellenwerten ergeben. Dafür werden in den nachfolgenden Tabellen Beispiele gezeigt. Aus den Tabellen zu den meteorologischen Größen wird ersichtlich, dass natürlich sich darin die schon für Deutschland festge-

stellten Tendenzen widerspiegeln. In den Tabellen sind sie nunmehr mit konkreten Zahlen belegt. (Anmerkung: Der Umfang der für die Studie betrachteten Parameter ist deutlich größer als hier gezeigt.)

Dass die zeitlichen Entwicklungen der meteorologischen Größen und die der Ereignistage nicht immer gleichsinnig verlaufen, und somit die Betrachtung der Ereignisse notwendig macht, ist in den Tabellen 1a und 1b zu sehen. Während das Tagesminimum der Lufttemperatur generell zunimmt, also weniger Frosttage auftreten müssten, gibt es auch Gebiete, bei denen das nicht der Fall ist (Gebiet 5 und 6).

Was allerdings deutlich abnimmt, ist die Häufigkeit von Tagen mit Dauerfrost (Tabelle 2). Nicht einheitlich verläuft die Tendenz der Tage mit Neuschnee zwischen den einzelnen Gebieten in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts. Danach nehmen sie in allen Gebieten

Tagesminimum			
Gebiet	1981-2010 (°C)	Änderungen gegenüber 1981-2010 (Grad)	
		2011-2040	2041-2070
Gebiet 1	0.6	0.7 (± 0.3)	2.4 (± 0.2)
Gebiet 2	-2.1	0.6 (± 0.3)	2.5 (± 0.3)
Gebiet 3	-2.2	0.8 (± 0.3)	2.7 (± 0.3)
Gebiet 4	-0.4	0.8 (± 0.3)	2.7 (± 0.2)
Gebiet 5	-2.9	0.7 (± 0.3)	2.8 (± 0.2)
Gebiet 6	-5.3	0.7 (± 0.3)	3.1 (± 0.2)

Tabelle 1a: 30jährige Mittel des Tagesminimums der Lufttemperatur im Winter

Häufigkeit von Frosttagen (Tmin < 0.0 °C, Tmax > 0.0 °C)			
Gebiet	1981-2010 (%)	Änderungen gegenüber 1981-2010 (%-Punkte)	
		2011-2040	2041-2070
Gebiet 1	29	-5 (± 1.2)	-12 (± 1.2)
Gebiet 2	36	-1 (± 1.9)	-6 (± 1.6)
Gebiet 3	39	-0.8 (± 1.8)	-7 (± 1.6)
Gebiet 4	36	-7 (± 1.4)	-14 (± 1.3)
Gebiet 5	37	2 (± 1.4)	-2 (± 1.3)
Gebiet 6	56	4 (± 1.8)	5 (± 1.4)

Tabelle 1b: 30jährige Mittel der Häufigkeit von Frosttagen im Winter in Prozent bezogen auf alle Wintertage von Dezember bis Februar

ab (Tabelle 3). Die ersten Ergebnisse am Beispiel von meteorologisch abgeleiteten Parametern deuten in der Zukunft auf günstigere Bedingungen für den Winterdienst hin. Ob diese Tendenz wirklich so angenommen werden kann, muss in den weiteren Untersuchungen anhand vom Straßendienst vorgegebenen Parametern festgestellt und konkretisiert werden. Dabei werden die Aussagen für die einzelnen Regionen in Deutschland unterschiedlich ausfallen.

Zusammenfassung: Die Winter werden schon gegenwärtig milder und feuchter. In der Zukunft könnte sich dieser Trend fortsetzen, eventuell sogar verstärkt. Einzelne kältere Winter oder Winterteilperioden, wie sie auch heute noch auftreten, können dabei nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Tage mit einer Schneedecke werden wahrscheinlich seltener auftreten. Die Entwicklungen verlaufen nicht gleichmäßig in ganz Deutschland.

