

Anhang 1 zum Schlussbericht AP „Neue Sensorbauarten für Straßenwetterstationen“

Bewertung von Sensoren anhand von Einzelfallbetrachtungen

Die nachfolgenden Betrachtungen dienen in erster Linie der Bewertung der Sensoren für qualitative Angaben – Niederschlagsart und Fahrbahnzustand. In zweiter Linie werden die Messwerte der Sensoren einer Firma auf ihre Plausibilität untereinander betrachtet. Diese Betrachtung soll Aussagen für die Bewertung der quantitativen Messwerte erlauben. Aus beiden Betrachtungen wird jeweils abgeleitet, welche Einsatzentscheidung mit den verfügbaren Daten möglich gewesen wäre.

Bewertungsgrundlage sind die Fotos je Minute vom Testfeld. Bewertet werden dabei nur eindeutig erkennbare Gegebenheiten. Lassen Fotos keine Bewertung zu, wird die Situation als nicht bewertbar beschrieben.

Ein gewählter Zeitraum erstreckt sich jeweils über 24 Stunden (mit Ausnahme des Fall 1). Er wurde ausgewählt, wenn in diesem Zeitraum mehrere Sensoren kritische Daten in Bezug auf eine mögliche Glätte anzeigten. Diese Fälle müssen dann zumindest teilweise anhand der Fotos bewertbar sein. In drei Fällen über 24 Stunden fand noch mal eine Unterteilung in zwei Teilfälle statt. Damit werden in der Summe 15 einzelne Situationen bewertet (Bewertungsfälle).

Angaben eines Sensors werden zusätzlich in die Bewertung einbezogen, wenn ein offensichtlicher Fehler häufig über einen längeren Zeitraum erkennbar ist und zu falschen Entscheidungen führen würde. In den konkreten Fällen geht es um angezeigten Schneefall ohne erkennbaren Niederschlag und um angezeigten Fahrbahnzustand „trocken“ bei deutlich sichtbarer Feuchte (siehe am Ende des Anhangs).

Eine positive Bewertung der Ergebnisse für die Nutzung in der Winterdienstesatzsteuerung bei den Parametern „Niederschlagsart“ und „Fahrbahnzustand“ wird vorgenommen, wenn der Sensor beobachtete Situationen überwiegend wiedergibt. Einzelne Ausreißer über wenige Minuten oder Angaben mit bis ca. 10 Minuten Verspätung zur Beobachtung, werden noch nicht negativ bewertet. Sie werden für eine Auslösung des Winterdienstes als weniger relevant angesehen, da die Prozesskette für die Winterdienstauslösung wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Bei Nutzung der Daten für die Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen müssen die Daten zeitlicher (minutengenau) betrachtet werden. Dies ist anhand der Fotos teilweise weniger möglich. Für diese Anwendung werden die Messwerte nicht betrachtet.

Eine Reihe von Situationen lassen sich anhand der Fotos nicht eindeutig bewerten. In diesen Fällen erfolgt keine Bewertung der Sensoren. Eine negative Bewertung einer Sensorbaugruppe (z. B. Bodensonde) erfolgt trotzdem, wenn die Messwerte dieser Baugruppe widersprüchliche Aussagen zulassen. Hier können folgende Fälle genannt werden:

- Fahrbahnoberflächentemperatur über 0°C und Fahrbahnzustand „glatt“
- Fahrbahnzustand „feucht“ und die Fahrbahnoberflächentemperatur unterhalb der Gefrier-temperatur (z. B. Fahrbahnoberflächentemperatur =-5°C und Gefrier-temperatur =-2°C)
- Fahrbahnzustände und die Wasserfilmdicke passen nicht zusammen.

Die Aussagen zu Streueinsätzen beziehen sich auf manuellen Aufzeichnungen der zuständigen Meisterei. Streueinsätze konnten nicht direkt beobachtet werden. Damit ist die Bewertung einer Qualität der Streueinsätze nicht möglich. In einigen Beobachtungen kann aufgrund von deutlich sichtbaren Tauwirkungen auf die Ausbringung von Tausalz geschlossen werden. Deshalb können Angaben zum Streueinsatz nicht für die Bewertung der Sensoren für die Gefrier-temperatur herangezogen werden. Aussagen zu den Sensoren hierzu dienen nur der Darstellung der möglichen nachträglichen Betrachtungsweisen anhand der Vergleiche zwischen Einsatzaufzeichnung und Sensorangaben zur Gefrier-temperatur.

Einen Sonderfall in der Bewertung stellen die Sensoren der Firma Vaisala für den Fahrbahnzustand dar. Im Bewertungszeitraum war der Wechsel zwischen „feucht“ und „nass“ nicht bei dem Schwellwert von 0,2 mm Wasserfilmdicke gemäß DIN EN 15518-3 eingestellt. Damit entsteht ein Widerspruch zwischen dem Fahrbahnzustand und der Wasserfilmdicke gemäß den Normvorgaben. Die Erfüllung dieser Anforderung wird nicht im Zusammenhang mit der eigentlichen Messqualität des Sensors sondern mit Messwertverarbeitung gesehen. Für den Sensor DSC111 konnte die Firma Vaisala nach dem Winter 2017/18 die Umsetzung dieser Forderung realisieren, für den DRS511 bis Ende der Berichterstellung nicht. Da die Differenzen bei Wasserfilmdicke visuell nicht beurteilt werden können, spielen sie in der Einzelfallbewertung keine Rolle.

Hinweise zur Betrachtung der Angaben:

Die nachfolgenden Diagramme sind je nach Firma unterschiedlich aufgebaut. Die Unterschiede ergeben sich durch die verschiedene Anzahl der Sensoren für die einzelnen Parameter und der weiteren Parameter, die die Straßenwetterstationen einer Firma angegeben haben. Hauptgrund für die Wahl der Diagramminhalte ist die Erkennbarkeit des Verlaufs der Parameter in den Diagrammen. Für die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern müssen im Einzelfall mehrere Diagramme betrachtet werden.

Die Angaben „linker“ und „rechter“ Fahrstreifen beziehen sich auf die Sicht in Fahrtrichtung. Beide Fahrstreifen werden bei den Bewertungen immer getrennt betrachtet. Die Angaben zum Fahrbahnzustand beziehen sich, wenn nicht anders angegeben auf die Sensorbereiche in der Mitte des Fahrstreifens.

Mehrere Sensortypen sind zweifach vorhanden. Bei einer Lage im gleichen Querschnitt ist die Beurteilungsgrundlage gleich. Bei dem NIRS31 mit Ausrichtung auf dem rechten Fahrstreifen (NIRS31-1) und bei dem NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen (NIRS31-2) können keine gleichen Bedingungen angenommen werden.

Aufgrund der schlechteren Druck- im Vergleich zur Bildschirmqualität der geringauflösenden Fotos (640x480 Pixel) kann nicht in jedem Fall das beobachtete Ereignis hier direkt dargestellt werden. Insbesondere bei Niederschlagsbeobachtungen wird daher zur besseren Veranschaulichung der beobachteten Situation ein etwas späterer Zeitpunkt als im Text beschrieben dargestellt.

Uhrzeitangaben mit xx:xx Uhr beziehen sich immer genau auf diese Minute. Anderweitige Zeitangaben schließen einen nicht exakt beschriebenen Minutenbereich um die jeweilige Angabe ein.

Die qualitativen Angaben „Fahrbahnzustand“ und „Niederschlagsart“ werden in Balkenform angegeben. Die einzelnen genormten Messangaben sind jeweils in einer Balkenhöhe mit rechtsstehender Inhaltsbeschreibung dargestellt. Für die Sichtbarkeit der Angaben in den Diagrammen sind diese je Minute als ein größerer Punkt dargestellt. Dabei entsteht in den Diagrammen teilweise der Eindruck, dass die Sensoren zwei Inhalte gleichzeitig angegeben haben. Dies ist nicht Fall. In diesen Zeiträumen kam es vielmehr zu häufigen Wechseln zwischen diesen Inhalten.

Die Angaben zur Niederschlagsart des Sensor Laser-Niederschlag-Monitors der Firma Thies (LNM) sind in allen Firmendiagrammen zum Niederschlag enthalten. Da er in den bewertbaren Zeiträumen nahezu vollständig die Beobachtung wiedergibt, kann er als vollwertige Referenz angesehen werden. Da auch die differenzierte Angabe der Intensität bei flüssigem Niederschlag weitgehend den subjektiven Beobachtungen entspricht, wird sie in den Diagrammen auch dargestellt (Regen und Niesel). Hier können die anderen Sensoren direkt mit einer Referenz verglichen werden.

Eine andere Situation stellt sich bei den Angaben zum Fahrbahnzustand dar. Aufgrund der umfangreichen Variationen der Fahrbahnzustandsbeobachtungen wird auf eine Darstellung dieser

Beobachtungen als Werte in den Diagrammen verzichtet. Hier müssen die Angaben der Sensoren in den Diagrammen mit dem Situationsbeschreibungen verglichen werden. Dies gilt ebenso für die Aussagen zur Gefriertemperatur.

Fall 1: Situation am 10.12.2017 (10:00 Uhr) bis 11.12.2017 (22:00 Uhr)

– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:

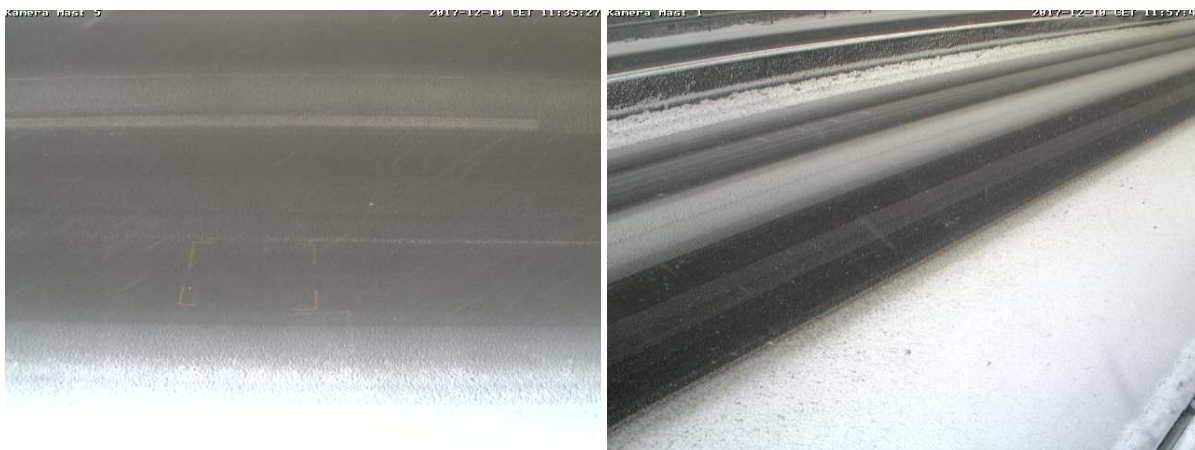
Dieser Zeitraum wird in zwei Bewertungsteile unterteilt. Der Teil 1 geht bis 2 Uhr am 11.12. und umfasst ein Schneefallereignis mit seinem Nachlauf. Der zweite Teil umfasst die restliche Zeit mit einem neuen Regenereignis mit dem Vor- und Nachlauf.

Um 10:47 Uhr tritt ein erster erkennbarer Schneefall auf, der dann durchgängig bis ca. 14:10 Uhr auf den meisten Fotos deutlich sichtbar bleibt. Der Schneefall ist bis zu etwa dieser Zeit auch durch ständigen Neuschnee auf der Fahrbahn und im Umfeld erkennbar. Danach ist er nicht sicher bewertbar.



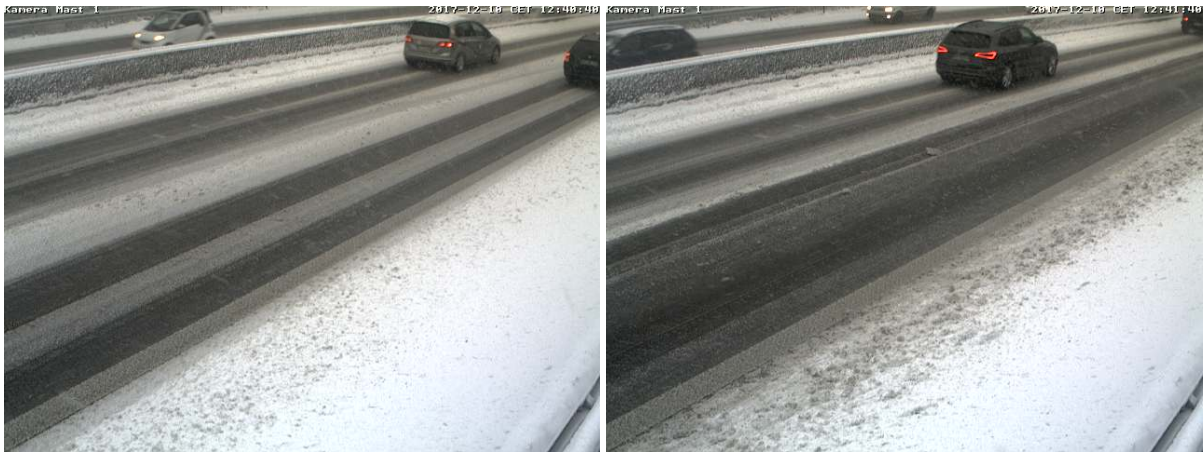
Aufnahmen von der Beobachtungsplatte um 10:46 Uhr (links) und 10:47 Uhr (rechts)

Der fallende Schnee bildet Schneematsch unterschiedlicher Konsistenz auf der Fahrbahn, deutlich erkennbar ist er ab ca. 11:30 Uhr auf dem linken Fahrstreifen und ab ca. 12:00 Uhr auf dem rechten Fahrstreifen.



Fahrbahnzustand auf dem linken Fahrstreifen um 11:35 Uhr (links) und um 11:57 Uhr (rechts)

Dieser ist auf dem linken bis ca. 16:30 Uhr und auf dem rechten Fahrstreifen bis ca. 15:20 Uhr sichtbar. Auf den Fotos von 12:41 Uhr und 13:58 Uhr sind Ergebnisse von Schneepflug-Durchfahrten auf der Fahrbahn erkennbar. Es ist davon auszugehen, dass dabei immer gestreut wurde. Nach dem Ende des stärkeren Schneefalls gegen 14 Uhr ist eine erste Tauwirkung sichtbar. Bereiche der Rollspuren im rechten Fahrstreifen werden zunächst schwarz. Gegen 15:45 Uhr wirkt der rechte Fahrstreifen frei von Schneematsch. Im Bereich der Bodensonden auf dem linken Fahrstreifen ist noch deutlich Schneematsch zu erkennen. Erst nach 17 Uhr wirkt dieser Sensorbereich eisfrei.



Fahrbahnzustand um 12:40 Uhr und 12:41 Uhr vor und nach einem Schneepflugeinsatz



Fahrbahnzustand um 13:57 Uhr und 13:58 Uhr vor und nach einem Schneepflugeinsatz



Fahrbahnzustand um 16:00 Uhr (links) und 17:02 Uhr (rechts)

Nach den Aufzeichnungen der zuständigen Meisterei fanden ab Beginn des Schneefalls drei Einsatzfahrten statt. Ein Streueinsatz erfolgte ca. eine Stunde vor der ersten beobachteten Schneepflugfahrt. Ein weiterer Streueinsatz erfolgte gegen 16 Uhr. Um 03:51 Uhr ist ein Wegschieben von Restschnee auf dem Seitenstreifen erkennbar.

Beim beobachteten Niederschlag um 22:45 Uhr ist aufgrund der Dunkelheit nicht die genaue Art bewertbar.

Ein Niederschlagsbeginn als Regen ist um 08:23 Uhr sichtbar. Das Ende ist nicht bewertbar. In der Folge entsteht eine deutlich nasse Straße, deren Wasserfilmdicke ab ca. 12:30 Uhr zunehmend abnimmt, ohne dass sie einen trockenen Zustand erreicht. Gegen 13:30 Uhr ist nochmals ein Niederschlagbeginn erkennbar. Für den 11. Dezember ist nur ein Winterdienstesatz um 4 Uhr auf dem Seitenstreifen dokumentiert.

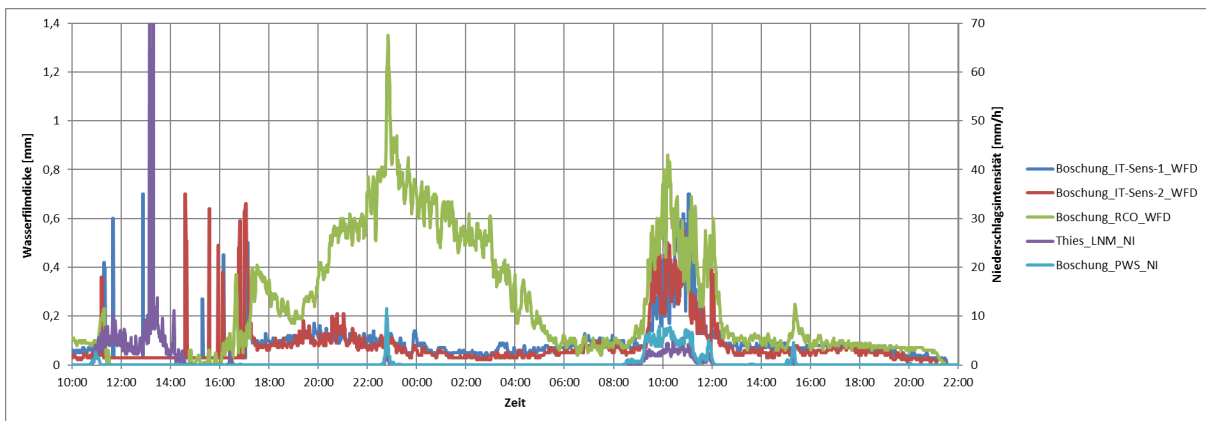
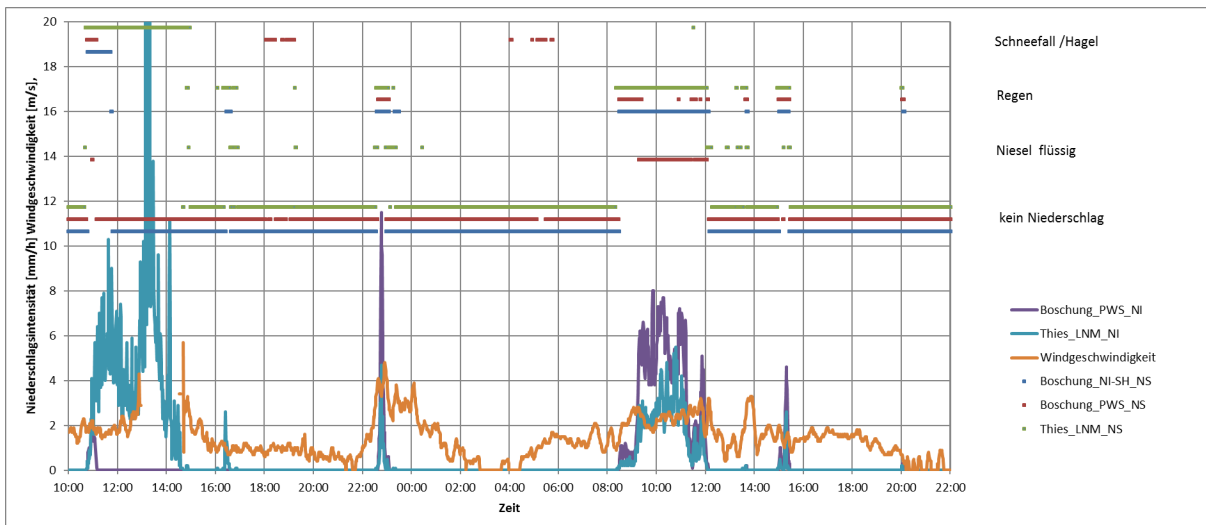
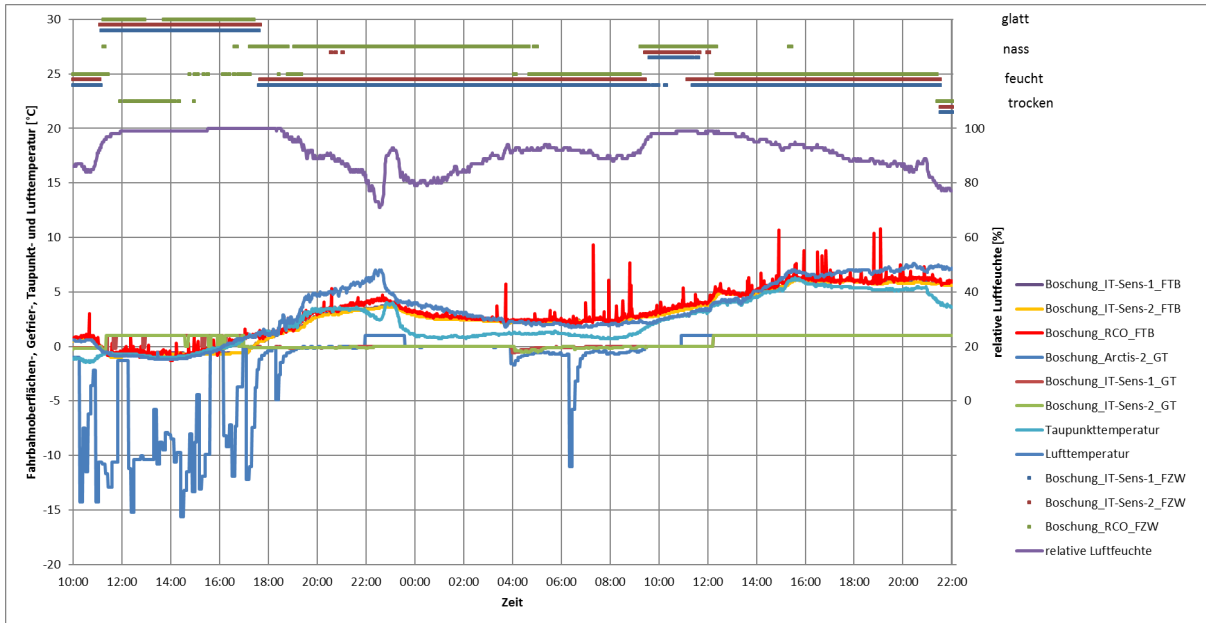


Fahrbahnzustand um 08:30 Uhr (links oben), 09:30 Uhr (rechts oben) und 13:00 Uhr (unten)

– Bewertung der Sensoren der Firma Boschung

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



– Bewertung

Niederschlagsart:

Die Sensoren NI/SH und PWS erkennen den Schneefallbeginn zum gleichen Zeitpunkt wie auf den Fotos erkennbar. Allerdings wird der Niederschlag nur rund eine Stunde (NI/SH) bzw. 20 min (PWS) statt des über drei Stunden beobachteten Niederschlags angezeigt. Ursache könnte ein Zuschneien der Sensoroptik sein. Im weiteren Zeitverlauf wird der visuell erkannte Regen jedes Mal zeitnah erkannt. Der stärkere Niederschlag ab ca. 10 Uhr am 11.12. wird als Niesel angegeben. Genaue Definitionen für diese Niederschlagsart liegen nicht vor.

Die Messergebnisse beider Sensoren sind bei Schneefallereignis (Fall 1.1) aufgrund zu kurzer Schneefallangaben **negativ** zu bewerten. Bei Regen (Fall 1.2) sind sie **positiv** zu bewerten.

Fahrbahnzustand:

Die IT-Sens melden die Fahrbahnzustand entsprechend den erkennbaren Bedingungen. Der RCO gibt dagegen in der deutlich sichtbaren Schneebedeckung sehr häufig trocken an. Davon einmal 45 Minuten durchgängig.

Bei dem zweiten Niederschlagsereignis reagieren alle Sensoren plausibel. Die genaue Wasserfilmdicke und damit die richtige Fahrbahnzustandsangabe kann nicht eingeschätzt werden

Die Messergebnisse beider IT-Sens sind in beiden Fällen **positiv** zu bewerten.

Die Messergebnisse des RCO sind beim Schneefallereignis aufgrund fehlender Schneeerkennung **negativ** und beim Regenereignis **positiv** zu bewerten.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicke beider IT-Sens steht in der Schnee-/Schneematschphase mit vielen erkennbaren wechselnden Situationen rund drei Stunden stabil bei 0,03 mm, der RCO ähnlich lange bei 0 mm. Weder die geringe Höhe noch die lange Konstanz werden als plausibel eingeschätzt.

Der weitere Verlauf der IT-Sens-Werte ist weitgehend plausibel im Vergleich zum Niederschlag, Ausnahme: kaum eine Reaktion zum kurzen Niederschlag um 22:45 Uhr bei vom PWS gemessenen Niederschlag von rund 1 mm in 20 min. Der LNM hat im Vergleich nur rund 0,4 mm angegeben.

Der vom RCO angezeigte Anstieg der Wasserfilmdicke vor dem Niederschlag in der Zeit um 22:45 Uhr ist nur im Zusammenhang mit Schmelzwasser vom linken Fahrbahnrand erklärbar.

Gefriertemperatur:

Während der deutlich sichtbaren Schneephase mit einer höheren Wasserfilmdicke geben beide IT-Sens die Meldung „Gefriertemperatur nicht messbar“ aus. Das ist genauso wenig plausibel, wie die sehr tiefen Gefriertemperaturen der ARCTIS. Sehr tiefe Gefriertemperaturen mit großer Differenz zur Fahrbahnoberflächentemperatur lassen keinen Schnee auf der Fahrbahn vermuten.

Die Streuung kurz um 4 Uhr wird mit unterschiedlichen Messwerten erkannt. Warum es nach 6 Uhr bei der ARCTIS ohne Niederschlag und von den IT-Sens angegebenen fast gleichbleibenden Wasserfilmdicken zu einem extremen tiefen Ausschlag der Gefriertemperatur kommt, lässt sich nicht erklären.

Da vor dem zweiten Niederschlag bei noch vorhandener Feuchte die Gefriertemperatur mit 0°C angegeben wird, werden auch keine Änderungen der Gefriertemperatur erwartet. Die ARCTIS-Sonde gibt trotz hoher Wasserfilmdicke noch vor Erreichen der Fahrbahnoberflächentemperatur von 4°C keine Gefriertemperatur mehr an (Messwert nicht ermittelbar).

Beide IT-Sens zeigen trotz der verschiedenen Streueinsätze nie eine Gefriertemperatur unter -1°C an.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

Die Fahrbahnoberflächentemperaturkurve des RCO enthält viele Ausreißer. Sie gehen immer zu einer höheren Temperatur.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

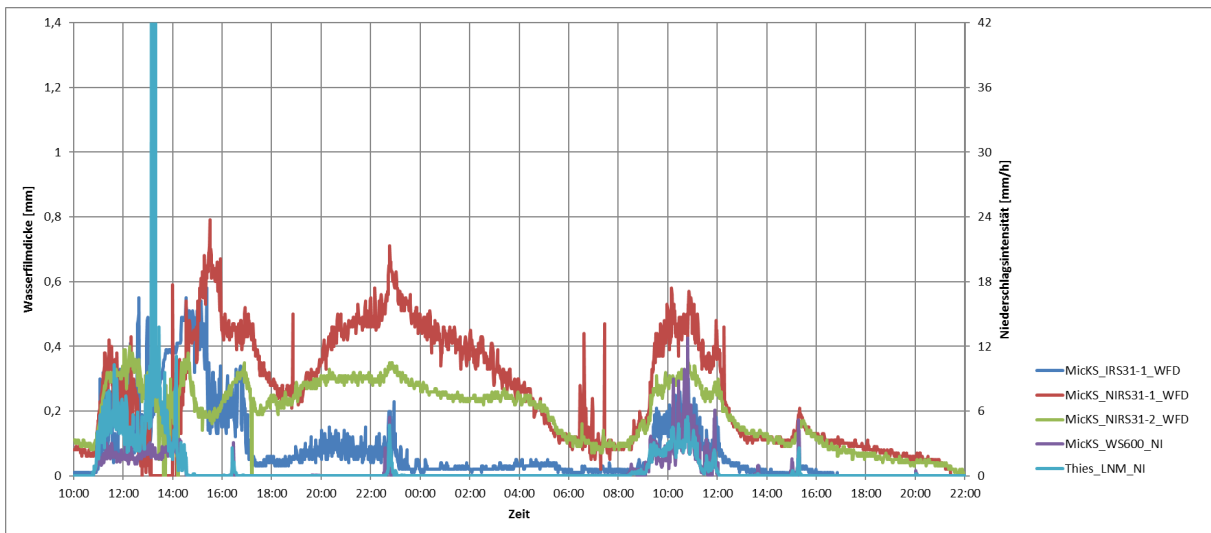
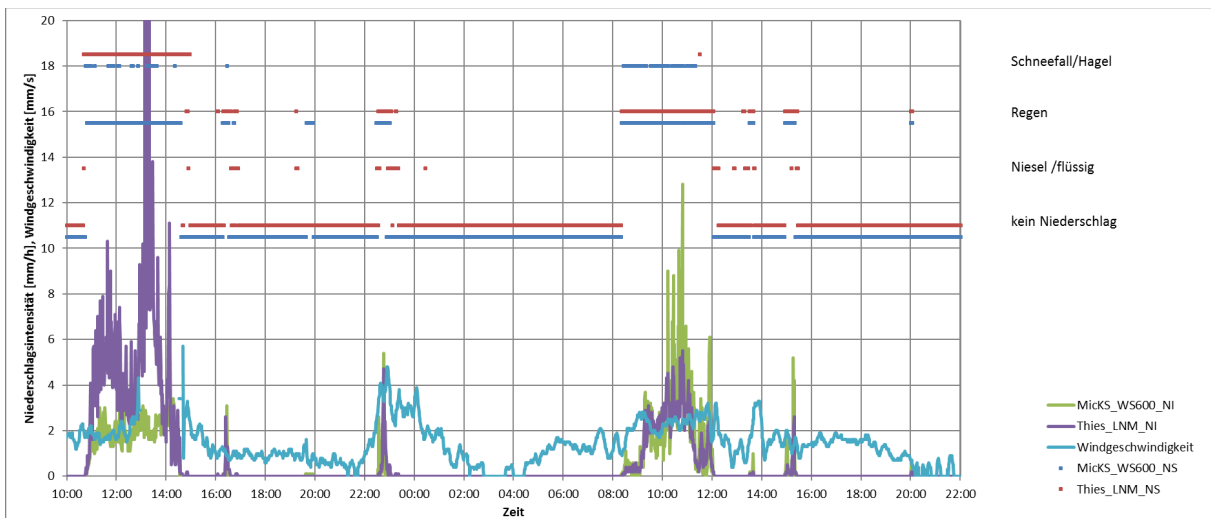
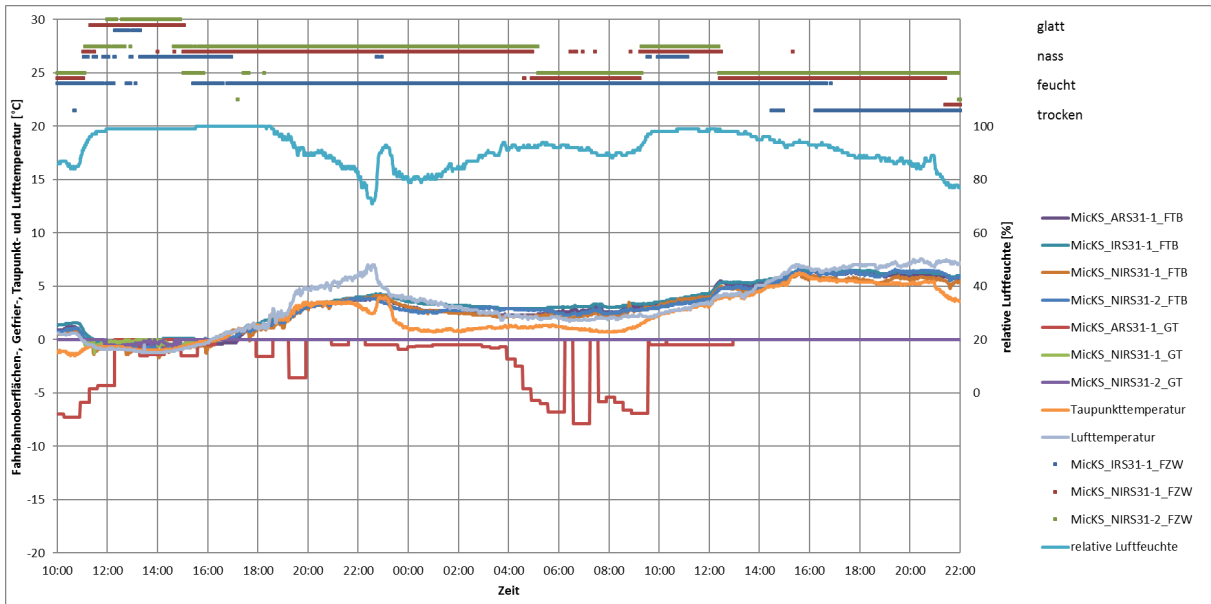
Aufgrund der angegebenen Fahrbahn- und Lufttemperaturen um 0°C und des meist angegebenen Fahrbahnzustandes „glatt“ bei beobachtetem Schnee auf der Fahrbahn sollte der Datennutzer auf eine Glättegefahr sensibilisiert sein. Der RCO mit seiner mehrfachen längeren Angabe eines trockenen Fahrbahnzustandes bei schneebedeckter Fahrbahn schwächt diese Sensibilisierung deutlich ab.

Die nur kurzzeitige Niederschlagsangabe zusammen mit der sich ändernden minimalen Wasserfilmdicke lässt nicht auf die beobachtete längere Zeit mit Schneebedeckung der Fahrbahn schließen. Die Gefrier- temperaturangaben der IT-Sens helfen aufgrund fehlender Messung nicht weiter, die Gefrier-temperaturen der ARCTIS mit deutlich tieferen Werten als die Fahrbahnoberflächentemperatur im Zeitraum der Schneebedeckung lassen eine falsche Einschätzung der Situation zu.

Die Daten in der Gesamtheit lassen nicht auf die beobachtete Schneematschsituation über einen längeren Zeitraum schließen.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der Sensor WS600 erkennt den Schneefallbeginn etwa zum gleichen Zeitpunkt, wie er auf den Fotos erkennbar ist. Allerdings wird der Niederschlag während der weiteren beobachteten Schneefallphase überwiegend als Regen erkannt. Im weiteren Zeitverlauf wird der visuell erkannte Regen jedes Mal zeitnah erkannt. Der Niederschlag am 11.12. ab ca. 9 Uhr wird teilweise als Schnee ausgegeben. Dies ist anhand der Fotos nicht bewertbar.

Das Messergebnis des WS600 ist bei Schneefall aufgrund nicht durchgehender Schneefallerkennung (Fall 1.1.) **negativ** zu bewerten. Bei Regen (Fall 1.2) ist es **positiv** zu bewerten.

Fahrbahnzustand:

Der IRS31pro gibt in der sichtbaren Phase mit Schnee/Schneematsch überwiegend „feucht“ und „nass“ statt „glatt“ an.

Eine differenzierte Einschätzung bezüglich Feuchte oder Nässe ist nicht eindeutig möglich. Die Sensoren reagieren auf den Niederschlag als Regen gegen 09:00 Uhr mit einem Angabenwechsel von „feucht“ auf „nass“.

Er meldet am 11.12. vor 16 Uhr die Fahrbahn erstmals als trocken. Zu diesem Zeitpunkt ist kein Abtrocknungsvorgang zu beobachten.

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen meldet den Fahrbahnzustand weitgehend gleich zu den Beobachtungen. Der NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen meldet die sichtbare Schneebedeckung aber erst später als beobachtet und nicht durchgehend.

Die Ergebnisse des IRS31pro sind aufgrund fehlender Schneeerkennungen im ersten Betrachtungsfall und der nicht beobachteten Abtrocknung im zweiten Betrachtungsfall zweimal als **negativ** zu bewerten.

Die Messergebnisse der beiden NIRS31 sind bei Schnee unterschiedlich (**negativ** auf dem linken Fahrstreifen/**positiv** auf dem rechten Fahrstreifen) zu bewerten.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken beider NIRS31 schwanken während der Schneephase sehr stark. Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen zeigt in dieser Phase rund 50 Minuten hintereinander 0 mm an. Das widerspricht auch den Fahrbahnzustandsangaben, die durchgehend als nicht „trocken“ angegeben werden.

Im weiteren Verlauf zeigt der NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen weitgehend plausibel im Vergleich zum Niederschlag an. Für den rechten Fahrstreifen ist mit dem dortigen NIRS31 ein ähnlicher Verlauf im Vergleich zum RCO und DSC111 zu sehen, der nicht mit den Niederschlagsangaben übereinstimmt und wahrscheinlich auf getauten Schnee am linken Fahrbahnrand zurückzuführen ist.

In der Zeit um 06:00 Uhr zeigt der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen einige Ausreißer bei der Wasserfilmdicke an. In dieser Zeit bestand eine hohe Verkehrsstärke mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten zwischen 40 und 50 km/h.

Gefriertemperatur:

Der ARS31pro gibt mit Beginn des Schneefalls eine steigende Gefriertemperatur an. Dies ist als plausibel zu sehen, da der Schnee eine möglicherweise vorhandene Salzlösung verdünnt. Die Streuung kurz vor 4 Uhr wird erkannt. Die schlagartigen Wechsel auf 0°C und zurück auf einen etwa gleichen Ausgangswert können durch nicht einwandfreie Messzyklen zustande kommen. Diese sollten dann in jedem Fall nicht als 0°C angezeigt werden.

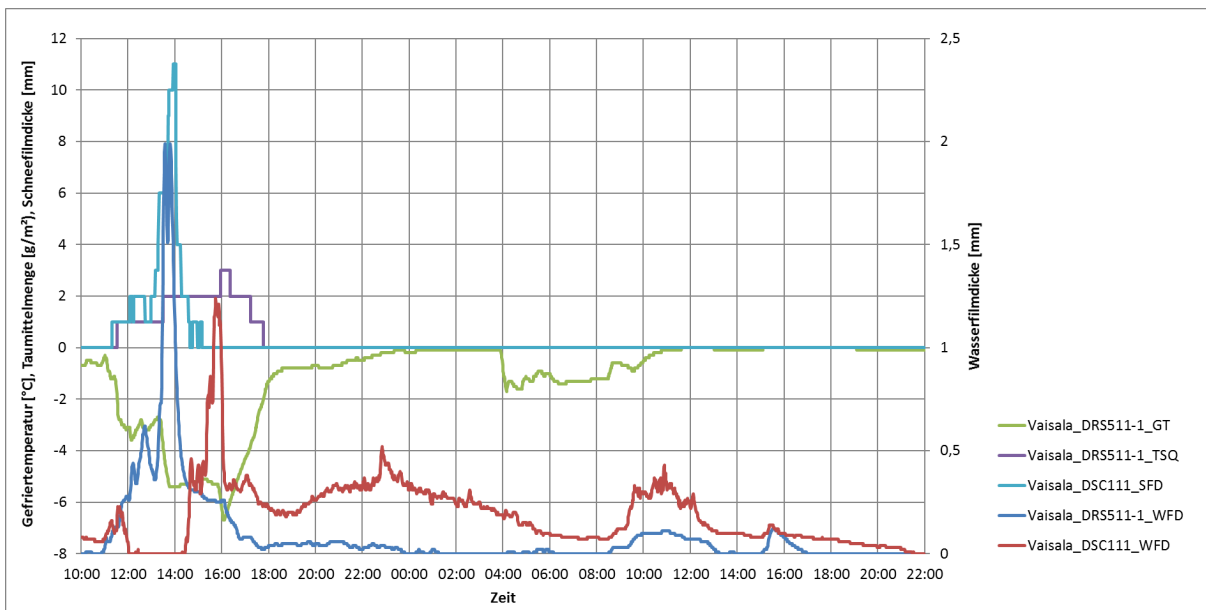
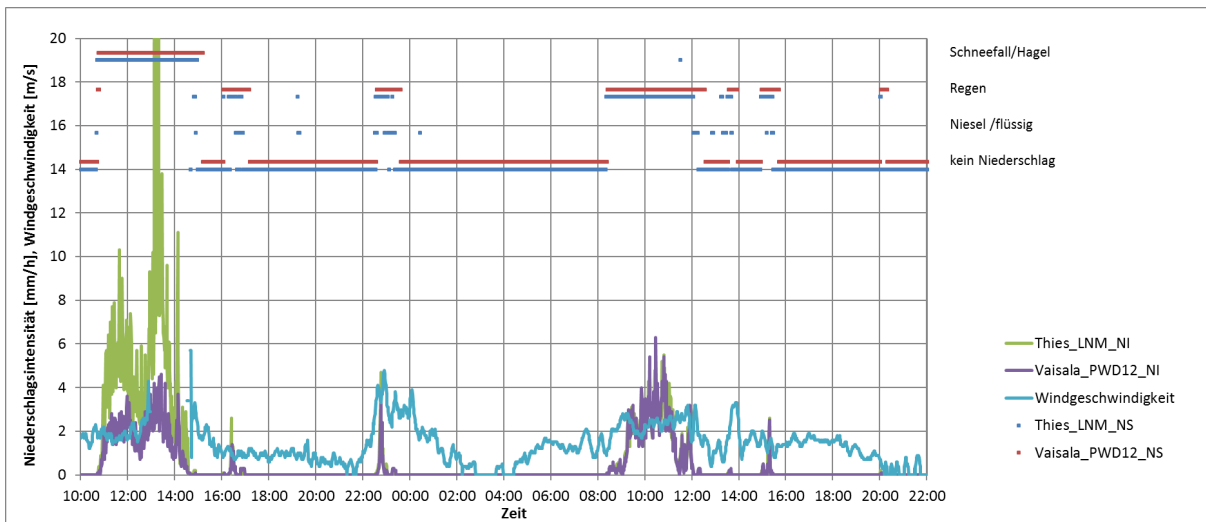
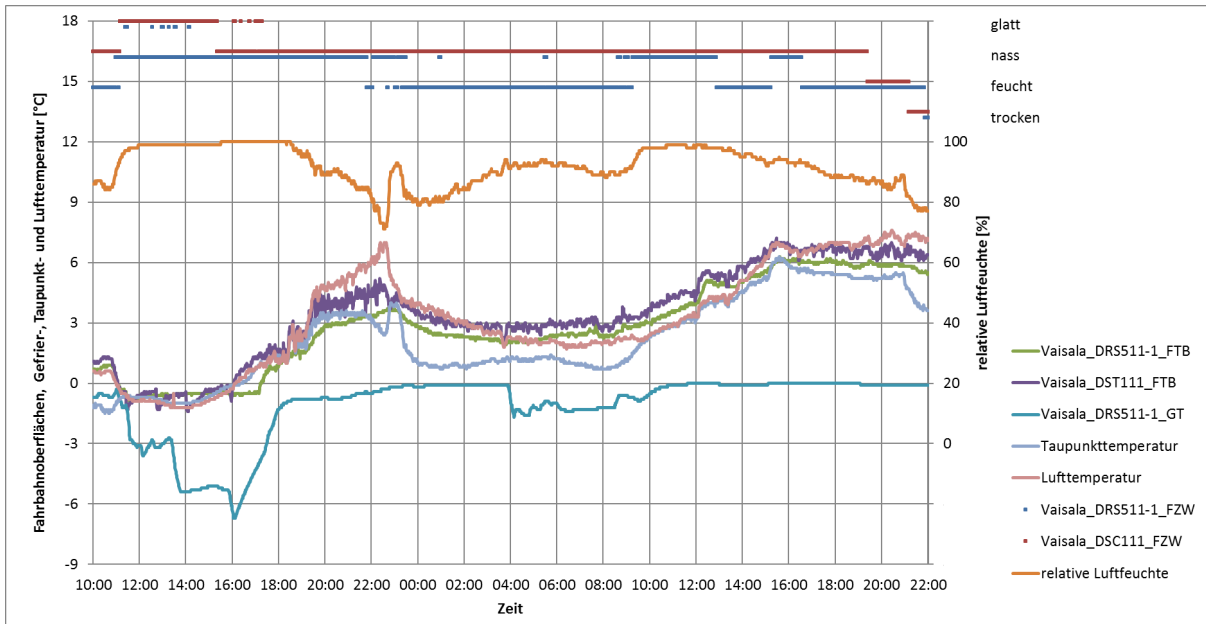
Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Angaben der Fahrbahn- und Lufttemperaturen um 0°C und des Fahrbahnzustandes mit überwiegend „glatt“ und in keinem Fall mit „trocken“ sensibilisieren den Datennutzer in Bezug auf eine Glättegefahr.

Die weiteren Angaben, wie die hohen Werten für die Wasserfilmdicke und des Niederschlages sowie keine Gefriertemperatur deutlich unter 0°C lassen keine Zweifel an eine hohe Glättegefahr aufkommen.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

• Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 erkennt den ersten Schneefall und dann auch im weiteren Verlauf richtig. Nach dem Schneefall meldet er alle weiteren Niederschläge als Regen ebenfalls korrekt.

Die Messergebnisse des PWD12 sind in beiden Betrachtungsfällen (1.1. und 1.2) als **positiv** zu bewerten.

Fahrbahnzustand:

Der DSR511 erkennt nur im geringen Umfang den beobachteten Schnee/Schneematsch, der DSC111 dagegen durchgehend richtig. Im weiteren Verlauf des Zeitraums wird immer eine Feuchte oder Nässe angegeben.

Die Messergebnisse des DSR511 sind aufgrund der oft fehlenden Angabe „glatt“ bei beobachtetem Schnee auf der Fahrbahn als **negativ** zu bewerten. Die Messergebnisse bei dem Regenereignis werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden in beiden Fällen **positiv** bewertet.

Gefriertemperatur:

Während der Schnee-/Schneematschphase gibt der DRS511 eine Gefriertemperatur deutlich unterhalb der Fahrbahnoberflächentemperatur. Eine Schneebedeckung kann damit nicht vermutet werden.

Zwischen den Niederschlägen sinkt die Gefriertemperatur geringfügig. Da die Wasserfilmdicke mit 0,01 mm angegeben wird, kann es sich nur um eine minimale Salzmenge handeln.

Wasserfilmdicke/Schneefilmdicke:

Die Wasserfilmdicke gibt der DSC111 während der Schneephase sehr häufig mit 0 mm an. Dafür wird eine Schneefilmdicke über 0 mm angegeben.

Die Wasserfilmdicke korreliert bei beiden Sensoren mit dem Niederschlagsverlauf. Ausnahme ist die Zeit vor dem Niederschlag gegen 22:45 Uhr. Auch hier hat der DSC111 wie die anderen beiden Sensoren auf dem rechten Fahrstreifen eine leicht ansteigende Wasserfilmdicke vor dem Niederschlagsbeginn gemessen, die durch ablaufende Schneeschmelze von links entstanden sein kann.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Anhand der Angaben für den Niederschlag und den Fahrbahnzustand/Schneefilmdicke (hier nur der DSC111) kann eindeutig auf eine Glätte geschlossen werden. Auch alle Temperaturangaben weisen eine kritische Situation aus. Aus diesen Angaben lassen sich mehrfache Räum- und Streueinsätze ableiten, die nach der Beobachtung auch geboten waren.

Die Angaben des DRS511 zum Fahrbahnzustand mit der überwiegenden Angabe „nass“ und zur Gefriertemperatur mit Werten unter der Fahrbahnoberflächentemperatur verunsichern den Nutzer, da sie auf einen ausreichenden Salzanteil für den gefallenen Schnee schließen lassen würde. Diese Angaben würden weitergehende Winterdienstaktivitäten nach dem ersten Einsatz seit Schneefallbeginn eher nicht mehr notwendig erscheinen lassen.

Fall 2: Situation am 11.12.2017 (23:00 Uhr) bis 12.12.2017 (23:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

Um 23:24 Uhr sind erste Regentropfen auf der Beobachtungsplatte deutlich zu erkennen. Ein weiterer Verlauf ist nicht bewertbar. Ab 01:47 Uhr bis ca. 05:45 Uhr ist ein Niederschlag deutlich als Partikel in der Luft zu erkennen. Immer wieder weiße Punkte auf der Beobachtungsplatte deuten auf Schneefall hin. Dieser taut aber immer sofort. Eine Schneeschicht entsteht auf der Beobachtungsplatte nicht.

Ab ca. 00:50 Uhr ist Wasser auf dem rechten Fahrstreifen erkennbar. Bis ca. 05:50 Uhr ist eine deutliche Feuchte in der linken Rollspur auf dem rechten Fahrstreifen zu erkennen, die auch auf eine sonst sehr feuchte Fahrbahnoberfläche hinweist. Bis ca. 11:45 Uhr endet eine Abtrocknung, die auf dem linken Fahrstreifen gut erkennbar ist. Der weitere Verlauf ist nicht bewertbar.

Schnee auf der Fahrbahn ist im gesamten Zeitraum nicht zu erkennen. Ein Streueinsatz ist von der Meisterei für die Zeit um 2 Uhr dokumentiert. Die Dokumentation ist nicht eindeutig. Sie kann auch für den Folgetag gegolten haben, an dem die Glättewahrscheinlichkeit ähnlich hoch war.



Fahrbahnzustand und erkennbarer Niederschlag um 02:00 Uhr (links), Niederschlag auf der Beobachtungsplatte 02:36 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 03:32 Uhr (links) und 05:03 (rechts)

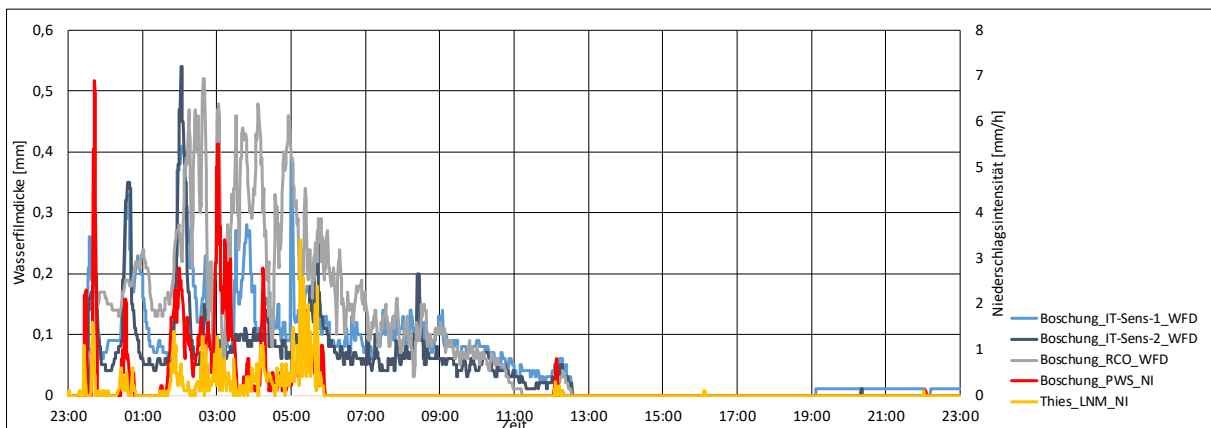
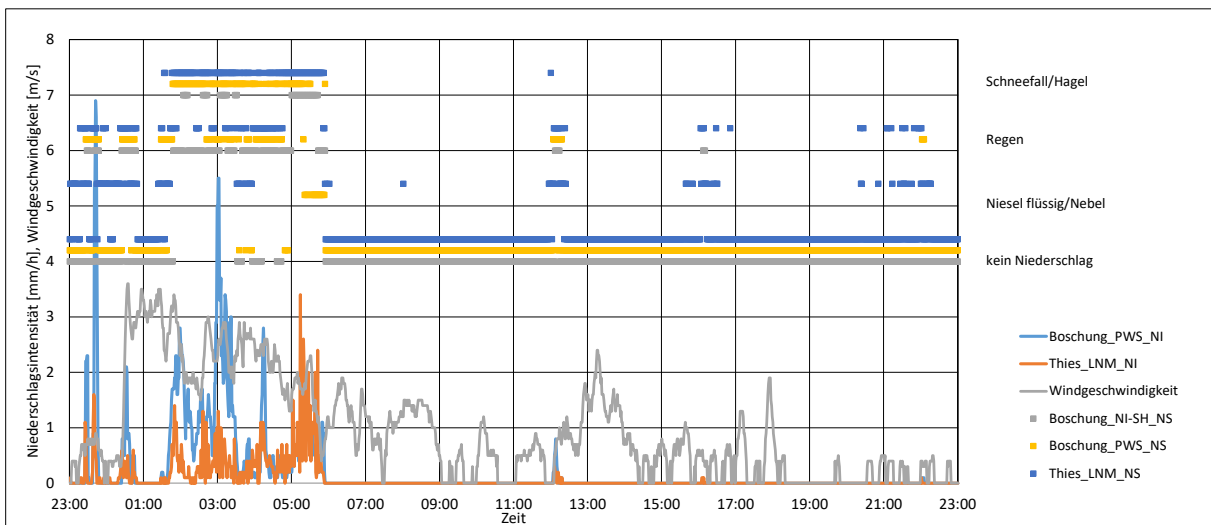
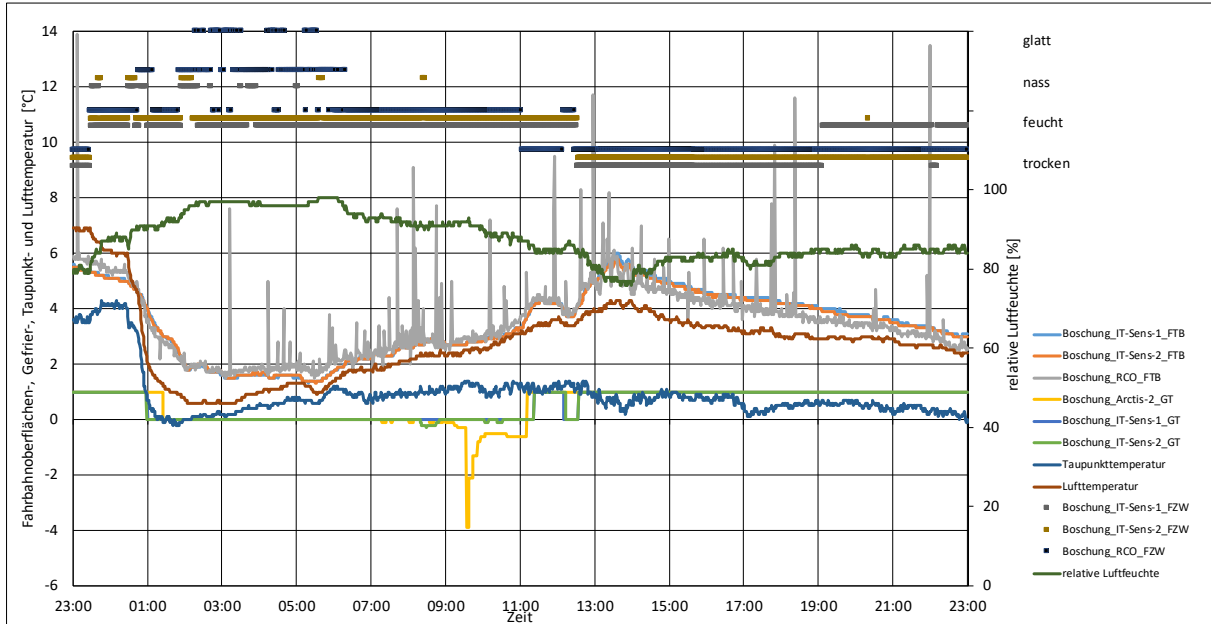


Fahrbahnzustand um 09:29 Uhr (links) und 11:33 (rechts)

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefrier-temperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Die Angaben des PWS stimmen mit dem beobachteten Niederschlag weitgehend überein. Der NI/SH zeigt den Schneefall sehr oft nur als flüssigen Niederschlag an und erkennt auch mal keinen Niederschlag trotz der vorliegenden Beobachtung.

Die Messergebnisse des PWS werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des NI/SH werden aufgrund fehlender Niederschlagsanzeigen **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die Angaben der beiden IT-Sens können, soweit es eindeutig erkennbar ist, als richtig anzeigend bewertet werden.

Die häufigen „glatt“-Angaben des RCO zwischen 02:00 Uhr und 06:00 Uhr werden visuell auf den Fotos nicht gesehen, können aber nicht ausgeschlossen werden. Allerdings kann es sein, dass der RCO die Schneekristalle, wie sie auf der Beobachtungsplatte für den Niederschlag auf den Fotos kurz zu sehen sind, erkennt und daraus die Meldung „glatt“ ableitet.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Verläufe der Wasserfilmdicken erfolgt etwa mit der Niederschlagsintensität synchron. Zwischen den beiden IT-Sens bestehen deutliche Unterschiede. Dabei zeigt der IT-Sens-1 meist deutlich höhere Wasserfilmdicken an.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur wird von allen drei Sensoren fast ausschließlich mit 0°C oder bei trockenen Fahrbahn als nicht messbar angegeben. Auf die dokumentierte Streuung um ca. 2 Uhr reagiert trotz ausreichender Feuchte keiner der Sensoren. Der Abfall bei der Gefriertemperatur nach 09:00 Uhr im Messverlauf der ARCTIS-Sonde ist nicht erklärbar.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

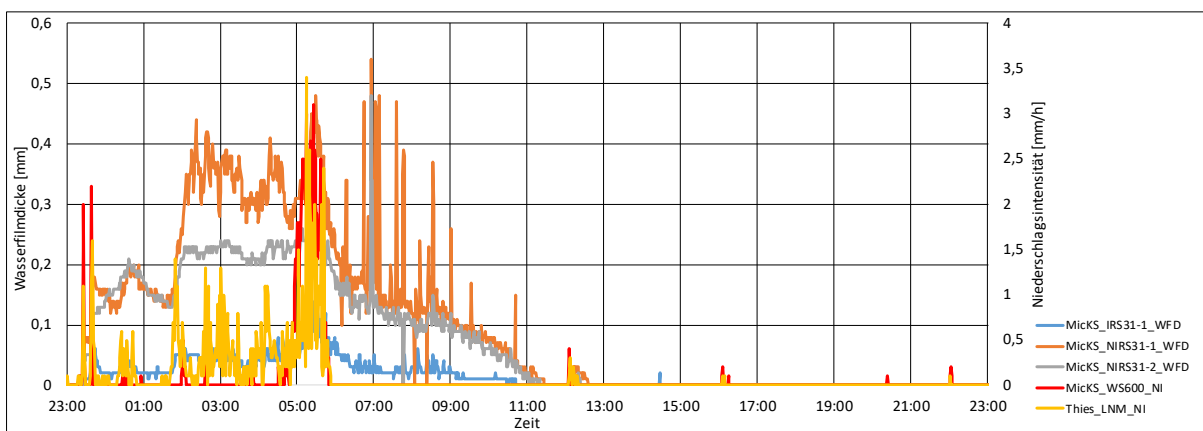
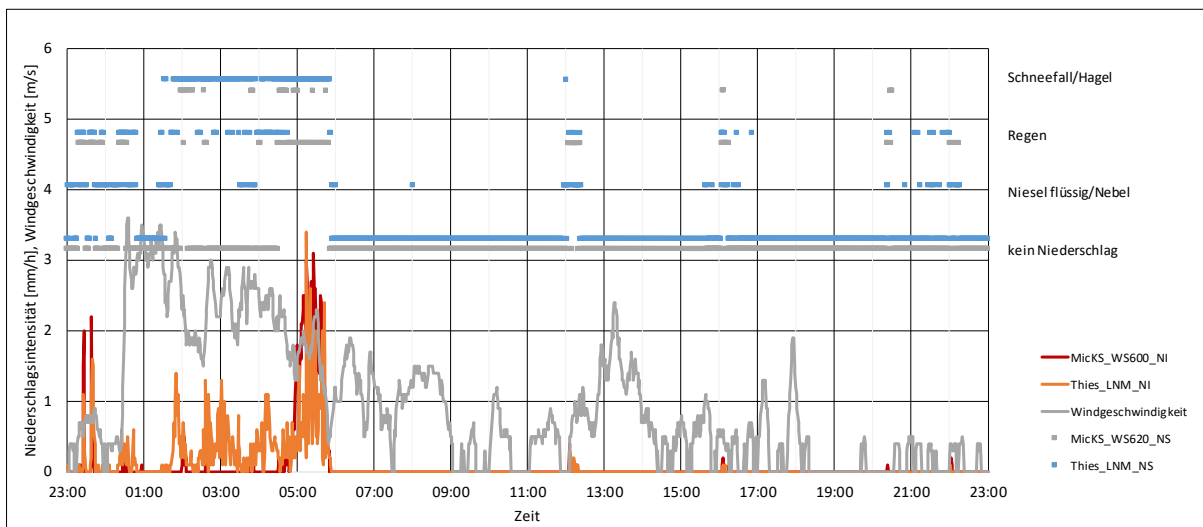
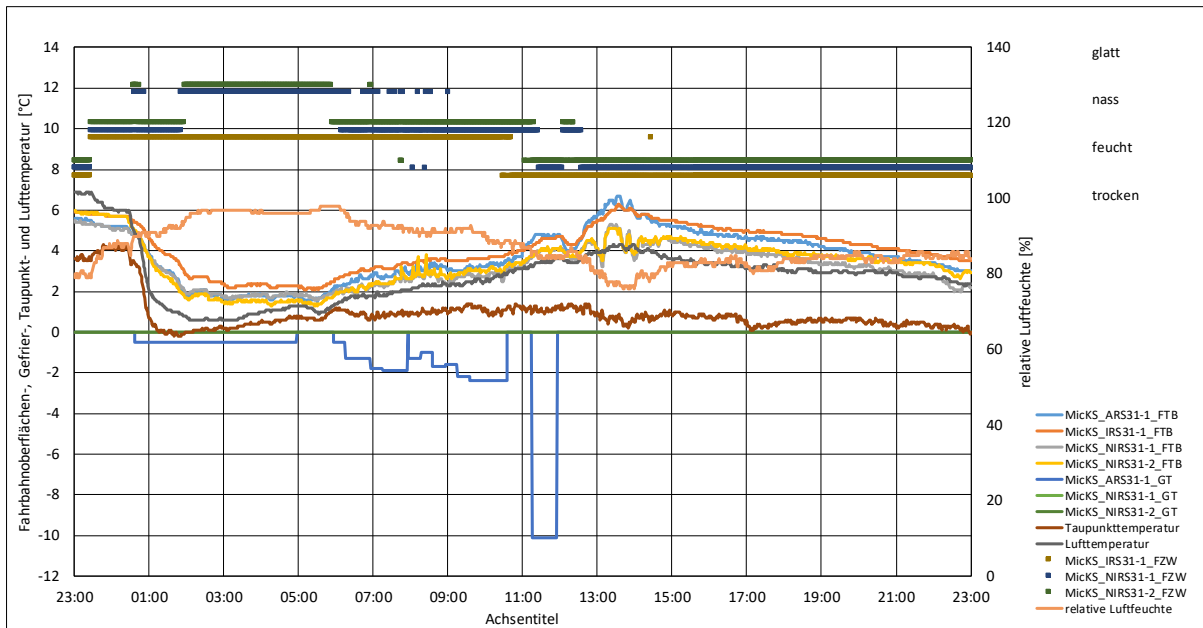
Die Fahrbahnoberflächentemperaturkurve des RCO enthält viele Ausreißer. Sie gehen überwiegend zu einer höheren Temperatur.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Der betrachtete Fall steht für eine Situation, auf die schwierig zu reagieren wäre. Fortlaufender Schneefall bei Temperaturen geringfügig über 0°C kann immer schnell zu einem weiteren Abfall der Temperaturen und damit zu gefährlicher Glätte führen. Nach den Daten wären weitere vorbeugende Streueinsätze angebracht gewesen.

– Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 erkennt die lange beobachtete Niederschlagsphase über längere Zeiten weder als flüssigen noch als festen Niederschlag. Kürzere Niederschlagsphasen, die auch eine kurze Feuchte auf der Fahrbahn zur Folge haben, erkennt er richtig als Regen.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Niederschlagserkennung über einen längeren Zeitraum als **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden NIRS31 geben die subjektiven Beobachtungen richtig wieder. Der IRS31pro gibt den Fahrbahnzustand öfter mit „feucht“ statt „nass“ im Vergleich zu den NIR31 als weniger kritisch wieder. Die Abtrocknung gibt er etwas früher im Vergleich zur Beobachtung an.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse der NIRS31 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die gemessenen Wasserfilmdicken unterscheiden sich zwischen denen der beiden NIRS31 und des IRS31pro erheblich. Die berührungslos arbeitenden Sensoren zeigen eine deutlich höhere Wasserfilmdicke an als die Bodensonde IRS31pro. Die Messwerte des IRS31pro folgen aber dem beobachteten Niederschlag und den Messwerten des Niederschlagssensors LNM.

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen zeigt in der Hauptverkehrszeit häufig hohe Ausreißer, die auf Einwirkungen von Fahrzeugen auf die Messung hinweisen.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur gibt der ARS31pro in der Niederschlagsphase konstant nahe 0°C (nicht gleich 0°C), obwohl der Niederschlag eine ständig wechselnde Wasserfilmdicke erzeugt. Das ist nicht plausibel. In der Abtrocknungsphase zwischen 06:00 Uhr und 10:30 Uhr ist der sinkende Verlauf plausibel. Der kurze Anstieg um ca. 8 Uhr könnte auf einen kurzen Niederschlag (siehe Angaben des LNM) zurückgeführt werden.

Die angegebenen niedrigen Werte nach 11 Uhr sind aufgrund der gleichzeitig trocken angegebenen Fahrbahnoberfläche nicht plausibel.

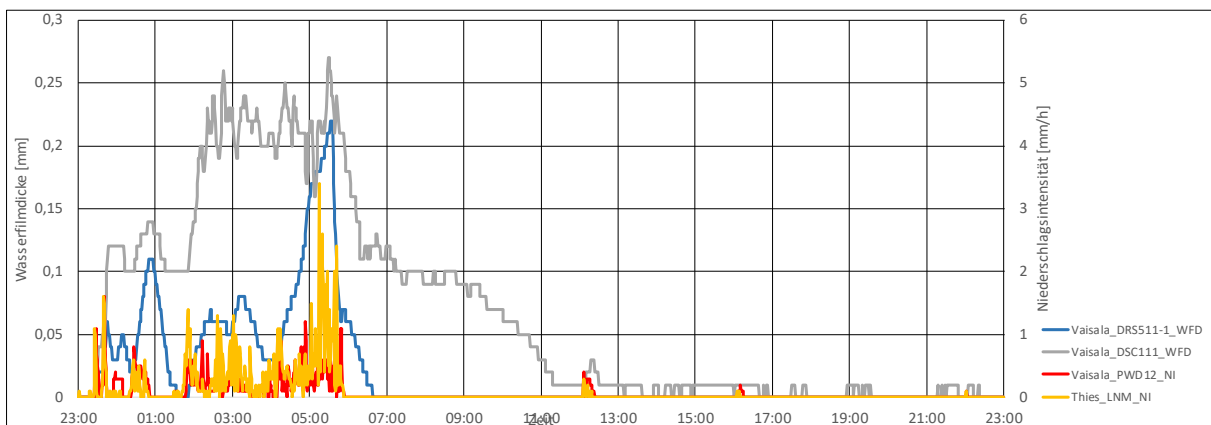
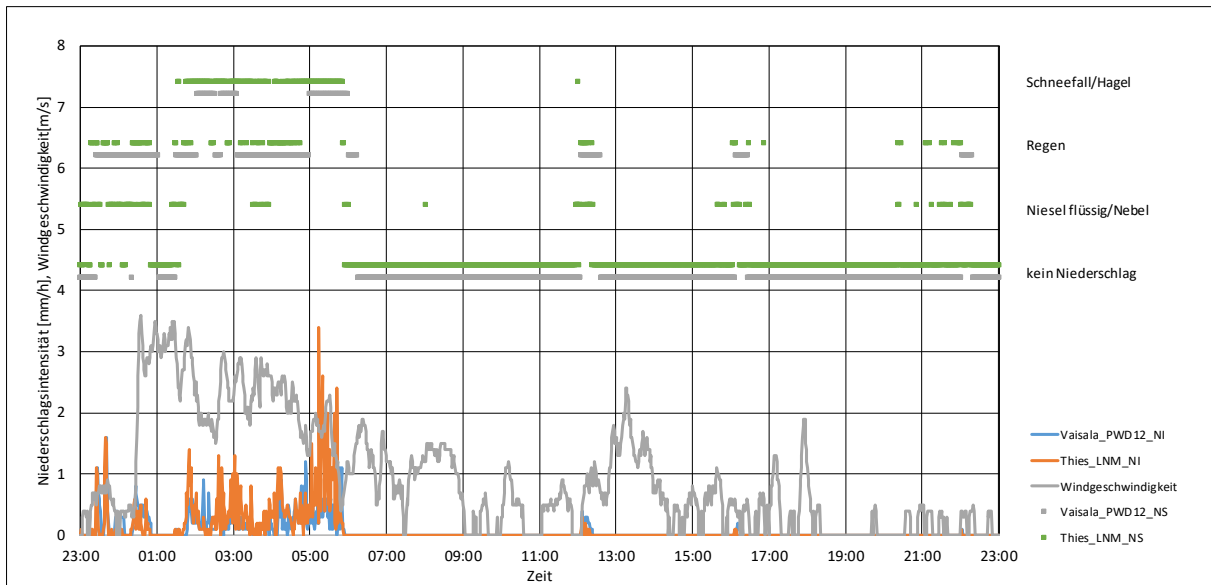
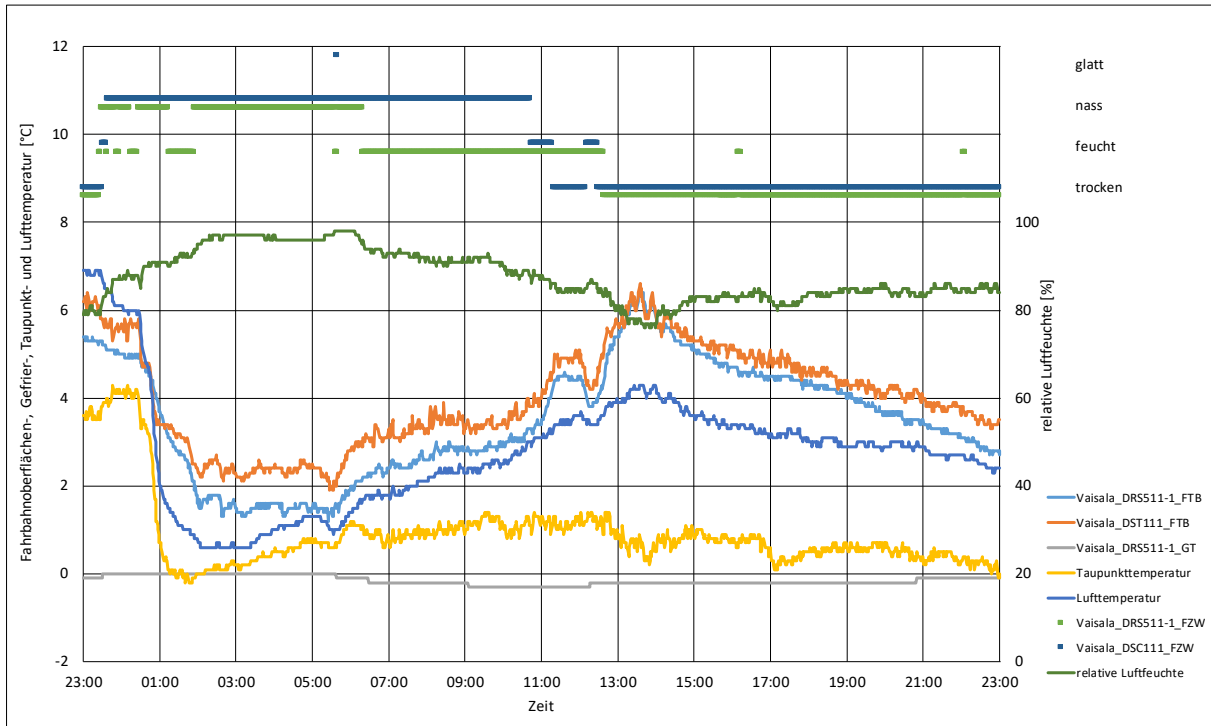
Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Der betrachtete Fall steht für eine Situation, auf die schwierig zu reagieren wäre. Fortlaufender Schneefall bei Temperaturen geringfügig über 0°C kann immer schnell zu einem weiteren Abfall der Temperaturen und damit zu gefährlicher Glätte führen.

Die angegebenen Fahrbahnzustände zusammen mit den angegebenen Wasserfilmdicken und den Temperaturen inklusive der Gefriertemperatur weisen auf eine höhere Glättegefahr hin. Nur der nicht angezeigte Niederschlag über einen längeren Zeitraum spiegelt nicht die hohe Glättegefahr wider. Aufgrund der widersprüchlichen Aussagen der einzelnen Sensoren kann bei den Datennutzern eine Unsicherheit entstehen.

Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 erkennt den Niederschlag nicht immer gleich den Beobachtungen. Er gibt oft bei Schneereggen durchgängig keinen festen, sondern nur flüssigen Niederschlag an. Das Messergebnis des PWD12 wird **negativ** gewertet.

Fahrbahnzustand:

Der Fahrbahnzustand feucht/nass wird vom DRS511 und DSC111 weitgehend den Beobachtungen angegeben.

Die Messergebnisse des DRS511 werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken des DRS511 und DSC111 unterscheiden sich erheblich. Der DRS511 gibt ca. vier Stunden vor der beobachteten Abtrocknung eine Wasserfilmdicke mit 0 mm und als Fahrbahnzustand „feucht“ an. Nach einem Niederschlagsende gehen die Werte für die Wasserfilmdicke sehr schnell auf null Millimeter.

Der DSC111 gibt umgekehrt in der zweiten Hälfte des Betrachtungszeitraum häufiger eine Wasserfilmdicke größer 0 mm bei gleichzeitig ausgegebenem Fahrbahnzustand „trocken“.

Gefriertemperatur/Taustoffmenge:

Die Gefriertemperatur gibt der DRS511 nur mit wenigen Zehnteln Grad unter 0°C an. Diese Werte werden auch bei Trockenheit angegeben.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Der betrachtete Fall steht für eine Situation, auf die schwierig zu reagieren wäre. Fortlaufender Schneefall bei Temperaturen geringfügig über 0°C kann immer schnell zu einem weiteren Abfall der Temperaturen und damit zu gefährlicher Glätte führen.

Die angegebenen Fahrbahnzustände zusammen mit den angegebenen Wasserfilmdicken und den Temperaturen inklusive der Gefriertemperatur weisen auf diese höhere Glättegefahr hin.

Fall 3: Situation am 13.12.2017 (01:40 Uhr) bis 14.12.2017 (01:40 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

In der ersten Nachtzeit des betrachteten Abschnittes kann die Situation auf der Fahrbahnoberfläche nicht eindeutig bewertet werden. Gegen 07:30 Uhr ist ein deutliches Abtrocknen auf der Beobachtungsplatte für den Niederschlag zu erkennen, das auf feuchte Verhältnisse in der Nacht schließen lässt.

Um 09:53 Uhr sind erste Regentropfen auf der Beobachtungsplatte erkennbar, die dann ab ca. 10:15 Uhr in Fließbewegungen übergehen, was auf einen intensiveren Niederschlag hinweist. Ab 13:25 Uhr ist wieder ein Abtrocknen der Platte sichtbar. Ab ca. 14:10 Uhr liegen wieder Regentropfen auf der Platte. Bereits ab 14:20 Uhr ist wieder ein Fließen erkennbar. Um 16:10 Uhr ist ein erstes partielles Abtrocknen der Platte erkennbar. Danach lässt sich der Niederschlag aufgrund der Dunkelheit nicht mehr bewerten.

Die Fotos lassen eine Bewertung eines eindeutig trockenen Fahrbahnzustandes nicht zu. Bei den beiden stärkeren Niederschlägen am Vormittag und nach 14:00 Uhr ist eine deutliche Zunahme der Wasserfilmdicke erkennbar. Dazwischen gibt es eine deutliche Feuchtereduzierung, ohne dass eine trockene Fahrbahnoberfläche erkannt werden kann. Nach 21:00 Uhr nimmt die Nässe auf der Fahrbahn deutlich zu. Ein Niederschlag kann dabei aufgrund der Dunkelheit nicht erkannt werden.



Fahrbahnzustand um 08:10 Uhr (links) und Situation auf Beobachtungsplatte 08:19 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 10:13 Uhr (links) und Situation auf Beobachtungsplatte 10:13 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 11:16 Uhr (links) und Situation auf Beobachtungsplatte 13:43 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 13:45 Uhr (links) und um 14:31 Uhr (rechts)



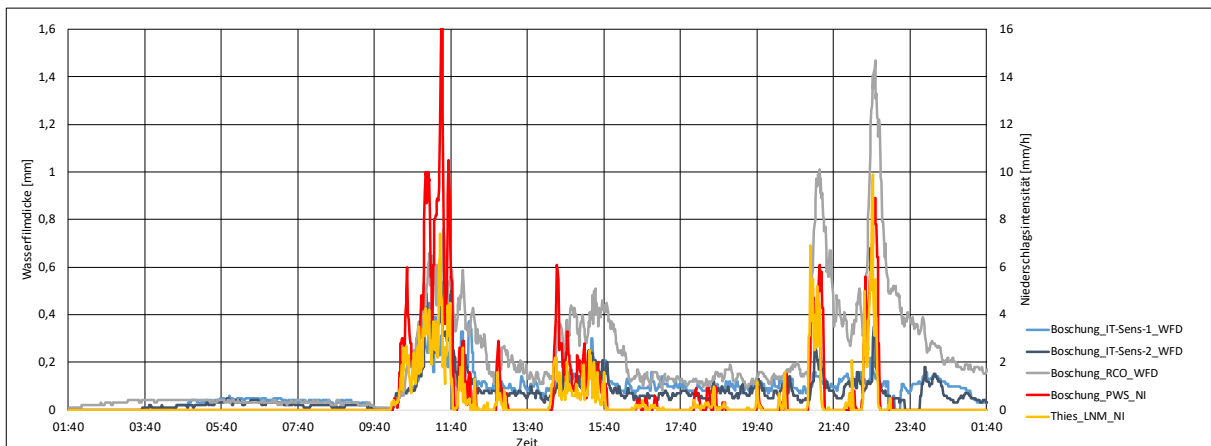
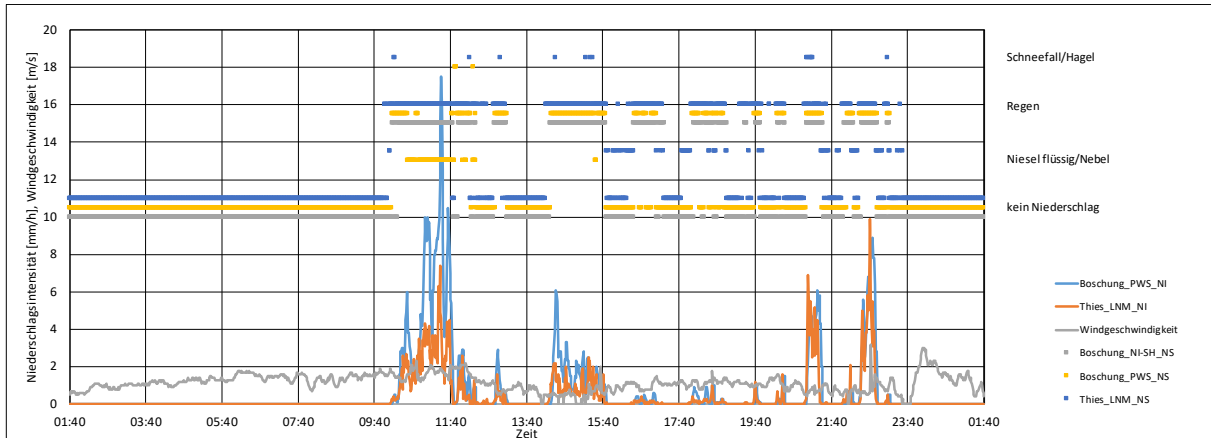
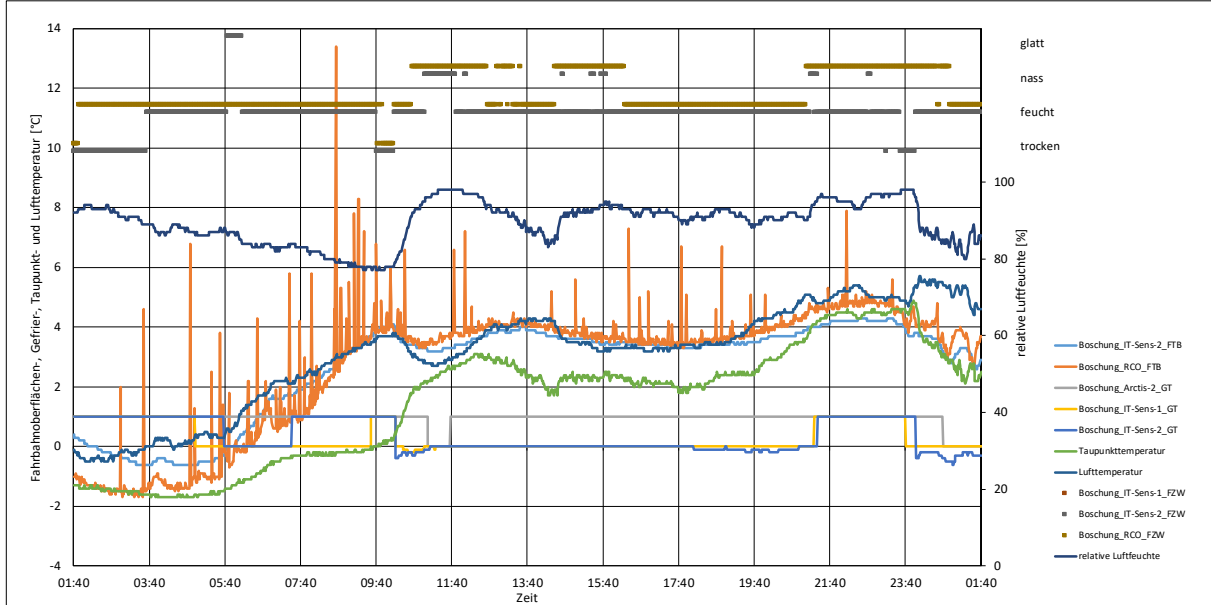
Situation auf Beobachtungsplatte 14:31 Uhr (rechts) und Fahrbahnzustand um 16:15 Uhr (links)

Ein Streueinsatz ist von der Meisterei für die Zeit um 2 Uhr dokumentiert. Die Dokumentation ist nicht eindeutig. Sie kann auch für den Vortag gegolten haben, an dem die Glättewahrscheinlichkeit ähnlich hoch war.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM gibt den Niederschlag sehr zeitnah zur Beobachtung an. Die Boschung-Sensoren folgen ca. zehn Minuten später. Der PWS gibt in der ersten Niederschlagsphase hohe Niederschlagsintensitäten bei gleichzeitiger Meldung von moderaten Niesel an. Das wird noch als richtige Niederschlagsangabe gemäß DIN EN 15518-3 bewertet. Die kurzzeitigen Niederschlagsangaben als festen Niederschlag lassen sich nicht bewerten.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** gewertet

Die Messergebnisse des PWS werden **positiv** gewertet.

Fahrbahnzustand:

Für den im Beobachtungszeitraum von den beiden IT-Sens-Sensoren ersten gemeldeten Übergang von „trocken“ zu „feucht“ gibt es keinen meteorologischen Grund (kein Niederschlag, Taupunkttemperatur bleibt unter der Luft- und Fahrbahnoberflächentemperatur). Ursache könnte nur vorhandenes Salz auf der Fahrbahn sein, das Feuchte aus der Luft angezogen hat. Der wenig spätere Wechsel zum Zustand „glatt“ wäre dann sehr unwahrscheinlich, auch wenn nach den anderen Daten eine Glätte bei Feuchte möglich sein könnte (Fahrbahnoberflächentemperatur unter 0°C und Gefriertemperatur, wenn gemessen, gleich 0°C).

Die Fahrbahnoberflächentemperatur des RCO ist zu Beginn des Bewertungszeitraumes deutlich näher an der Taupunkttemperatur, womit sich eher eine Bildung von Reif oder Tau vermuten lässt. Das der RCO tagsüber öfters als die IT-Sens-Sensoren „nass“ anzeigt, entspricht den subjektiven Beobachtungen.

Eine Bewertung der Sensoren erfolgt aufgrund der fehlenden genauen Beobachtungsmöglichkeiten nicht.

Wasserfilmdicke:

Bis zum ersten Niederschlag messen alle drei Boschung-Sensoren gleichartig sehr geringe Wasserfilmdicken, die wahrscheinlich auf das Vorhandensein von Tausalz zurückzuführen sind. Im weiteren Verlauf folgen die Angaben etwa der Niederschlagsintensität. Eine Ausnahme sind die Werte des IT-Sens nach 23 Uhr. Hier gehen die Werte bei Niederschlag auf null Millimeter herunter, um anschließend ohne Niederschlag anzusteigen.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur sinkt bei beiden IT-Sens-Sonden nicht unter -0,6°C. Die ARCTIS-Sonde meldet nie unter 0°C. Sie meldet überwiegend „Messwert nicht ermittelbar“, obwohl vorgegebene Messbedingungen (Fahrbahnoberflächentemperatur <4°C und Wasserfilmdicke >0,05 mm) häufig vorliegen.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

Die Fahrbahnoberflächentemperaturkurve des RCO enthält viele Ausreißer. Sie gehen überwiegend zu einer höheren Temperatur.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

In den ersten Stunden des Bewertungszeitraumes gibt die Boschunganlage mit dem Fahrbahnzustand eine steigende Glättegefahr (von „trocken“ über „feucht“ zu „glatt“) an. Die gemessenen Bedingungen für eine Glättegefahr gehen im gleichen Zeitraum aufgrund steigender Temperaturen, kein

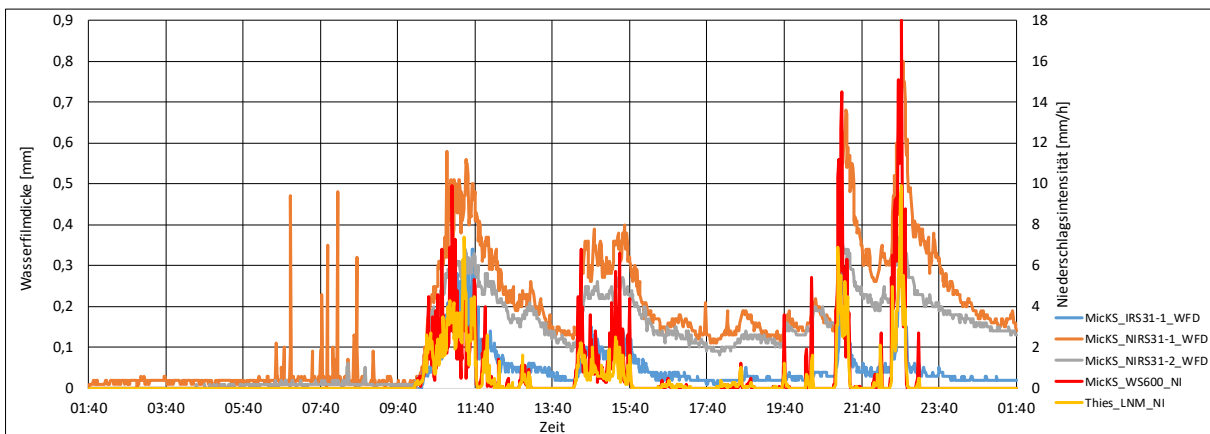
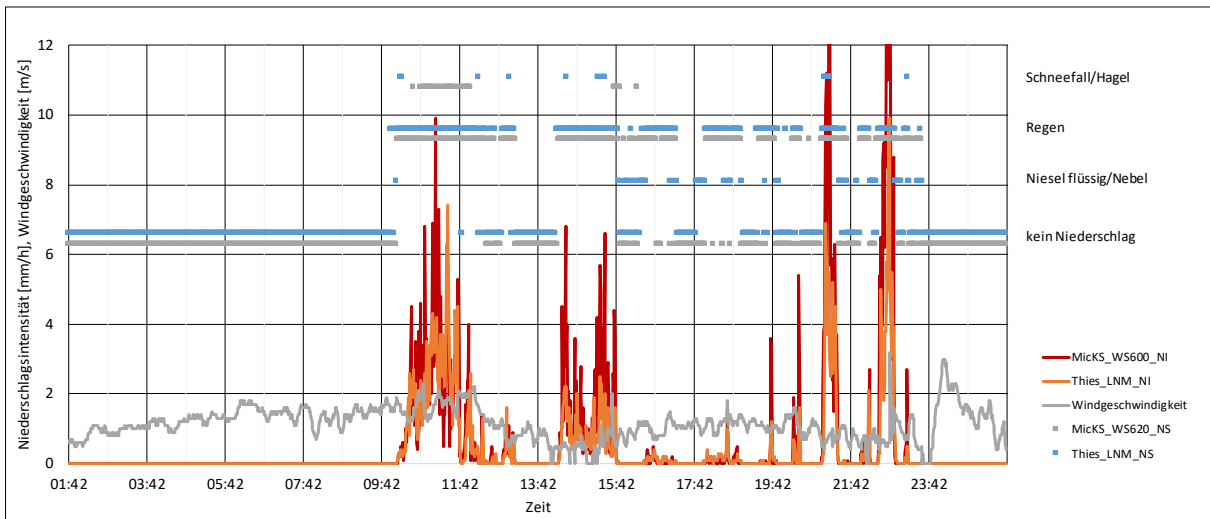
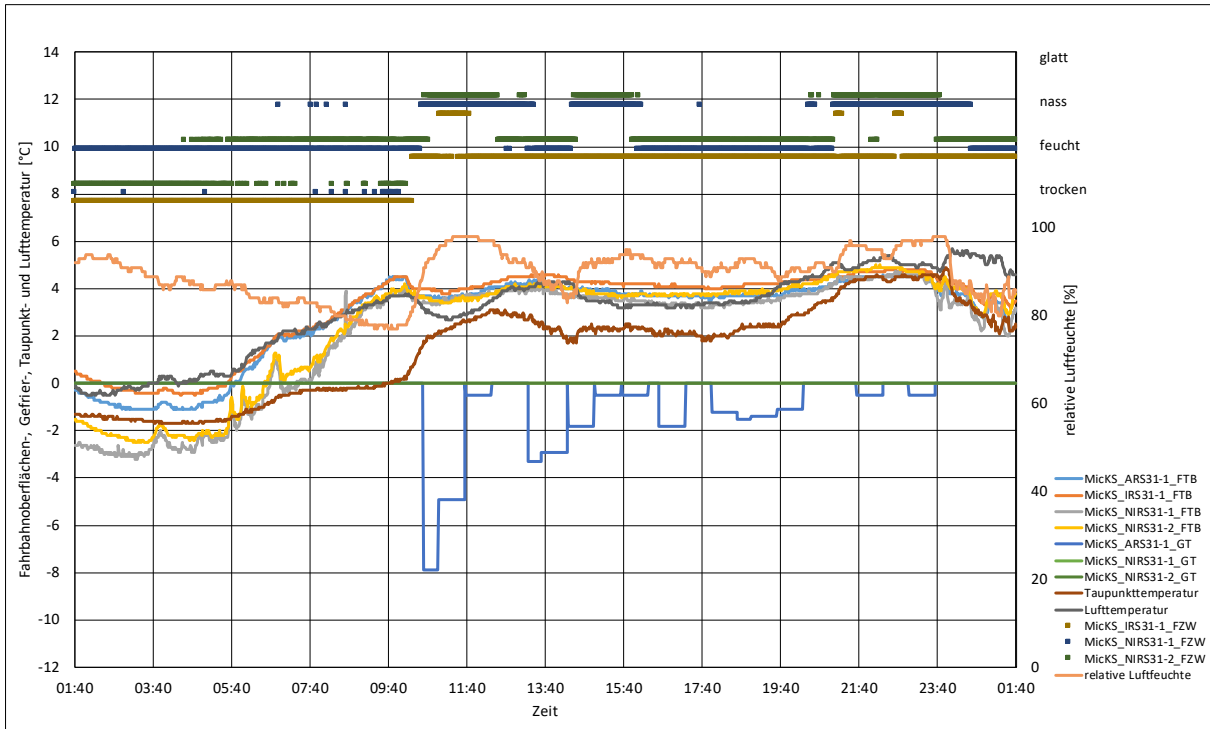
Niederschlag, sinkende relative Luftfeuchte allerdings zurück. Das stellt eine Verunsicherung des Nutzers dar und muss im Zweifelsfall einen Winterdiensteinsatz hervorrufen.

Der weitere Verlauf lässt aufgrund der höheren Temperaturen auf keine Glättegefahr schließen.

Angaben zur Gefriertemperatur stehen häufig nicht zur Verfügung, obwohl die Bedingungen Messungen zulassen sollten. Die Sensoren sind damit keine Unterstützung.

— Bewertung der Sensoren der Firma Lufft

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 gibt im Vergleich zum LNM den ersten stärkeren Niederschlag (10:06 Uhr statt 09:56 Uhr) etwas später an. Im weiteren Verlauf geben beide Sensoren etwa gleiche Werte an und entsprechen, soweit es bewertbar ist, den Beobachtungen. Einzelne Angaben des WS600 als festen Niederschlag können nicht bewertet werden.

Die Messergebnisse des WS600 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Alle drei Sensoren geben bei Niederschlag eine nicht trockene Fahrbahnoberfläche an. Die Feuchteangaben unterscheiden sich allerdings im größeren Umfang. Die Angaben des IRS31pro lassen den Betrachter im Vergleich zu den NIRS31 ein deutlich weniger „nasses“ Bild der Fahrbahnoberfläche vermuten. Die Differenzierung zwischen „feucht“ und „nass“ ist bei den NIRS31-Sensoren zu den Niederschlagsangaben plausibel.

Eine Bewertung der Sensoren erfolgt aufgrund der fehlenden genauen Beobachtungsmöglichkeiten nicht.