## Literatur

Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., Wilbanks, T. J. (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463, 747–756 doi:10.1038/nature08823

Orlowsky, B., Gerstengarbe, F.-W., Werner, P. C. (2008): A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. *Theor. Appl. Climatol.* 92, No. 3–4, 209–223, DOI: 10.1007/s00704-007-0352-y

### Häufigkeit von Dauerfrost (10 Tage $T_{min} < 0.0 \text{ °C}$ )

Gebiet	1981-2010 (%)	Änderungen gegenüber 1981-2010 (%-Punkte)	
		2011-2040	2041-2070
Gebiet 1	8	-3 ( $\pm 1.4$ )	-6 ( $\pm 0.7$ )
Gebiet 2	22	-8 ( $\pm 2.0$ )	-16 ( $\pm 1.4$ )
Gebiet 3	22	-7 ( $\pm 2.0$ )	-15 ( $\pm 1.5$ )
Gebiet 4	10	-4 ( $\pm 1.5$ )	-8 ( $\pm 0.8$ )
Gebiet 5	29	-8 ( $\pm 2.3$ )	-20 ( $\pm 1.5$ )
Gebiet 6	58	-8 ( $\pm 2.4$ )	-27 ( $\pm 2.3$ )

Tabelle 2: 30jährige Mittel der Häufigkeit von Tagen mit Dauerfrost im Winter in Prozent bezogen auf alle Wintertage von Dezember bis Februar (wobei Dauern mit mehr als 10 Tagen auch mehrmals gezählt wurden)

### Häufigkeit von Tagen mit Neuschnee

Gebiet	1981-2010 (%)	Änderungen gegenüber 1981-2010 (%-Punkte)	
		2011-2040	2041-2070
Gebiet 1	5	-0.6 ( $\pm 0.6$ )	-2.4 ( $\pm 0.4$ )
Gebiet 2	8	0.1 ( $\pm 0.8$ )	-2.9 ( $\pm 0.6$ )
Gebiet 3	8	0.8 ( $\pm 1.0$ )	-2.5 ( $\pm 0.8$ )
Gebiet 4	5	-0.7 ( $\pm 0.7$ )	-2.9 ( $\pm 0.5$ )
Gebiet 5	21	2.3 ( $\pm 1.5$ )	-4.7 ( $\pm 1.2$ )
Gebiet 6	24	1.2 ( $\pm 1.4$ )	-5.1 ( $\pm 1.2$ )

Tabelle 3: 30jährige Mittel der Häufigkeit von Tagen mit Neuschnee im Winter in Prozent bezogen auf alle Wintertage von Dezember bis Februar

# Neue Informations- und Kommunikationstechnologien für den Winterdienst

Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb, Professur für Projektmanagement im Verkehrsinfrastrukturbau an der Hochschule Biberach

Im Winterdienst werden Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) in vielfältiger Weise eingesetzt. Diese Technologien sind wie in vielen anderen Anwendungsbereichen einer rasanten Entwicklung unterworfen. Schwerpunkte sind zum einen die Überwachung und Prognose von Straßenzustand und Witterung mit Hilfe von Glättemeldeanlagen und differenzierten Straßenwettervorhersagen. Zum anderen werden moderne IuK-Technologien aber auch zur Einsatzsteuerung und -dokumentation eingesetzt, so dass sie nicht nur in der Einsatzzentrale, sondern auch im Winterdienstfahrzeug zu finden sind (s. Bild 1).

In diesem Beitrag werden ausgewählte neue Technologien für Glättemeldeanlagen sowie die Informations-

aufbereitung für die Einsatzleiter vorgestellt. Weiterer Schwerpunkt sind neue IuK-Technologien zur Einsatzdokumentation und -steuerung zur Unterstützung der Winterdienstfahrer.

Glättemeldeanlagen sind Klimastationen unmittelbar im Straßennetz, die neben den atmosphärischen Parametern vor allem die für den Winterdienst relevanten Parameter der Fahrbahn erfassen. Die Anforderungen an die zu erfassenden Parameter wurden 2011 in der europäischen Norm EN 15518 festgelegt, die zwischenzeitlich auch als DIN für Deutschland eingeführt ist. Wesentliche Parameter sind neben der Luft- und der Fahrbahntemperatur vor allem Informationen zu Niederschlag, Fahrbahnzustand und ggf. der Temperatur im Straßenkörper.