Wasserfilmdicke:

Die Verläufe der Wasserfilmdicken korrelieren mit den gemessenen Niederschlagsintensitäten. Der IRS31pro gibt eine deutlich niedrigere Wasserfilmdicke an als der NIRS31 am nahezu gleichen Fahrbahnabschnitt.

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen hat bei der Wasserfilmdicke in der Hauptverkehrszeit zwischen 6 und 9 Uhr viele Ausreißer, was den Einfluss der Fahrzeuge auf die Messung vermuten lässt.

Gefriertemperatur:

Starksinkende Gefriertemperaturen gibt der ARS31pro beim ersten einsetzenden Niederschlag an. Dies kann durch Auflösen von zuvor noch vorhandenem Salz oder durch eine Streuung begründet sein. Der nachfolgende Wechsel ist wenig plausibel. Bei abtrockender Fahrbahnoberfläche ohne Niederschlag sollte die Gefriertemperatur eher sinken.

Die NIRS31 geben in den Morgenstunden beide durchgängig eine Gefriertemperatur gleich 0°C, obwohl teilweise feuchte und keine glatten Situationen unter 0°C Fahrbahnoberflächentemperatur gemäß ihren eigenen Angaben vorliegen. Nach Angaben des Herstellers sollte hier eine Gefriertemperatur gleich der Fahrbahnoberflächentemperatur angegeben werden.

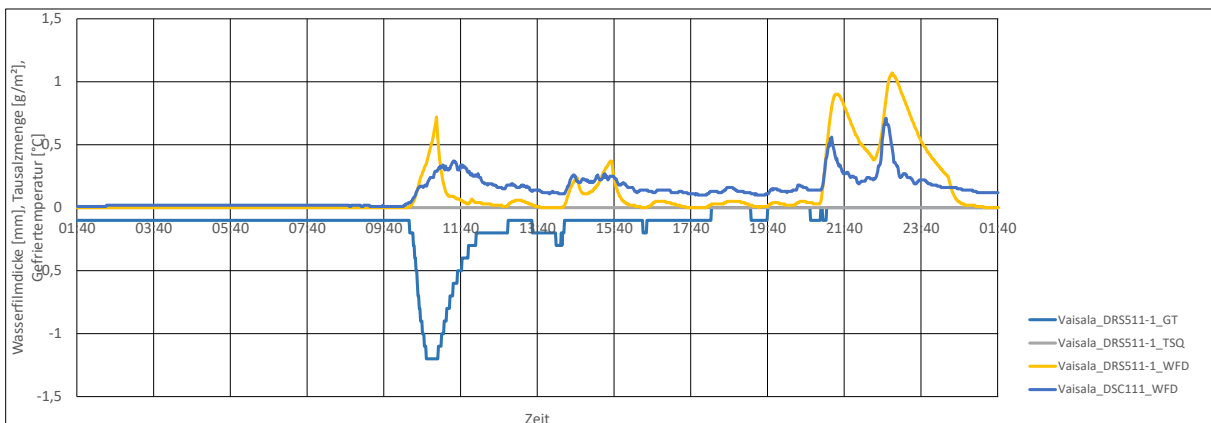
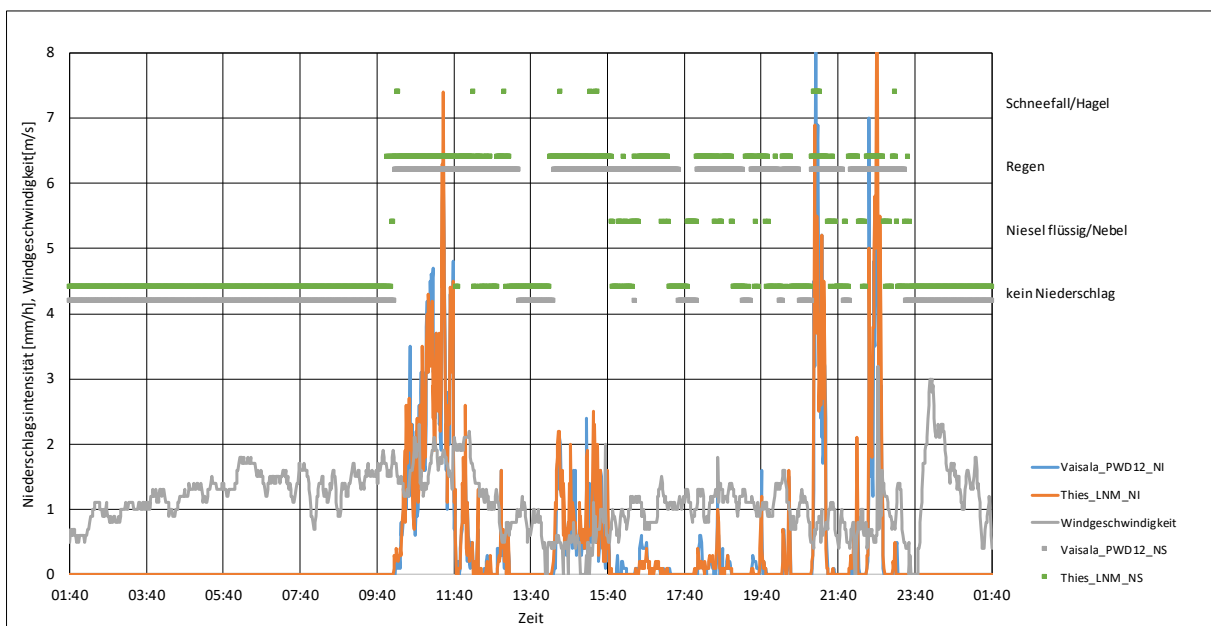
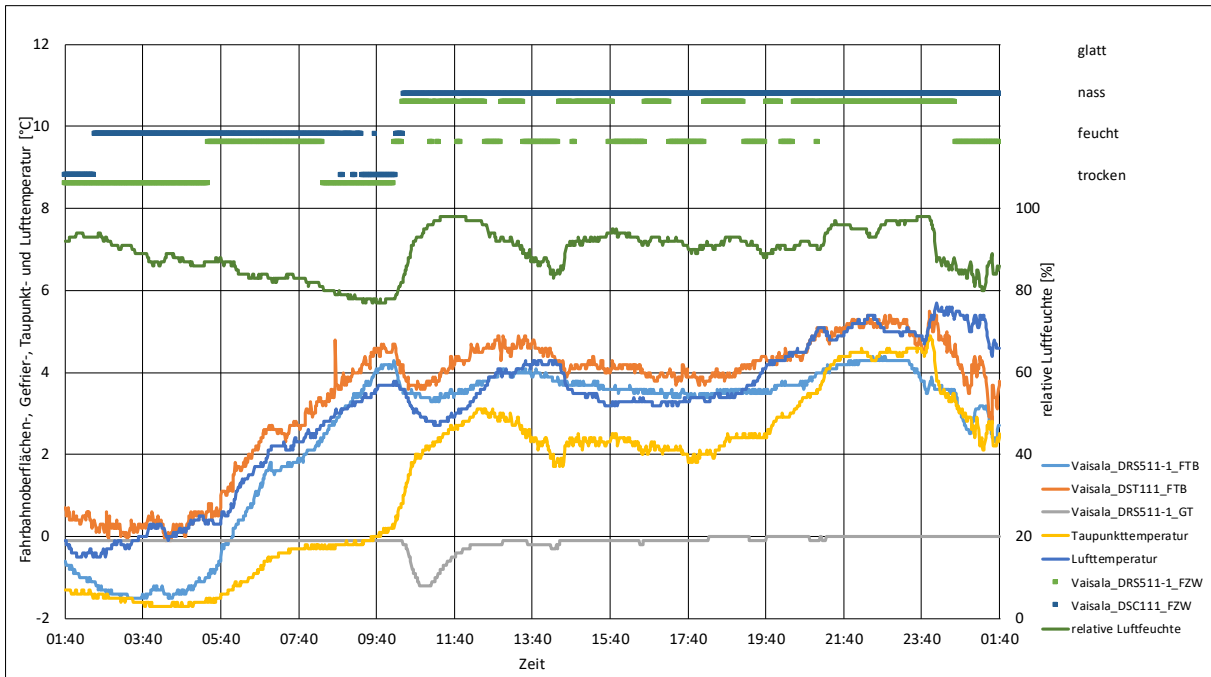
Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Temperaturen und das geringfügig Feuchtwerden ohne meteorologischen Grund in den ersten Stunden des Betrachtungsfalls weisen auf vorhandenes Salz hin, ohne dass dieses gemessen wird. Ein Einsatz ergibt sich aus Daten damit nicht als notwendig.

Der weitere Verlauf stellt keine Glättegefahr dar. Die gemeldete Gefriertemperatur wirkt nicht plausibel und ist damit für den Nutzer wenig hilfreich.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 erkennt alle beobachteten Niederschläge. Auffällig ist der nahezu gleiche Verlauf zum LNM. Allerdings beginnen und enden die Angaben zum Niederschlag beim PWD12 um ca. zehn Minuten später. Einen festen Niederschlag erkennt der PWD12 nicht.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der Sensor DRS511 wechselt gegen 5 Uhr die Angabe des Fahrbahnzustandes von „trocken“ auf „feucht“ ohne einen meteorologischen Grund (kein Niederschlag und Taupunkttemperatur nicht im Bereich der Luft- oder Fahrbahnoberflächentemperatur). Der Wechsel wird auf das Vorhandensein von Tausalz zurückgeführt.

Der frühere Wechsel des DSC111 von „trocken“ zu „feucht“ kann aufgrund der geringen Differenz zwischen Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperatur auch ohne das Vorhandensein von Tausalz erklärt werden. Eine Bewertung der Sensoren erfolgt aufgrund der fehlenden genauen Beobachtungsmöglichkeiten nicht.

Wasserfilmdicke:

Die Angaben des DSC111 und DRS511 zur Wasserfilmdicke laufen nicht synchron. Nach dem ersten Niederschlag erreicht der DSC111 schnell einen Höchstwert und fällt danach trotz eines höheren Niederschlags schnell wieder auf einen geringen Wert. Die Werte des DRS511 zeigen eine eher gleichmäßige Wasserfilmdicke an. Unterschiede zwischen beiden Fahrstreifen sind aber visuell zu sehen.

Bei einem ähnlichen Niederschlagsereignis nach 21:00 Uhr ergibt sich ein anderes Verhalten zwischen beiden Sensoren. Der DRS511 erreicht nur etwa die Hälfte des Wertes des DSC111. Hier könnte das Gefälle der Fahrbahn ein Grund sein.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Der Verlauf der Gefriertemperatur des DRS511 zeigt einen Ausschlag nach dem ersten Niederschlagsbeginn, der durch Wiederauflösen von Tausalz entstanden sein kann. Die Tausalzmenge wird durchgängig mit 0 g/m² angegeben. Aufgrund der teilweise sehr hohen Wasserfilmdicke mit Gefriertemperaturen etwas unter 0°C passen beide Werte nicht zusammen.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Daten geben den Verlauf der Beobachtungen weitgehend wieder. Es lassen sich keine Winterdienstaktivitäten ableiten, die aufgrund der Beobachtung auch nicht notwendig waren.

Fall 4: Situation am 18.12.2017 (00:00 Uhr) bis 19.12.2017 (00:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

Ein erster Niederschlag kann gegen 00:14 Uhr erkannt werden. Dabei ist nicht zu erkennen, welche Niederschlagsart es ist. Ab 00:55 Uhr ist deutlich Schnee erkennbar, der ab 01:12 Uhr stärker wird und ab ca. 01:20 Uhr auf der Beobachtungsplatte liegenbleibt. Schneefall ist auch anhand der Fotos ab 01:39 Uhr bis ca. 03:35 Uhr durch Zuwachs auf der Fahrbahn sichtbar. Auch im Infrarot-Licht ist der Schneefall deutlich sichtbar. Ab 04:37 Uhr bis 05:20 Uhr und ab 06:22 Uhr bis 06:40 Uhr sind weitere Niederschlagsereignisse erkennbar. Die Niederschlagsart ist dabei nicht bewertbar.



Fahrbahnzustand mit Niederschlag um 00:22 Uhr links und Niederschlag als Schnee auf der Beobachtungsplatte um 00:58 Uhr



Fahrbahnzustand mit Niederschlag um 01:35 Uhr



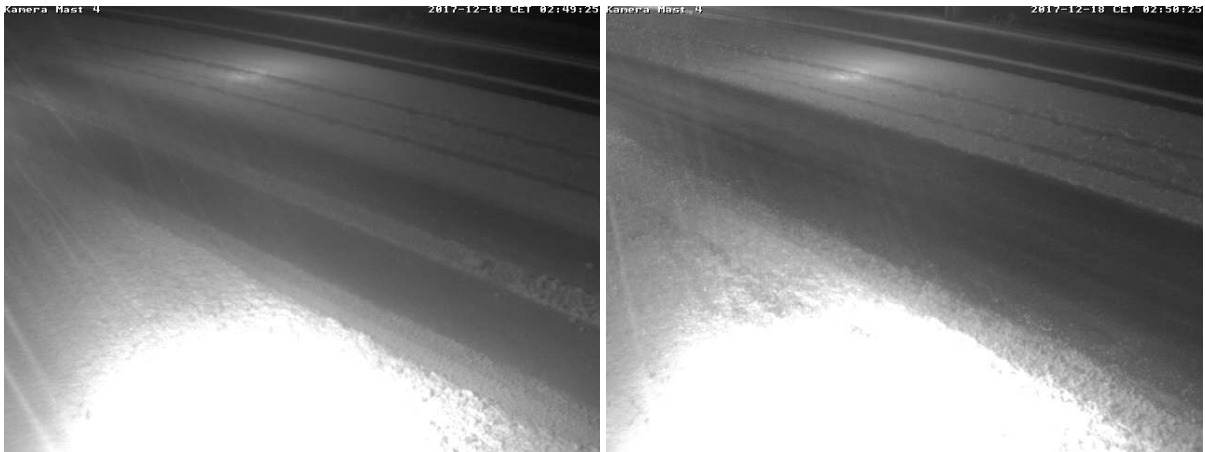
Fahrbahnzustand vor und unmittelbar nach dem Räumen um 01:42 Uhr



Fahrbahnzustand mit unterschiedlichen Befahrungszuständen um 01:51 Uhr und 01:52 Uhr



Fahrbahnzustand um 02:07 Uhr



Fahrbahnzustand vor und unmittelbar nach dem Räumen um 02:50 Uhr



Fahrbahnzustand um 03:28 Uhr (links) und um 04:55 Uhr (rechts, Ausschnitt vom linken Fahrstreifen, Mitte)



Fahrbahnzustand vor und unmittelbar nach dem Räumen um 05:38 Uhr



Fahrbahnzustand um 07:58 Uhr (links) und um 13:22 Uhr (rechts)

Auf dem linken Fahrstreifen ist bis 03:30 Uhr eine durchgängige Schneedecke zu sehen, die nur selten durchfahren wird. Auf dem rechten Fahrstreifen ändern sich die Verhältnisse in den Rollspuren mit dem Befahren und mit der Schneeräumung.

Winterdiensteinsätze sind um 01:43 Uhr, 02:50 Uhr und 05:38 Uhr mit Räumung des rechten Fahrstreifens und 09:28 Uhr mit Räumung des Seitenstreifens sichtbar. Bei diesen Einsätzen kann auch von einer Streuung ausgegangen werden.

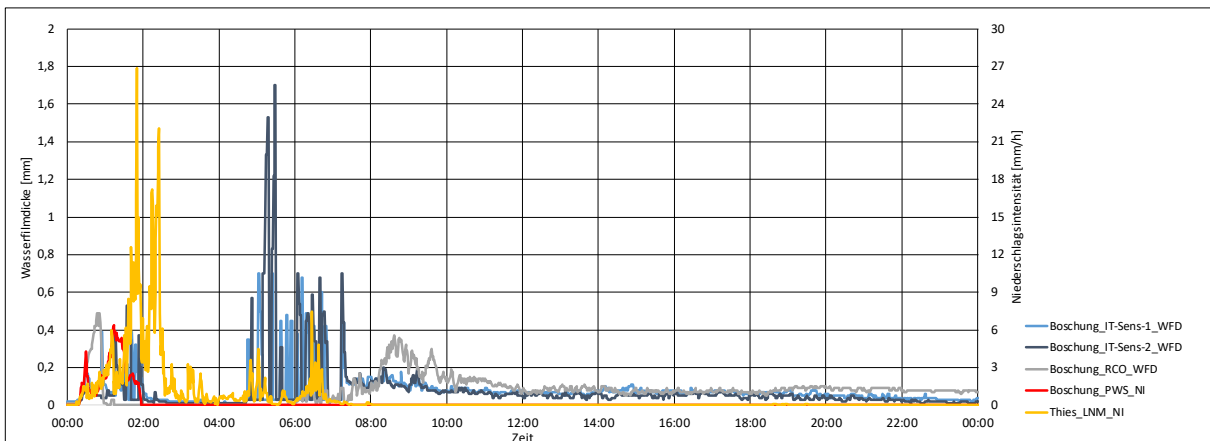
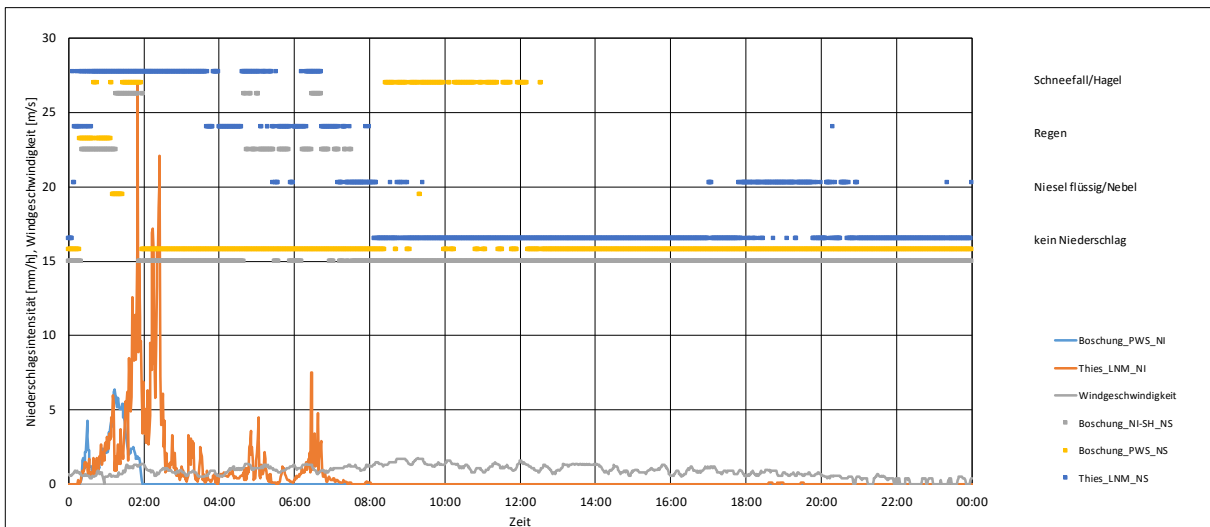
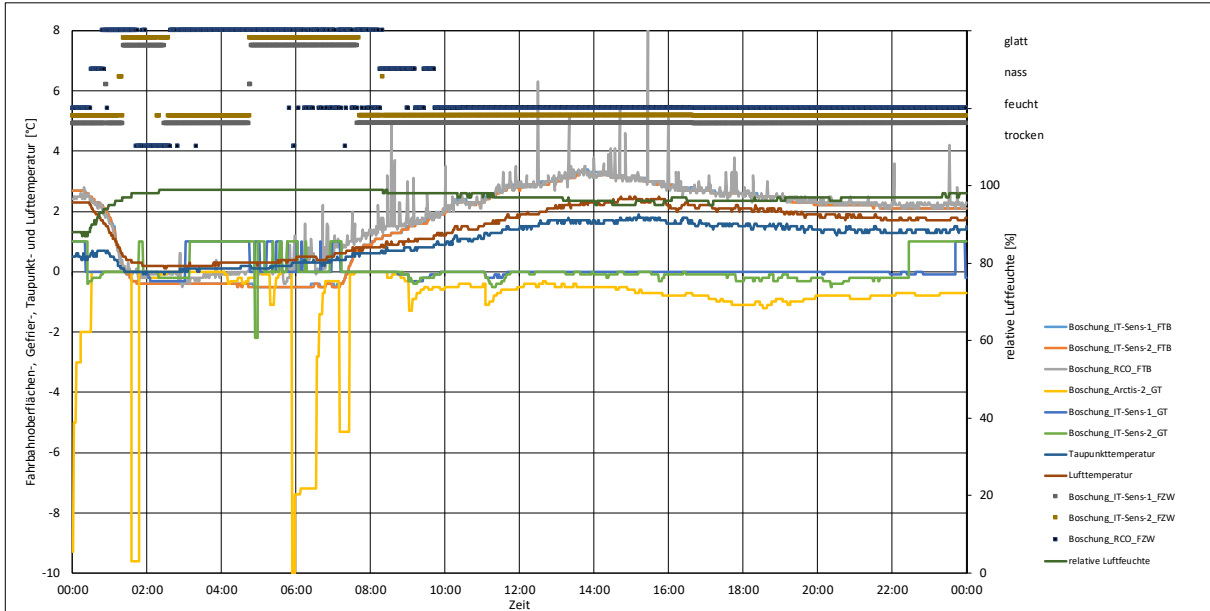
In der Mitte des rechten Fahrstreifens ist immer Schnee bis zur letzten Räumung um 05:38 Uhr sehr deutlich erkennbar. Auch danach sind noch einzelne Schneematschreste in der Mitte des Fahrstreifens sichtbar. Auf dem linken Fahrstreifen hat sich die linke Rollspur im Bereich der Sensoren ausgebildet. Schnee/Schneematsch in diesem Bereich ist bis 04:55 Uhr eindeutig erkennbar.

Eindeutig schneefreie Fahrstreifen sind erst gegen 8 Uhr sichtbar. Bis ca. 09:40 Uhr wirkt die Fahrbahn mit erkennbarem Wasser in den Rollspuren des rechten Fahrstreifens nass. Danach ist kein eindeutiges Abtrocknen bis ganz trocken erkennbar.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM gibt die Niederschläge gemäß den eindeutigen Beobachtungen richtig an.

Die Sensoren NI/SH und PWS geben den Schneefall nur rund die erste Stunde an. Bei den weiteren eineinhalb beobachteten Stunden Schneefall geben beide keinen Niederschlag an. Die weiteren beobachteten Niederschläge erkennt nur der NI/SH. Der PWS gibt ab ca. 08:30 Uhr bis nach 12 Uhr immer wieder leichten Schneefall an, der nicht erkennbar ist.

Die Messergebnisse des NI/SH und PWS werden **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden IT-Sens geben den Fahrbahnzustand „glatt“ nur rund eine Stunde ab dem Beginn der Beobachtung von Schnee auf der Fahrbahn an. Danach melden beide Sensoren bis gegen 04:45 Uhr eine feuchte und der IT-Sens 1 teils sogar eine trockene Fahrbahn. Das entspricht etwa zwei Stunden nicht den Beobachtungen. Erst danach wird eine „glatte“ Fahrbahn etwa wie beobachtet angegeben.

Der RCO erkennt den Schnee auf der Fahrbahn überwiegend. Mit der Räumung um 01:43 Uhr erkennt er über 40 Minuten durchgängig keinen Schnee mehr, obwohl drei Minuten nach der Räumung der komplette Fahrstreifen wieder weiß war.

Die Ergebnisse des RCO und der IT-Sens werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die angegebenen Wasserfilmdicken aller drei Boschung-Sensoren sind in der Schneefallphase nicht plausibel, da sie trotz viel sichtbaren Schnee mit häufig wechselnden Situationen lange Phasen nur 0,01 mm oder 0,02 mm anzeigen. Der RCO zeigt in dieser Phase zeitweise sogar 0 mm an.

Gefriertemperatur:

Die ARCTIS-Sonde reagiert auf die erste Streuung durch eine kurzzeitige Absenkung der Gefriertemperatur. Aufgrund des Schnees auf dem linken Fahrstreifen können sowohl dieser Wert als auch die stark schwankenden Werte nach 6 Uhr nicht als plausibel angesehen werden.

Die IT-Sens-Sensoren geben keinen Wert unter -1°C für die Gefriertemperatur an. Aufgrund des vielen Niederschlags erscheint dieser Wert plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

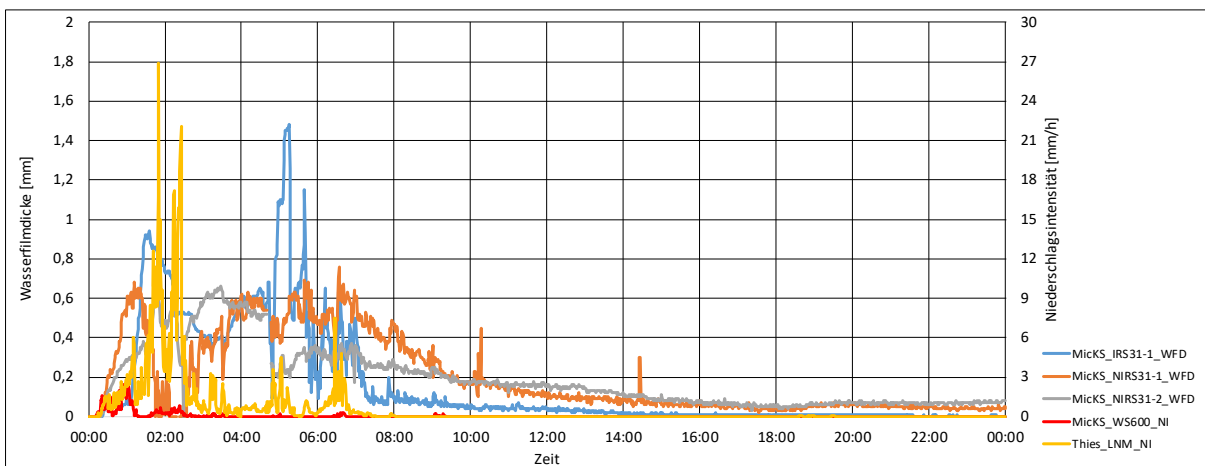
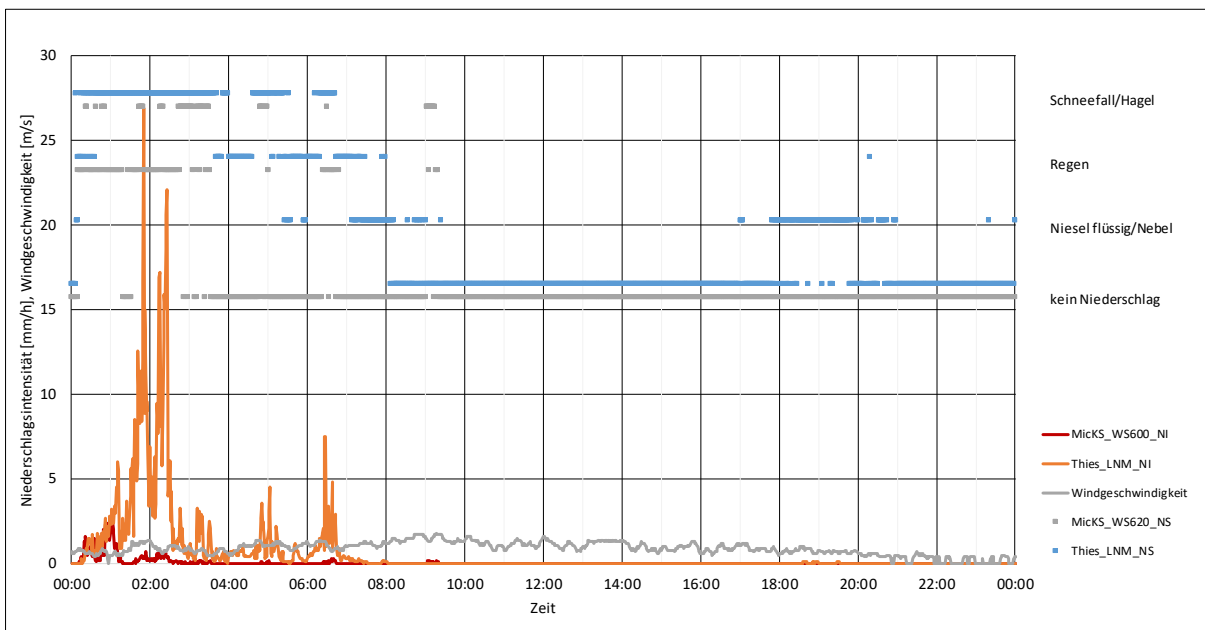
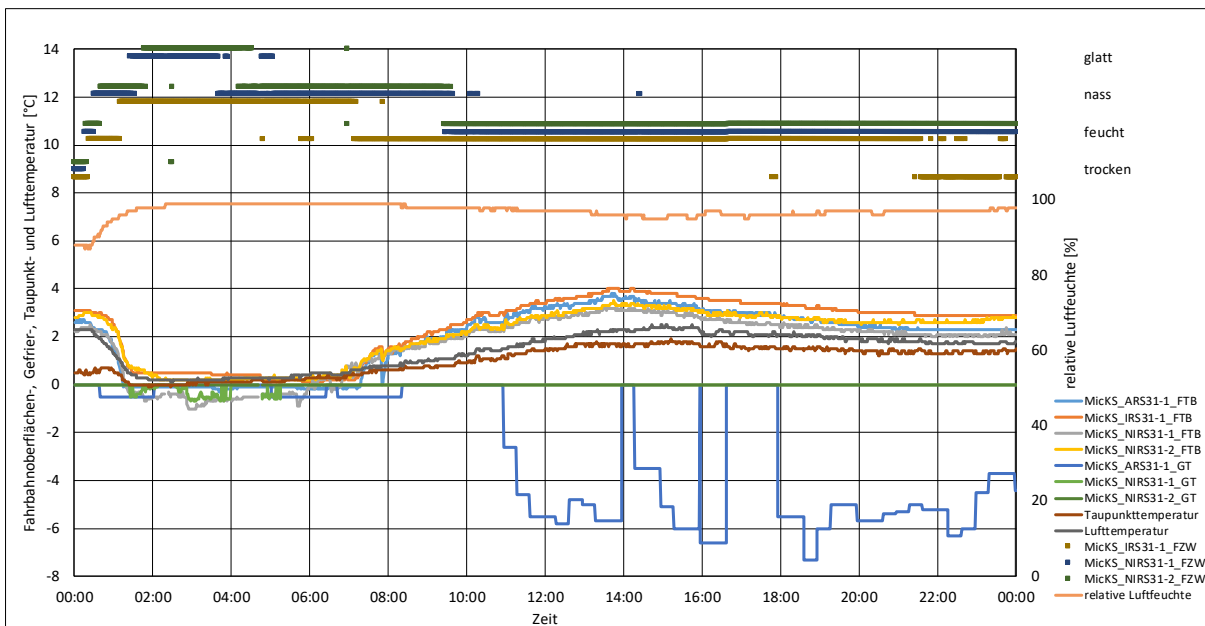
Die gemessenen Fahrbahnoberflächentemperaturen der Boschung-Sensoren laufen in Betrachtungszeitraum sehr gleichmäßig. Auffällig ist, dass der RCO in der Schneefallphase keine Ausreißer hat.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Aufgrund der Angaben der Temperatur inklusive der Gefriertemperatur des IT-Sens und des Fahrbahnzustandes durch den RCO kann eine Glättegefahr abgeleitet werden. Die Angaben zum Niederschlag, teilweise der Gefriertemperatur des ARCTIS und des Fahrbahnzustand der IT-Sens würden nicht den notwendigen Winterdienst ableiten lassen, der nach den Beobachtungen notwendig gewesen wäre.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 gibt in der Schneefallphase überwiegend den Niederschlag als flüssig und nicht als fest an. Auch die Niederschlagsbeobachtung um 5 Uhr wird nicht vollständig abgebildet.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneefallerkennung als **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der IRS31pro gibt den beobachteten Schnee auf der Fahrbahn nicht als „glatt“ an.

Beide NIRS31 melden den Schnee über eine Stunde kürzer, als er deutlich beobachtet werden kann. Die Unterscheidung zwischen „nass“ und „feucht“ im weiteren Verlauf des Tages entspricht etwa der subjektiven Einschätzung.

Die Messergebnisse des IRS31 pro und der NIRS31 werden aufgrund der hohen Anzahl falscher Werte bei Schnee auf der Fahrbahn als **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Plausibilität des Verlaufs der Wasserfilmdicke kann aufgrund der Schneeerhältnisse nicht eingeschätzt werden. Nach der Schneephase gibt es einen deutlichen Unterschied zwischen dem IRS31pro und dem NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen.

Gefriertemperatur:

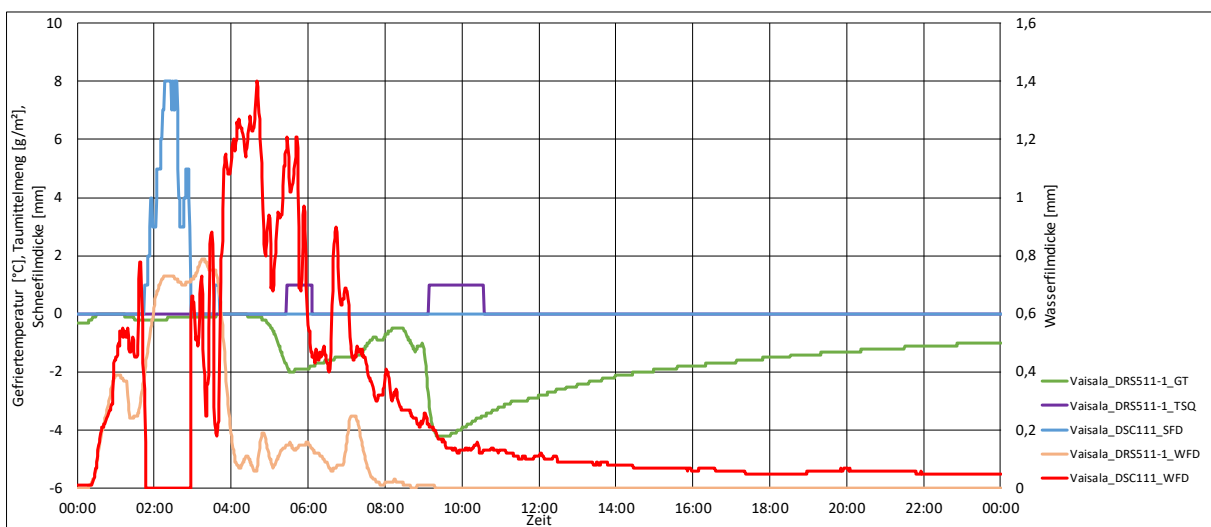
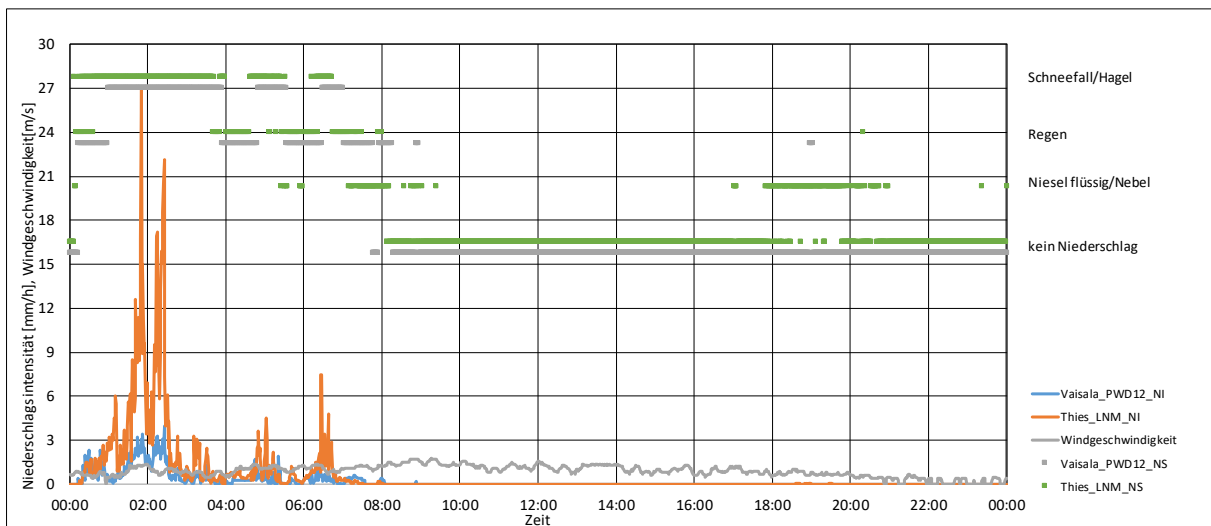
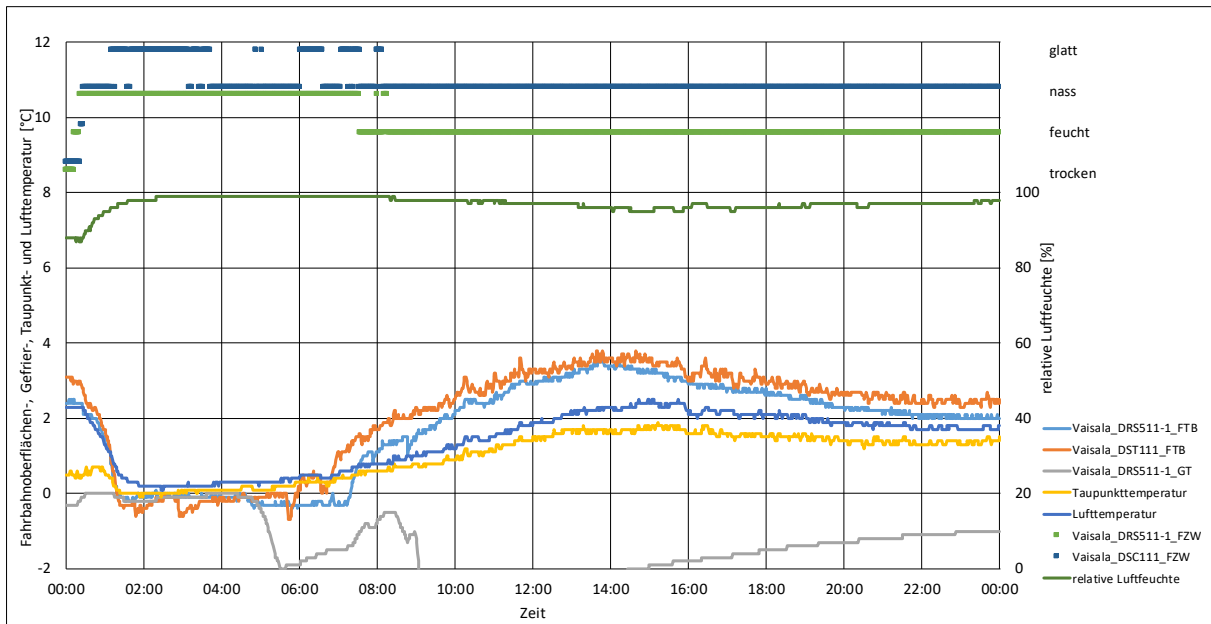
Der ARS31pro zeigt erst nach der Schneephase deutlich tiefere Messwerte für die Gefriertemperatur an. Die wenigen aber hohen Änderungen im Verlauf können anhand der Beobachtungen nicht erklärt werden.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben zu den Temperaturen inklusive der Gefriertemperatur und auch die angegebenen Fahrbahnzustände der NIRS31 lassen die erste Glättegefahr erkennen. Aus den Angaben für den Niederschlag und für den Fahrbahnzustand des IRS31pro lässt sich aber nicht die beobachtete länger anhaltende Schneesituation ableiten.

– Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 gibt die beobachteten Niederschläge richtig wieder. Die Werte werden ähnlich dem LNM angegeben, allerdings immer ca. zehn Minuten später. Letztere Aussage trifft auch beim Wechsel von „fest“ auf „flüssig“ und umgekehrt zu.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der DRS511 erkennt keinen Schnee auf der Fahrbahn. Der DSC111 gibt zwar „glatt“ aber mit größeren Unterbrechungen in der durchgängig beobachteten Schneephase an.

Die Messergebnisse des DRS511 und des DSC111 werden aufgrund der fehlenden bzw. nicht durchgehenden Glätteangaben **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Der DSC111 wechselt die Messangaben für die Wasserfilmdicke und der Schneefilmdicke bei Änderungen der Fahrbahnzustände. Die Wasserfilmdicke ist bei Schnee gleich 0 mm. Das muss bei der Nutzung der Daten beachtet werden.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die Gefriertemperatur des DRS511 sinkt nach zwei beobachteten Winterdiensteinsätzen geringfügig. Die Verläufe der Gefriertemperatur und der Tausalzmenge passen mit dem Verlauf der Wasserfilmdicke nicht zusammen. Die vergleichsweise in kurzen Zeiträumen angegebenen Tausalzmengen von nur 1 g/m² werden aufgrund der mehreren Winterdiensteinsätze für wenig plausibel angesehen. Der lange gleichmäßige Anstieg der Gefriertemperatur nach Niederschlagsende ist nicht plausibel.

Schneefilmdicke:

Die gemessene Schneefilmdicke erscheint aufgrund der nicht durchgängigen Angabe bei beobachtetem Schnee nicht plausibel. Eine Einschätzung der Genauigkeit ist nicht möglich.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben aller Sensoren geben für den Datennutzer die Glättegefahr durch Schnee weitgehend an. Die Angaben zum Fahrbahnzustand des DSC111 und des DRS511 schwächen mit der etwas kurzen bzw. fehlenden Angabe „glatt“ diese Einschätzung ab.

Fall 5: Situation am 29.12.2017 (04:00 Uhr) bis 30.12.2017 (04:00 Uhr)

– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:

Ein erster Niederschlag kann um 13:30 Uhr auf der Beobachtungsplatte erkannt werden. Der weitere Niederschlag ist nicht bewertbar. Ab 15 Uhr sind erste einzelne, ab 16:13 Uhr vermehrt Schneekristalle auf der Platte sichtbar. Die Platte schneit fast vollständig zu. Im weiteren Verlauf sind bis 18:15 Uhr immer wieder einzelne aber deutliche Veränderungen durch größere Regentropfen und Schneekristalle erkennbar. Regentropfen oder Schneekristalle sind auf vielen Fotos in der Luft zu sehen. Eine genaue Unterscheidung nach festen oder flüssigen Niederschlag ist aber nicht möglich. Ab 18:38 Uhr bis 19:56 Uhr sind wieder Änderungen auf der Platte oder Niederschlagspartikel deutlich sichtbar. Eine Unterscheidung zwischen fest und flüssig ist nicht in jedem Fall möglich. Einzelne Schneekristalle sind aber auf der Platte neu sichtbar, so dass zumindest in dieser Phase von Schneeregen ausgegangen werden kann. Danach lässt sich kein Niederschlag sicher erkennen.



Beobachtungsplatte um 13:28 Uhr (links) und 13:51 Uhr (rechts)



Niederschlag auf der Beobachtungsplatte um 16:22 Uhr (links) und 16:57 Uhr (rechts)

Von einem sehr kurzen Schauer um 00:30 Uhr vor dem Bewertungszeitraum kann noch eine Restfeuchte vorhanden sein. Ein eindeutiges Abtrocknen bis zum ersten Niederschlag um 13:30 Uhr ist nicht erkennbar. Ab ca. 14:20 Uhr ist wieder Wasser in den Spurrillen auf dem rechten Fahrstreifen zu sehen. Diese Nässe nimmt danach deutlich zu. Die Zunahme verstärkt sich dann mit dem einsetzenden Schneefall. Bis ca. 21:15 Uhr sind deutliche Sprühfahnen hinter den Fahrzeugen zu sehen. Im weiteren Verlauf geht die Feuchtigkeit auf der Fahrbahn zurück. Ein vollständiges Abtrocknen ist nicht erkennbar.



Fahrbahnzustand um 09:35 Uhr (links) und 13:40 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 09:35 Uhr (links) und 13:40 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 15:03 Uhr (links) und 16:03 Uhr (rechts)



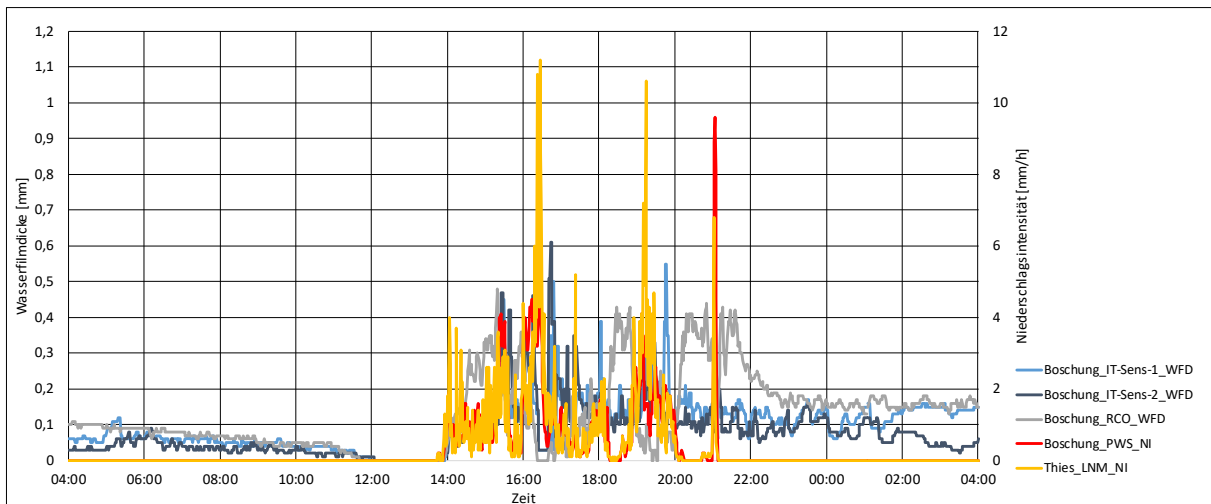
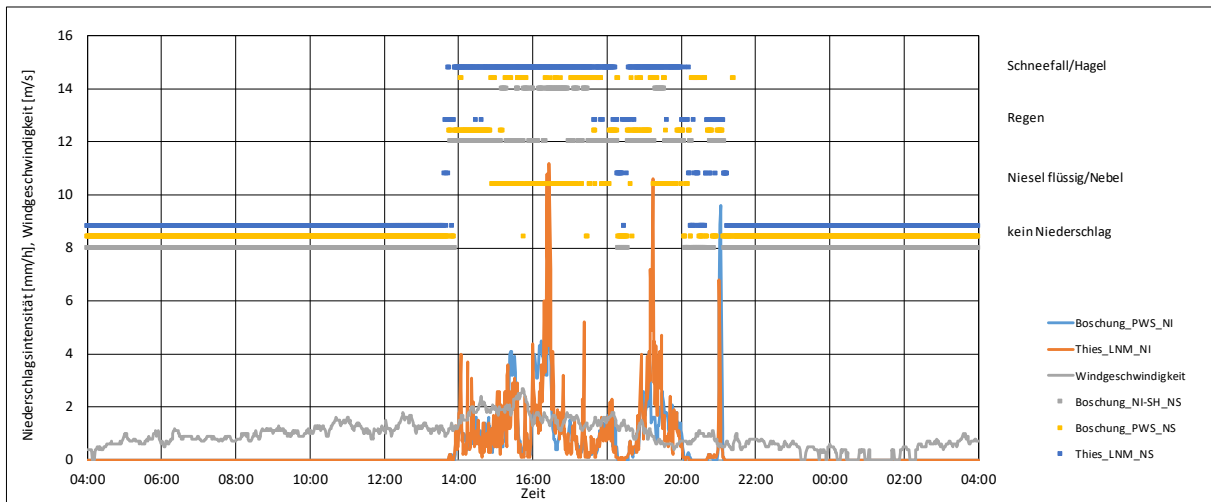
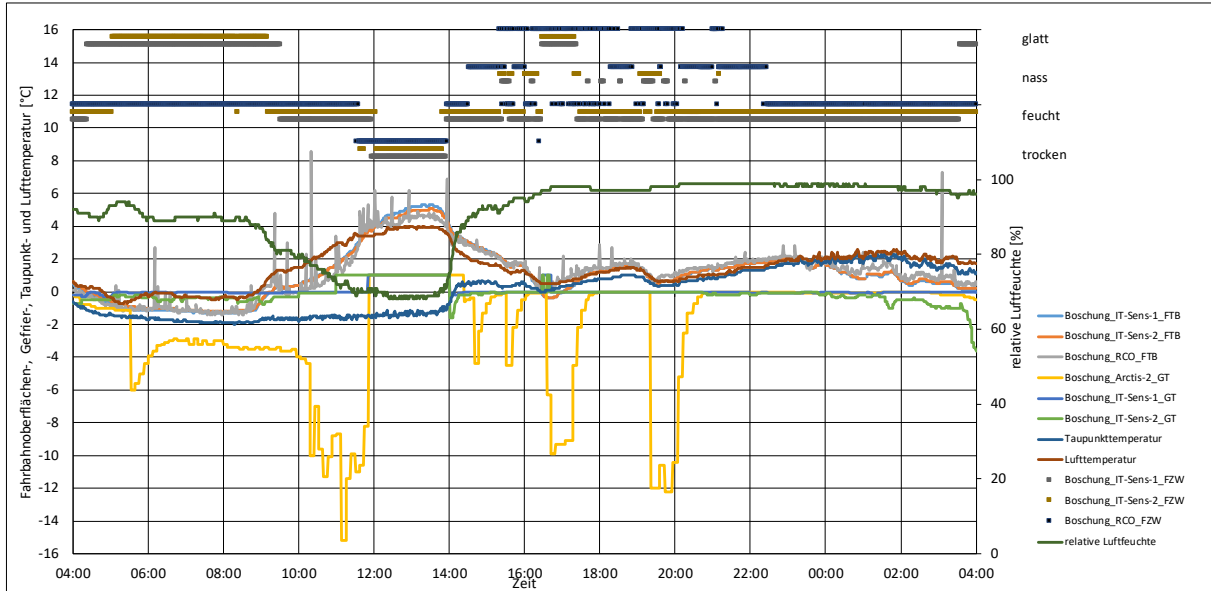
Fahrbahnzustand um 18:02 Uhr (links) und 23:13 Uhr (rechts)

Während der gesamten Phase ist kein Schnee auf der Fahrbahn erkennbar. Die Dokumentation der Streueinsätze ist nicht eindeutig. Ein Einsatz kann gegen 5 Uhr gewesen sein.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM gibt alle auf den Fotos erkannten Niederschläge an. Dabei meldet er überwiegend festen Niederschlag.

Der NI/SH und der PWS erkennen die Niederschläge fast in gleicher Zeitlänge wie der LNM. Allerdings geben sie nicht so häufig Schneefall an. Eine differenzierte Bewertung jedes Zeitpunkts ist nicht möglich.

Die Messergebnisse der Sensoren NI/SH und PWS werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden IT-Sens geben in den Morgenstunden den Fahrbahnzustand als „glatt“ an. Dies ist nicht eindeutig erkennbar. Dass eine Streuung vorgenommen und damit eine Glätte vermieden wurde, lassen die tiefen Gefriertemperaturen der ARCTIS aber auch andere Sensoren auf dem Testfeld für die Gefriertemperatur vermuten. Die Fahrbahnoberflächentemperaturen sinken nur wenig unter 0°C.

Beide IT-Sens und der RCO geben die nachfolgende Abtrocknung etwa gleichzeitig an. Ab Niederschlagsbeginn melden alle drei Sensoren den Fahrbahnzustand „feucht“. Danach wechseln sie mit unterschiedlicher Zeitlänge zu den Zuständen „nass“ und „glatt“. Beim RCO ist dieser Wechsel nicht plausibel, da er die Fahrbahnoberflächentemperatur nicht unter 0°C angibt. Die IT-Sens beginnen die Anzeige „glatt“ genau dann an, wenn die Fahrbahnoberflächentemperatur unter 0°C geht. Allerdings bleibt sie bei Temperaturen über 0°C zunächst bestehen.

Da die Fahrbahnzustandsangaben nicht immer plausibel zu anderen Parametern vom gleichen Sensor sind, werden die Messergebnisse aller drei Sensoren als **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Werte zur Wasserfilmdicke geben beide IT-Sens weitgehend übereinstimmend an. Eine Ausnahme bilden die letzten beiden Stunden, in denen der IT-Sens-1 rund das Dreifache der Dicke vom IT-Sens-2 anzeigt (0,05 mm zu 0,15 mm).

Der RCO zeigt auf dem rechten Fahrstreifen bei allgemein höheren Wasserfilmdicken rund das Doppelte an Wasserfilmdicke der IT-Sens an. Der Verlauf folgt nicht immer der Niederschlagsintensität, z. B. gegen 19:30 Uhr.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperaturen der ARCTIS passen in den ersten Morgenstunden und um 17 Uhr nicht zu den Fahrbahnzustandsangaben. Sie weichen erheblich von den Werten der beiden IT-Sens ab, die überwiegend nur 0°C angeben. Gegen Ende des Betrachtungsfalls weichen auch die beiden IT-Sens bei der Gefriertemperatur untereinander ab, die wahrscheinlich zu den unterschiedlichen Fahrbahnzustandsmeldungen führen.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

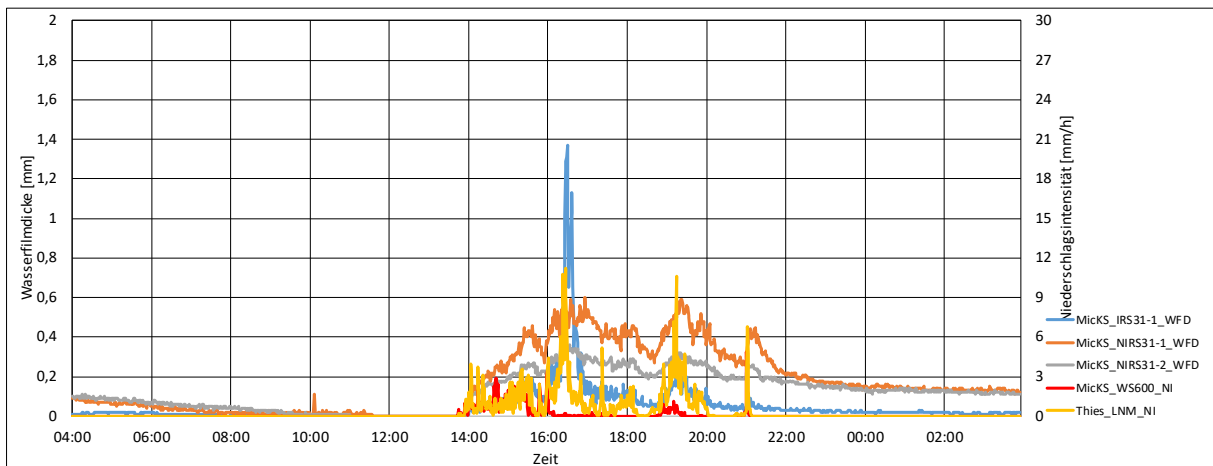
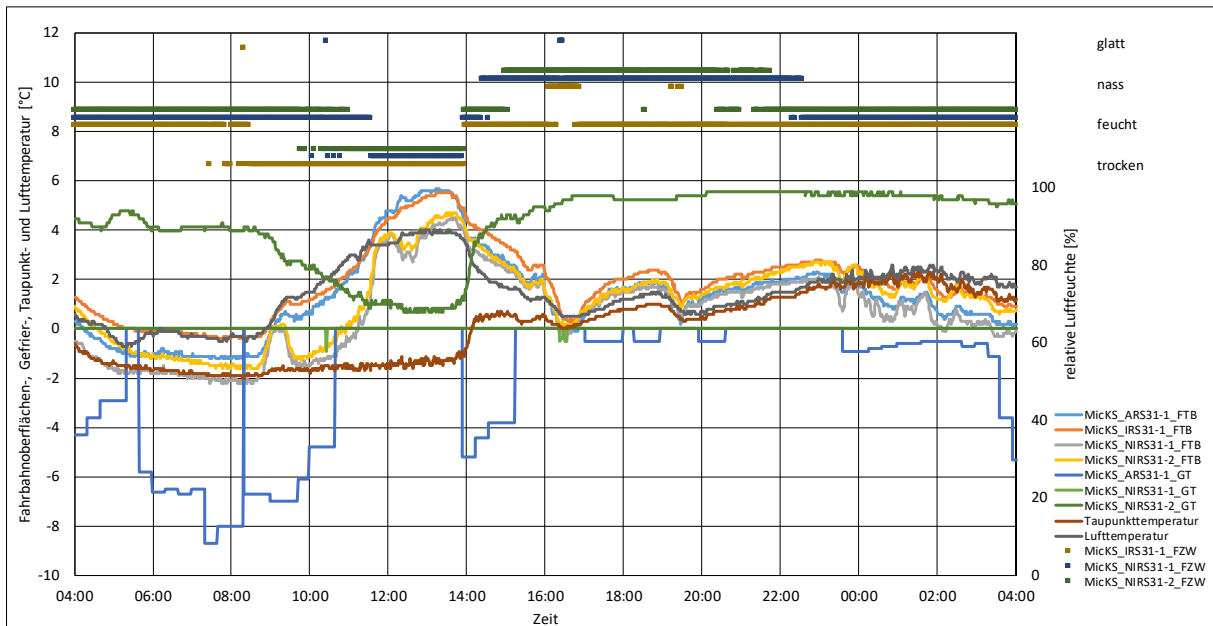
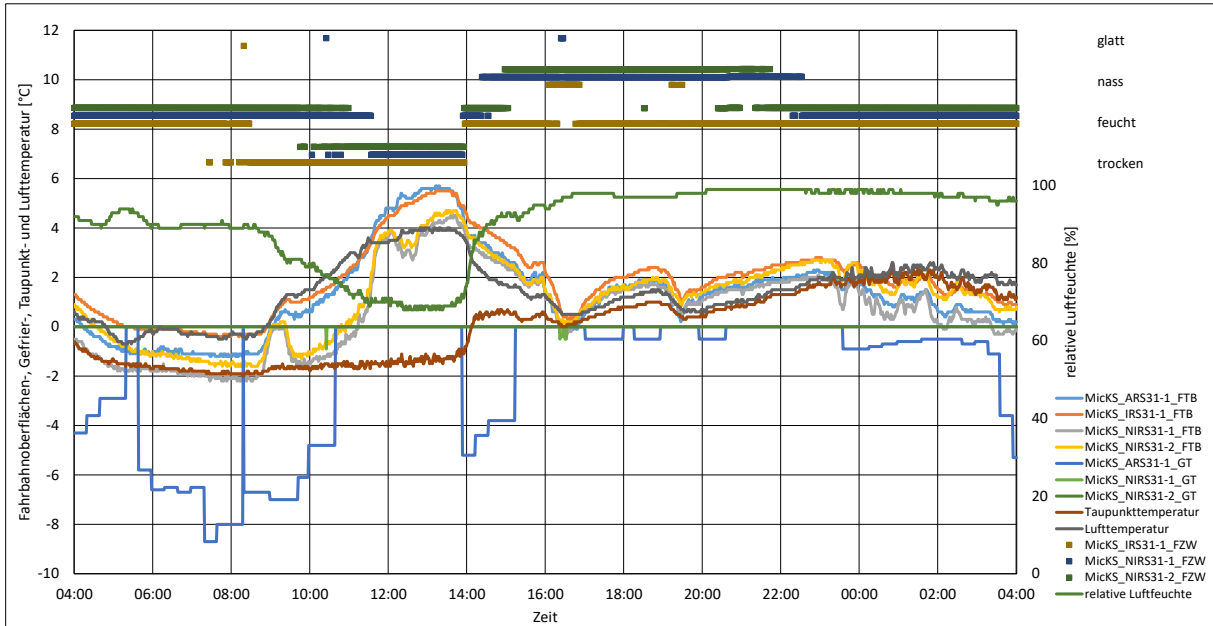
Die Messwertverläufe zwischen allen Sensoren sind sehr gleich. Der RCO weist bei diesem Beispiel nicht über den ganzen Zeitraum höhere Ausreißer auf.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Grundsätzlich weisen die Angaben für Niederschlag, Temperaturen und Fahrbahnzustand auf eine Glättegefahr hin. Anhand der sehr unterschiedlichen Gefriertemperaturen der einzelnen Sensoren lassen sich verschiedene Einsatzentscheidungen ableiten. Auch die Fotos lassen keine zweifelsfreie Einschätzung zu.

— Bewertung der Sensoren der Firma Lufft

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 gibt deutlich weniger Niederschläge als der LNM an. Auch bei der Art des Niederschlages unterscheiden sie sich häufig. Der WS600 gibt die beobachteten festen Niederschläge oft nicht an.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneefallerkennungen **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der IRS31pro gibt im Vergleich zu den NIRS31 als deutlich weniger feucht oder nass an. Er wechselt fast drei Stunden früher in den stabilen Zustand „trocken“ als der im gleichen Bereich messende NIRS31. Die beobachteten hohen Nässezustände gibt er überwiegend nur mit „feucht“ an. Eine eindeutige Bewertung ist nicht möglich.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken aller drei Luft-Sensoren folgen im Verlauf den Angaben der Niederschlagsintensität. Die Werte des IRS31pro liegen mit Ausnahme bei der höchsten Niederschlagsintensität immer deutlich unterhalb der Werte des NIRS31. Die Werte des NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen liegen über den Werten des NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen. Als Grund wird das Gefälle in der Fahrbahn nach rechts gesehen.

Gefriertemperatur:

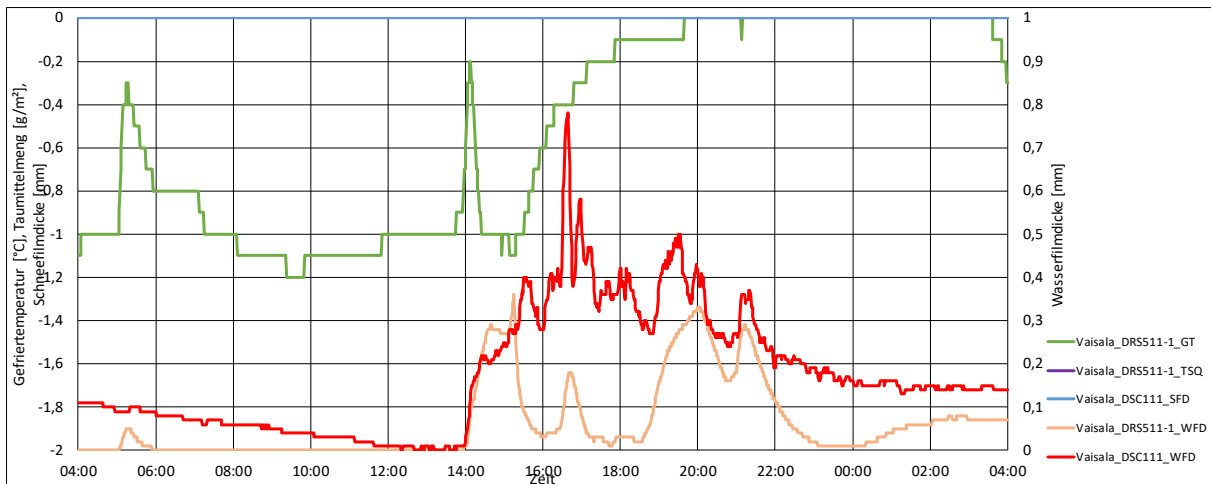
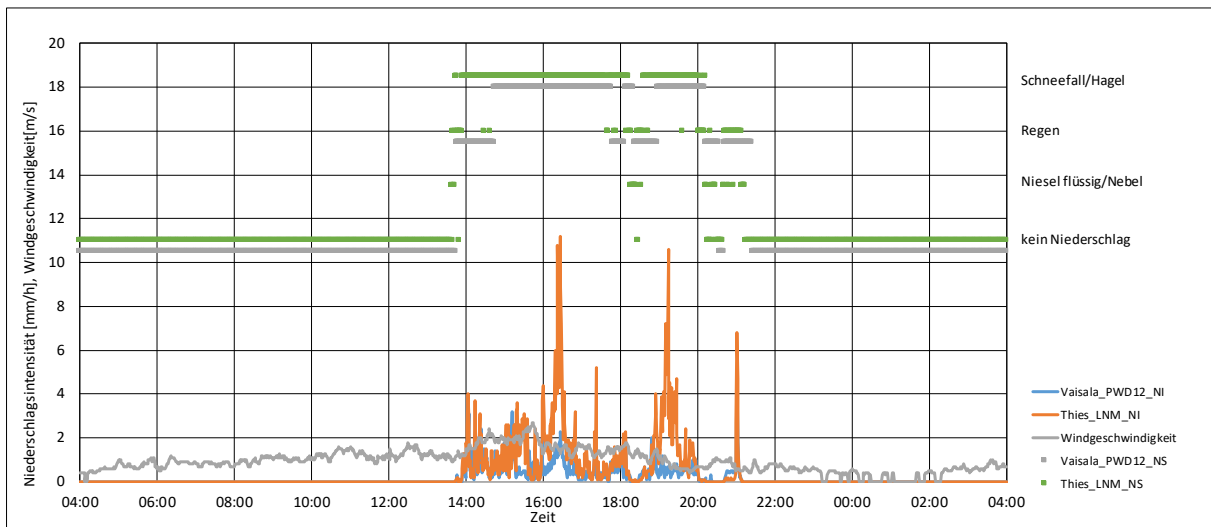
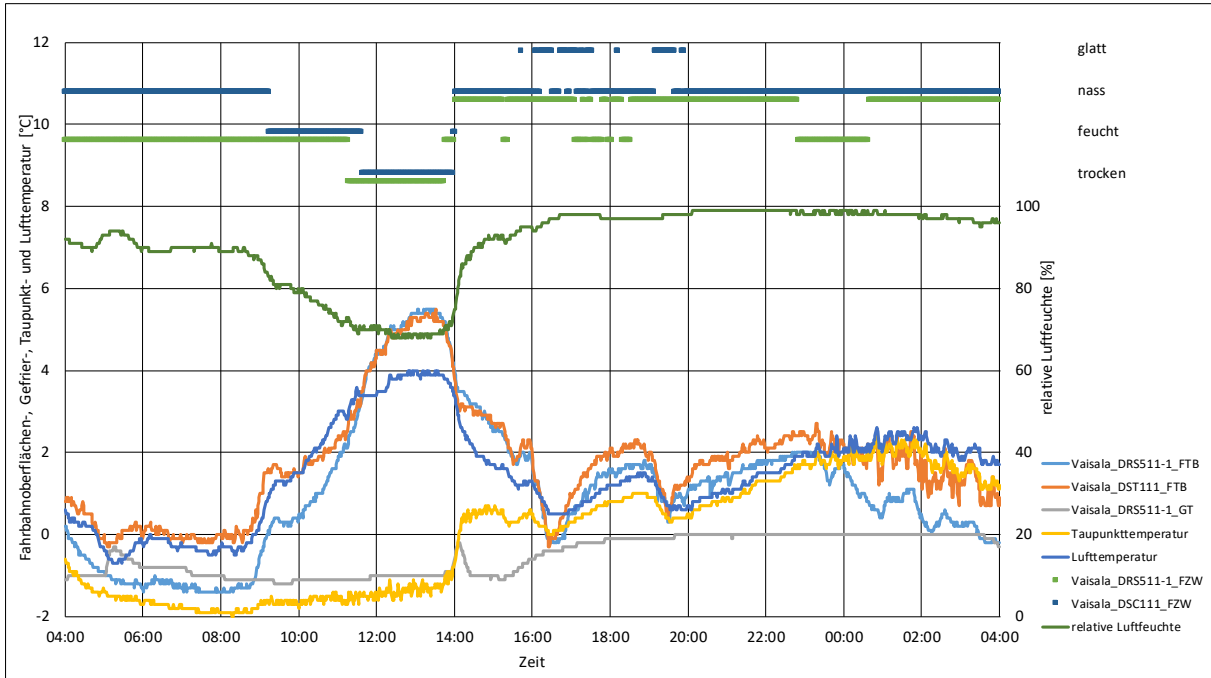
Der Verlauf der Gefriertemperatur sieht weitgehend plausibel aus. Die Gefriertemperatur steigt bei starkem Niederschlag schnell, und bei Abtrocknung fällt sie. Die Werte unterscheiden sich deutlich von den Werten anderer Sensoren. Ein Bezug zu möglichen Streueinsätzen kann nicht bewertet werden.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben aller Parameter geben eine Glättegefahr an. Die angegebenen tiefen Gefriertemperaturen schwächen die Gefahr ab. Auf den Fotos ist keine Glätte sichtbar, sie lässt sich aber nicht zweifelsfrei ausschließen.

– Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 gibt die Beobachtungen entsprechend wieder. Wie in anderen Fallbeispielen meldet er die Änderungen etwas später im Vergleich zum LNM.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die vielen Angaben „nass“ des DSC111 außerhalb der Niederschlagszeiten in den ersten Stunden des Fallbeispiels entsprechen eher nicht den subjektiven Beobachtungen. Eine genaue Bewertung ist allerdings nicht möglich.

Der DRS511 gibt in den ersten Stunden des Betrachtungsfalls den Fahrbahnzustand „feucht“ längere Zeit bei einer Wasserfilmdicke 0 mm an.

Weitere differenzierte Bewertungen können nicht vorgenommen werden.

Die Messergebnisse des DRS511 werden aufgrund der widersprüchlichen Angaben innerhalb des Sensors über einer Stunde **negativ** bewertet. Die Messergebnisse des DSC111 werden nicht bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Angaben der Wasserfilmdicke des DSC111 verlaufen weitgehend plausibel. In der Zeit zwischen 12 und 14 Uhr gibt er Werte 0,01 mm bei gleichzeitiger Meldung des Fahrbahnzustandes „trocken“.

Die Werte des DRS511 entsprechen nicht immer dem Niederschlagsverlauf (um 5 Uhr, nach 0 Uhr). Die Werte liegen deutlich unter den Werten des DSC111. Sie werden aufgrund der hohen Niederschlagsintensität als nicht plausibel angesehen.

Gefriertemperatur:

Der DRS511 zeigt im gesamten Verlauf nur sehr geringe Absenkungen der Gefriertemperatur an. Es werden auch Werte unter 0°C bei trockenem Fahrbahnzustand angegeben. Letzteres ist nicht plausibel.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

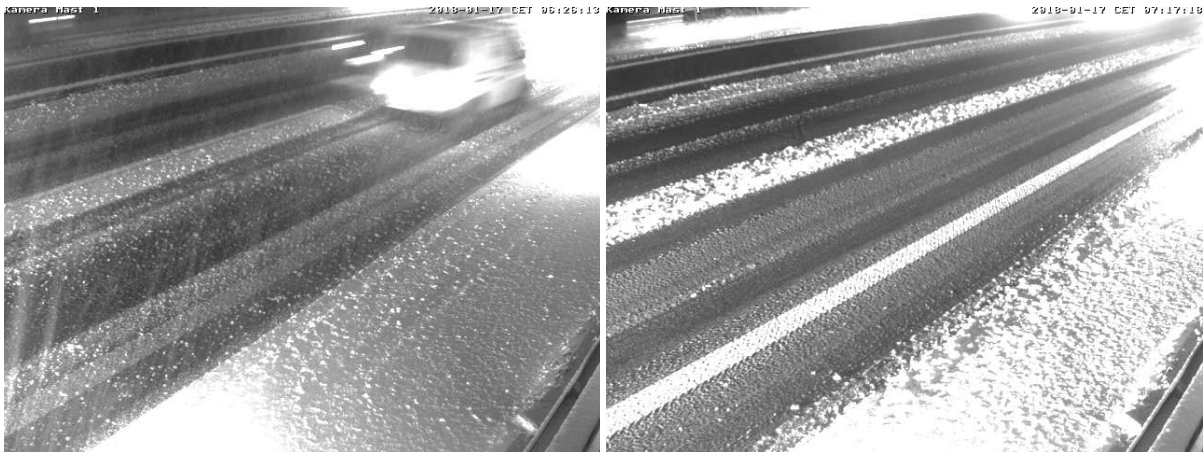
Die Angaben aller Parameter geben eine Glättegefahr an. Auf den Fotos ist keine Glätte sichtbar, sie lässt sich aber nicht zweifelsfrei ausschließen. Eine vorbeugende Einsatzfahrt wäre in diesem Fall sinnvoll.

Fall 6: Situation am 17.01.2018 (02:00 Uhr) bis 18.01.2018 (02:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

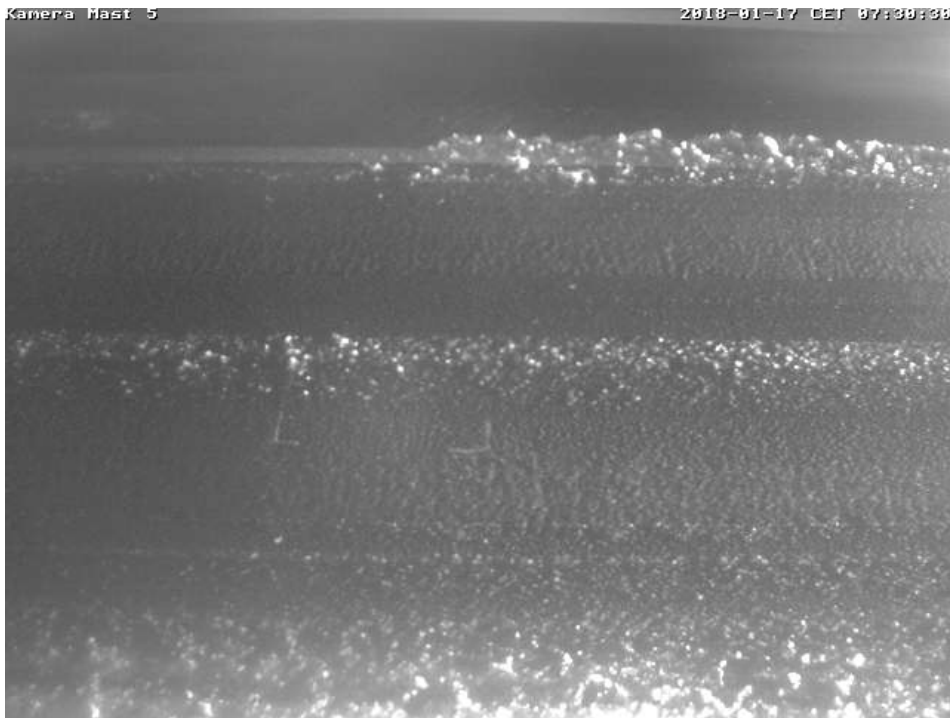
Ein erster Niederschlag ist um 05:34 Uhr sichtbar. Bis 06:35 Uhr ist er mit wenigen Ausnahmen jede Minute eindeutig auf der Beobachtungsplatte als Schnee erkennbar. Weiterer Niederschlag ist aufgrund der Schneebedeckung der Platte nicht bewertbar. Zwischen 08:59 Uhr und 09:14 Uhr sowie zwischen 10:58 Uhr und 11:11 Uhr ist weiterer Schneefall anhand längerer weißer Streifen in anderen Testfeldfotos deutlich zu sehen. Um 14:47 Uhr ist ein weiterer Niederschlagsbeginn als Regen auf der Beobachtungsplatte sichtbar. Um 15:53 Uhr treffen erste Schneekristalle auf der Platte auf. Bis 16:02 Uhr sind immer wieder neue Kristalle je Minute zu sehen. Danach ist die weitere Situation nicht mehr bewertbar. Die Beobachtungsplatte trocknet bis 18:30 Uhr ab. Um 18:46 Uhr bis 18:59 Uhr sind je Minute vereinzelt neue Schneekristalle auf der Platte erkennbar.



Fahrbahnzustand um 05:32 Uhr (links) und 05:37 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 06:26 Uhr (links) und 07:17 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand in der Mitte des linken Fahrstreifens um 07:30 Uhr



Fahrbahnzustand um 09:02 Uhr (links) und 11:09 Uhr (rechts)



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 14:41 Uhr (links) und 14:53 Uhr (rechts)



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 15:55 Uhr (links) und 16:06 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 16:06 Uhr

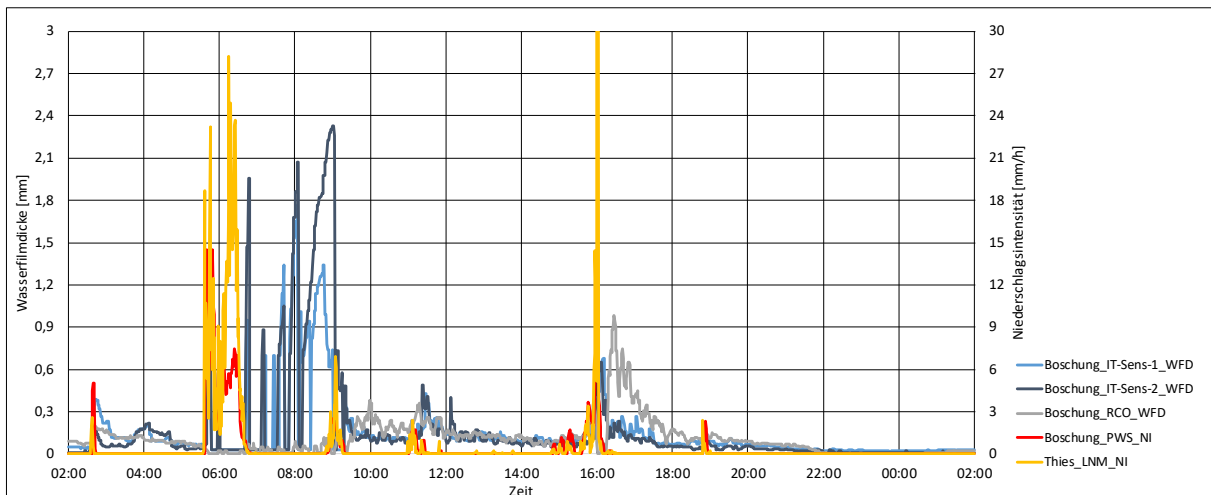
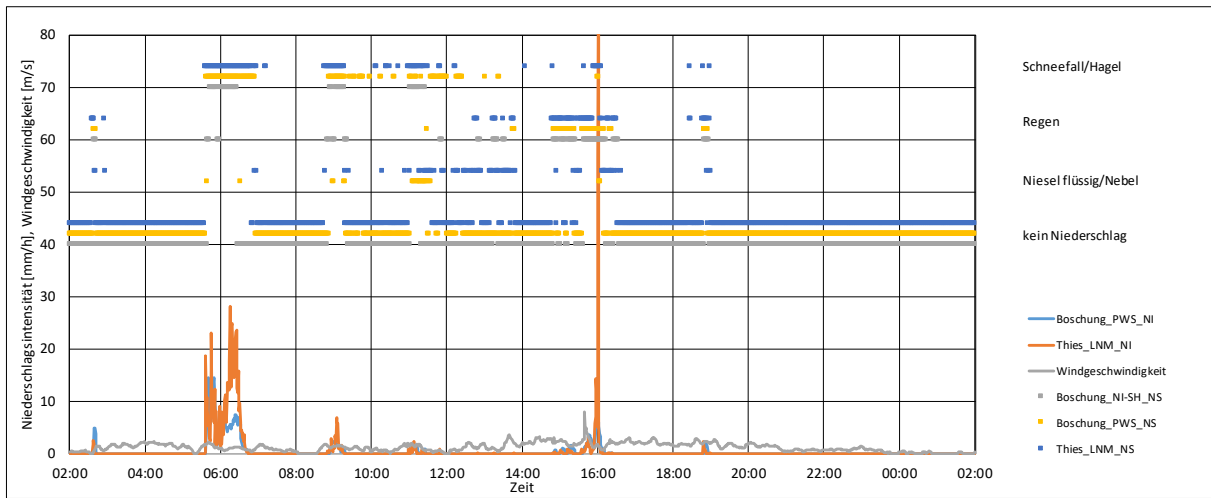
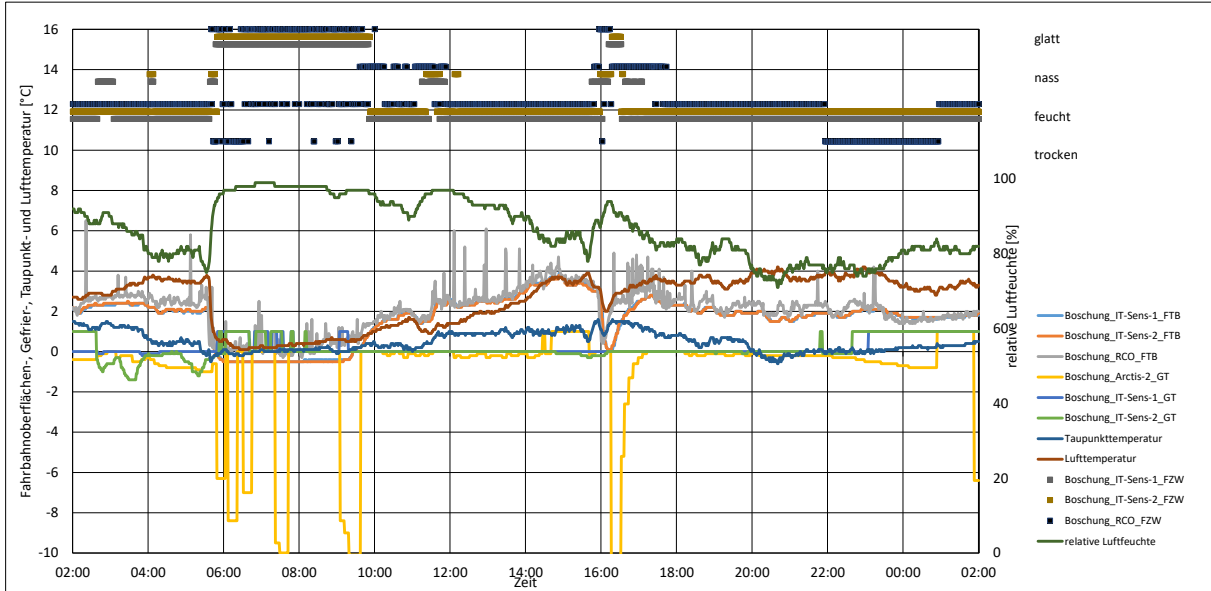
Zu Beginn des Betrachtungszeitraums kann der Fahrbahnzustand – trocken oder feucht - nicht bewertet werden. Mit Beginn des Schneefalls um 05:34 Uhr entsteht sehr schnell eine schneebedeckte Fahrbahn. Danach sind immer wieder die Rollspuren erkennbar. Der Verkehr nutzt anfänglich die Fahrstreifen nicht mittig, sondern mehr rechts von der Mitte des Fahrstreifens. Die Messflächen der Sensoren liegen damit mehr in der linken Rollspur. Im weiteren Verlauf taut der Schnee und es bildet sich mehr und mehr Schneematsch. Die Fahrzeuge bewegen den Schneematsch sehr stark, so dass sich in den Bereichen der Messflächen ständig neue Situationen bilden. In der Gesamtheit wirkt die Fahrbahn nass mit Schneematsch. Letzte Schneereste sind gegen 08:30 Uhr zu sehen. Die weiteren kurzzeitigen Niederschläge ergeben keinen sichtbaren Schnee auf der Fahrbahn. Nur gegen 16:05 Uhr ist nochmals kurz Schneematsch außerhalb breiter Rollspuren zu erkennen.

Auswirkungen eines Winterdiensteinsatzes sind auf den Fotos erst um 10:36 Uhr mit dem Räumen des Seitenstreifens zu erkennen. Weitere Einsätze sind nicht dokumentiert.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM bildet die bewertbaren Niederschläge richtig ab. Der einzelne Extremwert gegen 16 Uhr ist als Ausreißer zu sehen.

Der PWS erkennt die beobachteten Niederschläge auch in der Art richtig. Der NI/SH erkennt die beobachteten Niederschläge auch, allerdings wird in einigen Fällen der feste Niederschlag und dabei auch über eine Zeit von länger als zehn Minuten nur als flüssiger Niederschlag angegeben.

Die Messergebnisse des PWS werden **positiv** bewertet. Die Messergebnisse des NI/SH werden aufgrund der teilweise fehlenden Schneefallerkennung **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die längere Schneephase in den Morgenstunden bilden beide IT-Sens und der RCO weitgehend auch als „glatt“ ab. Alle drei Sensoren erkennen den eindeutigen Schnee nicht sofort, sondern erst mit 10-15 Minuten Verzögerung. Beide IT-Sens melden kurzzeitig „nass“ in Zeiten, in der die Fahrbahn durchgängig weiß wird. Der RCO meldet in der Anfangsphase mit Schnee auf der Fahrbahn häufig „trocken“, meist vereinzelt aber auch bis 12 Minuten durchgehend und im weiteren Verlauf sehr oft „feucht“.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden trotz kurzzeitig fehlender „glatt“-Anzeigen **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden aufgrund der längeren Trockenmeldungen bei Schnee **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Während der Schneefall/Schneematschphase geben beide IT-Sens extreme Wechsel im Verlauf der Wasserfilmdicke an. Diese können bezogen auf die kleinen Messflächen auf den Sonden je nach Schneematschlage richtig sein. Allerdings werden zwischendurch Werte nahe 0 mm angegeben, die nicht plausibel sind.

Der RCO gibt in der länger anhaltenden Phase mit teils intensiven Schneefall/Schneematsch wesentlich geringe Wasserfilmdicken an als in der Zeit danach. Dies ist nicht plausibel. Er zeigt allerdings nicht die extremen Wechsel im Vergleich zu den IT-Sens, was auf eine größere durchschnittsbildende Messfläche schließen lässt.

Gefriertemperatur:

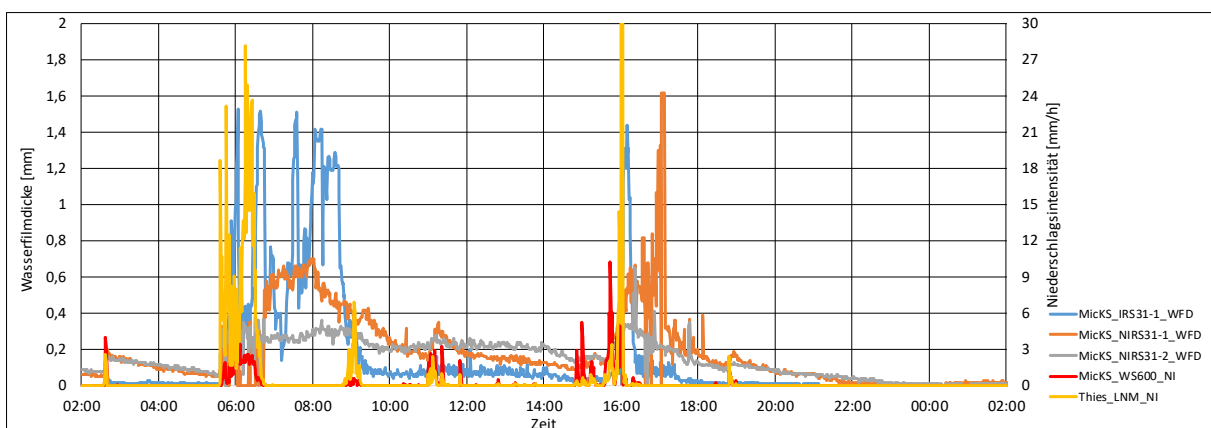
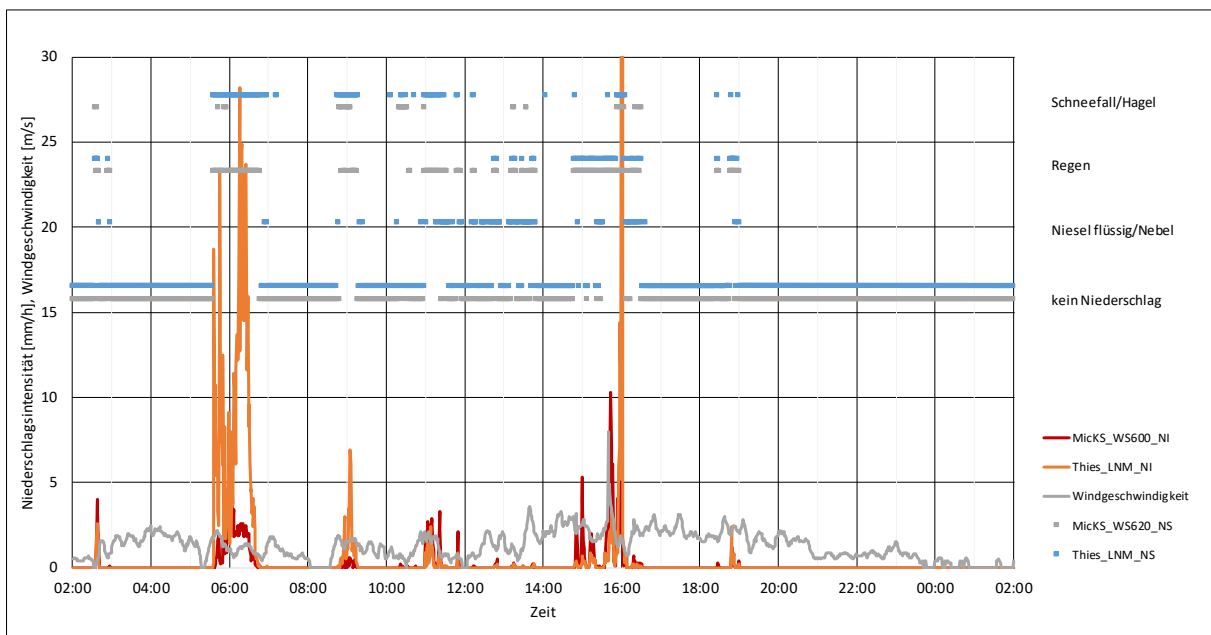
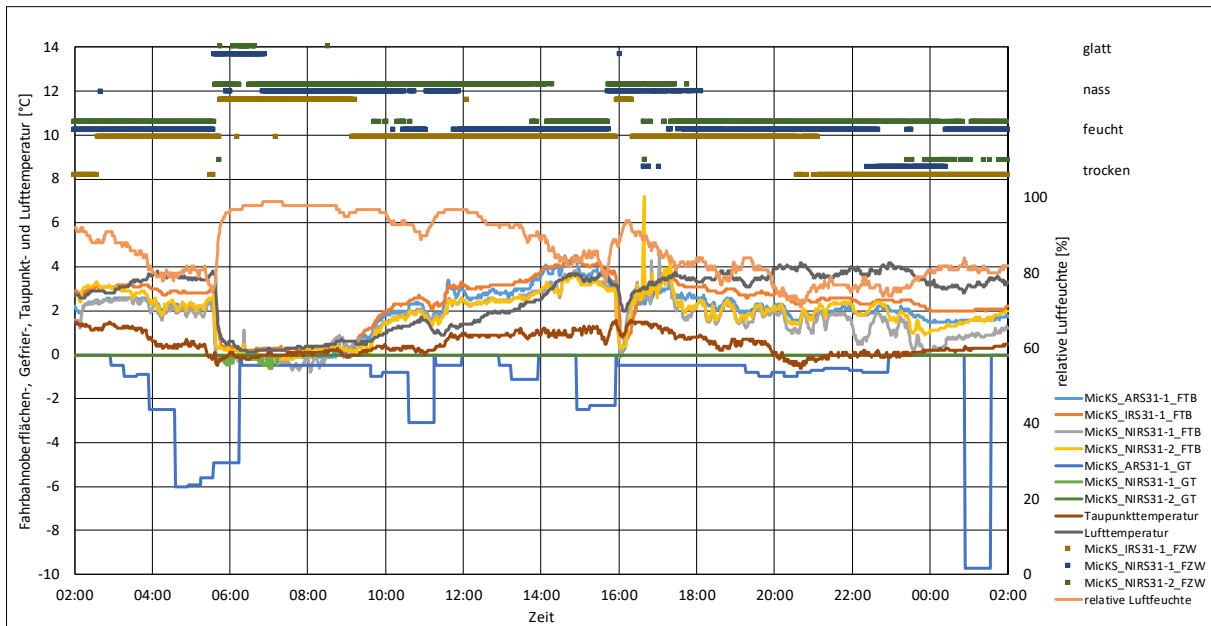
Die Gefriertemperatur der ARCTIS-Sonde wechselt in der längeren Schneefallphase in kurzen Abständen zwischen 0 und -6°C und tiefer, was nicht plausibel erscheint. Die Werte der beiden IT-Sens gehen nicht unter -1,4°C bzw. unter -0,2°C. Häufig geben sie auch die Meldung „Messwert nicht ermittelbar“ ab, obwohl sehr nasse Bedingungen und damit Normbedingungen zu sehen sind.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperatur, Niederschlag (nur PWS) und Fahrbahnzustand weisen den Datennutzer auf die beobachteten Schneesverhältnisse hin. Die Gefriertemperatur der ARCTIS und die Niederschlagsangaben des NI/SH schwächen diese Einschätzung teilweise deutlich ab.

— Bewertung der Sensoren der Firma Lufft

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 erkennt zwar die beobachteten Niederschläge, gibt sie aber sehr oft als „flüssig“ und nicht als „fest“ an. In der längeren Schneefallphase in den Morgenstunden gibt er nur sehr kurzzeitig Schneefall an.

Die Messergebnisse des WS600 werden der fehlenden Schneefallerkennung in Morgenstunden **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Den Fahrbahnzustand „glatt“ geben die beiden NIRS31 in einer kürzeren Länge an, als anhand des sichtbaren Schneematsches in den Morgenstunden beobachtet werden kann. Der IRS31pro erkennt den Schnee/Schneematsch auf der Fahrbahn zu keiner Zeit.