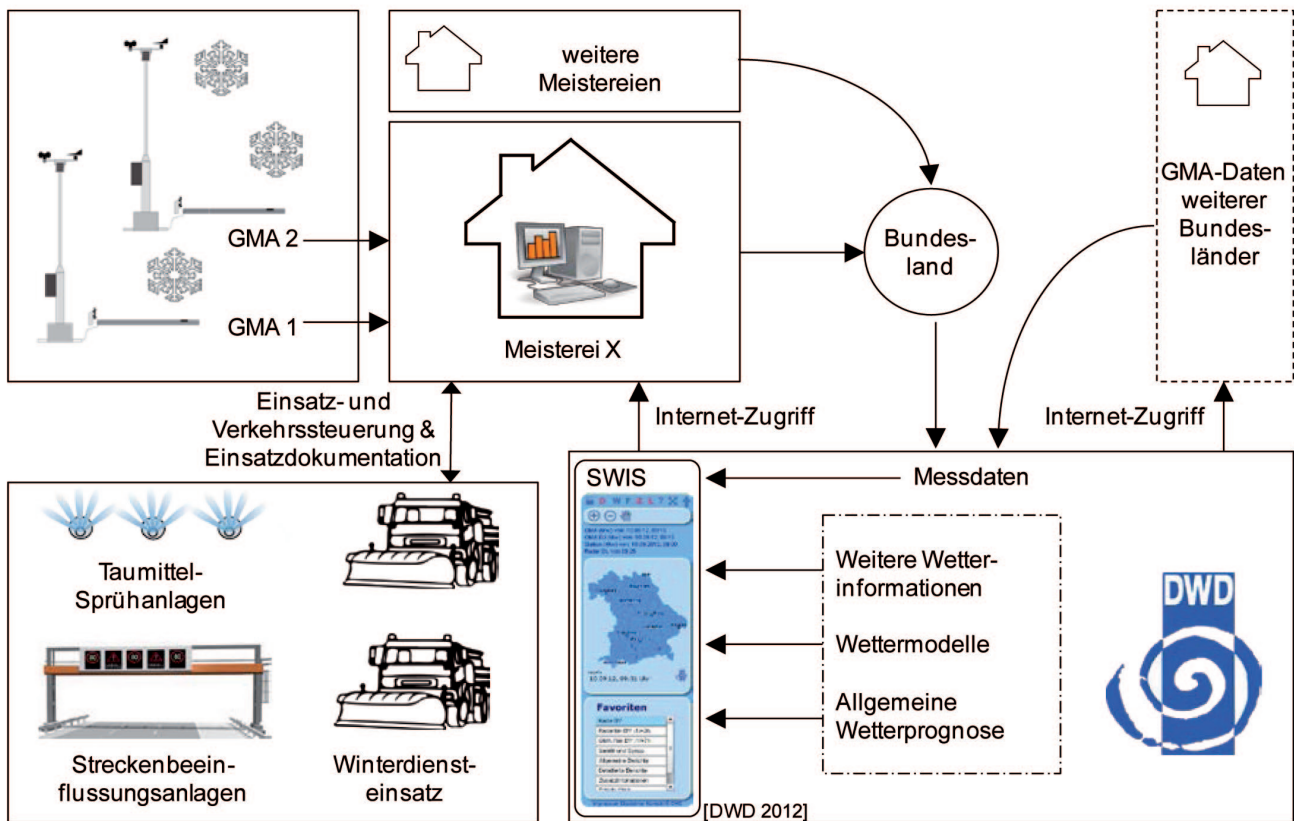


Bild 1: Übersicht über den Daten- und Informationsfluss im Winterdienst, nach STREICH [2012]



Bild 2: Messgeräte zur berührungslosen Erfassung von Fahrbahnzustand und -temperatur (links) an einem Mast einer Glättemeldeanlage mit weiteren Sensoren für die Erfassung atmosphärischer Parameter, Quelle: [HOLLDORB et al 2011]

Mit Hilfe dieser Messwerte stehen dem Einsatzleiter zum einen aktuelle Daten für die fortlaufende Überwachung und zum anderen auch Daten für die Prognose von Fahrbahnzustand und Witterung zur Verfügung, so dass präventive Winterdienstesätze möglich werden.