Insgesamt gibt der IRS31pro eine deutlich geringere Feuchtesituation im Vergleich zu den beiden NIRS31 wieder. Die NIRS31 entsprechen mehr den subjektiven Einschätzungen.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden aufgrund der fehlenden Glätteerkennung **negativ** bewertet. Die Messergebnisse der NIRS31 werden aufgrund der zu kurzen Glätteerkennung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Der IRS31pro gibt sehr wechselnde Wasserfilmdicken an, die in der Schneematschphase bezogen auf die sehr kleinen Messflächen der Sonden nicht falsch sein müssen. Sie sind in diesem Fall deutlich höher als des NIRS31 im gleichen Messquerschnitt. Der NIRS31-1 auf dem rechten Fahrstreifen zeigt bei Schnee auf der Fahrbahn teilweise vereinzelt aber auch bis zu 12 Minuten durchgehend 0 mm Wasserfilmdicke an.

Während Zeiten höherer Wasserfilmdicken ohne Schneematsch zeigt der NIRS31-1 auf dem rechten Fahrstreifen höhere Wasserfilmdicken im Vergleich zum NIRS31-2 auf dem linken Fahrstreifen an. Dies wird auf die Fahrbahnneigung zurückgeführt. Bei sehr geringen Wasserfilmdicken kehrt sich das Verhältnis zwischen beiden NIRS31 um. Hier führt die meist höhere Verkehrsbelastung zu einer schnelleren Trocknung, wenn kein Wasser mehr nachfließt. Die Werte wären damit plausibel.

Gefriertemperatur:

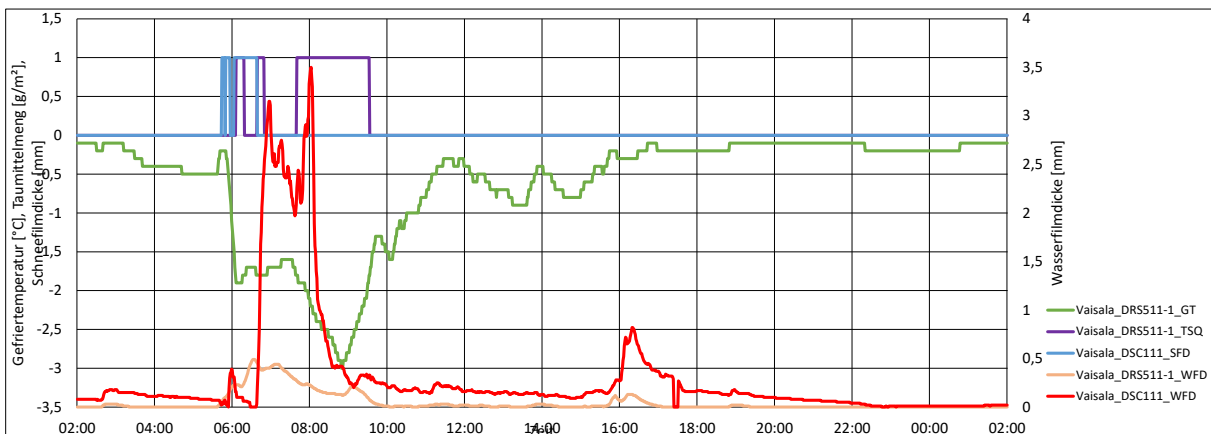
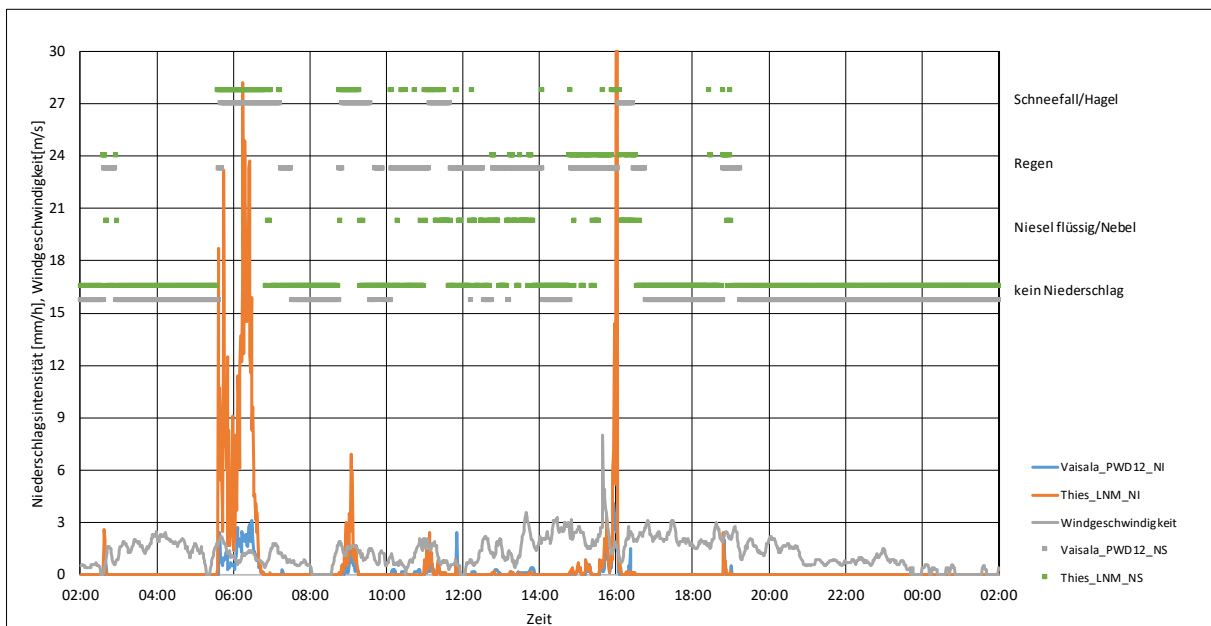
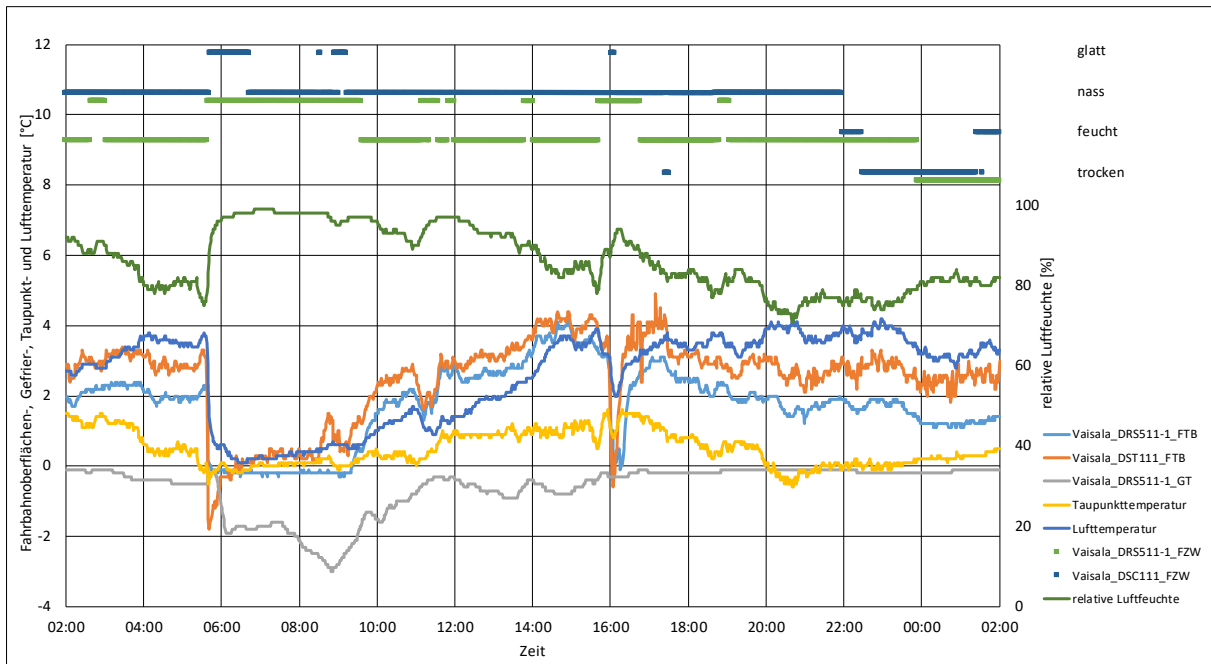
Der ARS31pro gibt teils sehr wechselhafte Daten an, die im Zusammenhang mit dem Niederschlag plausibel sind. Nicht plausibel sind die längeren Perioden mit konstant bleibenden Werten bei Niederschlag oder laufender Abtrocknung.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für alle Temperaturen, auch der Gefriertemperatur, Niederschlag und der Fahrbahnzustand weisen auf eine Glättegefahr hin. Allerdings weisen die Angaben aller drei Sensoren für den Fahrbahnzustand und für den Niederschlag nicht ausreichend bzw. gar nicht auf die beobachtete Schneebedeckung hin.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 erkennt alle beobachteten Niederschläge auch richtig in der Art mit einer Verzögerung von 10 bis 15 Minuten.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der DSR511 erkennt zu keiner Zeit den beobachteten Schnee auf der Fahrbahn als „glatt“. Der DSC111 erkennt die schneebedeckte Fahrbahn. In der Zeit mit Schneematsch auf der Fahrbahn gibt er nur den Fahrbahnzustand „nass“ an.

Die Messergebnisse des DRS511 werden aufgrund fehlender Schneeerkennung **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden aufgrund der zu kurzen Schneematscherkennung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die angegebenen Wasserfilmdicken des DRS511 und des DSC111 verlaufen sehr unterschiedlich sowohl in der Höhe als auch bei Anstieg und Abfall der Messwerte. Diese Unterschiede sind trotz der unterschiedlichen Messquerschnitte nicht plausibel. Der Verlauf der Werte vom DSC111 entspricht nach subjektiven Betrachtungen mehr der Realität.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die Gefriertemperatur des DSR511 sinkt während der Schneefallphase auf -3°C.

Die angegebene Tausalzmenge schwankt bei Niederschlag zwischen 0 und 1 g/m² und bleibt dann über eine Stunde trotz Niederschlag konstant bei 1 g/m², sonst ist der Wert 0 g/m². Dies ist nicht plausibel. Die Gefriertemperatur sinkt im weiteren Verlauf bei fallender Wasserfilmdicke zunächst bis auf -3°C ab. Danach steigt die Gefriertemperatur wieder bis 0°C an, obwohl die Wasserfilmdicke sinkt. Letzteres ist nicht plausibel.

Schneefilmdicke:

Die Schneefilmdicke steigt nur auf 1 mm und wechselt während des Schneefalls auch auf 0 mm zurück. Die Werte sind nicht plausibel.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

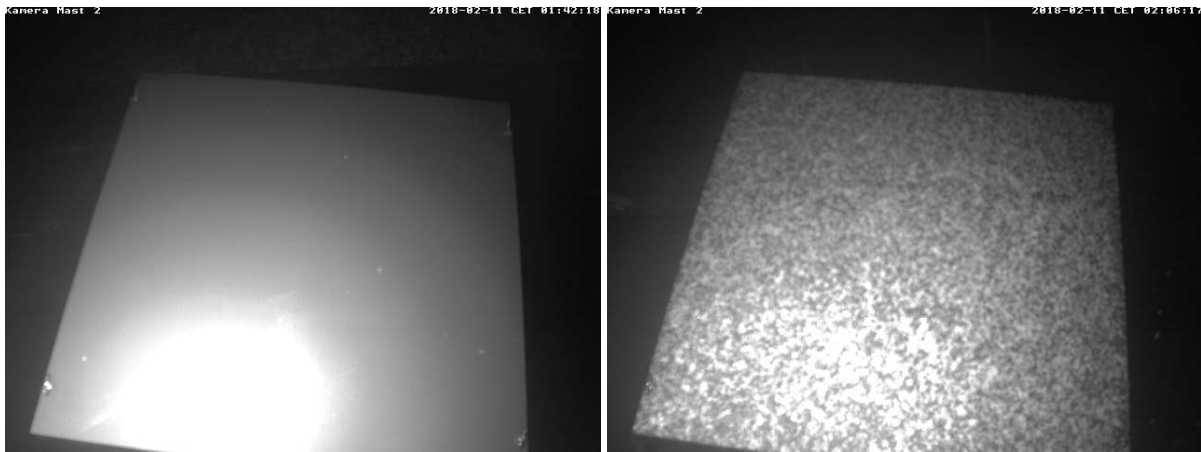
Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperatur, den Niederschlag und für den Fahrbahnzustand weisen den Nutzer auf eine Glättegefahr hin. Die Gefriertemperaturen und die nur kurzzeitige bzw. fehlende Anzeige der Glätte durch Schnee oder Schneematsch schwächen die Hinweise zur beobachteten Glättegefahr ab.

Fall 7: Situation am 11.02.2018 (01:00 Uhr) bis 12.02.2018 (01:00 Uhr)

Der Betrachtungsabschnitt wird in zwei Bewertungsteile aufgeteilt. Der erste Teil geht bis 9 Uhr mit einem Schneefallereignis, der restliche Zeitraum beinhaltet den zweiten Teil mit mehreren Regenerereignissen mit geringem Schneeregen.

– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**Fall 7.1**

Ob die Fahrbahn am Anfang dieses Bewertungszeitraumes trocken oder feucht ist, lässt sich nicht erkennen. Um 01:41 Uhr sind erste Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte für den Niederschlag zu erkennen. Niederschlag ist auf den Fotos bis 07:25 Uhr deutlich zu erkennen. Da immer Schnee oder Schneematsch auf der Fahrbahnoberfläche erkennbar ist, kann dabei von Schnee oder Schneeregen ausgegangen werden. Nur gegen Ende dieser Periode sind dicke Regentropfen im Schnee auf der Beobachtungsplatte zu erkennen.



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 01:42 Uhr (links) und 02:06 Uhr (rechts)

Eine deutliche Feuchte ist ab etwa 02:40 Uhr in den Rollspuren auf dem rechten Fahrstreifen sichtbar. Wie schnell die Schneekristalle auf der Fahrbahnoberfläche schmelzen, lässt sich nicht bewerten. Erst gegen 03:10 Uhr sind Schneekristalle auf der gesamten Fahrbahnoberfläche deutlich erkennbar.

Im weiteren Verlauf schneit der linke Fahrstreifen komplett mit einer sehr dünnen Schneedecke zu. Erst um 03:31 Uhr fährt das erste Fahrzeug im Bereich der Bodensonden in diesem Fahrstreifen. Schneematsch lässt sich bis 04:27 Uhr erkennen. Danach ist die Situation dort nicht bewertbar. Ab 5 Uhr ist wieder Schnee/Schneematsch im Bereich des linken Fahrstreifens zu erkennen. In der Folge ist bis ca. 07:30 Uhr deutlich geringer Schneematsch im Bereich der Bodensonden sichtbar. Um 08:09 Uhr ist eine Räumung auf dem linken Fahrstreifen erfolgt. Danach lässt sich kein Schneematsch/Schnee auf diesem Fahrstreifen eindeutig erkennen.

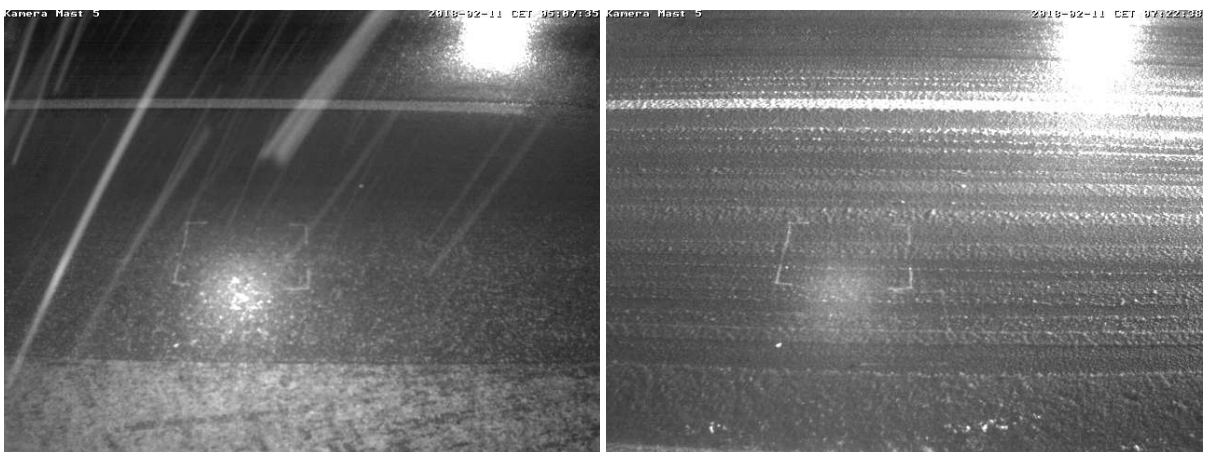
Der rechte Fahrstreifen schneit kurzzeitig mit einer sehr geringen Schneedecke zu. Um 03:25 Uhr erfolgte eine Räumung und der Fahrstreifen wirkt danach, wahrscheinlich unterstützt durch Tausalz, schnell weitgehend schwarz.



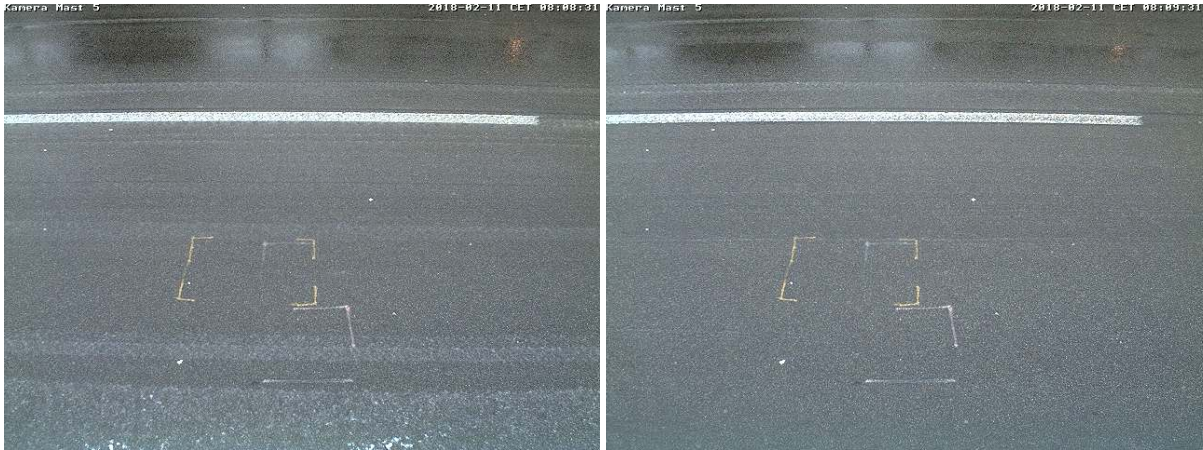
Fahrbahnzustand um 01:44 Uhr (links) und 03:15 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 03:36 Uhr (links) und 04:24 Uhr (rechts, auf dem linken Fahrstreifen)



Fahrbahnzustand auf dem linken Fahrstreifen um 05:07 Uhr (links) und 07:22 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand vor und nach einen Räumeeinsatz auf dem linken Fahrstreifen um 08:09 Uhr

Nach 07:30 Uhr ist immer deutlich Nässe/Feuchte in den Rollspuren des rechten Fahrstreifens aber auch anhand von Sprühfahnen hinter Fahrzeugen auf beiden Fahrstreifen erkennbar.

Außer dem sichtbaren Winterdiensteinsatz um 08:09 Uhr ist noch gegen 04:45 Uhr ein Räum- und Streueinsatz dokumentiert, dessen Auswirkungen nicht direkt sichtbar sind.

Fall 7.2

Eine Zunahme von Regentropfen auf der abtrocknenden Beobachtungsplatte ist um 11:15 Uhr deutlich zu erkennen. Der weitere Verlauf ist nicht bewertbar. Die Platte trocknet wieder ab. Ab 14:18 Uhr ist wieder ein Niederschlagsbeginn sichtbar. Von 15:59 Uhr bis 16:01 Uhr sind einzelne Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte zu erkennen. Das wiederholt sich in den Minuten 16:16 Uhr und 16:39 Uhr. Zwischen 18:57 Uhr und 19:02 Uhr sowie zwischen 21:58 Uhr und 22:06 Uhr sind weitere einzelne Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte sichtbar.



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 11:14 Uhr (links) und 11:17 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 11:17 Uhr (links) und 14:37 Uhr (rechts)



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 16:00 Uhr



Fahrbahnzustand um 15:54 Uhr (links) und 16:42 Uhr (rechts)

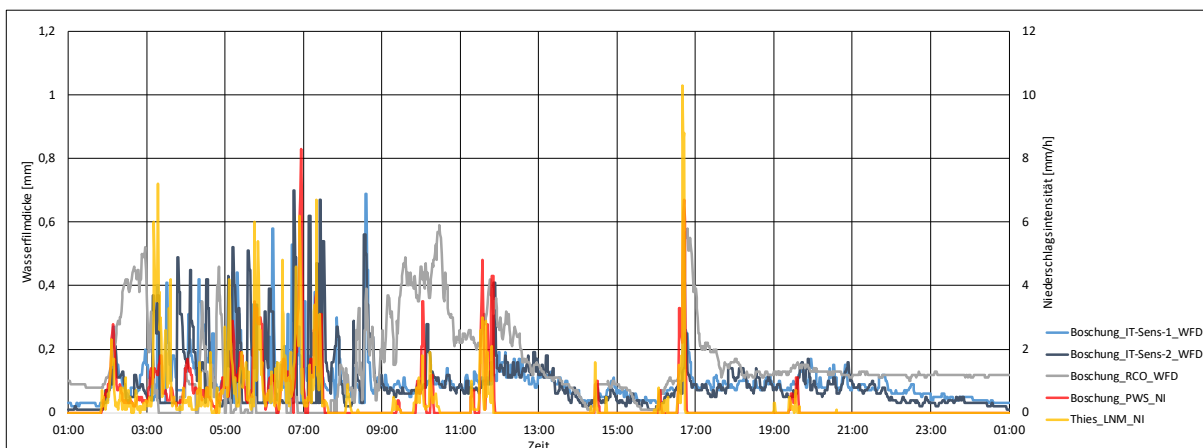
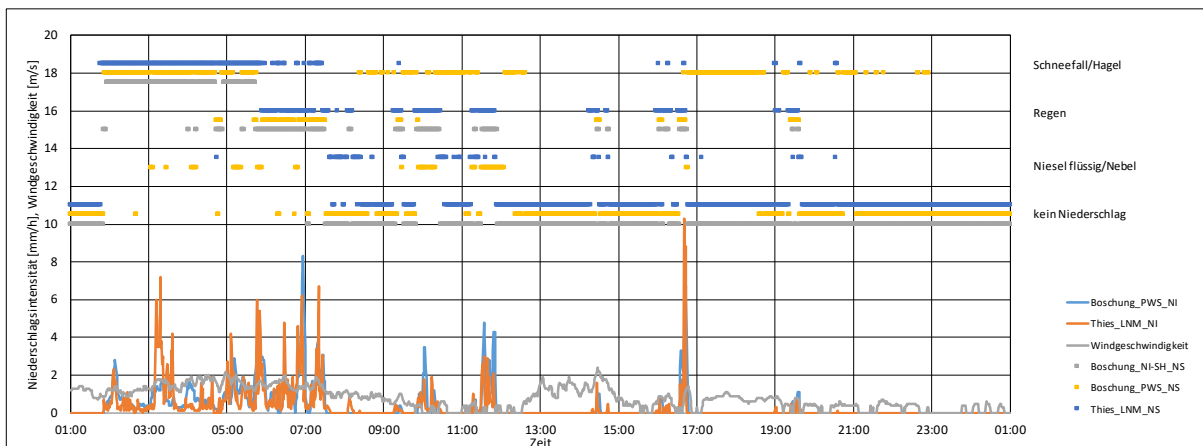
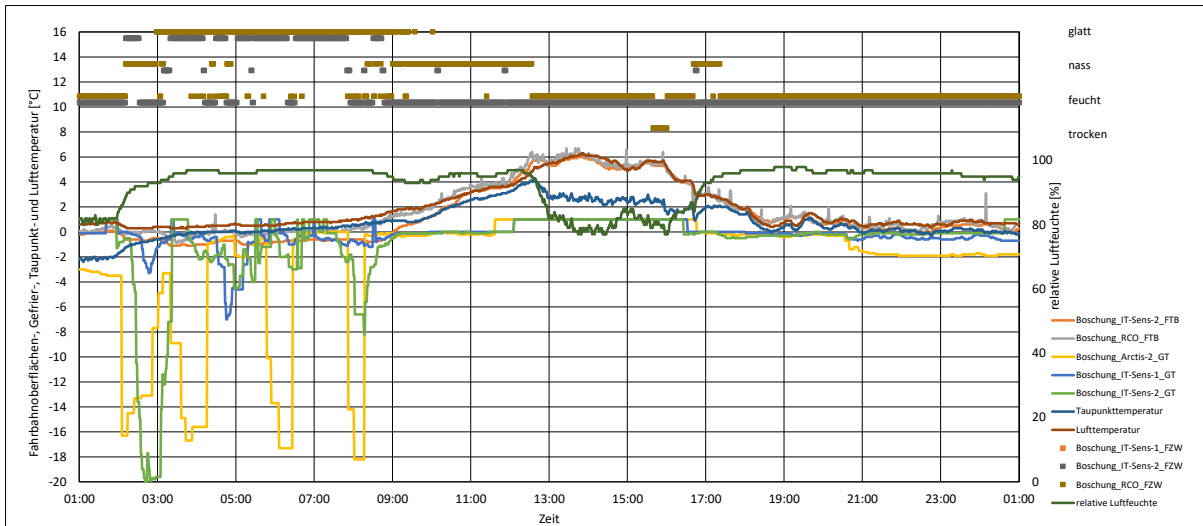
Erst ab ca. 12:30 Uhr ist eine schnellere Abtrocknung erkennbar. Eine kurze komplette Abtrocknung der Rollstreifen des rechten Fahrstreifens ist kurzzeitig sichtbar. Eine etwas stärkere Abtrocknung ist nach einem weiteren Niederschlag bis 16 Uhr erkennbar. Die Messflächen in der Mitte beider Fahrstreifen wirken dabei aber noch feucht.

Ab 16:39 Uhr ist wieder eine deutliche Feuchte/Nässe erkennbar, die ab ca. 17 Uhr zurückgeht. Der weitere Verlauf ist nicht eindeutig bewertbar.

Bewertung der Sensoren der Firma Boschung

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefrier-temperatur nicht messbar“ wird im ersten und vierten Diagramm in dieser Bewertung mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM erkennt den Niederschlag entsprechend den möglichen Beobachtungen.

Der NI/SH erkennt die beobachteten Niederschläge. Dabei wird der beobachtete Schneeregen für ca. 1,5 Stunden vor Ende nur als flüssiger Niederschlag angezeigt. Die sehr kurzen Perioden mit festen Niederschlägen in der zweiten Tageshälfte erkennt er nicht, dies wird aber nicht negativ bewertet.

Der PWS erkennt den Schneefall/Schneeregen in den Morgenstunden ähnlich wie der NI/SH, erst als festen und später nur als flüssigen Niederschlag. Im weiteren Tagesverlauf gibt er in mehreren Stunden festen Niederschlag zu Zeitpunkten an, bei denen er nicht beobachtet werden konnte. Dabei ist die Niederschlagsintensität gleich Null. Dies ist nicht plausibel.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** für erste Phase und **positiv** für die zweite Phase bewertet.

Die Messergebnisse des PWS werden **positiv** für die erste Phase und aufgrund des über Stunden gemeldeten aber nicht beobachteten Schneefalls **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die IT-Sens-Sensoren geben die beobachteten Fahrbahnzustände häufig wieder. Trotz des erkannten Schneematsches in der Zeit bis 04:30 Uhr geben sie häufiger den Fahrbahnzustand „feucht“ und „nass“ an. Die längste durchgängige Zeitdauer von beobachteter aber nicht gemeldeter Glätte beträgt bei beiden Sensoren etwa 15 Minuten. Im zweiten Bewertungsabschnitte entsprechen die Messwerte etwa den Beobachtungen.

Der RCO zeigt im ähnlichen Zeitraum wie die IT-Sens den Fahrbahnzustand „glatt“ an, obwohl deutlich weniger Schnee/Schneematsch auf dem rechten Fahrstreifen beobachtet werden kann. So lange die Temperatur unter 0°C ist, kann eine Glätte möglich sein. Ab 08:00 Uhr steigt die vom RCO angezeigte Fahrbahnoberflächentemperatur über 0°C. Ab dieser Zeit entsteht der Widerspruch, dass der Fahrbahnzustand „glatt“ trotz positiver Temperaturen angezeigt wird. Der sonstige Verlauf der Werte gibt etwa die Beobachtungen wieder.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden für den Teil 1 aufgrund der zeitweise fehlenden Angabe „glatt“ als **negativ** und für den Teil 2 **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden für den Teil 1 aufgrund der unplausiblen Angaben „glatt“ bei gleichzeitig gemeldeter Fahrbahnoberflächentemperatur über 0°C **negativ** und für den Teil 2 **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

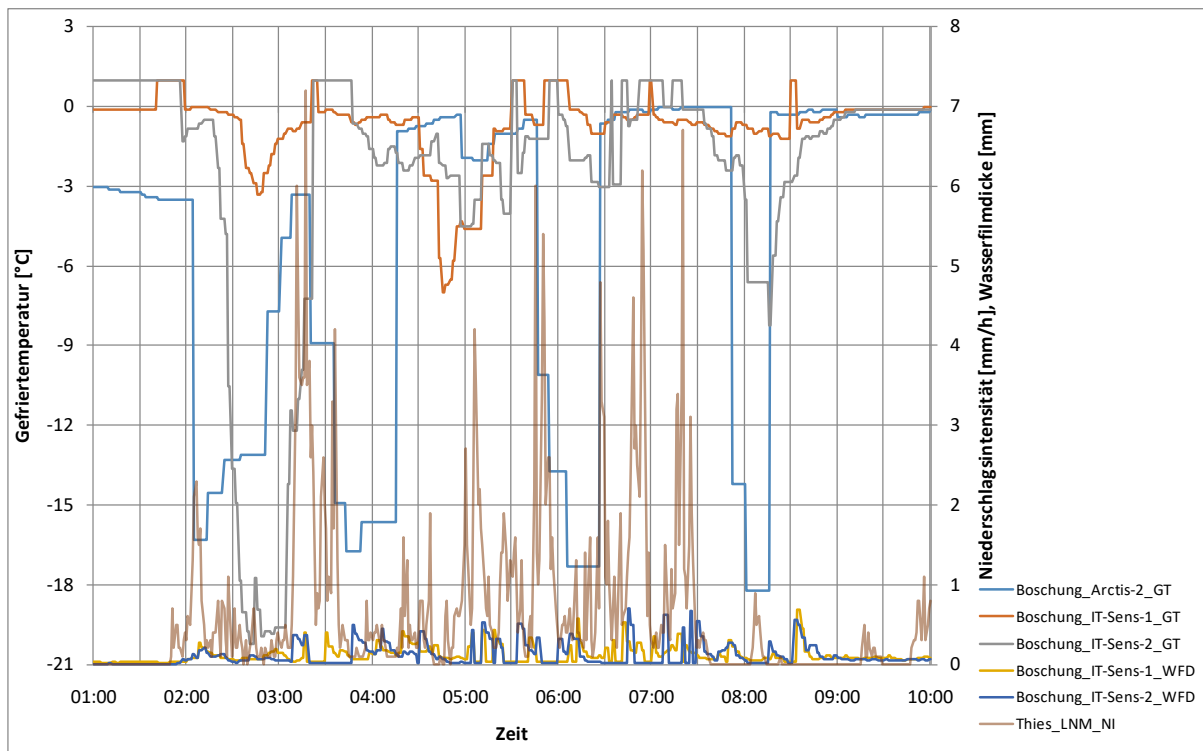
Die Verläufe der Wasserfilmdicke bei beiden IT-Sens sind weitgehend identisch, solange kein Schnee/Schneematsch auf der Fahrbahnoberfläche vorhanden ist. In diesen Phasen erscheinen sie entsprechenden den Beobachtungen etwa plausibel. Während der Phase mit Schneematsch bestehen zwischen beiden Sensoren höhere Differenzen, die aber auch bei dem kurzen Abstand im gleichen Querschnitt der Fahrbahn vorhanden sein könnten.

In der Schnee-/Schneematschphase zeigt der RCO mehrfach über längere Zeit eine Wasserfilmdicke von 0 mm an. Dies entspricht nicht den Beobachtungen. Zwischen ca. 20 Uhr und 1 Uhr zeigt der Sensor

über rund fünf Stunden eine nahezu konstante Wasserfilmdicke von über 0,1 mm an. Dies erscheint ebenfalls wenig plausibel.

Gefriertemperatur:

Die nachfolgende Darstellung gibt die Messwertverläufe der Gefriertemperaturen von ARCTIS und IT-Sens in Bezug zu den Wasserfilmdicken der IT-Sens und den Niederschlagsangaben des LNM im Verlauf der Schnee/Schneematschphase wieder.



Die Messwerte der ARCTIS-Sonde steigen und fallen extrem stark. Die starken Zurückgänge der Gefriertemperatur gegen 0°C sind in den meisten Fällen nicht mit einem Niederschlag verbunden und damit nicht plausibel. Umgekehrt sinkt die Gefriertemperatur sehr stark vor dem beobachteten Winterdienstesinsatz um 08:09 Uhr. Bei den tiefen Werten der ARCTIS-Sonde fallen die Messwerte der IT-Sens auf weniger als 20% der Werte der ARCTIS-Werte. Umgekehrt treten die besonders tiefen Werte beider IT-Sens um 5 Uhr gerade dann, wenn die Werte der ARCTIS-Sonde gegen 0°C gehen. Bei Schnee- oder Schneematsch muss die Fahrbahnoberflächentemperatur unter der Gefriertemperatur liegen. Dies ist nicht der Fall, deshalb sind die Werte nicht plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

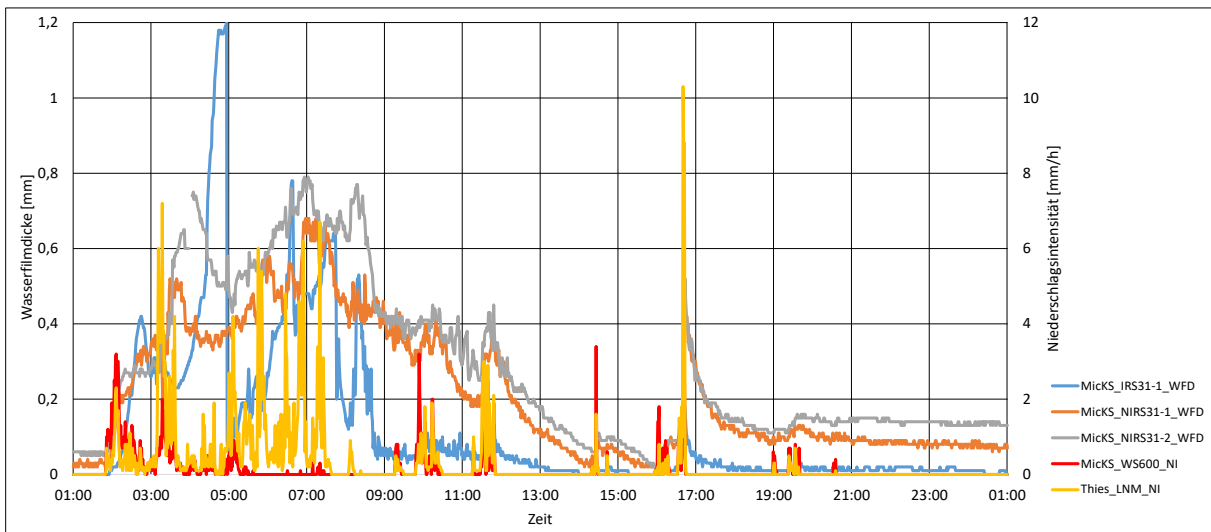
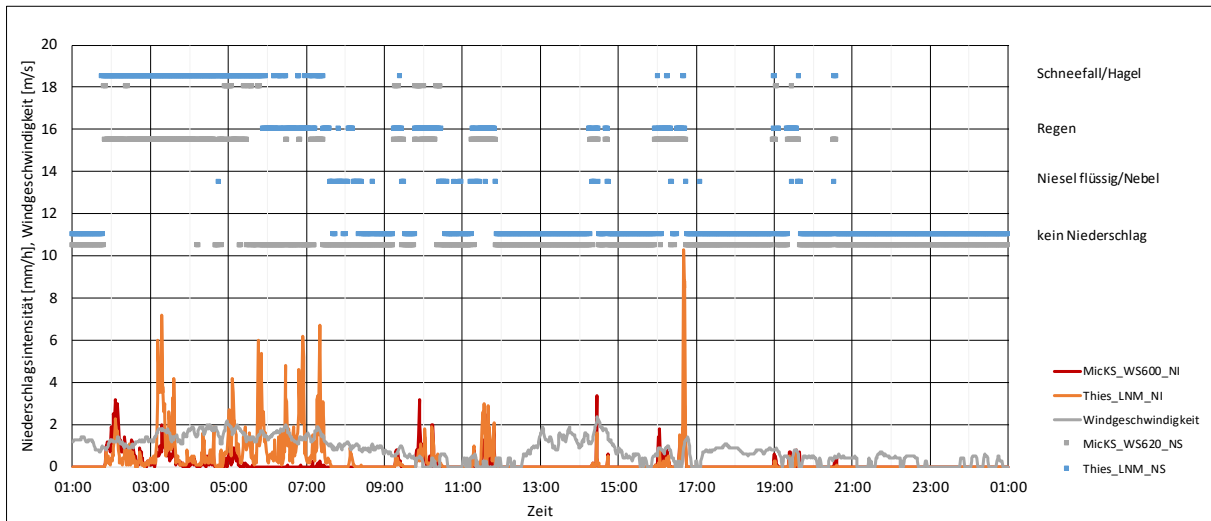
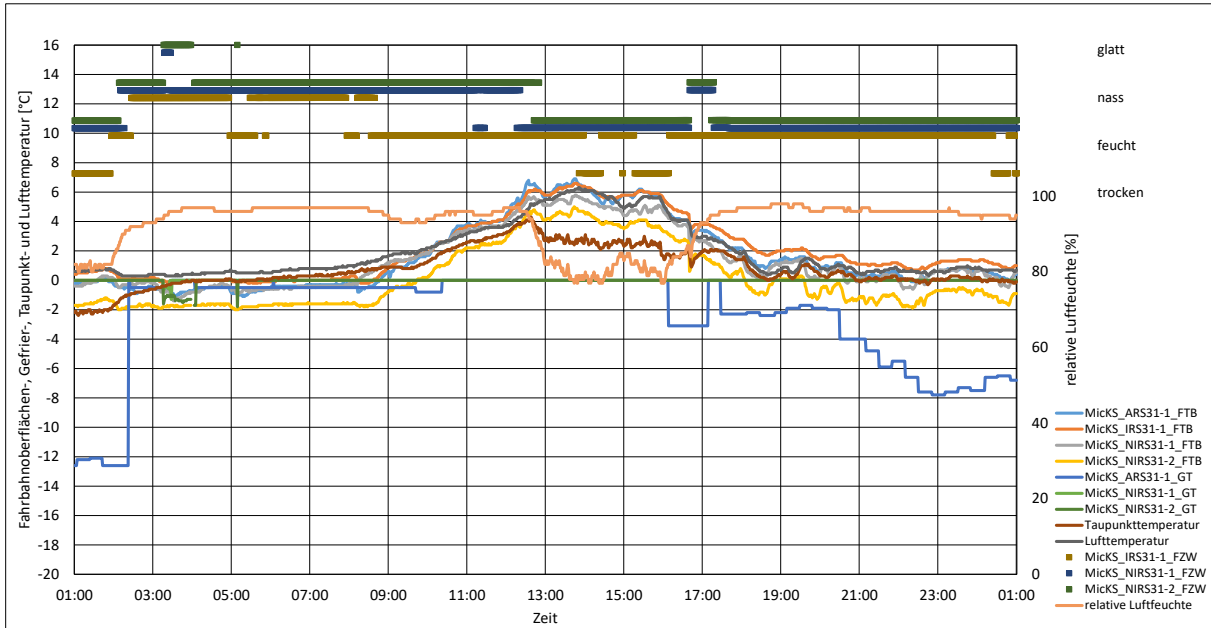
Der RCO weist an diesem Tag infolge des geringen Verkehrs (Sonntag) weniger Ausreißer auf.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand weisen grundsätzlich auf eine Glättegefahr hin. Anhand der Gefriertemperaturen und teilweise anhand der Werte für den Niederschlag und für den Fahrbahnzustand lässt sich nicht die tatsächliche beobachtete Schneeglätte ableiten.

— Bewertung der Sensoren der Firma Lufft

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 gibt den beobachteten Schneefall nur kurzzeitig an. Der sonstige beobachtete Niederschlag wird nur als flüssiger Niederschlag gemessen. Im zweiten Bewertungsteil gibt er den beobachteten Regen an. Die einzelnen sehr kurzen Perioden von Schneefall erkennt er nicht. Dies wird aber nicht bewertet.

Die Messergebnisse des WS600 werden für den ersten Teil aufgrund der kurzen Schneefallanzeige **negativ** und für den zweiten Teil **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die Schnee/Schneematschperiode des ersten Bewertungsteiles erkennt der IRS31pro zu keinem Zeitpunkt. Im zweiten Bewertungsteil zeigt er in der Zeit vor 16 Uhr über rund eine Stunde „trocken“ an, was nicht der Beobachtung entspricht. Der sonstige Verlauf entspricht etwa den Beobachtungen.

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen erkennt den Schnee/Schneematsch etwa wie er auch sicher beobachtet werden konnte. Der NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen gibt zwar etwas länger eine Glätte an, aber mehrere Stunden weniger als sie anhand der Fotos beobachtet werden kann. Der sonstige Verlauf entspricht etwa den Beobachtungen.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden in beiden Fällen aufgrund fehlender Schnee- bzw. Feuchterkennung **negativ** bewertet.

Für beide Bewertungsteile werden die Messergebnisse des NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen **positiv** bewertet. Die Messergebnisse des NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen für den Bewertungsteil 1 werden aufgrund der fehlenden Angaben „glatt“ bei Schnee/Schneematsch **negativ** und für den Bewertungsteil 2 **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken des IRS31pro und der beiden NIRS31 verlaufen tendenziell etwa gleich. Eine Ausnahme besteht bei dem einsetzenden Schneefall. Hier gibt der IRS31pro eine sinkende Wasserfilmdicke an, die nicht plausibel ist. Die Werte des IRS31pro sind mit Ausnahmen während der Schnee-/Schneematschphase deutlich tiefer im Vergleich zu dem NIRS31 im gleichen Querschnitt.

Gefriertemperatur:

Der Gefriertemperaturverlauf des ARS31pro kann weitgehend als plausibel angesehen werden. Während der Schnee-/Schneematschphase sind die Werte nahe 0°C. Allerdings sind sie teilweise geringfügig tiefer als die vom Sensor selbst angegebene Fahrbahnoberflächentemperatur. Die in der Zeitspanne um 17 Uhr über rund eine Stunde konstant angegebene Gefriertemperatur von -1,3°C ist aufgrund des stärkeren Niederschlags nicht plausibel.

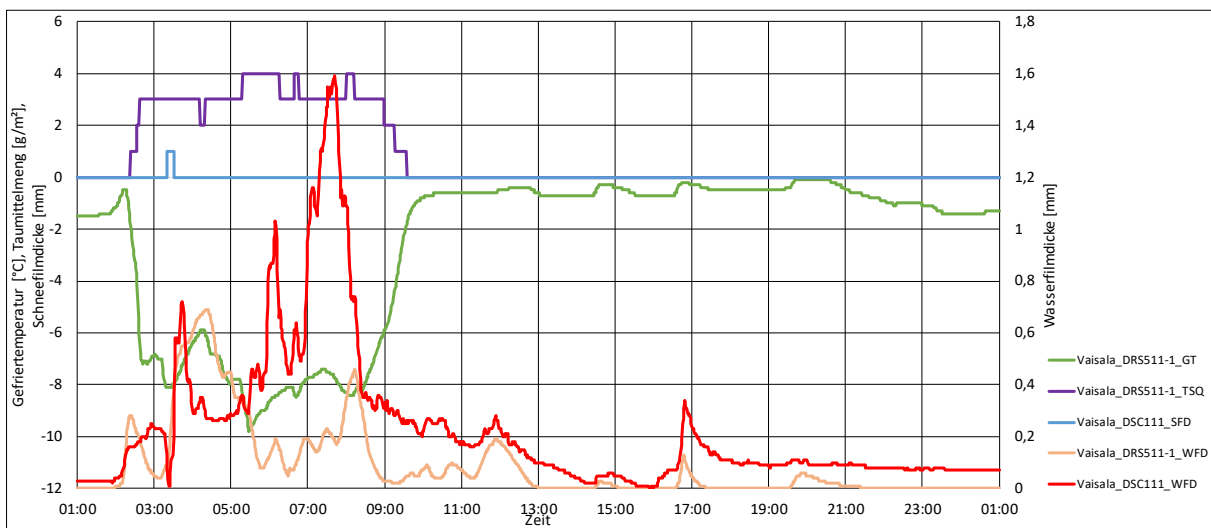
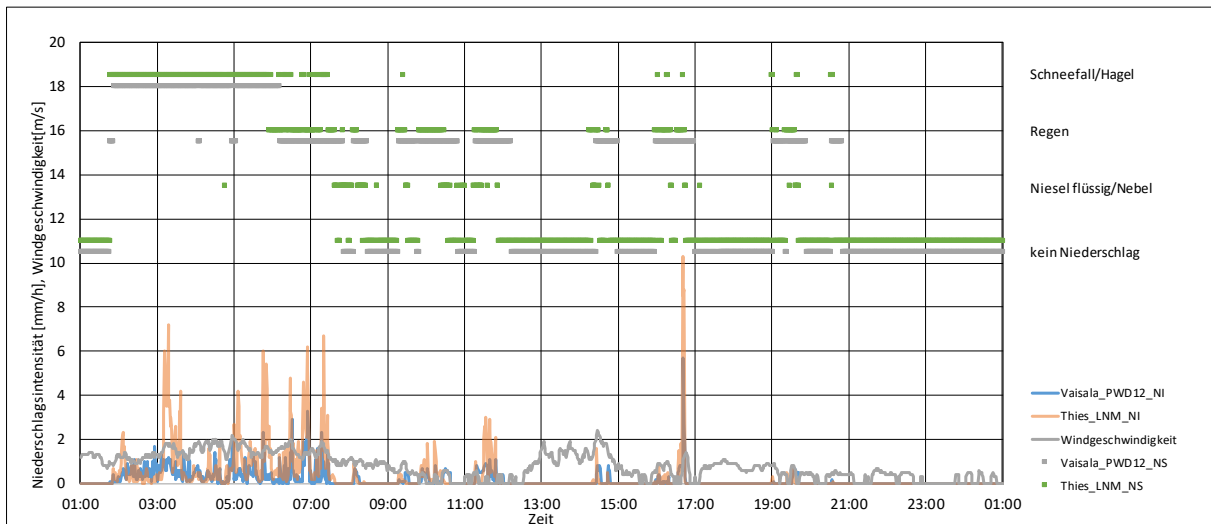
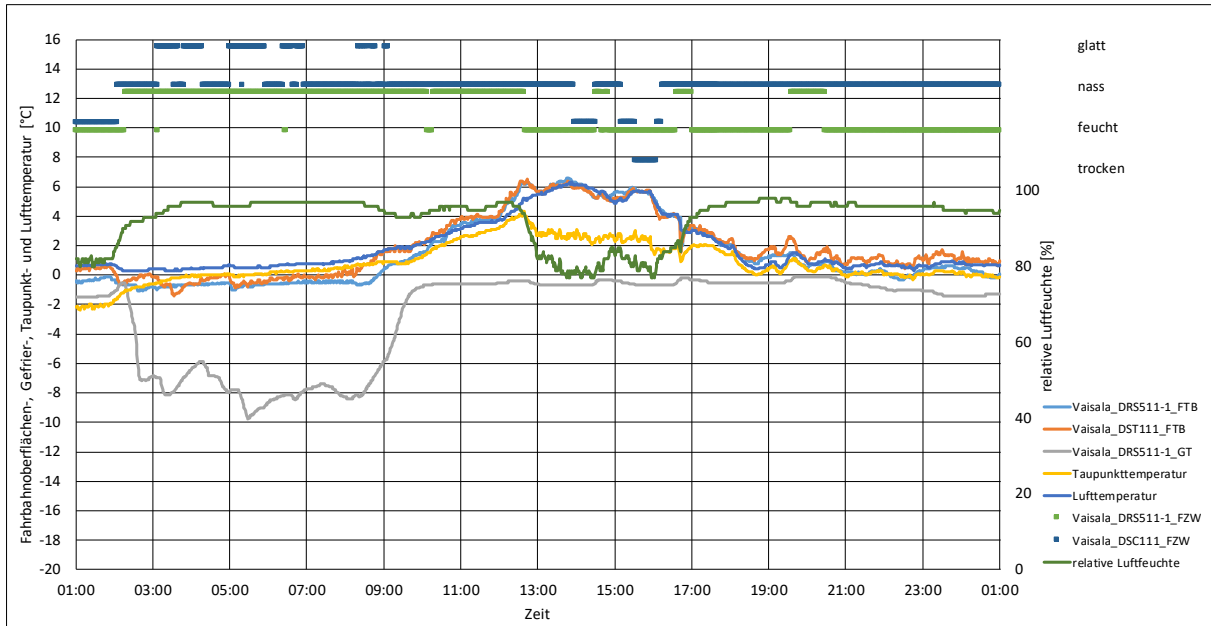
Die NIRS31 geben in der Schnee-/Schneematschphase eine Gefriertemperatur unter 0°C an. Dies ist nicht plausibel. Die Werte schwanken dabei geringfügig (<0,5°C) um Werte der Fahrbahnoberflächentemperatur.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für alle Temperaturen inklusive der Gefriertemperatur, den Niederschlag und teilweise für den Fahrbahnzustand weisen grundsätzlich auf eine Glättegefahr hin. Anhand der Werte für den Niederschlag und teilweise für den Fahrbahnzustand lässt sich nicht die tatsächliche beobachtete Schneeglätte in der vollen Länge ableiten.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 gibt den beobachteten Niederschlag meist so an, wie er beobachtet wurde. Der Schneefall wird allerdings nicht so lange angegeben, wie durch den LNM. Anhand der Fotos ist aber keine differenzierte Bewertung in der Zeit möglich, in der beiden Sensoren differenziert anzeigen. Die kurzzeitigen geringfügigen festen Niederschläge in der zweiten Tageshälfte erkennt der PWD12 nur als flüssigen Niederschlag, diese Angaben werden aufgrund der sehr kurzen Zeitspanne nicht bewertet.

Die Ergebnisse des PWD12 werden für beide Bewertungsteile **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der DRS511 erkennt durchgängig den beobachteten Schnee auf der Fahrbahn nicht als „glatt“. Die Angaben für den zweiten Bewertungsteil entsprechen etwa den Beobachtungen.

Der DSC111 gibt den Fahrbahnzustand zwischen „glatt“ und „nass“ wechselnd an. In der Phase, in der Schnee auf dem rechten Fahrstreifen erkannt werden konnte, gab er auch den Fahrbahnzustand „glatt“ an. Ob auch in den sonstigen Zeiten mit der Meldung „glatt“ tatsächlich noch Eisreste vorlagen, lässt sich nicht beurteilen. Die Angaben für den zweiten Bewertungsteil entsprechen etwa den Beobachtungen.

Die Ergebnisse des DRS511 werden für den ersten Bewertungsteil aufgrund der durchgängig fehlenden Angabe „glatt“ bei erkannten Schnee/Schneematsch **negativ** und für den zweiten Bewertungsteil **positiv** bewertet.

Die Ergebnisse des DSC111 werden für beide Bewertungsteile **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die beiden Wasserfilmdicke-Angaben laufen teils nicht synchron. Der DRS511 gibt in der zweiten Hälfte des Betrachtungszeitraumes häufig Wasserfilmdicken mit 0 mm an und gleichzeitig den Fahrbahnzustand „feucht“ an. Dies ist widersprüchlich.

Der DSC111 gibt bis 8 Uhr sehr unterschiedliche Werte an, die bis über 1 mm gehen. Dieser Verlauf kann nicht bewertet werden. Er passt nicht zu dem Niederschlagsverlauf, könnte vielleicht noch mit der Schneeschmelze vom linken Fahrbahnrand zusammenhängen.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

In der Phase mit Schnee/Schneematsch auf der Fahrbahn gibt der DRS511 die tiefsten Gefriertemperaturen bei Fahrbahnoberflächentemperaturen um 0°C an. Dies ist nicht plausibel. Eine Tausalzmenge bis maximal 4 g/m² wird nur in der Schnee-/Schneematschphase angezeigt. Hier dürfte Salz auf der Fahrbahn vorhanden gewesen sein. Die Höhe kann nicht abgeleitet werden. Die aufgeführten Streueinsätze sind nur mit geringen Ausschlägen im Messwertverlauf erkennbar.

Schneefilmdicke:

Die Schneefilmdicke wird nur kurzzeitig mit einem Millimeter angegeben.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand des DSC111 weisen grundsätzlich auf eine Glättegefahr hin. Anhand der angegebenen Gefriertemperaturen und des vom DRS511 angegebenen Fahrbahnzustand lässt sich die tatsächliche beobachtete Schneeglätte nicht ableiten.

Fall 8: Situation am 12.02.2018 (00:00 Uhr) bis 13.02.2018 (00:00 Uhr)

Der Betrachtungsabschnitt wird in zwei Bewertungsteile aufgeteilt. Der erste Teil geht bis 14 Uhr mit einer teils schneebedeckten Fahrbahn bis zu einer vollständigen Abtrocknung, der restliche Zeitraum beinhaltet den zweiten Teil mit Niederschlagsereignissen.

– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**Fall 8.1:**

Erste Schneekristalle sind um 01:48 Uhr auf der Beobachtungsplatte zu erkennen. Binnen fünf Minuten ist die Fahrbahn durch erkennbaren kräftigen Schneefall vollständig schneebedeckt (bis 01:53 Uhr). Bis 02:29 Uhr ist Niederschlag - durchgängig und nicht eindeutig als Schnee - zu erkennen. Teilweise scheinen Regentropfen in den Schnee zu fallen. Ab 02:22 Uhr wird allerdings der rechte Fahrstreifen noch mal zunehmend weiß, was eindeutig auf Schneefall bis 02:24 Uhr hinweist. Die weitere Niederschlags-situation ist anhand der Fotos nicht sicher bewertbar.



Fahrbahnzustand um 01:47 Uhr (links) und 01:49 (rechts)



Fahrbahnzustand um 01:58 Uhr (links) und 02:23 (rechts) mit nicht bedeckten Bodensonden der Firma Boschung



Fahrbahnzustand um 02:44 Uhr (links) und 02:30 auf dem linken Fahrstreifen (rechts)



Fahrbahnzustand 03:20 Uhr auf dem linken Fahrstreifen

Auf der Fahrbahn bilden sich nach der vollständigen Schneebedeckung um 01:53 Uhr auf dem rechten Fahrstreifen durch den Verkehr schnell breite schwarze Rollspuren. Schnee scheint bis ca. 02:00 Uhr in die Rollspuren zu wehen. Im weiteren Verlauf bis 02:22 Uhr wird der rechte Fahrstreifen komplett schwarz. Danach nimmt auf diesem Fahrstreifen die Schneeüberdeckung für ca. zwei Minuten nochmal zu. Bis 02:44 Uhr wird der rechte Fahrstreifen wieder vollständig schneefrei. Ursache könnte dort ein höherer Salzgehalt sein.

Der linke Fahrstreifen bleibt bis 02:30 Uhr fast vollständig schneebedeckt. Es sind bis zu dieser Zeit nur die Rollspuren eines Fahrzeuges zu erkennen. Eine Tauwirkung wie auf dem rechten Fahrstreifen findet nicht statt. Im weiteren Verlauf wird der Fahrstreifen mehrfach überfahren. Die Rollspuren sind deutlich zu erkennen. Der Schnee wird mit dem weiteren Verlauf weniger und geht in Schneematsch über. Im Bereich der Sensoren ist um 03:20 Uhr letztmalig Schneematsch deutlich erkennbar. Die Höhe des Schneematschs wechselt je nach Überfahrt mehrfach. Eindeutiger Schnee auf den Fahrstreifenrändern ist bis 03:43 Uhr sichtbar. Um 04:32 Uhr ist noch Schneematsch auf dem linken Fahrstreifen neben dem Sensor-Querschnitt im Bereich zum Mittelstreifen deutlich erkennbar. Sonst wirkt die gesamte Fahrbahn nass. Im weiteren Verlauf trocknet sie ab. Ein genauer Abtrocknungszeitpunkt ist nicht eindeutig erkennbar.

In den Winterdienst-Aufzeichnungen sind in diesem Zeitraum im Bereich des Testfeldes zwei Streufahrten ohne Räumen enthalten. Diese waren ca. 3:30 Uhr und etwas nach 5 Uhr. Der letzte Auftrag vor diesem Zeitraum war ein Streuen um ca. 07:30 Uhr am Vortag.

Fall 8.2:

Ab 14:28 Uhr sind für drei Minuten zunehmend Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte erkennbar. Ab 15:54 Uhr sind wieder erste Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte erkennbar. Sie schneit in wenigen Minuten wieder zu. Danach scheint es mehr zu regnen. In der Zeit um 16:30 Uhr sind ein paar Minuten nochmals deutliche Schneeflocken und bis ca. 17:30 Uhr vereinzelt Niederschlag zu erkennen. Bis zu diesem Zeitpunkt wirkt die Fahrbahn eher nass. Danach trocknet sie deutlich ab. Ein vollständiges Abtrocknen ist nicht erkennbar. Gegen 21:45 Uhr erfolgte nach den Winterdienst-Aufzeichnungen ein Sprüheinsatz mit 15 g/m^2 im Bereich des Testfeldes.



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 15:52 Uhr (links) und 16:28 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 15:52 Uhr (links) und 16:28 Uhr (rechts)

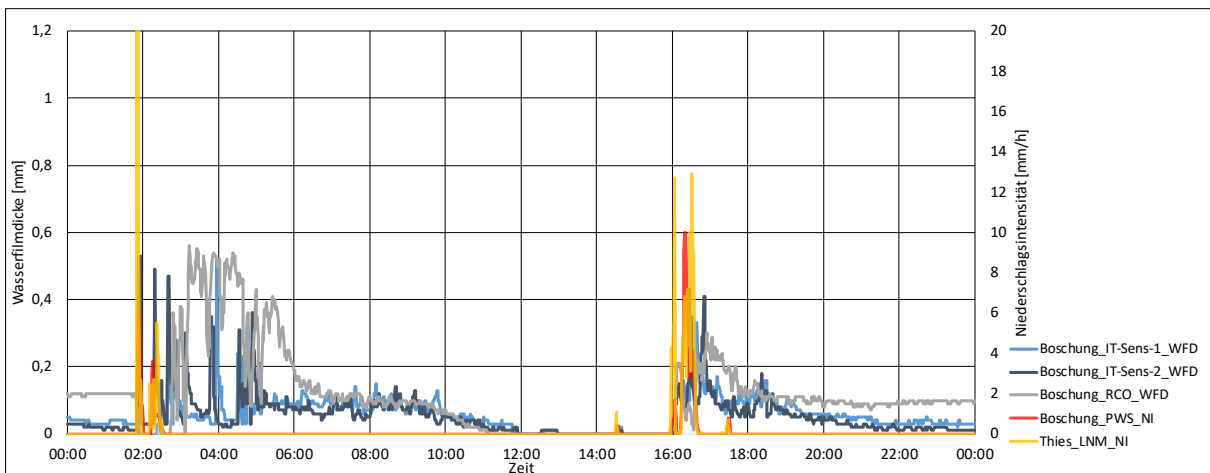
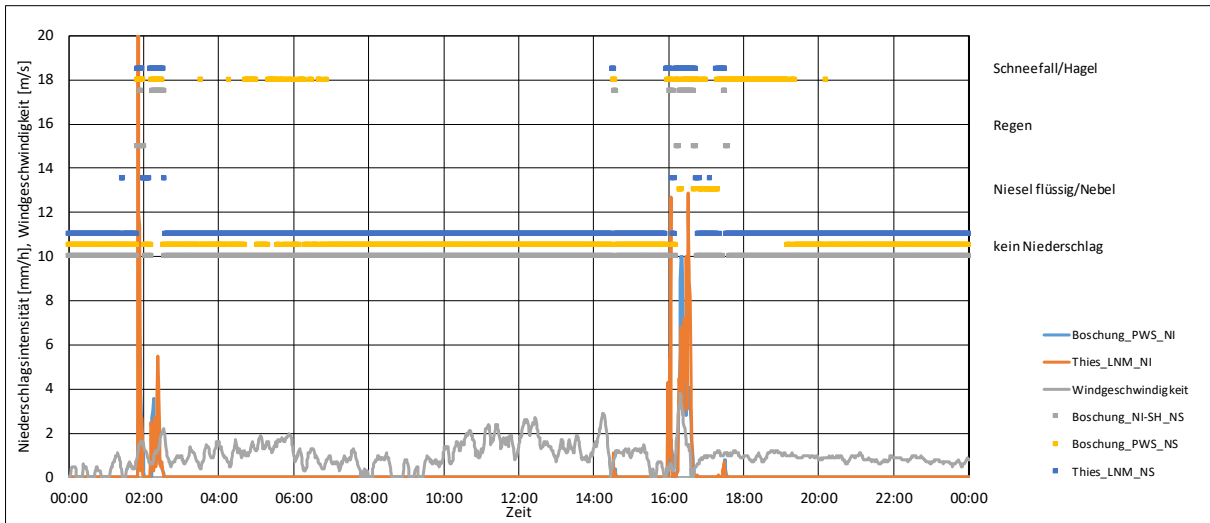
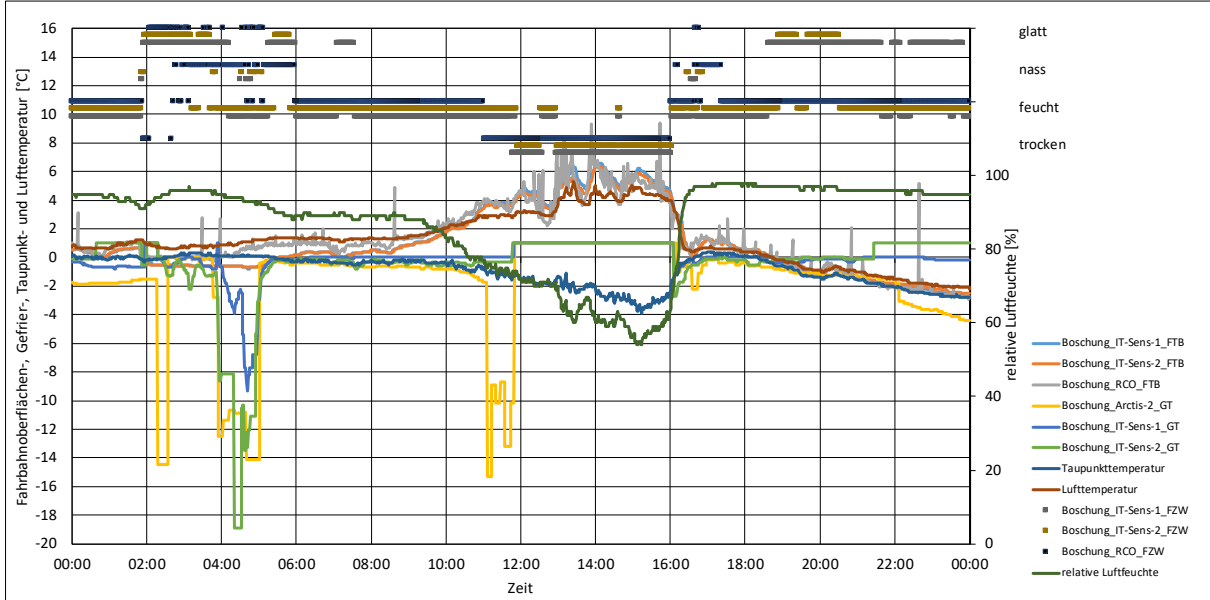


Fahrbahnzustand um 17:35 Uhr (links) und 19:49 Uhr (rechts)

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefrieretemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Fall 8.1:

Die Sensoren NI/SH, PWS und LNM geben den ersten beobachteten Schneefall/Niederschlag zwischen 01:48 Uhr und 02:30 Uhr entsprechend den Beobachtungen - teilweise mit wenigen Minuten Verzögerung - an.

Im weiteren Verlauf bis 07:00 Uhr gibt der PWS häufig Schneefall mit einer Intensität von 0 mm/h an. Auf den Fotos sind keine Schneekristalle in der Luft oder auf der Beobachtungsplatte erkennbar.

Die Ergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Die Ergebnisse des PWS werden aufgrund des häufig gemeldeten aber nicht beobachteten Schneefalls **negativ** bewertet.

Fall 8.2:

Den kurzzeitigen Schneefall gegen 14:30 Uhr geben alle Sensoren exakt an. Ebenfalls den erneuten Schneefallbeginn um kurz vor 16:00 Uhr. Auch die Niederschläge bis ca. 17:30 Uhr geben die Sensoren an. Der PWS zeigt nach dieser Zeit weiterhin Niederschlag bei einer gleichzeitigen Niederschlagsintensität von 0 mm/h.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des PWS werden aufgrund des häufig gemeldeten aber nicht beobachteten Schneefalls **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Fall 8.1:

Eine zu beobachtende Auffälligkeit ergibt sich bei der Schneefallsituation ab etwa 01:50 Uhr. In der Zeit bis etwas 02:30 Uhr erfolgt keine Überfahrt der Sensoren durch Fahrzeuge. Nach einem kurzzeitigen Zuschneien heben sich alle vier Bodensonden in der weißen Schneedecke dunkel hervor. Das bedeutet, dass ihre Oberflächen wärmer sind als die umgebende Fahrbahnoberfläche, und der gefallene Schnee schmilzt. Beide Bodensondentypen haben sogenannte aktive Elemente. Sie heizen und kühlen an der Oberfläche für die Bestimmung der anzugebenen Parameter.

Die beiden IT-Sens erkennen den Schnee auf der Fahrbahn und geben fünf bzw. acht Minuten, nachdem dieser Zustand deutlich auf der Fahrbahnoberfläche als weißer Schnee erkennbar ist, auch als „glatt“ an. Der RCO gibt „glatt“ erst an, nachdem der „reine“ weiße Schnee durch den Verkehr verdrängt wird oder durch Salz zu Schneematsch übergeht. Den „reinen“ Schnee hat er nicht erkannt.

Im weiteren Verlauf geben die Sensoren sehr wechselnde Angaben, die im Einzelfall nicht geprüft werden können. Die größeren Schwankungen können durch Schneematschverschiebungen oder einfließendes Schmelzwasser bedingt sein.

Wenig plausibel erscheinen die Wechsel der Meldungen von „feucht“ zu „glatt“ des RCO nach 4 Uhr. Aufgrund des Streueinsatzes um 3 Uhr, den schon in den positiven Bereich steigenden Temperaturen und keinen weiteren Niederschlag dürfte der vor dem Einsatz bereits geschmolzene Schnee nicht noch einmal gefrieren.

Die vollständige Abtrocknung in der Zeit vor 12 Uhr erkennen alle drei Sensoren. Der um ca. 12:30 Uhr angezeigte Wechsel wieder zu „feucht“ bei den beiden IST-Sens könnten durch Beschattung und damit etwas feuchtere Luft über den Sensoren geschuldet sein.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden als **positiv** bewertet.

Aufgrund der fehlenden Schneerkennung bzw. unplausibler Glätteangaben werden die Messergebnisse des RCO als **negativ** bewertet.

Fall 8.2:

Auf den einsetzenden Schneefall ab ca. 16 Uhr reagieren alle Sensoren gleichzeitig und richtig. Die kurzzeitig angegebene Glätte kann nicht bewertet werden, ist aber aufgrund des Schneefalls nicht unplausibel. Wenig plausibel erscheinen die weiter bestehend bleibenden Angaben „glatt“ des IT-Sens 1 nach dem Sprüheinsatz um ca. 21:45 Uhr fast bis 24 Uhr, obwohl die Fahrbahn zunehmend abtrocknet. Eine korrekte Einschätzung der Situation ist allerdings nicht möglich.

Die eindeutig bewertbaren Messergebnisse der IT-Sens werden **positiv** bewertet.

Die eindeutig bewertbaren Messergebnisse des RCO werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Verläufe der Wasserfilmdicken aller drei Sensoren entsprechen in etwa den visuellen Beobachtungen. Die großen Wechsel der Werte während der Schnee- und Schneematschphase können auf den sehr kleinen Messflächen verkehrsbedingt aufgetreten sein. Sie geben damit das Gesamtbild eines Fahrstreifens nicht durchgehend repräsentativ an.

Gefriertemperatur:

Der Verlauf der von der ARCTIS-Sonde gemessenen Gefriertemperatur weist drei schlagartige Wechsel von einer hohen in eine sehr niedrigen Gefriertemperatur und wieder zurück auf. Der erste Wechsel um 02:17 Uhr von $-1,5^{\circ}\text{C}$ auf $-14,5^{\circ}\text{C}$ kann keinem äußeren Ereignis zugeordnet werden. Ebenso der Wechsel auf genau 0°C um 02:34 Uhr. Die 0°C erscheinen aufgrund des weißen Schnees (kein Schneematsch) plausibel, die tiefen Werte davor nicht.

Der Abfall der Gefriertemperatur um ca. 4 Uhr folgt der Streuung gegen 03:30 Uhr. Die Gefriertemperaturen erreichen aber unterschiedliche maximale Tiefstwerte. Der fast gleichzeitige Anstieg auf Wert über -2°C kann durch Wegfließen von geschmolzenen Schnee und nachfließenden Schmelzwasser mit Salz erklärt werden. Auf die angegebene Streuung nach 5 Uhr ist keine Reaktion sichtbar.

Die extreme Wechsel der ARCTIS-Gefriertemperatur um 11:06 Uhr kann keinem sichtbaren Ereignis zuordnet werden. Der Verlauf der ARCTIS-Gefriertemperatur bei den Niederschlägen nach 16 Uhr kann als plausibel angesehen werden.

Die Gefriertemperaturen der beiden IT-Sens-Sensoren sinken nur wenig unter 0°C . In vielen Fällen ist keine ausreichende Feuchte gemäß Norm DIN EN 15518-3 vorhanden.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

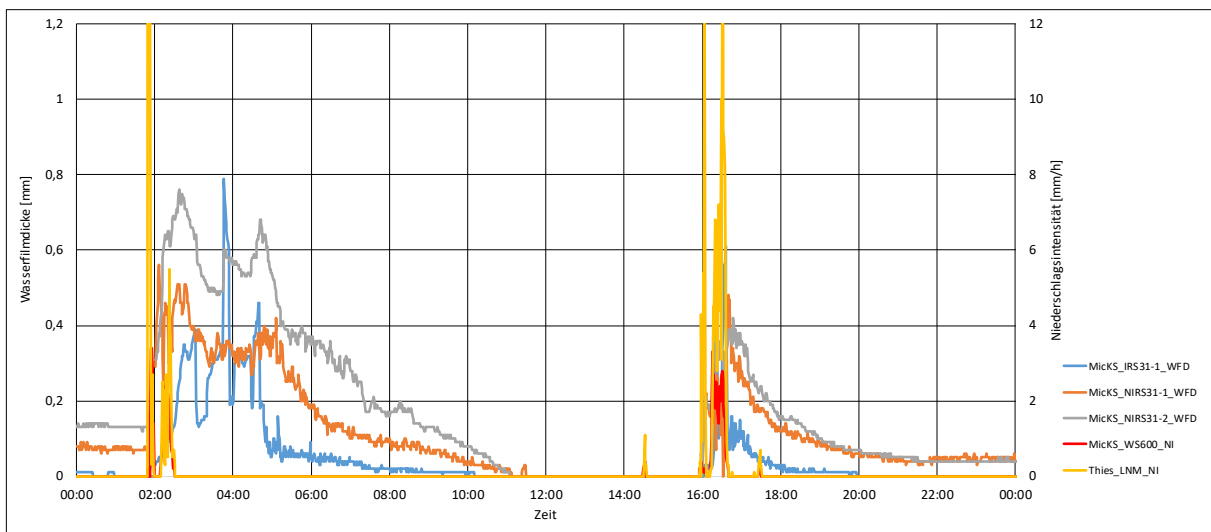
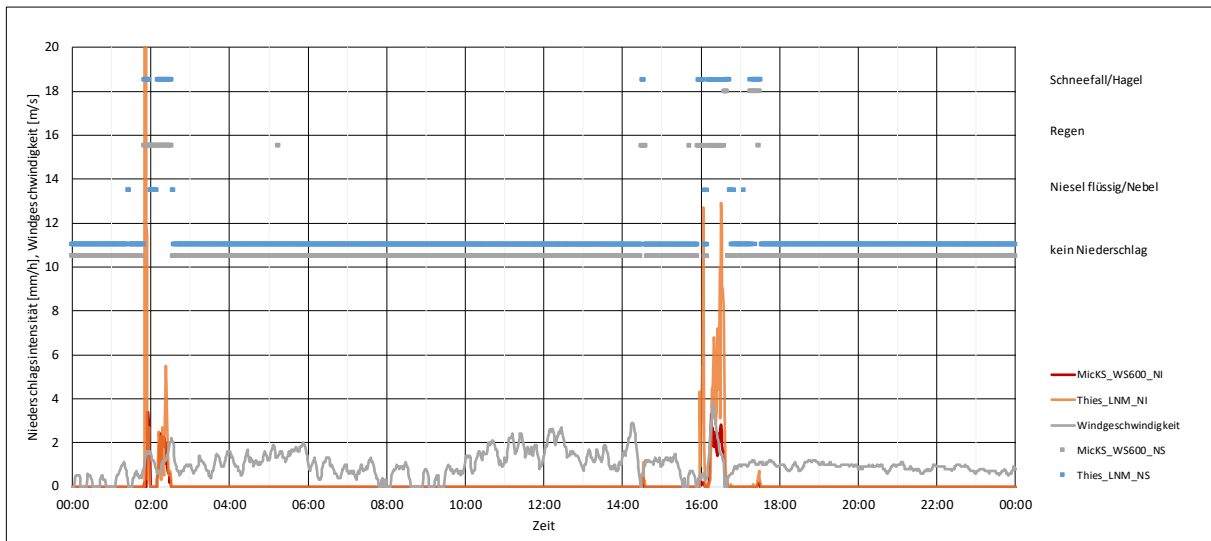
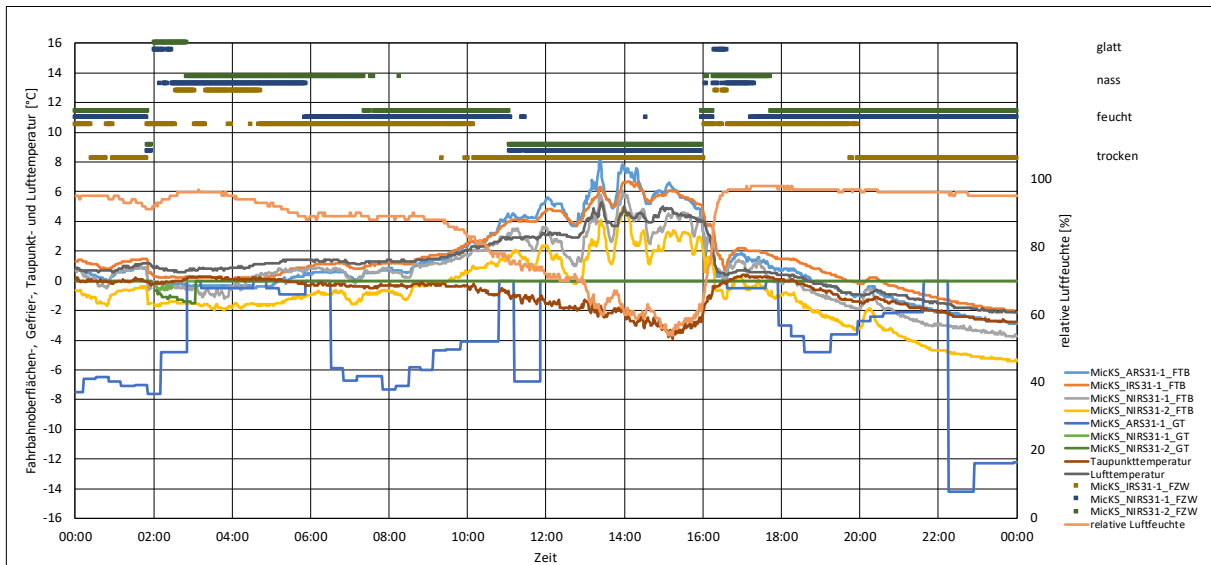
Der Verlauf der Fahrbahnoberflächentemperatur des RCO weist in der zweiten Tageshälfte viele höhere Ausreißer auf.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, den Fahrbahnzustand und des Niederschlages weisen auf eine Glättegefahr hin. Die Gefriertemperaturen der ARCTIS heben diese Gefahrhinweise teilweise auf. Die dagegen teilweise länger anhaltenden Schneefallangaben des PWS signalisieren eine Gefahr, die nicht beobachtet werden kann. Ein IT-Sens zeigt gegen Ende des Tages „glatt“ an. Der dokumentierte Sprüheinsatz müsste bei dieser Datenlage wiederholt werden.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Fall 8.1:

Der WS600 erkennt zwar alle beobachteten Niederschläge, gibt ihn aber meist als Regen aus.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Fall 8.2:

Die beobachteten Niederschläge erkennt er etwa wie beobachtet. Auch den Schneefall nach 16 Uhr gibt er teilweise als Schneefall an.

Die Messergebnisse des WS600 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Fall 8.1:

Der IRS31pro gibt die Schnee- und Schneematschbedeckung zu keiner Zeit als „glatt“ an. Die Fahrbahnabtrocknung zwischen 11 und 12 Uhr gibt er rund eine Stunde früher an. Die NIRS31 erkennen den Schnee auf der Fahrbahn weitgehend richtig. Die erste Schneebedeckung wird ca. fünf Minuten später als beobachtet angezeigt. Im weiteren Verlauf sind, soweit es sicher eingeschätzt werden kann, keine unplausiblen Werte zu erkennen.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden aufgrund der fehlenden Glätteangaben **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse der NIRS31 werden **positiv** bewertet.

Fall 8.2:

Die einsetzenden Auswirkungen des beginnenden Niederschlages um 16 Uhr geben alle drei Sensoren zeitnah als „feucht“ an. Der NIRS31-1 gibt auch kurzzeitig „glatt“ an. Diese Situation kann nicht eindeutig eingeschätzt werden.

Die eindeutig bewertbaren Messergebnisse des IRS31pro werden **positiv** bewertet.

Die eindeutig bewertbaren Messergebnisse der NIRS31 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken der Sensoren IRS31pro und NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen geben einen ähnlichen Verlauf wieder. Allerdings zeigt der NIRS31 um ein Mehrfaches höhere Werte an. Ausnahme ist die Zeit um 4 Uhr, in der die Angaben des IRS31pro deutlich mehr schwanken als die Werte des NIRS31. Der NIRS31 gibt für den linken Fahrstreifen aufgrund seines größeren Messbereichs einen repräsentativeren Wert für die Situation im Fahrstreifen aus als der IRS31pro.

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen gibt für den Verlauf der Wasserfilmdicke plausible Werte an.

Gefriertemperatur:

Der Verlauf der Gefriertemperatur des ARS31pro erscheint vielfach plausibel. Nicht plausibel sind die plötzlich fallenden und wieder ansteigenden Gefriertemperaturen bei Trockenheit in der Zeit zwischen 11 und 12 Uhr. Die Gefriertemperaturen bei den Niederschlägen sinken zunächst, was durch sich wieder lösendes Salz erklärbar wäre. Dass sie nach Niederschlagsende beim Abtrocknen wieder steigen,

ist nicht plausibel. Auf die Sprühung um ca. 22 Uhr reagiert er durch eine fallende Gefriertemperatur plausibel.

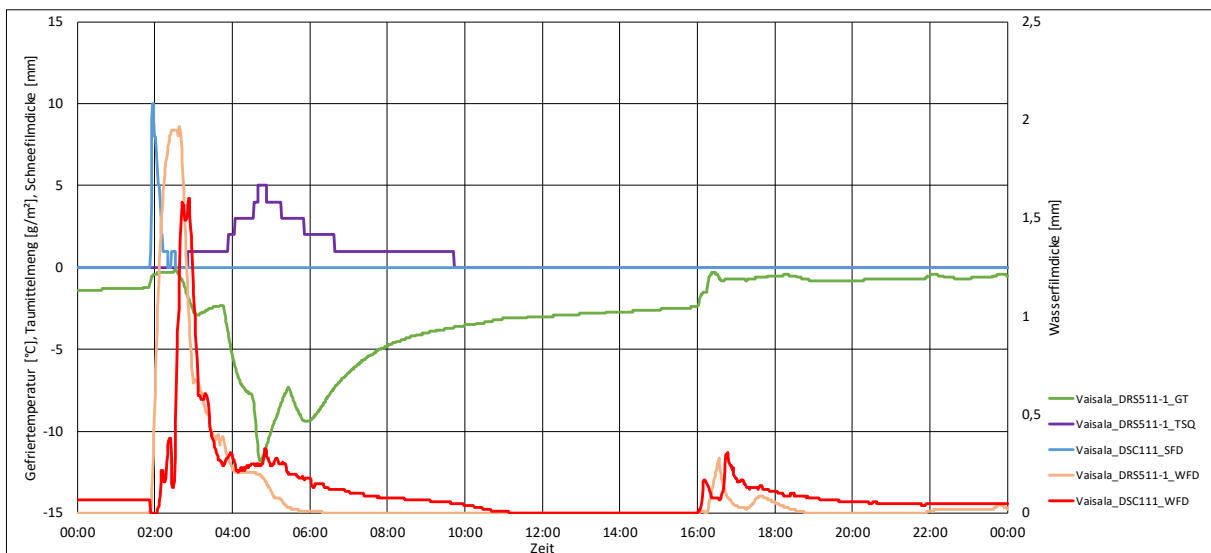
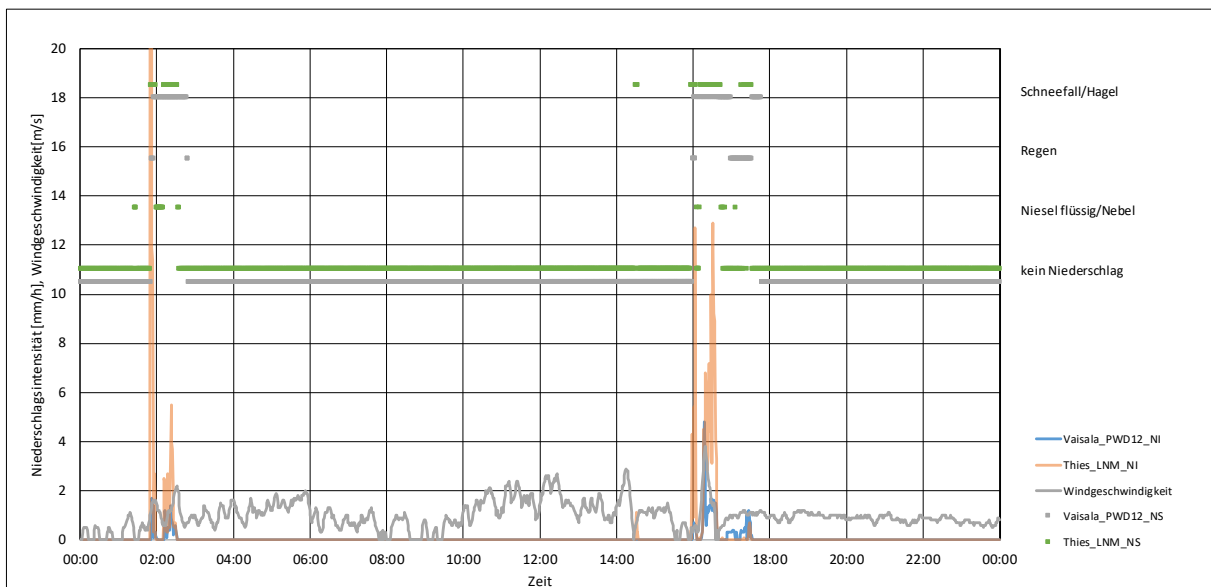
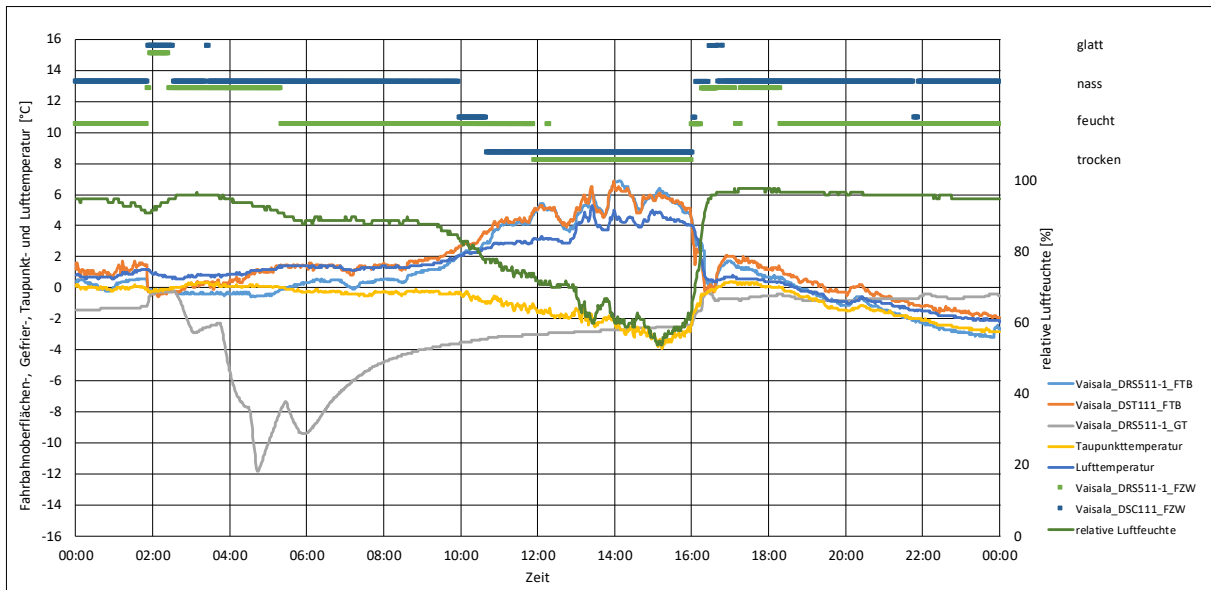
Der NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen zeigt rund 30 Minuten während der Schneebedeckung eine Gefriertemperatur unter 0°C an. Die Fahrbahnoberflächentemperatur ist dabei tiefer. Ansonsten gibt er bei allen Fahrbahnzuständen durchgehend 0°C an. Dies ist nicht plausibel.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, teilweise bei der Gefriertemperatur, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand weisen auf eine Glättegefahr hin. Die fehlende Schneefallerkennung lassen eher einen Eisregen vermuten. Die Gefriertemperaturen weisen in einigen Zeitabschnitten – aber nicht überwiegend – eine höhere Glättegefahr aus, die nicht beobachtet werden konnte und sich auch nach den Beobachtungen ohne erkennbaren Grund schnell ändern.

– Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Fall 8.1:

Der Schneefall in den Nachtstunden gibt der PWD12 fast durchgehend auch als Schneefall an.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fall 8.2:

Den kurzen aber unbedeutenden Schneefall in der Zeit um 14:30 Uhr erkennt er nicht. Die weiteren Niederschläge erkennt er richtig.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Fall 8.1:

Der DSR511 gibt die beobachtete „weiße“ Schneebedeckung als „glatt“ an. Bei Übergang in Schneematsch wechselt die Angabe auf „nass“, was nicht plausibel ist. Die Abtrocknung wird etwa im Beobachtungszeitraum angegeben.

Der DSC111 zeigt die beobachtete Schneebedeckung mit dem Fahrbahnzustand „glatt“ an. Er gibt die Abtrocknung der Fahrbahn mit der Angabe „trocken“ schon etwas früher als die anderen Sensoren an.

Die Messergebnisse des DRS511 werden aufgrund der falschen Anzeige bei Schneematsch **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden beim Fahrbahnzustand **positiv** bewertet.

Fall 8.2:

Die einsetzenden Auswirkungen des beginnenden Niederschlages um 16 Uhr geben beide Sensoren zeitnah als „feucht“ an. Der DSC111 gibt auch kurzzeitig „glatt“ an. Diese Situation kann nicht eindeutig eingeschätzt werden.

Die bewertbaren Messergebnisse des DRS511 werden **positiv** bewertet.

Die bewertbaren Messergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke/Schneefilmdicke:

Der DSC111 gibt die Wasserfilmdicke plausibel zu den Beobachtungen an. Bei „weißem“ Schnee erfolgt eine Schneefilmdickenangabe bis 10 mm bei gleichzeitiger Wasserfilmdickenangabe 0 mm. Bei Übergang in Schneematsch bleibt die Angabe „glatt“ erhalten, es wird aber wieder eine Wasserfilmdicke statt einer Schneefilmdicke angegeben. Die Abtrocknung gegen 11 Uhr erkennt er etwa zeitgenau. Der DRS511 gibt sehr lange vor der Abtrocknung eine Wasserfilmdicke gleich null Millimeter an.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die Gefriertemperatur sinkt bei einsetzendem und laufendem Schneefall. Nach dem ersten Streueinsatz sinkt die Gefriertemperatur für etwa eine halbe Stunde etwas schneller als zuvor. Danach steigt sie wieder, um bei folgendem Streueinsatz wieder kurzzeitig zu fallen. Im weiteren Tagesverlauf steigt sie kontinuierlich an, obwohl beim Abtrocknen eine Höherkonzentrierung der nicht wegfließenden Lösungsmengen erwartet wird. Eine Änderung der Gefriertemperatur wird auch bei trockenem Fahrbahnzustand angegeben. Bei dem Niederschlag um 16 Uhr fällt die Gefriertemperatur wieder, was ein

Zeichen ist, dass auskristallisiertes Salz wieder in Lösung geht. Danach steigt sie wieder. Der dokumentierte Sprüheinsatz löst keine Reaktion aus.

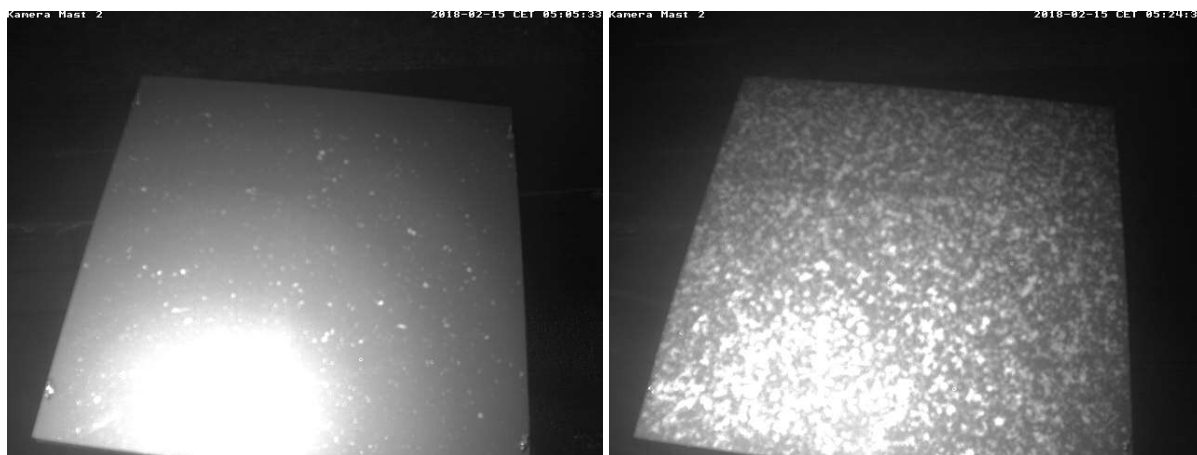
Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand des DSC111 zeigen die beobachtete Glätte/Glättegefahr an. Die Angaben des DRS511 für den Fahrbahnzustand und für die Gefriertemperatur schwächen diese Hinweise stark ab und lassen gegebenenfalls keinen Winterdiensteinsatz notwendig erscheinen.

Fall 9: Situation am 15.02.2018 (03:00 Uhr) bis 16.02.2018 (03:00 Uhr)

– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:

Erste Schneekristalle sind um 04:30 Uhr auf der Beobachtungsplatte zu erkennen. Bis ca. 5 Uhr ist kaum eine Zunahme zu sehen. Der Schnee taut immer wieder. Erst nach 5 Uhr nimmt der Schnee auf der Platte kontinuierlich zu. Ab ca. 06:00 Uhr ist die Platte so bedeckt, dass eine Zunahme nicht mehr erkannt wird. Auf anderen Fotoperspektiven sind Niederschlagspartikel bis ca. 06:30 Uhr durchgehend zu sehen. Nach dieser Zeit ist nicht zu jeder Minute ein Niederschlag zu erkennen.



Beobachtungsplatte für den Niederschlag um 05:05 Uhr (links) und 05:24 Uhr (rechts)

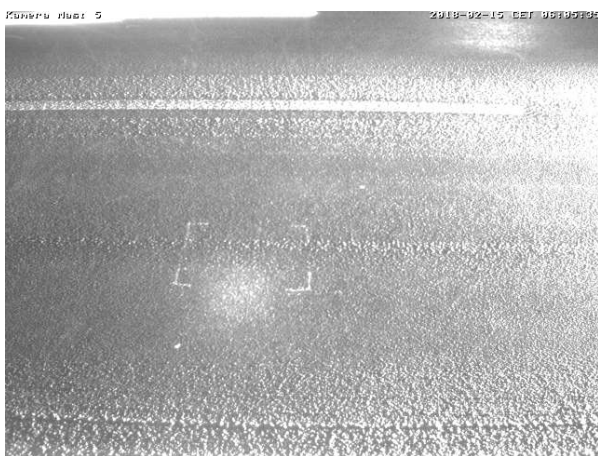
Nach 08:20 Uhr sind bis 19:42 Uhr keine deutlichen Partikel mehr auf den Fotos sichtbar. Ein weiterer Niederschlag ab ca. 19:45 Uhr bis 20:15 Uhr ist nur im Infrarotlicht der Kamera am Mast im Mittelstreifen zu erkennen. Auf Bildern der anderen Kameras kann binnen weniger Minuten eine sehr nasswerdende Fahrbahnoberfläche beobachtet werden, die auf einen Niederschlag mit höherer Intensität hinweist.