Bisher wurden für die Erfassung der Fahrbahnparameter Sensoren in den Straßenbelag eingebaut. Eine Alternative sind seit einigen Jahren berührungslose Sensoren, die an einem Mast neben der Fahrbahn installiert werden. Diese können mit Laserspektroskopie Informationen über den Fahrbahnzustand (trocken, feucht, nass, eis- oder schneebedeckt) sowie die Dicke des Wasserfilms erfassen. Mit einem Infrarotthermometer kann die Fahrbohnoberflächentemperatur gemessen werden. Die Qualität der Messwerte ist vergleichbar mit der konventioneller Glättemeldeanlagen.

Die berührungslose Sensorik ist in Deutschland erst vereinzelt im Einsatz, während sie in Skandinavien schon stärker verbreitet ist. Die Investitionskosten für diese Sensoren sind zwar höher als für die Sensoren, die in die

Fahrbahn eingebaut werden; allerdings entfällt bei der Erstinstallation die Verkehrsbehinderung aufgrund des Einbaus und die Sensoren müssen bei Erneuerung der Fahrbahndecke nicht erneuert werden.

In Deutschland existieren derzeit ca. 800 GMA an Autobahnen und nur 200 GMA an Bundes-, Landes- und Kreisstraßen. Gründe hierfür sind die primäre Ausstattung des hochrangigen Autobahnnetzes, aber auch die häufig fehlende direkte Stromversorgung an den Landstraßen. Für die sinnvolle Ausstattung im nachgeordneten Netz sind daher zunehmend GMA mit einer autarken Stromversorgung auszurüsten, wofür Sonnen- und Windenergie sowie Brennstoffzellen möglich sind.

Zunehmend werden GMA auch mit einer Kamera ausgerüstet, um so dem Einsatzleiter einen direkten Überblick über Witterung, Straßenzustand und Verkehr an den Standorten der GMA zu geben. Dies erleichtert die Einschätzung der Gesamtsituation und dient auch der unmittelbaren Plausibilitätsprüfung der gemessenen Parameter.

## Der Winterdienst

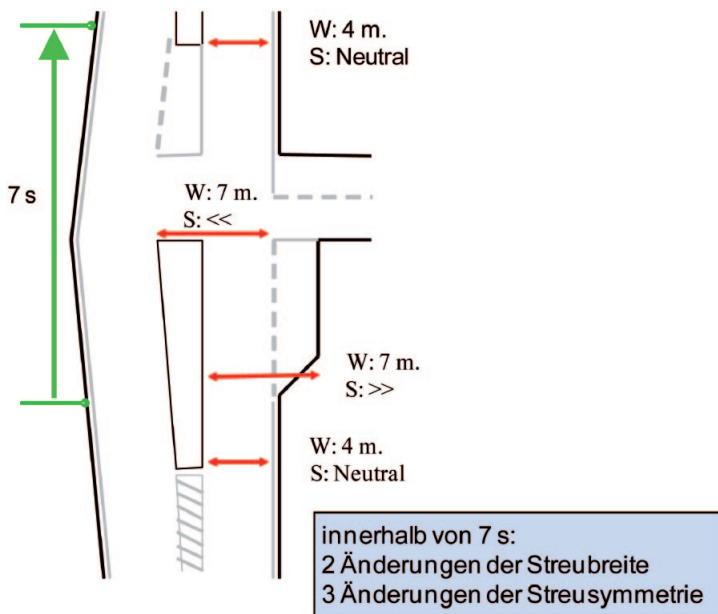


Bild 3: Erforderliche Einstellungen des Streubildes an einer Einmündung, Quelle: COST [2008]

Den Autobahn- und Straßenmeistern stehen nicht nur die Daten der unmittelbar in ihrem Betreuungsnetz liegenden GMA zur Verfügung, sondern über Intranet-Anwendungen haben sie häufig Zugriff auf alle Stationen eines Bundeslandes. Die Daten der GMA werden auch an den Deutschen Wetterdienst weitergeleitet, durch den sie im Rahmen des Straßenwetterinformationssystems (SWIS) zur Verbesserung der Straßenwettervorhersagen genutzt werden. Darüber hinaus werden sie bundesweit in Kombination mit dem Niederschlagsradar visualisiert.