Am Tag zuvor war die Fahrbahn tagsüber abgetrocknet. Bis zum Beginn des Bewertungszeitraumes fiel kein Niederschlag mehr. Damit kann zu Beginn dieses Falles von einer trockenen Fahrbahn ausgegangen werden. Erste Spiegelungen von Scheinwerferlicht durch Fahrbahnfeuchte werden gegen 05:14 Uhr sichtbar, die damit auf eine feuchte Fahrbahnoberfläche schließen lassen.

Erst ab 05:50 Uhr kann Schneematsch auf dem linken Fahrstreifen in den dortigen Rändern wahrgenommen werden. Im weiteren Verlauf nimmt er aber dann schnell zu. Um 06:16 Uhr ist in der Mitte des linken Fahrstreifens ein breiter Schneematschstreifen zu erkennen. Je nach Überfahung ändert sich die Schneematschlage und -menge teilweise sehr stark je Minute. Erst auf den Fotos ab ca. 09:30 Uhr ist kein Schneematsch mehr zwischen Rollspuren erkennbar.



Fahrbahnzustand um 05:06 Uhr (links) und 05:36 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 06:05 Uhr (links, auf dem linken Fahrstreifen) und 07:26 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand auf dem linken Fahrstreifen um 07:55 Uhr (links) und 08:49 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 09:16 Uhr (links) und 16:05 Uhr (rechts)

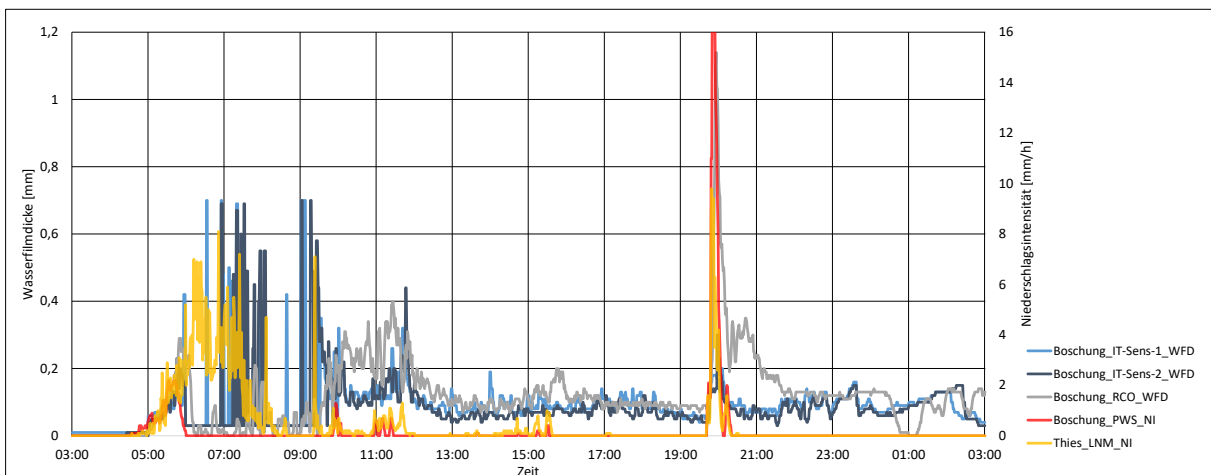
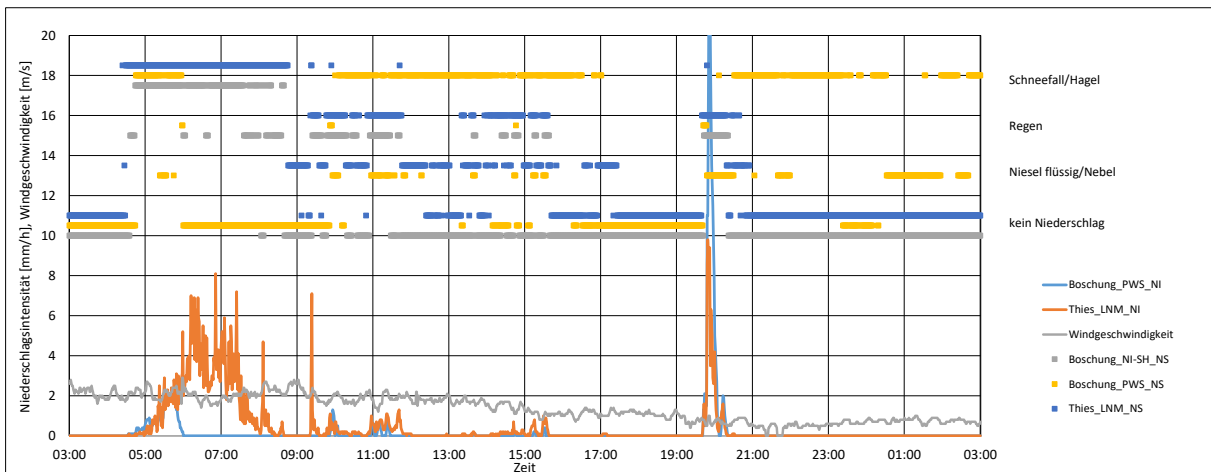
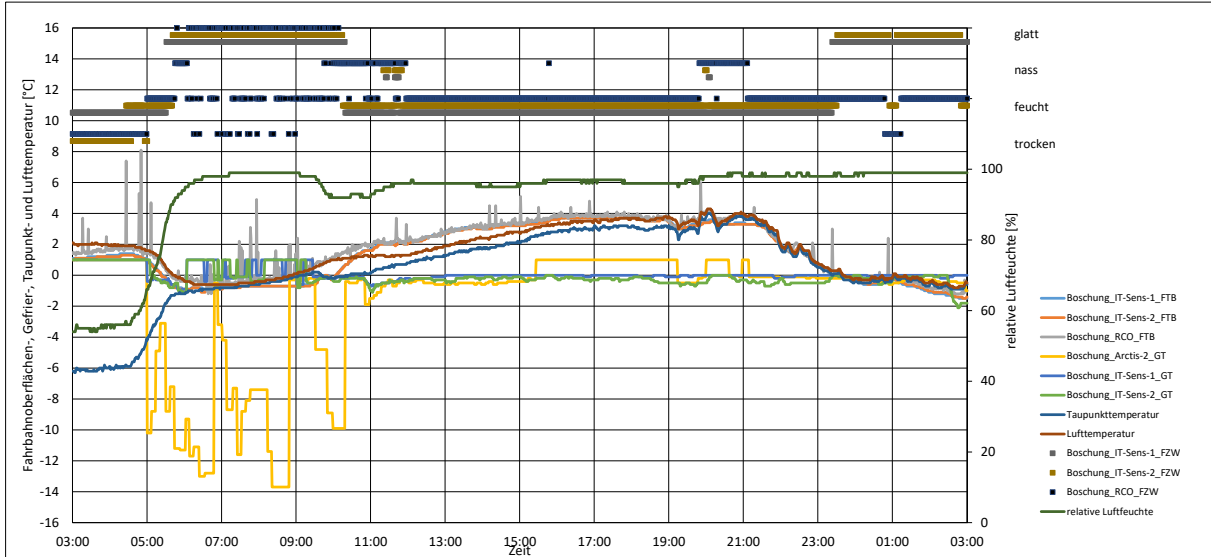
Auf dem rechten Fahrstreifen bilden sich wahrscheinlich durch mehr Tausalz und mehr Schwerlastverkehr nicht die gleichen Schneeverhältnisse wie auf dem linken Fahrstreifen aus. Der Fahrstreifen wirkt deutlich schwärzer. Erst ab 06:28 Uhr sind leichte Schneematschspuren in der Mitte des rechten Fahrstreifens zu erkennen. Ein Räumeeinsatz auf dem rechten Fahrstreifen ist um 06:47 Uhr erfolgt. Auch danach ist noch viel Schneematsch im Fahrstreifen vorhanden. Die Rollspuren verlagern sich immer mehr Richtung Seitenstreifen. Die Fahrstreifenmitte wird zur linken Rollspur. Dort bleibt aber auch Schneematsch liegen. Ab 07:45 Uhr bildet sich Stau. Der Verkehr verlagert sich wieder mehr in den markierten Fahrstreifen, wobei dort mehr rechts gefahren wird. Ab ca. 08:45 Uhr ist Schneematsch in der Mitte des Fahrstreifens nicht mehr deutlich zu erkennen. Im weiteren Verlauf verschwindet auch der Schneematsch zwischen den Fahrstreifen. Die Fahrbahn wirkt zunächst sehr nass. Auch wenn sie zunehmend trockener wird, bleiben aber Sprühfahnen im gesamten taghellen Zeitraum sichtbar. Durch die Schneeschmelze am linken Fahrbahnrand oder nicht erkennbaren Regen kommt scheinbar immer wieder Wasser auf die Fahrbahn. Ab ca. 15:45 Uhr nimmt die Feuchte nochmals kurzzeitig etwas zu. Um 19:48 Uhr ist eine kräftige Feuchtezunahme erkennbar.

Im Bewertungszeitraum bzw. davor hat die zuständige Meisterei nach ihren Angaben viele Räum- und Streueinsätze im Bewertungszeitraum gefahren. Aus den Berichten lässt sich ein Einsatz eines Streufahrzeuges um ca. 00:30 Uhr vor dem Bewertungszeitraum ablesen. Im weiteren Tagesverlauf bis 14 Uhr sind mindestens weitere acht Überfahrten aufgezeichnet. Die Zeitpunkte lassen sich nicht aus den Aufzeichnungen genau ableiten. Sie sind auch anhand der Fotos nicht erkennbar. Nur eine Seitenstreifenräumen um 12:28 Uhr ist deutlich sichtbar. Zwei weitere Fahrten sind nicht genau einer Strecke zugeordnet. Nach 23 Uhr sind nochmals zwei Streufahrten dokumentiert.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM erkennt zuerst einen Niederschlag als Schneefall. Er zeigt den Niederschlag etwas länger an, als er beobachtet werden konnte. Zwischen ca. 08:30 Uhr und 17:30 gibt er neben Regen überwiegend Nieselregen an, das der eher nassbleibenden Fahrbahn ohne Erkennung von Niederschlagspartikeln sehr wahrscheinlich ist. Die hohe Nässezufuhr um ca. 19:45 Uhr lässt sich anhand des von ihm angegebenen Niederschlags ableiten.

Der NI/SH erkennt den beobachteten Niederschlag auch sehr zeitnah als Schnee. Den beobachteten Schneefall gibt er danach meist als festen Niederschlag, in wenigen Fällen als flüssigen Niederschlag, an. Im weiteren Verlauf erkennt er häufig flüssigen Niederschlag, aber bei weitem nicht in dem Umfang wie der LNM. Der Niederschlag um 19:45 Uhr wird auch angezeigt.

Der PWS gibt den Schneefallbeginn ebenfalls zeitnah an. Der weitere erkennbare Niederschlagszeitraum über mehrere Stunden wird nur zu etwa einem Drittel der Dauer angegeben. Er erkennt den Niederschlag gegen 19:45 Uhr. Hier und auch im sonstigen Tagesverlauf wird immer nur in kürzeren Zeitabschnitten ein flüssiger Niederschlag angezeigt. Zusätzlich gibt der PWS viele Stunden tagsüber einen festen Niederschlag an, der nicht erkennbar ist. Die meisten Zeit wird dabei die Niederschlagsintensität mit 0 mm/h angegeben.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des PWS werden aufgrund der längeren Zeit mit fehlender Schneefallangabe und der Schneefallangabe in Zeiten ohne Erkennung **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die Schneematschperiode wird von beiden IT-Sens als „glatt“ wiedergegeben. Der RCO gibt auch häufig „glatt“ an. Zwischenzeitlich erscheint auch die Meldung „feucht“, während der Zustand aufgrund des Schneematsches eher als sehr nass eingeschätzt werden könnte. Nicht plausibel ist die Reihe von Meldungen mit dem Inhalt „trocken“ in diesem Zeitraum.

Im weiteren Verlauf geben die Sensoren überwiegend „feucht“ an. Dies kann nicht genau eingeschätzt werden. Nicht ganz nachvollziehen lassen sich die Meldungen „glatt“ der beiden IT-Sens nach 23 Uhr, da hier nach Niederschlagsende zweimal gestreut wurde. Eine genaue Bewertung ist aber nicht möglich.

Die bewertbaren Ergebnisse der IT-Sens werden **positiv** bewertet.

Die bewertbaren Ergebnisse der RCO wegen der teilweise fehlenden Schneematsch-Erkennung werden **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die angegebenen Wasserfilmdicken der beiden IT-Sens folgen weitgehend den Beobachtungen bzw. dem Niederschlagsverlauf. Die richtige Höhe kann nicht eingeschätzt werden.

Der RCO gibt in der Schneematschphase deutlich geringere Wasserfilmdicken als in der Zeit nach dem Tauen an. Diese sehr niedrigen Wasserfilmdicken sind bei dem sehr nass aussehenden Schneematsch nicht plausibel. Um 1 Uhr sinkt die Wasserfilmdicke für rund 30 Minuten auf nahe oder genau 0 mm, um dann wieder auf das vorherige Niveau zu steigen. Dafür ist keine Ursache sichtbar.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur gemessen durch die IT-Sens sinken trotz der vielen Streueinsätze nie unter -1°C . Während der Schneematschphase kommt überwiegend die Angabe „Gefriertemperatur nicht ermittelbar“, obwohl ausreichende Lösungsmengen vorliegen.

Der ARCTIS-Sensor gibt in der Schneematschphase sehr unterschiedliche Werte aus, die teilweise sehr weit unter der Fahrbahnoberflächentemperatur liegen. Dazwischen wird auf fast 0°C gewechselt. Beides ist nicht plausibel. In den Nachmittagstunden meldet er mehrere Stunden die „Gefriertemperatur ist nicht ermittelbar“, obwohl die IT-Sens eine Wasserfilmdicke häufiger über $0,05\text{ mm}$ melden. Die angegebenen Gefriertemperaturen nach den Streuungen nur wenig unter 0°C erscheinen ebenfalls nicht plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

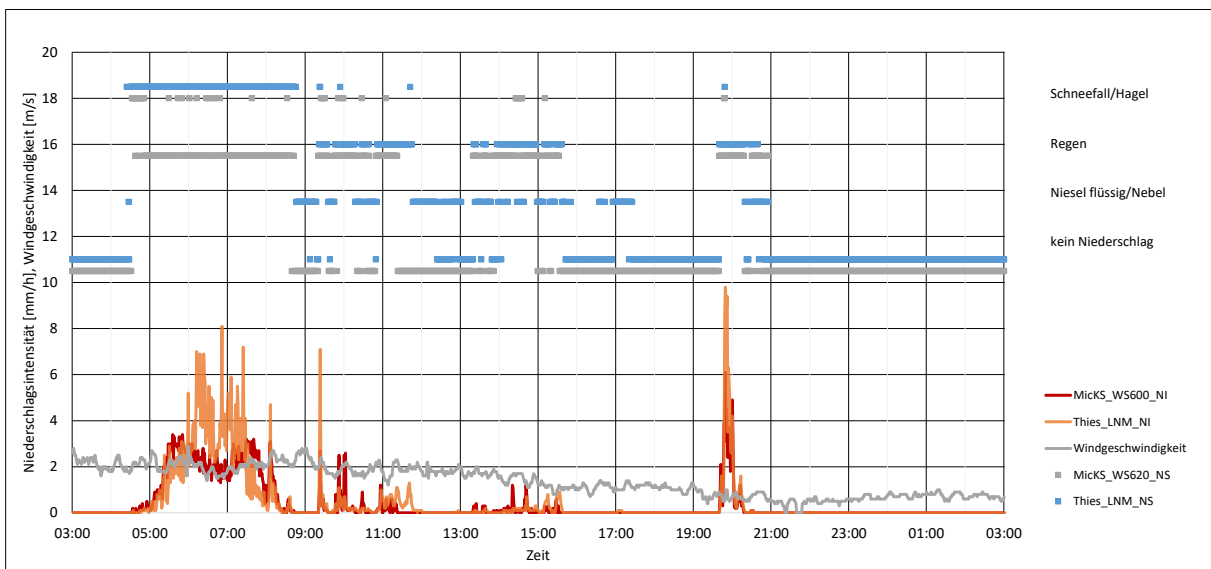
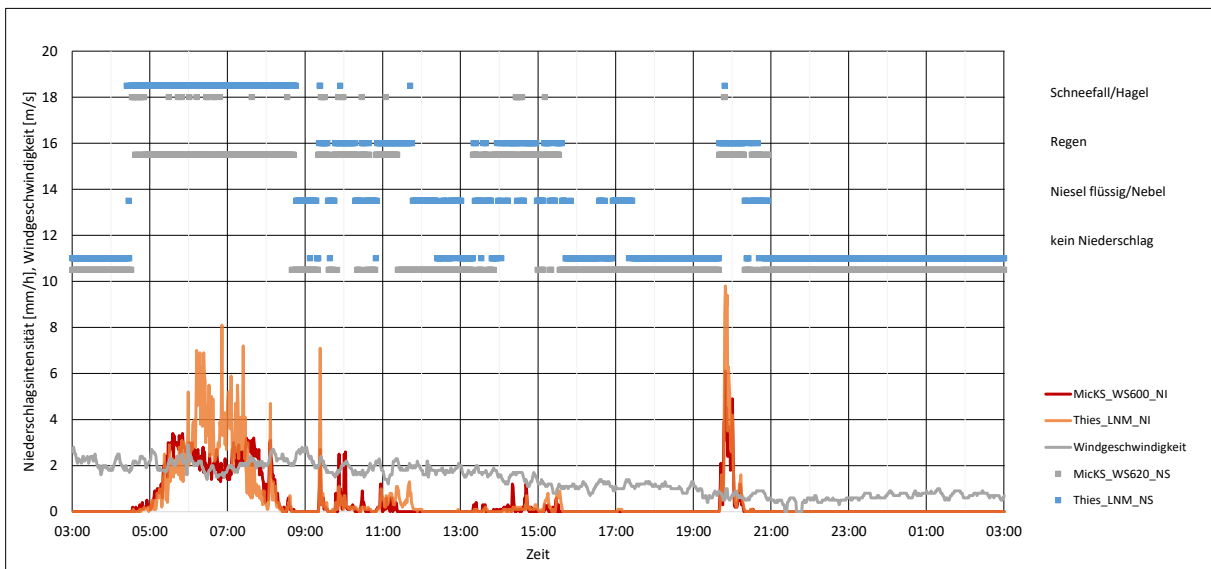
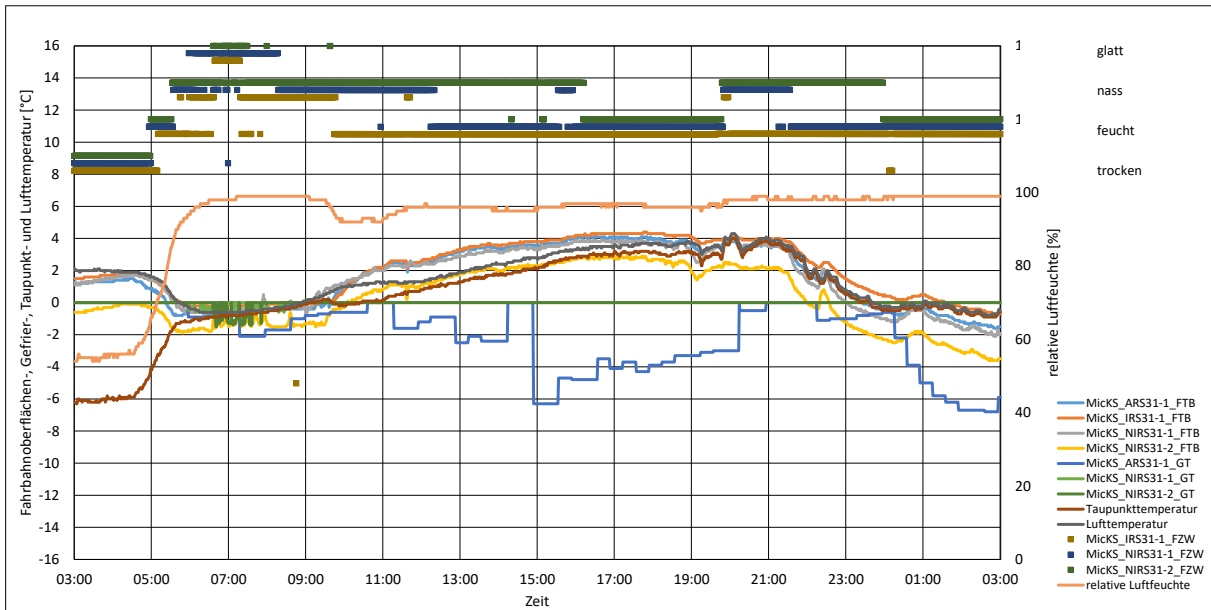
Im Verlauf der Fahrbahnoberflächentemperatur des RCO sind verschiedene Ausreißer erkennbar.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Temperaturen inklusive der Gefriertemperatur der IT-Sens, den Niederschlag und des Fahrbahnzustandes weisen auf die beobachtete Glättegefahr in den Morgenstunden hin. Die Angaben zum Fahrbahnzustand der IT-Sens schwächen die Hinweise zur Glättegefahr früher als beobachtet. Die zeitweisen Angaben der Gefriertemperatur und die Angaben von Schneefall des PWS zu anderen Zeiten würden weitere Einsätze auslösen, die nach der Beobachtung nicht notwendig erscheinen.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 erkennt den ersten Niederschlag um 04:30 Uhr zeitnah. In der Folgezeit gibt er allerdings den beobachteten Schneefall überwiegend als flüssigen Niederschlag an. Tagsüber gibt er häufig Niederschlag an, der nicht bewertet werden kann. Den beobachteten Niederschlag gegen 19:45 Uhr erkennt er ebenfalls.

Aufgrund der längeren fehlenden Schneefallanzeige werden die Messergebnisse des WS600 **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen zeigt in etwa den „glatten“ Zustand, wie er beobachtet werden kann. Beide Sensoren auf dem linken Fahrstreifen (IRS31pro und NIRS31) geben dazu vergleichsweise nur eine kurze Zeitdauer mit „glatt“ an, was nicht den Beobachtungen entspricht.

Im weiteren Tagesverlauf geben die beiden NIRS31 einen feuchten oder nassen Fahrbahnzustand an. Die Unterschiede wirken groß. Allerdings messen beide Sensoren eine Wasserfilmdicke nahe dem Grenzwert „feucht/nass“ von 0,2 mm. Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen liegt etwas über diesem Grenzwert und der NIRS31 auf linken Fahrstreifen liegt etwas darunter. Das wäre aufgrund des Gefälles nach rechts plausibel.

Mit dem Niederschlag ab ca. 19:45 Uhr reagieren alle Sensoren mit dem Fahrbahnzustand „nass“.

Der IRS31pro gibt außerhalb der Schneephase deutlich weniger die Angabe „nass“ aus im Vergleich zum NIRS31 auf dem gleichen Fahrstreifen.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden aufgrund der wenigen Anzeige von „glatt“ bei Schneematsch **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des NIRS31 auf dem linken Fahrstreifen werden aufgrund der wenigen Anzeigen von „glatt“ bei Schneematsch **negativ** bewertet.

Die Ergebnisse des NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicke wird von IRS31pro deutlich geringer ausgegeben als von den beiden NIRS31. Ein Unterschied besteht in der Zeit mit Schneematschbeobachtung auf der Fahrbahn. Hier gibt der IRS31pro die deutlich höhere Wasserfilmdicke an. Die genaue Wasserfilmdicke kann nicht eingeschätzt werden.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur des ARS31pro sinkt trotz der vielen angegebenen Streufahrten nur wenig. Das Steigen der Gefriertemperatur bis 0°C in der Abtrocknungsphase nach 15 Uhr ist nicht plausibel. Die Sprüheinsätze nach 22 Uhr werden erkannt.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

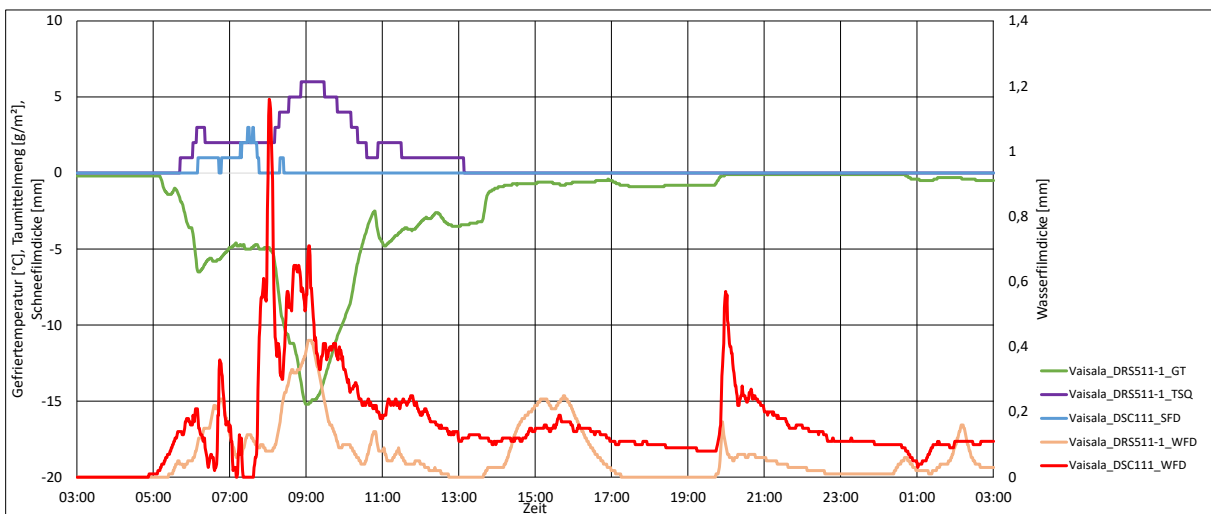
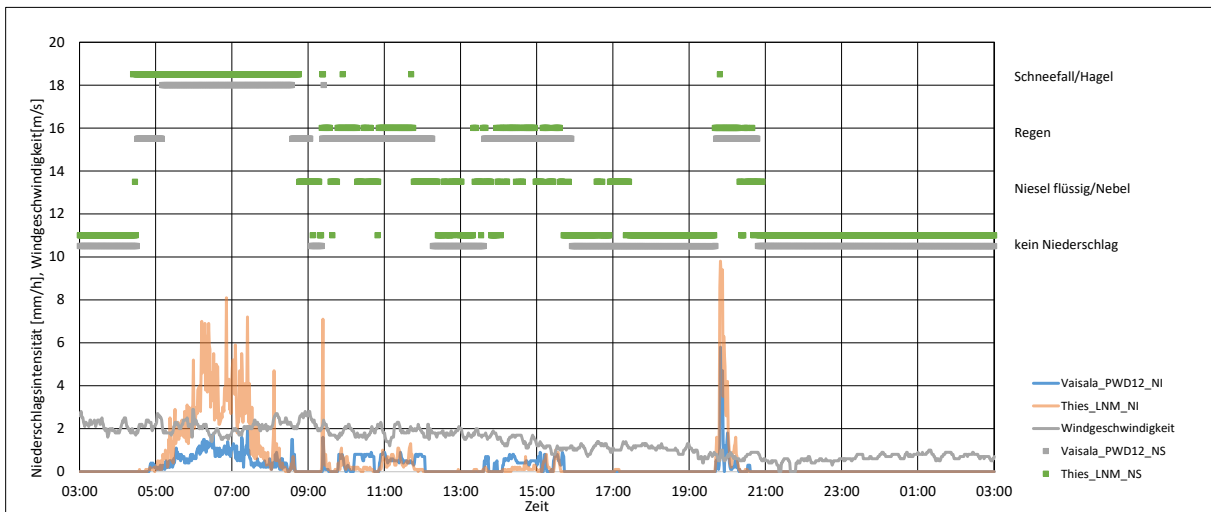
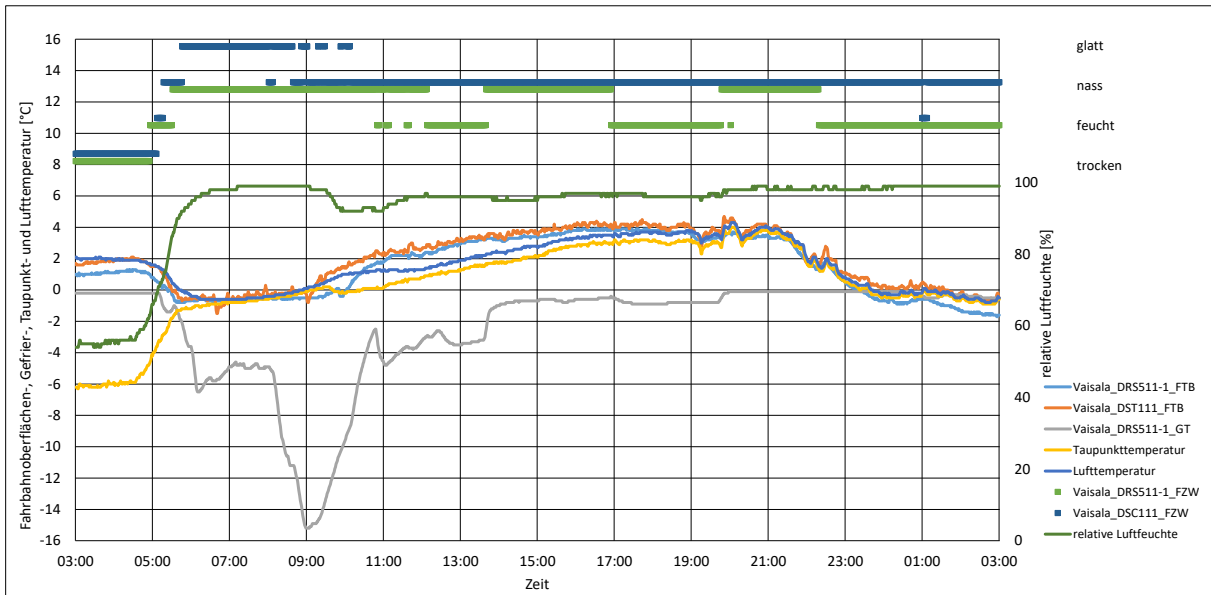
Zum Erreichen der Fahrbahnoberflächentemperatur von 0°C der vier vorhandenen Sensoren von Luft in der Zeit um 0 Uhr vergehen rund drei Stunden. Ursache ist die Messdifferenz von rund zwei Kelvin zwischen zwei Sensoren (ARS31pro und NIRS31) auf dem linken Fahrstreifen. Hier können je nach Richtung des Verlaufs zu früh oder zu spät Einsätze ausgelöst werden.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Temperatur inklusive der Gefriertemperatur, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand weisen auf die beobachteten Glättegefahren hin.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

• Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 nimmt den Schneefall mit der unbedeutenden geringen Intensität bis ca. 05:00 Uhr nur als Regen wahr. Danach erkennt er den Niederschlag, wie er beobachtet werden kann.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der DRS511 gibt den beobachteten Schnee/Schneematsch zu keiner Zeit als „glatt“ an. Nach der Schneephase gibt er zeitweise den Fahrbahnzustand mit „feucht“ bei einer gleichzeitig angegebenen Wasserfilmdicke von 0 mm an.

Der DSC111 gibt die beobachtete Zeitspanne mit Schneematsch richtig als „glatt“ wieder. Die weiteren Werte ohne Schnee erscheinen plausibel.

Die Messergebnisse des DRS511 werden aufgrund fehlender Glätteangaben **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke/Schneefilmdicke:

Die Angaben beider Sensoren verlaufen nicht immer synchron. Teilweise kann das auch an unterschiedlichen Situationen auf der Fahrbahn liegen. Nicht plausibel sind die Wasserfilmdicken-Werte des DRS511 für ca. eine Stunde um 13 Uhr mit dem Wert 0 mm. In der Zeit sind noch deutliche Sprühfahnen hinter den Fahrzeugen zu sehen.

Innerhalb der Schneefallphase gibt der DSC111 sowohl eine Schneefilm- als auch ein Wasserfilmdicke aus.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Der DRS511 zeigt in diesem Bewertungsraum mal sehr tiefe Gefriertemperatur und etwas höhere Werte für die Tausalzmenge im Vergleich zu den sonstigen Fällen an. An diesem Tag sind besonders häufig Streueinsätze gefahren worden. Der gemessene weitgehend stetige Verlauf der Gefriertemperatur spiegelt diese Einsätze nicht wider. Hier würden aufgrund der Einsätze und des andauernden Niederschlages mehr schwankende Gefriertemperaturen erwartet. Die Gefriertemperatur ist durchgängig während des beobachteten Schnee/Schneematsch auf der Fahrbahn teils deutlich unter der Fahrbahnoberflächentemperatur. Zusammen mit der fehlenden Angabe „glatt“ kann bei diesen Werten der Fahrbahnparameter nicht auf eine Glätte geschlossen werden.

Aufgrund der häufigen Streueinsätze erscheint die angegebene maximale Tausalzmenge mit 6 g/m² niedrig.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glättegefahr

Die Angaben für die Luft- und Fahrbahnoberflächentemperaturen, den Niederschlag und den Fahrbahnzustand des DCS111 weisen auf die beobachtete Glättegefahr hin. Die Angaben des DRS511 für den Fahrbahnzustand und für die Gefriertemperatur schwächen diese Hinweise stark ab und lassen gegebenenfalls keinen Winterdienstesinsatz notwendig erscheinen.

Fall 10: Situation am 02.03.2018 (20:00 Uhr) bis 03.03.2018 (20:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

Um 20:12 Uhr kann ein erster Niederschlag im Bewertungszeitraum auf den Fotos wahrgenommen werden. Ab 20:24 Uhr kann häufiger aber nicht jede Minute ein Niederschlag im Infrarotlicht erkannt werden. Erst ab 20:55 Uhr sind einzelne Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte erkennbar, die aber schnell schmelzen. Ab 21:05 Uhr baut sich eine zunehmende Schneemenge auf der Beobachtungsplatte auf, was auf einen intensiveren Schneefall hinweist. Dieser Schneefall lässt sich bis durchgängig bis 03:50 Uhr zu jeder Minute beobachten. Während dieser Zeit entsteht eine schneebedeckte Fahrbahn. Danach ist bis etwa 4:30 Uhr nur noch vereinzelt Niederschlag erkennbar. In der Zeit um 6:15 Uhr ist auf wenigen Fotos ein Niederschlag wahrnehmbar. Im weiteren Verlauf des betrachteten Zeitraums ist kein Niederschlag mehr erkennbar.



Beobachtungsplatte für Niederschlag um 21:04 Uhr (links) und 22:40 Uhr (rechts)

Welchen Zustand die Fahrbahnoberfläche zu Beginn hatte, lässt sich aufgrund der Dunkelheit nicht genau bewerten. Für die Zeit zwischen 20 und 21 Uhr ist ein Winterdiensteinsatz mit einer Streudichte unter 10 g/m^2 aufgezeichnet. Mit dem Niederschlag wirkt die Fahrbahnoberfläche ab ca. 21:50 Uhr nicht mehr trocken. Ab ca. 22:00 Uhr wird erster Schneematsch deutlich erkennbar, der durch den Verkehr immer wieder verdrängt wird.

Ab ca. 22:30 Uhr bleibt der Schnee mit sichtbaren weißen Kristallen auf dem linken Fahrstreifen liegen, die durch den Verkehr bewegt werden. Nur die linke Seite des linken Fahrstreifens bleibt durchgängig unbefahren. Um 23:47 Uhr könnte ein Schneepflug auf dem linken Fahrstreifen durchgefahren sein, da ein erheblicher Wechsel der Schneesicht zu erkennen ist.



Fahrbahnzustand um 21:09 Uhr (links) und 22:03 Uhr (rechts)



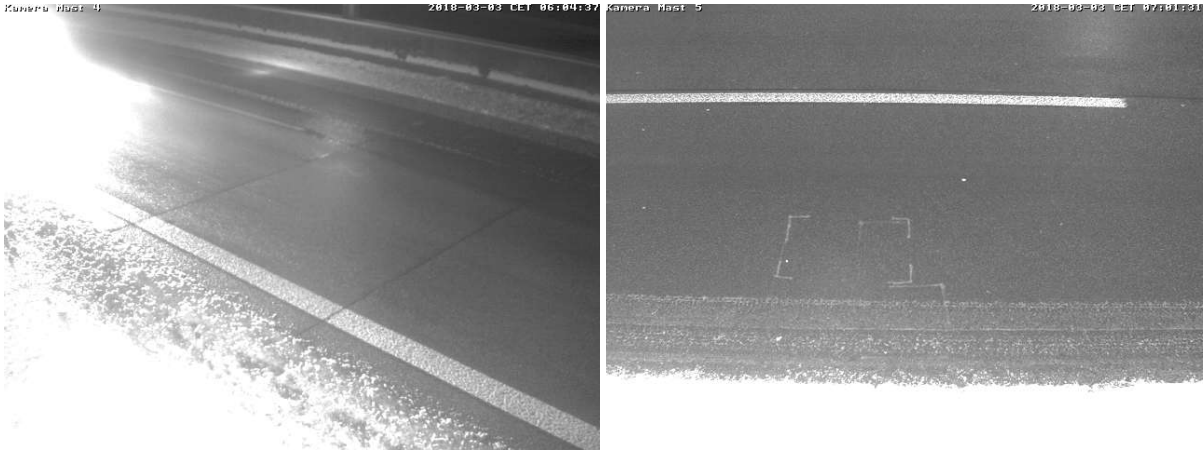
Fahrbahnzustand um 22:42 Uhr (links, linker Fahrstreifen) und 23:4 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 00:49 Uhr (links) und 01:59 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 03:27 Uhr (links) und 04:39 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 06:04 Uhr (links) und 07:01 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand auf dem linken Fahrstreifen um 12:31 Uhr (links) und 13:54 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand auf dem linken Fahrstreifen um 17:32 Uhr

Danach wird dieser Fahrstreifen wieder weißer. Der Schnee wird rollstreifenweise durch wenige Überfahrten gewalzt. Eine Tauwirkung ist nicht erkennbar. Um 05:12 Uhr erfolgte eine deutlich sichtbare Räumung des linken Fahrstreifens. Danach ist auch eine Tauwirkung erkennbar. Um 6 Uhr ist letztmals deutlich ein Schneematsch im Bereich der Bodensonden erkennbar. Danach wirken die Bodensonden frei von Matsch, während rechts in Fahrtrichtung gesehen noch etwas Schneematsch zu erkennen ist und im linken Bereich des Fahrstreifens noch deutlich erkennbar weißer Schnee liegt. Gegen 7 Uhr ist kein Schneematsch mehr auf der rechten Seite des linken Fahrstreifens vorhanden. Der Schnee im linken Bereich des Fahrstreifens geht im weiteren Verlauf zurück. Um 10:43 Uhr werden letzte Reste

im Fahrstreifen hinter die Leitlinie nach links geschoben. Im weiteren Verlauf trocknet der Fahrstreifen immer weiter ab. Gegen 12:30 Uhr wirkt der Bereich der Bodensonden weitgehend trocken. Links davon bleibt die Fahrbahn feucht, da immer wieder Schneeschmelze von links einfließt. Danach wird auch der Bereich der Sensoren wieder feucht. Die Feuchtigkeit geht aber nicht über den Bereich rechts der Bodensonden hinaus. Dieser Zustand verbleibt so bis zum Ende der genauen Beobachtungsmöglichkeiten um ca. 18:40 Uhr.

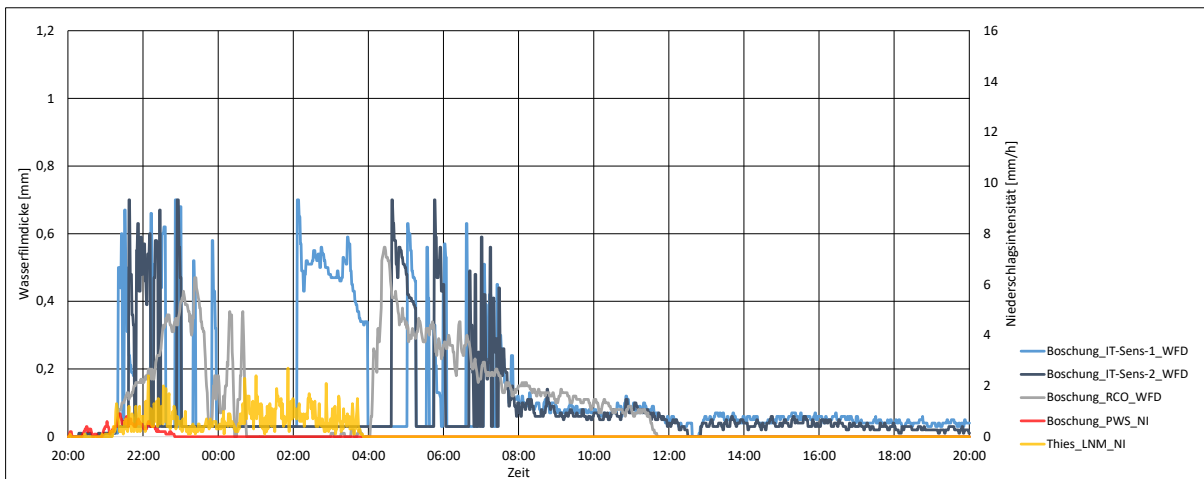
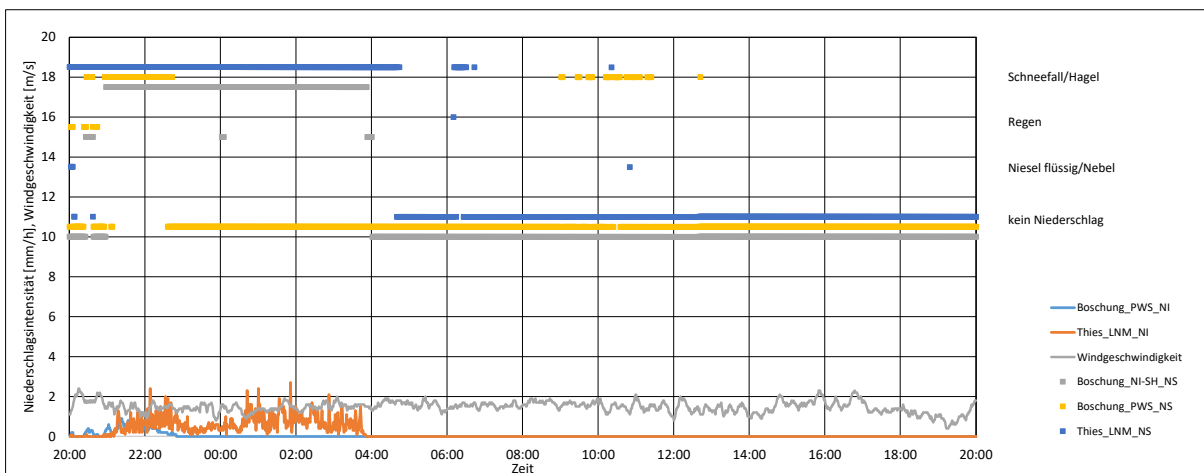
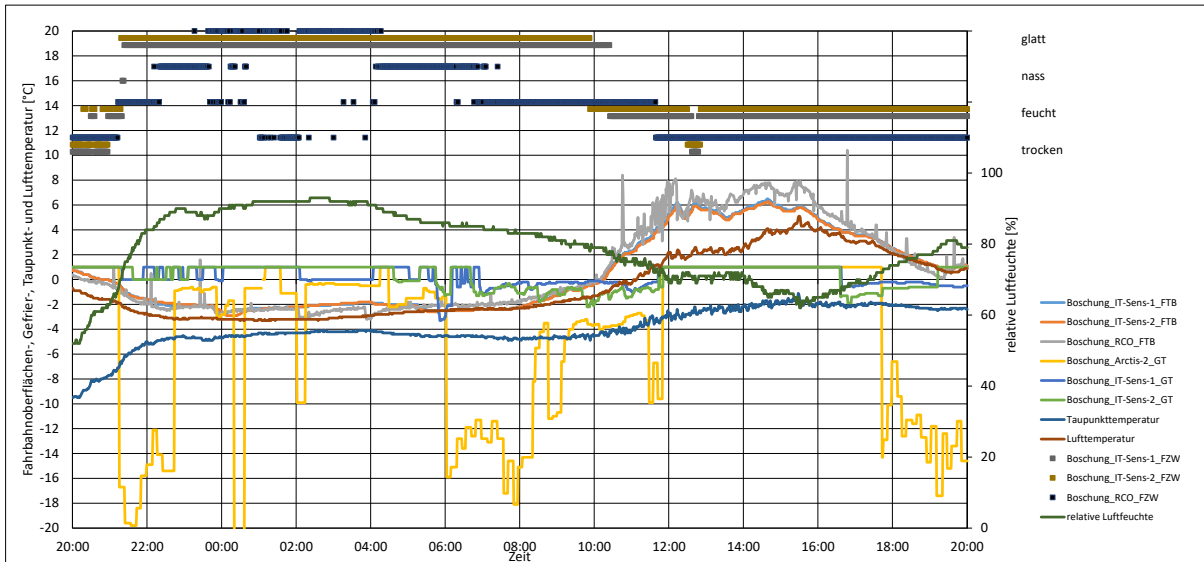
Auf dem rechten Fahrstreifen ergeben sich im Vergleich zum linken Fahrstreifen andere Situationen, die durch mehr Überfahrten aber wahrscheinlich vor allem durch mehr Salz hervorgerufen werden. Dieser Fahrstreifen bleibt deutlich länger ohne Schnee. Erst gegen 23:15 Uhr ist deutlich erster Schneematsch in der Fahrstreifenmitte zu erkennen. Ab 23:30 Uhr wird auch dieser Fahrstreifen weitgehend weiß. Es sind nur einzelnen Überfahrten zu erkennen. Um 23:47 Uhr wirkt die Fahrbahn deutlich schwärzer. Hier könnte ein Räum-/Streueinsatz erfolgt sein. Danach taut der Schnee sehr schnell. Der Fahrstreifen bleibt trotz des Schneefalls bis etwa 00:20 Uhr schwarz. Danach ist eine geringe Schneedecke erkennbar. Im Bereich der Rollspuren liegt weniger Schnee als in den sonstigen Bereichen. Die Situationen wechseln häufig. Der Schnee wirkt eher mulmig und weniger als Schneematsch. Um 01:08 Uhr ist ein stärkerer Wechsel der Schneeverhältnisse sichtbar. Ähnliche Wechsel der Bilder sind um 01:40 Uhr entstanden. Erst um 02:04 Uhr kann von einem sichtbaren Räum-/Streueinsatz ausgegangen werden. Im beschriebenen Zeitraum sind nur zwei Winterdiensteinsätze dokumentiert. Danach ist eine deutliche Tauwirkung zu erkennen. Die Rollspuren sind weitgehend ohne Schneematsch. Der Verkehr hat sich etwas nach rechts verlagert. Die rechte Rollspur befindet sich auf der rechten Fahrstreifenmarkierung. Der Schnee geht im Fahrstreifen immer mehr zurück. Ab ca. 4 Uhr wirkt der Fahrstreifen fast schneefrei, was nicht ausschließt, dass kleine Schneereste verblieben sind. Im linken Bereich des Fahrstreifens scheint immer wieder Schmelzwasser vom linken Fahrstreifen einzufließen. Ab ca. 8 Uhr wirkt der rechte Fahrstreifen nur noch feucht. Es sind keine hohe Sprühfahnen mehr erkennbar. Ab 11:30 Uhr trocknen die Rollspuren ab. Ca. 11:40 Uhr ist der Fahrstreifen bereits weitgehend komplett trocken. Der rechte Fahrstreifen bleibt bis zum möglichen Beobachtungsende mit Beginn der Dunkelheit trocken.