Schon seit längerem stehen Systeme zur Erfassung der Einsatzdaten im Winterdienstfahrzeug zur Verfügung. Mit Hilfe von GPS kann die Fahrzeugposition fortlaufend aufgezeichnet werden, so dass zusammen mit den erfassten Einsatzparametern, wie Streudichte, Pflugstellung etc., der Winterdiensteinsatz detailliert aufgezeichnet wird. Diese Daten lassen sich zum Einsatznachweis, für die Abrechnung, aber auch für die Einsatzanalyse nutzen. Bei einer Online-Übertragung können sie zusammen mit den Daten der GMA in einer Karte angezeigt werden, so dass sie unmittelbar für eine flexible Einsatzsteuerung zur Verfügung stehen. Die automatisierte Einsatzdatenerfassung hat sich bewährt und wird zunehmend in den deutschen Straßenbauverwaltungen eingesetzt.

Verstärkt kommen auch Systeme zum Einsatz, die den Winterdienstfahrer bei seiner Arbeit unterstützen und entlasten sollen. Mit Hilfe von Infrarot-Thermometern am Fahrzeug lässt sich die Fahrbahnoberflächentemperatur

fortlaufend während des Einsatzes messen, so dass die Streudichte je nach Fahrbahntemperatur angepasst werden kann. Hierdurch lassen sich ggf. Streustoffe in erheblichem Umfang einsparen; es wird von Einsparungen bis zu 30 % berichtet.

Eine weitere Technologie zur Unterstützung des Fahrers wurde in Dänemark entwickelt: Das GPS-kontrollierte Streuen, bei der Streubreite und -symmetrie automatisch eingestellt werden. Insbesondere im kommunalen Bereich und im nachgeordneten Netz sind diese beiden Parameter während einer Einsatzfahrt häufig über 100 mal einzustellen (s. Bild 3). Durch die Automatisierung ist es möglich, den Fahrer von dieser Arbeit zu entlasten und das Streubild zu optimieren. Für das GPS-kontrollierte Streuen werden Einsatzrouten und die Streuereinstellung in Lernfahrten aufgezeichnet und anschließend in der Einsatzzentrale optimiert. Unmittelbar vor dem Winterdiensteinsatz werden diese Routendaten an das Einsatzfahrzeug übertragen.

Die ausgewählten Beispiele zeigen, dass im Winterdienst hochmoderne IuK-Technologien zum Einsatz kommen, um den Winterdienst zu optimieren und die Verkehrsteilnehmer über den Straßenzustand bestmöglich zu informieren. Durch diese Technologien werden Einsatzleiter und Winterdienstfahrer bei ihren komplexen Aufgaben und Entscheidungen wirksam unterstützt.

## Quellen

[COST – European Cooperation in the Field of scientific and technical Research](#)

New Developments for Winter Service on European Roads Final Report COST 353 "Winter Service Strategies for Increased European Road Safety", Brussels (Belgium) 2008

[HOLLDORB, CHRISTIAN / HÄUSLER, KATHARINA / TRÄGER, DANIEL](#)

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien für den Straßenbetriebsdienst in: Straßenverkehrstechnik, Heft 06/2012

[STREICH, MARKUS](#)

Analyse von Lebenszykluskosten für Glättemeldeanlagen und Entwurf einer Datenbank zu ihrer fortlaufenden Dokumentation

Masterthesis an der Fakultät Bauingenieurwesen/Projektmanagement der Hochschule Biberach (unveröffentlicht), Biberach 2012