Nach 8 Uhr sind seitens der Meisterei drei Winterdiensteinsätze vermerkt, von denen einer um 10:43 Uhr auf dem linken Fahrstreifen und ein weiterer Einsatz um 12:48 Uhr mit dem Verschwinden der letzten Schneereste auf dem Seitenstreifen sichtbar werden. Der genaue Zeitpunkt des dritten Einsatzes ist anhand der Fotos nicht ermittelbar.

– Bewertung der Sensoren der Firma Boschung

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM gibt den beobachteten Niederschlag in allen Fällen richtig wieder.

Der PWS erkennt einen Schneefallbeginn etwas früher als der NI/SH aber später als LNM. Allerdings gibt er den deutlichen Schneefall nur für rund zwei Stunden und nicht über die beobachteten sechs Stunden an. Der von ihm gemeldete Schneefall zwischen ca. 09:00 Uhr und 11:30 Uhr konnte nicht beobachtet werden.

Der NI/SH meldet den stärkeren Schneefall über die volle Zeitspanne.

Die Messergebnisse des PWS werden aufgrund der fehlenden Schneefallangaben **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Beide IT-Sens und der RCO geben die Situation weitgehend richtig wieder. Als falsche Angaben sind die häufigen Wechsel zwischen „glatt“ und „trocken“ in der Zeit zwischen ca. 01:00 Uhr und 02:30 Uhr beim RCO anzusehen. Dieser Verlauf könnte nur auf eine sehr geringe Schneebedeckung der Fahrbahn hindeuten, die aber nicht gegeben war. Die IT-Sens geben den Zustand „glatt“ länger an, als im Bereich der Bodensonden Schnee beobachtet werden konnte. Ob hier noch nicht sichtbare Eisreste vorhanden sind, kann anhand der Fotos nicht zweifelsfrei ermittelt werden.

Die beobachteten Abtrocknungsphasen werden von allen drei Sensoren richtig erkannt.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden aufgrund der häufigen Trockenmeldungen bei Schneebedeckung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicke schwankt bei den beiden IT-Sens sehr stark. Starke Schwankungen entsprechen auch den Beobachtungen. Auffällig ist jedoch, dass die Werte von hohen Werten immer wieder auf exakt 0,03 mm zurückfallen. Dieser sehr niedrige Wert steht für eine gering feuchte Fahrbahnoberfläche und nicht für einen Zustand mit deutlich sichtbarem Schnee oder Schneematsch.

Der RCO gibt in der Phase mit dem meisten Schnee oder Schneematsch zwischen 0 und 4 Uhr meist Werte mit 0 mm an. Das führt zu Fehlinterpretation der Situation. Im sonstigen Verlauf sind die Werte plausibel.

Gefriertemperatur:

Der Gefriertemperaturverlauf der beiden IT-Sens zeigt keine Werte unter -2°C an.

Die ARCTIS-Sonde reagiert auf die ersten drei Streueinsätze mit Ausschlägen auf tiefe Gefriertemperaturen (zweimal unter -20°C , einmal unter -10°C). Die sprunghaften Anstiege von diesen Werten auf Werte -2°C sind nicht plausibel. Die tiefen Gefriertemperaturen bei vorhandenem Schnee können zu falschen Einschätzungen der Situation führen. Der weitere Verlauf ist plausibel. Da von den IT-Sens gemessenen Wasserfilmdicken unter 0,05 mm sind, kann gemäß der DIN EN 15518-3 keine ständige Messung erwartet werden.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

Der Verlauf der Fahrbahnoberflächentemperatur des RCO weist einige nicht plausible Ausreißer auf.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

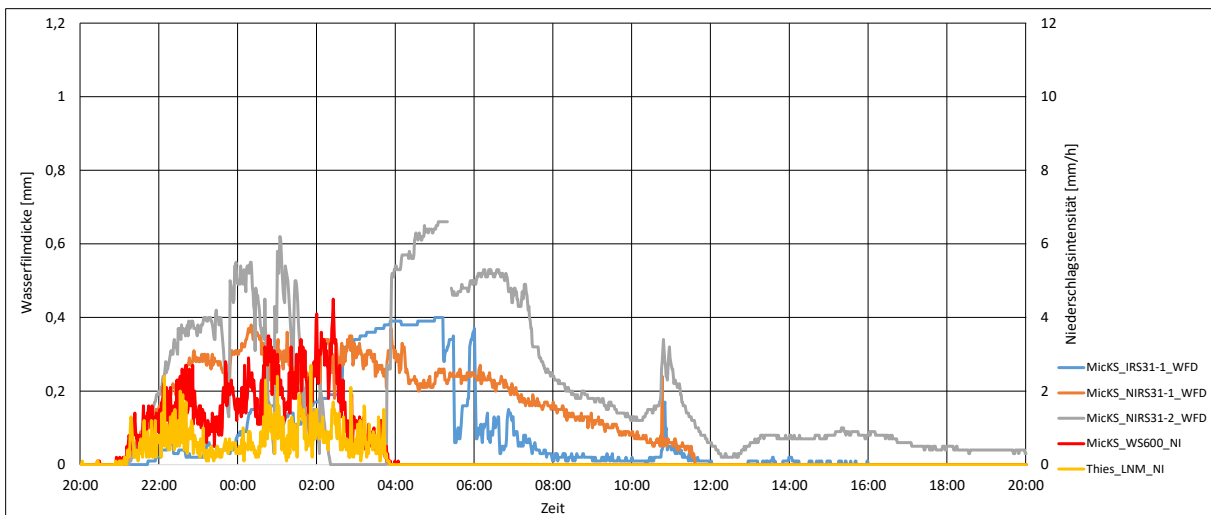
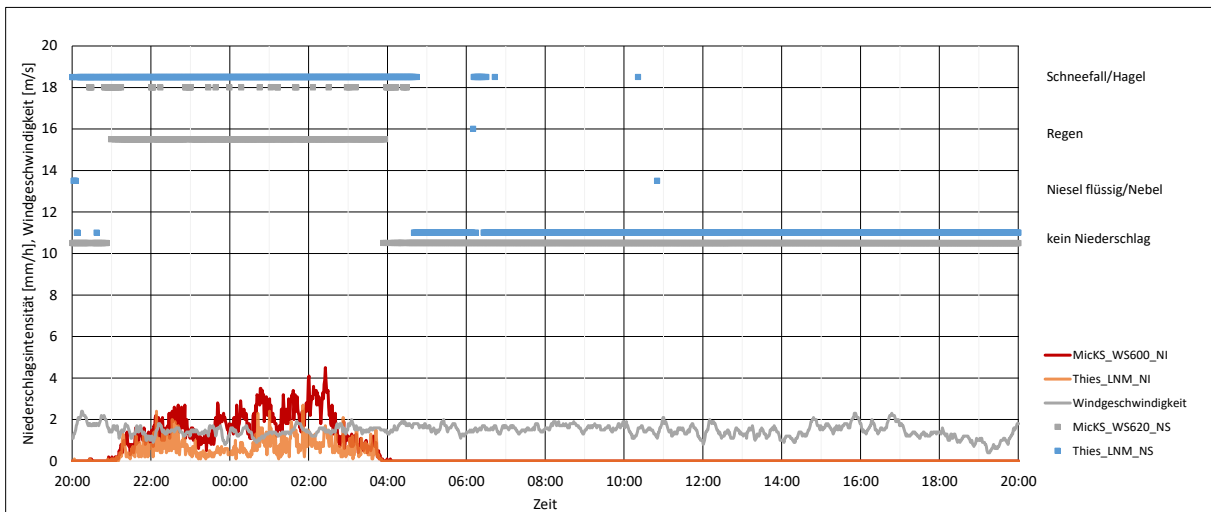
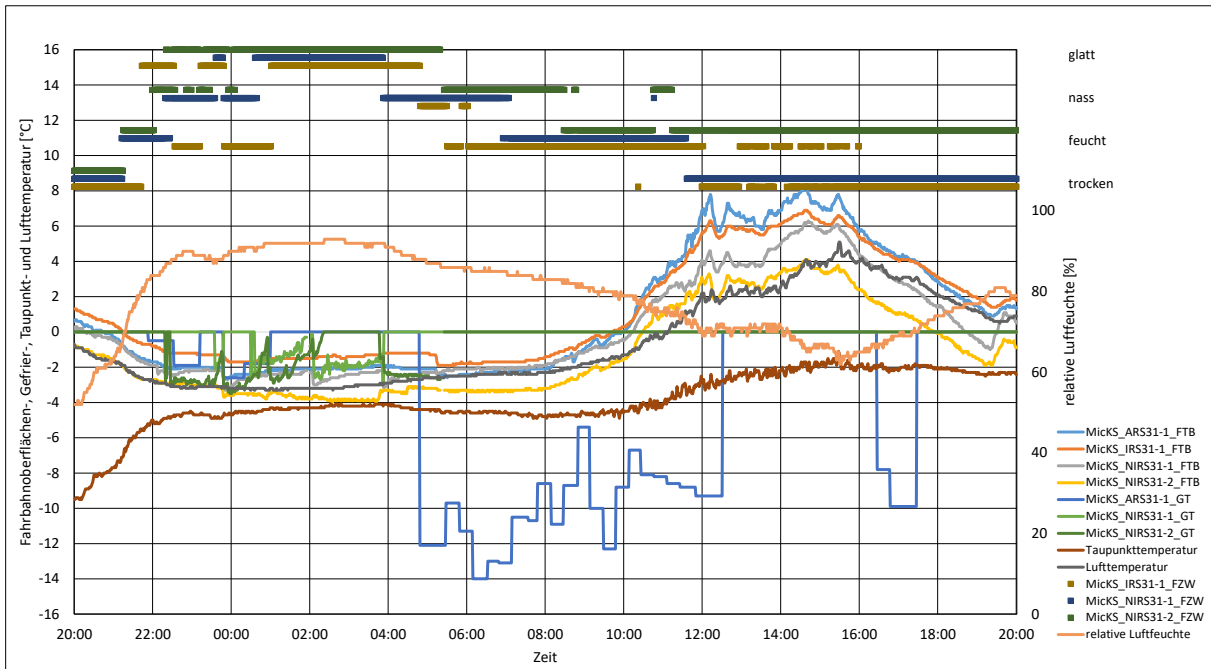
Anhand der Fahrbahnoberflächentemperatur und dem angegebenen Fahrbahnzustand mit überwiegend „glatt“ wird auf eine Glättegefahr hingewiesen. Mit dem Niederschlagssensor NI/SH wird auch der längere Schneefall angezeigt.

Andere Werte führen zu einer Fehleinschätzung der beobachteten kritischen Situation mit viel Schnee auf der Fahrbahn. Hier ist der Niederschlagssensor PWS aufgrund der Nichtanzeige von Schneefall über eine lange beobachtete Phase mit Schneefall zu nennen. Die teilweise sehr niedrigen und dabei häufig konstant bleibenden Werte bei allen drei Sensoren für Wasserfilmdicke können ebenfalls zu falschen Einschätzungen führen.

Die im Vergleich zu den Fahrbahnoberflächentemperatur deutlich niedrigen Gefriertemperaturen der ARCTIS ab ca. 06:00 Uhr widersprechen den Angaben „glatt“ der beiden IT-Sens.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 zeigt zwar den erkennbaren Niederschlag an, aber statt dem beobachteten Schneefall gibt er überwiegend den Niederschlag als Regen an.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Beide NIRS31 geben die Fahrbahnzustände auf beiden Fahrstreifen weitgehend gleich den Beobachtungen an.

Der IRS31pro gibt den deutlich sichtbaren Schnee in seinem Bereich etwas später als beobachtet mit der Meldung „glatt“ und danach nicht durchgängig gleich den Beobachtungen an. Ab ca. 12 Uhr bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes gibt er überwiegend den Fahrbahnzustand mit „trocken“ an, obwohl die Fahrbahn als „feucht“ angesehen wird.

Die Messergebnisse der beiden NIRS31 werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden aufgrund der fehlenden Feuchte- und Glätteangaben **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Verläufe der Wasserfilmdicken werden als weitgehend plausibel angesehen. Die Anstiege der Wasserfilmdicke von den beiden Sensoren auf dem linken Fahrstreifen um ca. 10:45 Uhr werden auf den Schneepflugeinsatz zurückgeführt. Die Werte des IRS31pro mit 0 mm nach 12 Uhr entsprechen nicht der beobachteten Feuchte.

Gefriertemperatur:

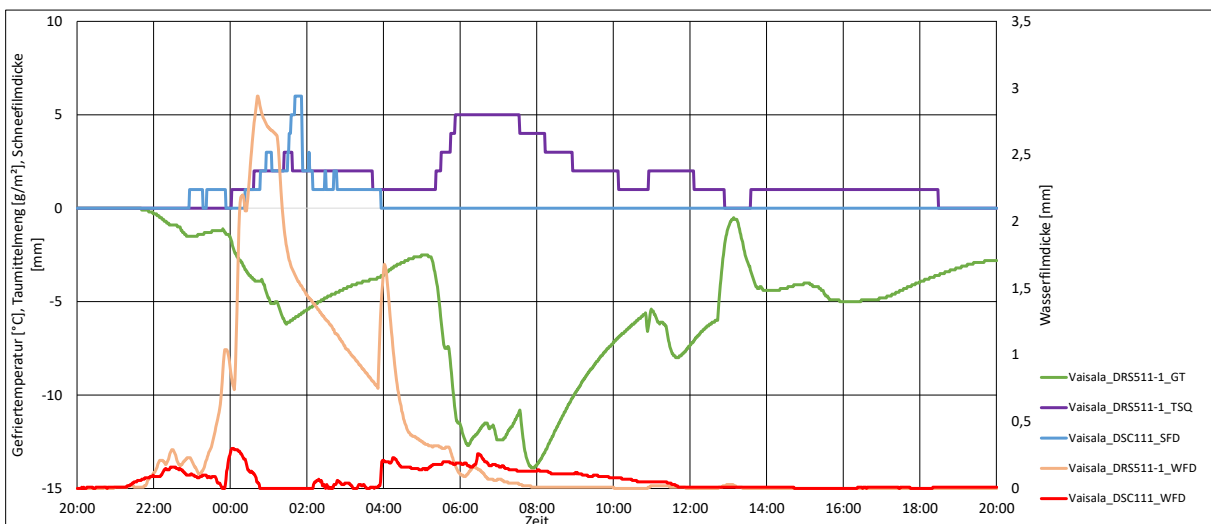
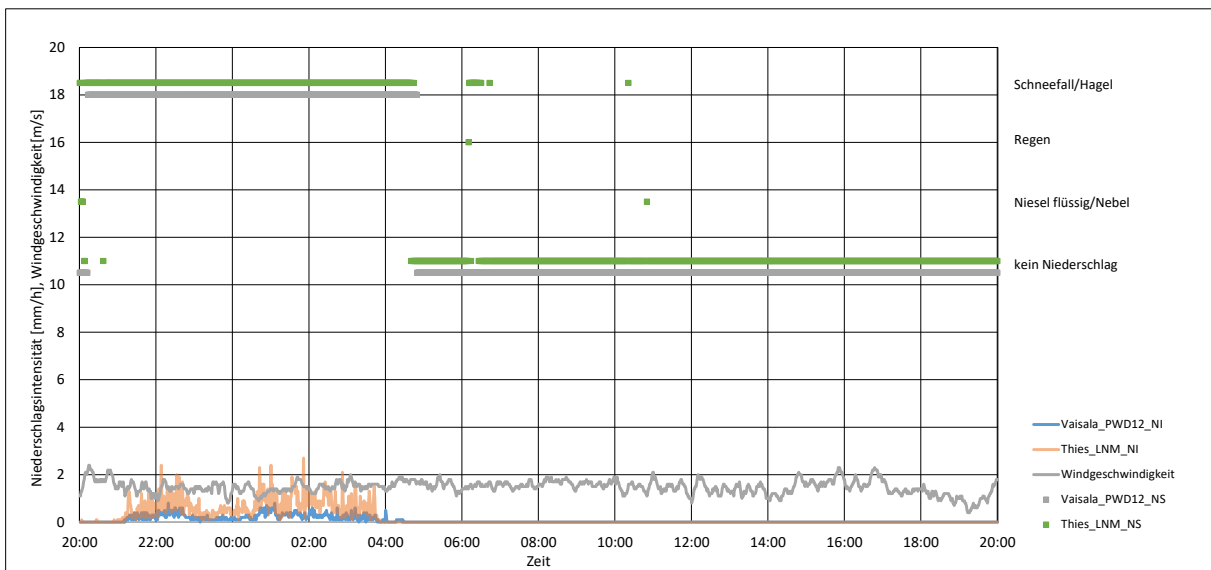
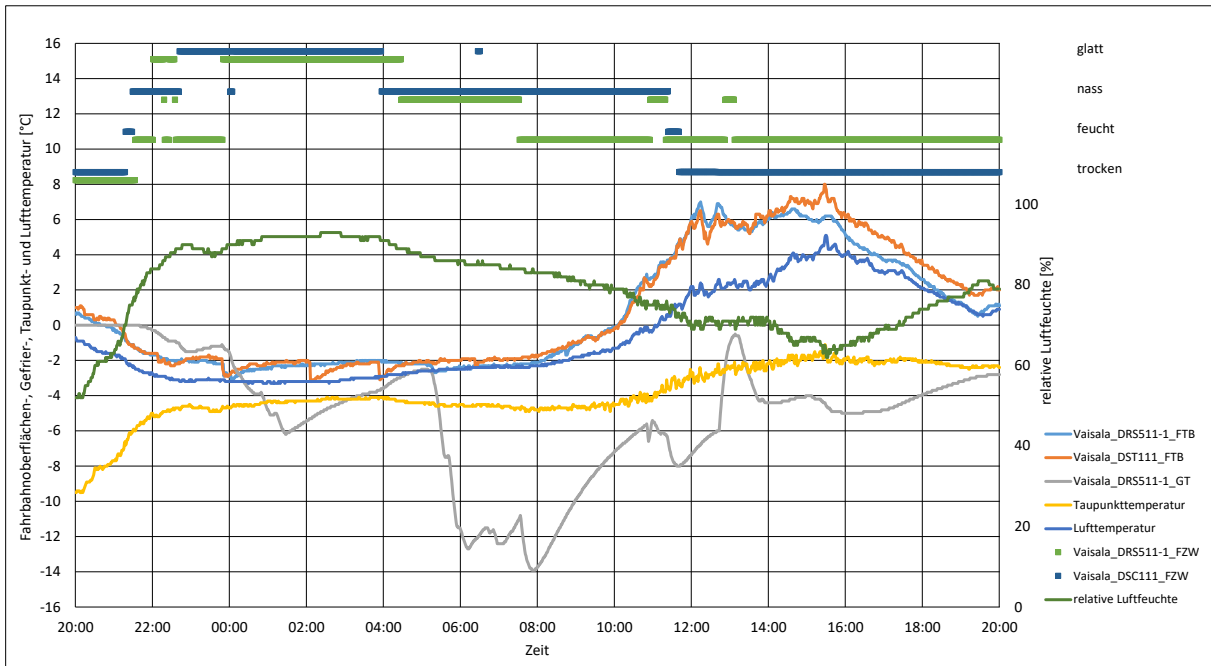
Der Verlauf der Gefriertemperatur des ARS31pro kann im Beobachtungszeitraum als weitgehend plausibel angesehen werden. Es werden lange Zeit keine unterhalb der Fahrbahnoberflächentemperatur liegenden Gefriertemperaturen bei Schnee auf der Fahrbahn angegeben. Aber bereits vor Ende der beobachteten Schneematschreste werden bereits sehr tiefe Gefriertemperaturen angezeigt, die einen falschen Schluss der Situation zulassen. Die größeren Sprünge auf 0°C nach 12 Uhr werden wahrscheinlich auf eine zu niedrige Wasserfilmdicke für eine Messung zurückgeführt.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die angegebenen Werte für die Temperaturen, die Fahrbahnzustand und Niederschlag lassen die Glättegefahr zur richtigen Zeit ableiten. Die Niederschlagsangaben des WS600 weisen eher auf einen Eisregen hin, der eine höhere Gefahr darstellen kann als ein Schneefall. Der Verlauf der Gefriertemperatur zeigt aufgrund der mit der Zeit stark fallenden Werte eine frühere Gefahraufhebung an, als die Fotos wiedergeben. Kritisch muss auch der angegebene Fahrbahnzustand „trocken“ des IRS31pro gegen Ende des Bewertungszeitraumes gesehen werden. Bei einem trockenen Zustand bei fallender Temperatur gibt es keinen Handlungsbedarf. Bei der beobachteten feuchten Fahrbahn könnte bei weiter fallenden Temperaturen eine Gefahr bestehen, auch wenn kein Hinweis auf eine Feuchtezufuhr vorhanden ist und nicht mit genug Salz auf der Fahrbahn gerechnet werden kann.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD 12 gibt den Niederschlag im Vergleich zur Beobachtung richtig an.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Der DRS511 gibt den Fahrbahnzustand zu Beginn der beobachteten Schneebedeckung richtig an. Allerdings unterbricht er diese Anzeige und wechselt für etwa eine Stunde auf die Angabe „feucht“ (zwischen ca. 22:30 Uhr und ca. 23:45 Uhr). Danach gibt er bis etwa 04:30 Uhr den Zustand „glatt“ richtig an. Ab diesem Zeitraum bis zum Ende der beobachteten Schneephase gegen 6 Uhr gibt er nur „nass“ und „feucht“ aus. Diese Werte gelten erst als richtig im späteren Betrachtungszeitraum.

Der DSC111 gibt die Fahrbahnzustände nahezu deckungsgleich zu den Beobachtungen wieder.

Die Ergebnisse des DRS511 werden aufgrund fehlender Glätteangaben **negativ** bewertet.

Die Ergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilm-/Schneefilmdicke:

Die Wasserfilmdicke gibt der DSR511 in der beobachteten Phase mit Schneebedeckung sehr hoch an, was auch als plausibel angesehen werden kann. Nicht plausibel ist der recht stetige Verlauf der Wasserfilmdicke, der aufgrund der vielfach beobachteten wechselnden Bedingungen nicht nachvollzogen werden kann.

Der DSC111 gibt wechselnde Angaben bei der Wasserfilm- und Schneefilmdicke während der Phase mit Schneebedeckung an, die nach den Beobachtungen plausibel erscheinen.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die Gefriertemperatur wird während der Fahrbahnbedeckung mit Schnee und Schneematsch mit Werten unterhalb der Fahrbahnoberflächentemperatur angegeben, was eine Fehlinterpretation der Situation zur Folge haben kann. Der Verlauf ist sehr stetig, obwohl mehrere Streueinsätze gefahren wurden, die auch im Verlauf der Fahrbahnoberflächentemperatur durch deren kurzzeitige Absenkungen um ca. 23:45 Uhr und kurz nach 2 Uhr abgeleitet werden können.

Zwischen den Werten zur Tausalzmenge und Gefriertemperatur bestehen große quantitative Differenzen. Bei einer Gefriertemperatur von etwas unter -5°C und einer angegebenen Wasserfilmdicke von über 1 mm müssten eine Tausalzmenge von über 60 g/m² vorhanden sein. Angegeben werden in dieser Zeitphase nur etwa 3 g/m².

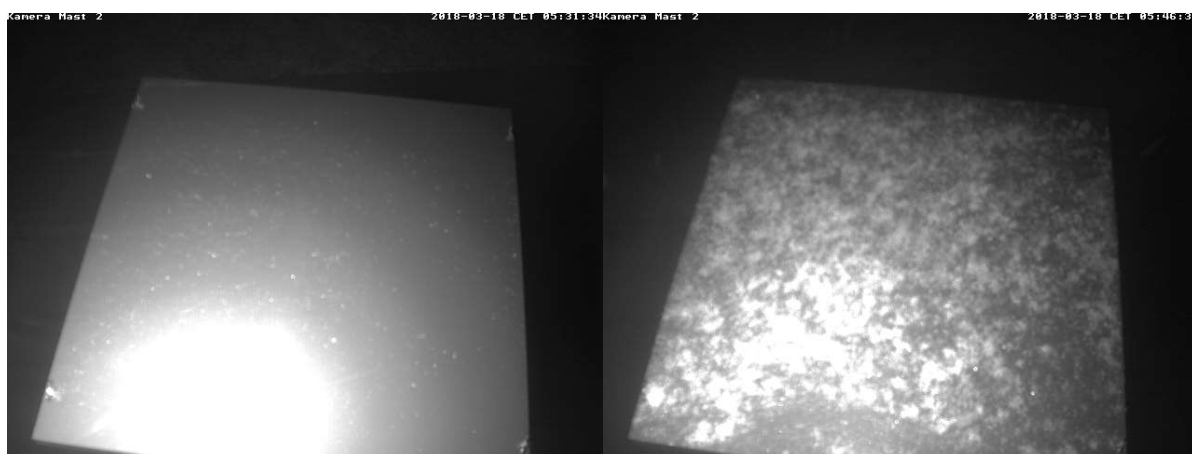
Der weitere Verlauf nach der Schneebedeckung zeigt tiefere Werte für die Gefriertemperatur an, die plausibel erscheinen. Der Anstieg der Gefriertemperatur kann durch ständige Schneeschmelze vom linken Fahrstreifenrand entstehen. Spätere geringe Schwankungen sind für Entscheidungen nicht von Bedeutung.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Verläufe der Temperaturen, des Fahrbahnzustandes und des Niederschlages verweisen auf eine Glättegefahr, die mehrere Einsätze nötig machen. Der Verlauf der Gefriertemperatur hebt diese Gefahreinschätzung allerdings auf.

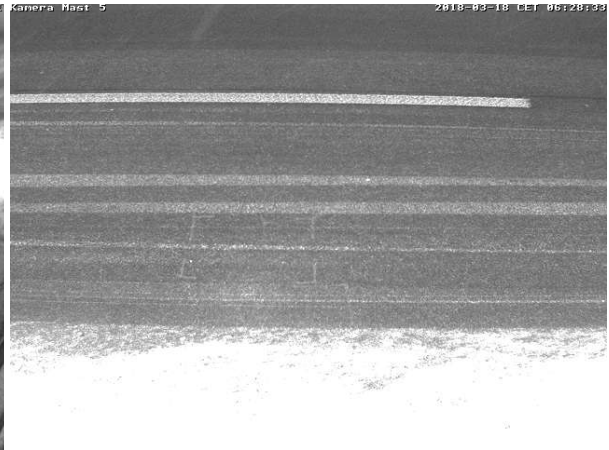
Fall 11: Situation am 18.03.2018 (04:00 Uhr) bis 19.03.2018 (04:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

Ein erster Schneefall auf der Beobachtungsplatte kann um 05:05 Uhr sehr deutlich erkannt werden. Ab 05:32 Uhr ist ein verstärkter Schneefall auf weiteren Kameraeinstellungen in der Luft sichtbar. Ab 05:36 Uhr ist Schnee auf dem Seitenstreifen und links auf dem linken Fahrstreifen zu erkennen. Im weiteren Verlauf nimmt der Schnee auf dem linken Fahrstreifen zu. Dieser Schneefall ist bis 06:28 Uhr deutlich sichtbar. Danach lassen die Fotos keine Aussage zu einem Niederschlag zu. Erst ab 07:00 Uhr geben die Fotos wieder Niederschlagspartikel in der Luft wieder. Dies bleibt durchgängig bis 08:36 Uhr. Die Intensität ist nicht immer gleich. Auf der Fahrbahn entsteht in dieser Zeitspanne zeitweise nochmal ein geringer Schneezuwachs. In der Zeit danach bis ca. 10:15 Uhr sind nur vereinzelt Niederschlagspartikel auf den Fotos zu erkennen. Dabei sind nicht bei jeder Minute Partikel sichtbar. Die Intensität kann dabei nur sehr gering sein, da ab 10:24 Uhr bereits erste Abtrocknungen auf dem rechten Fahrstreifen erkennbar sind. Im weiteren Verlauf des Bewertungsabschnittes sind keine Niederschlagspartikel mehr zu erkennen.



Beobachtungsplatte für Niederschlag um 05:31 Uhr (links) und 05:46 Uhr (rechts)

Der Fahrbahnzustand zu Beginn der Bewertungsphase ist nicht eindeutig bestimmbar, es kann aber nur von einer minimalen Feuchte ausgegangen werden, die durch vorhandenes Salz gehalten wird. Diese Salzmenge kann auf dem linken Fahrstreifen nicht hoch sein, da nach weniger als zehn Minuten des intensiveren Schneefalls um 05:45 Uhr erster Schnee liegen bleibt. Der Schnee bzw. Schneematsch ist bis ca. 06:35 Uhr im Bereich der Bodensonden erkennbar. Die gefahrenen Rollspuren haben sich dabei im linken Fahrstreifen etwas nach rechts verschoben, so dass die linke Rollspur über die Bodensonden läuft. Beim etwas stärkeren Schneefall um 07:25 Uhr wird noch mal kurzzeitig der Bodensondenbereich mit Schnee bedeckt, der aber 07:28 Uhr wieder verschwunden ist. Da kein Räumumsatz dokumentiert ist, ist von einer Verdrängung von Fahrzeugen auszugehen. Dieser Vorgang wiederholt sich nochmal in der Zeit zwischen 07:45 Uhr und 08:00 Uhr. Schneereste können noch bis etwa 08:20 Uhr vorhanden sein. Danach bleibt der Fahrstreifen eher nass, was überwiegend durch Schneeschmelze links des Fahrstreifens begründet ist. Gegen 10:00 Uhr ist der Schnee dort fast komplett geschmolzen. Danach trocknet der linke Fahrstreifen ab. Ca. 11:05 Uhr sind bereits breitere Rollstreifen zu sehen. Die Bodensonden befinden sich zwischen den Rollstreifen. Bis ca. 12 Uhr ist Querschnitt mit den Bodensonden abgetrocknet.



Fahrbahnzustand um 06:02 Uhr (links) und 06:28 Uhr (rechts, linker Fahrstreifen)



Fahrbahnzustand um 06:36 Uhr (links) und 07:11 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 06:42 Uhr (links) und 07:55 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 09:06 Uhr (links) und 09:45 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 11:08 Uhr (links) und 11:43 Uhr (rechts)

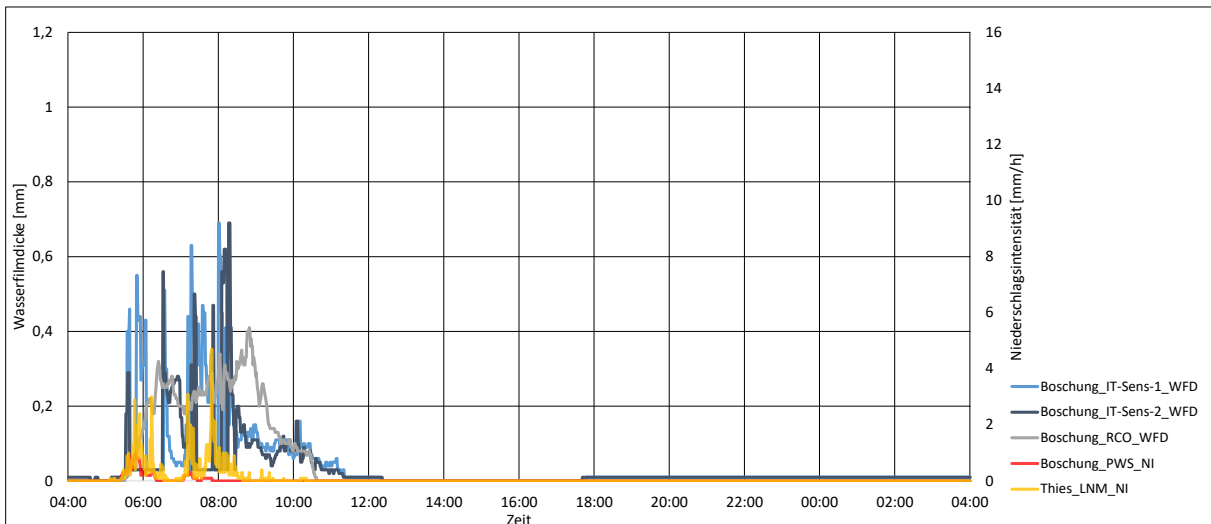
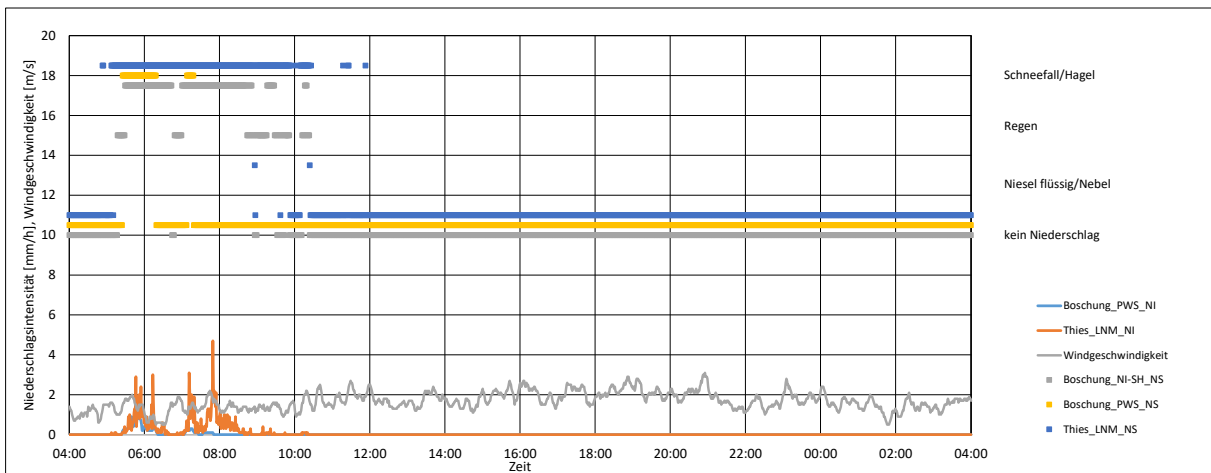
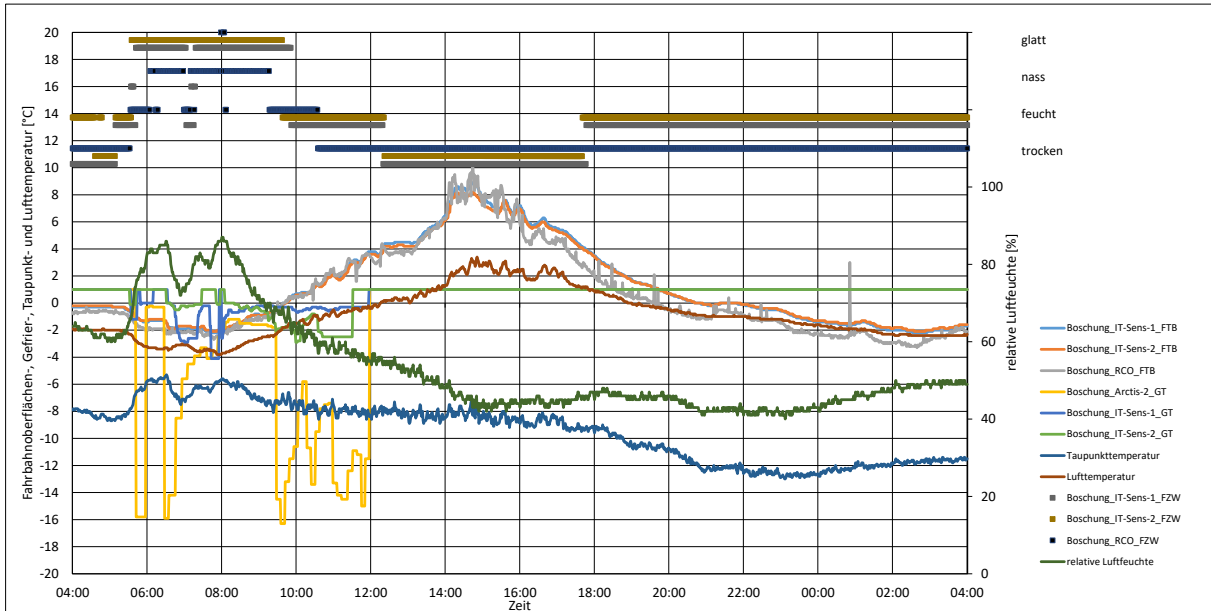
Der rechte Fahrstreifen bleibt wahrscheinlich durch den Einsatz von Salz deutlich schneefreier als der linke Fahrstreifen oder der Seitenstreifen. Ab 05:45 Uhr bis ca. 06:30 Uhr kann eine leichte Schneebedeckung beobachtet werden. Danach wirkt der Fahrstreifen schneefrei. Leichter Schneematsch ist nochmal in der Zeit zwischen 07:15 Uhr und 07:30 Uhr erkennbar. Danach wirkt der Fahrstreifen sehr nass. Als Ursache wird auch hier die Schneeschmelze vom linken Fahrbahnrand gesehen. Ab ca. 09:30 Uhr wirkt der Fahrstreifen eher feucht. Der erste trockene Bereich in der rechten Rollspur ist um 10:25 Uhr erkennbar. Um 11 Uhr ist der Hauptbereich des rechten Fahrstreifens trocken.

Für den Testfeldabschnitt sind fünf Streueinsätze im Bewertungszeitraum dokumentiert. Die ersten beiden Einsätze sind für die Zeit um 6 und 8 Uhr notiert, bei denen die beiden Fahrstreifen bestreut wurden. Ein Einsatz um ca. 09:30 Uhr wird nur auf den linken Fahrstreifen bezogen. Zwei weitere Einsätze galten den Seitenstreifen. Beim ersten von diesen beiden Einsätzen um 08:23 Uhr wurde dabei, wie in den Aufzeichnungen der Meisterei dokumentiert, der Seitenstreifen sichtbar geräumt. Der zweite Einsatz auf dem Seitenstreifen ist für 10:30 Uhr notiert.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der LNM erkennt alle beobachteten Niederschläge richtig als Schnee.

Ebenso gibt der NI/SH alle beobachteten Niederschläge an, allerdings werden beobachtete geringe Niederschlagsintensitäten auch als flüssiger Niederschlag angegeben.

Der PWS gibt den Niederschlag dagegen nur ca. eine Stunde nach dem beobachtbaren Niederschlagsbeginn an. Danach zeigt er etwa eine dreiviertel Stunde keinen Niederschlag an. Ab ca. 7 Uhr zeigt er dann nochmal für ca. 20 min einen Schneefall an. Die angezeigte Schneefalldauer entspricht weniger als 50% der sicher beobachteten Schneefallzeit.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des PWS werden aufgrund fehlender Schneefallangaben **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden IT-Sens geben die beobachtete leichte Schneebedeckung zu Beginn des Schneefalls richtig als „glatt“ an. Die Angabe „glatt“ bleibt allerdings über die beobachtete Schneebedeckung hinaus bestehen. Dabei geben die Messwerte für die Fahrbahnoberflächen- und Gefriertemperatur der IT-Sens Bedingungen an, die eine Glätte nicht mehr zulassen (Fahrbahnoberflächentemperatur über 0°C, Gefriertemperatur unter der Fahrbahnoberflächentemperatur). Die Differenzen sind zwar nur gering, dennoch sind sie für eine reine Fahrbahnzustandsbetrachtung nicht plausibel.

Der RCO gibt nur kurzzeitig die Angabe „glatt“ aus, allerdings ca. eine Stunde später als der Schneematsch auf den Fotos beobachtet wurde.

Der beobachtete Verlauf der sonstigen Feuchteangaben entspricht in etwa den Beobachtungen. Auffällig ist, dass beide IT-Sens ab der Zeit von ca. 18 Uhr durchgängig den Fahrbahnzustand „feucht“ ausgeben, obwohl keine Bedingungen für eine Feuchte vorhanden sind. Die relative Luftfeuchte ist mit ca. 50% deutlich unter dem Wert, bei dem Salz Feuchte aus der Luft zieht (bei etwa 70%). Allerdings können direkt über den Sensoren andere Bedingungen herrschen als am Messpunkt für die relative Luftfeuchte in 4 Meter Höhe neben der Fahrbahn. Da dabei Fahrbahntemperaturen unter 0°C herrschen, könnte sogar eine Glättegefahr bestehen. Angaben zur Gefriertemperatur können aufgrund der geringen Feuchtigkeit nicht erwartet werden.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden aufgrund widersprüchlichen Sensorangaben **negativ** gewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken wechseln während der Schneefallperiode sehr häufig, was durch die ständige Umverteilung durch den Verkehr auch der beobachteten Realität entspricht. Besondere Auffälligkeiten im Verlauf sind nicht zu erkennen. Die Ausnahme ist die angegebene Wasserfilmdicke der IT-Sens ab ca. 18 Uhr (siehe Aussagen zum Fahrbahnzustand)

Gefriertemperatur:

Die IT-Sens geben Gefriertemperaturen aus, die nicht unter $-2,5^{\circ}\text{C}$ gehen.

Der Verlauf der Gefriertemperatur der ARCTIS gibt bis 6 Uhr während der Schneefallphase zwei extreme Sprünge von rund 0°C nach -16°C und wieder zurück auf 0°C an. Beide Sprünge erscheinen nicht plausibel, da während der Zeit ein Schneefall einsetzt. Im weiteren Verlauf steigt nach einem erneuten Sprung von 0°C auf -16°C die Gefriertemperatur langsam. Der angegebene Sprung kann durch eine Streuung ausgelöst sein. Der Anstieg ist durch den laufenden Niederschlag plausibel. Der weitere Verlauf nach einer weiteren Streuung bis zur Abtrocknung ist auch plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

Der Verlauf der Fahrbahnoberflächentemperatur des RCO verweist einige wenige Unstetigkeiten auf.

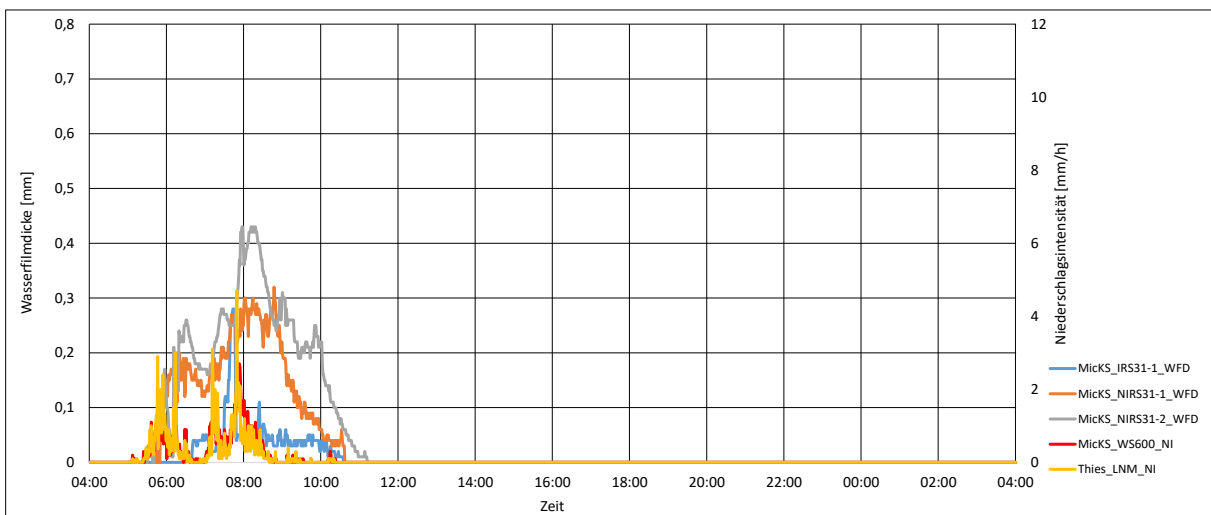
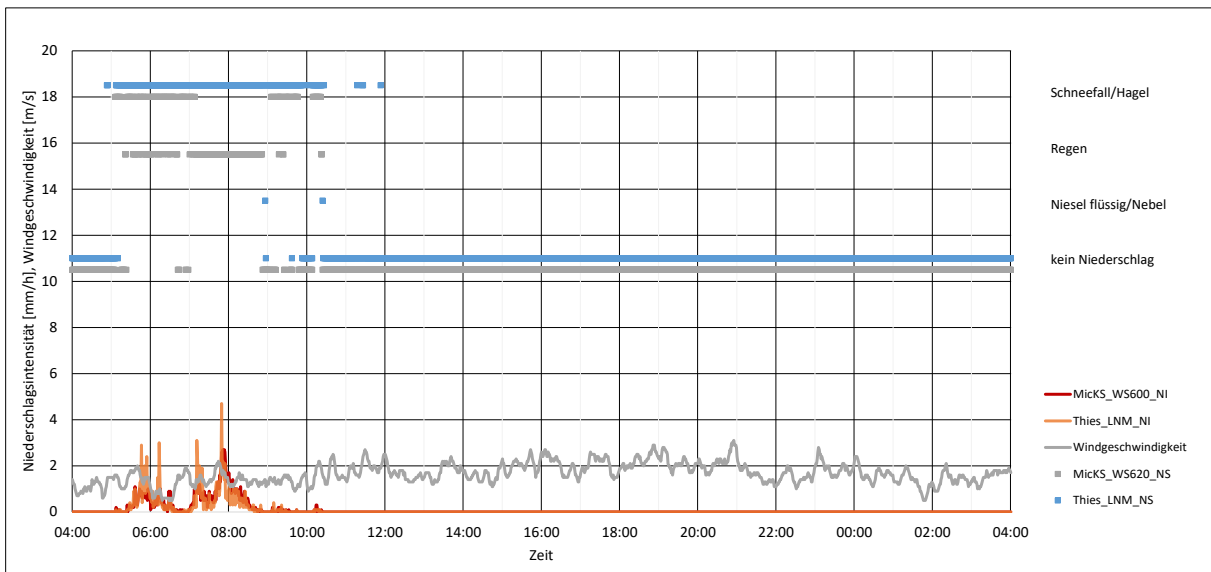
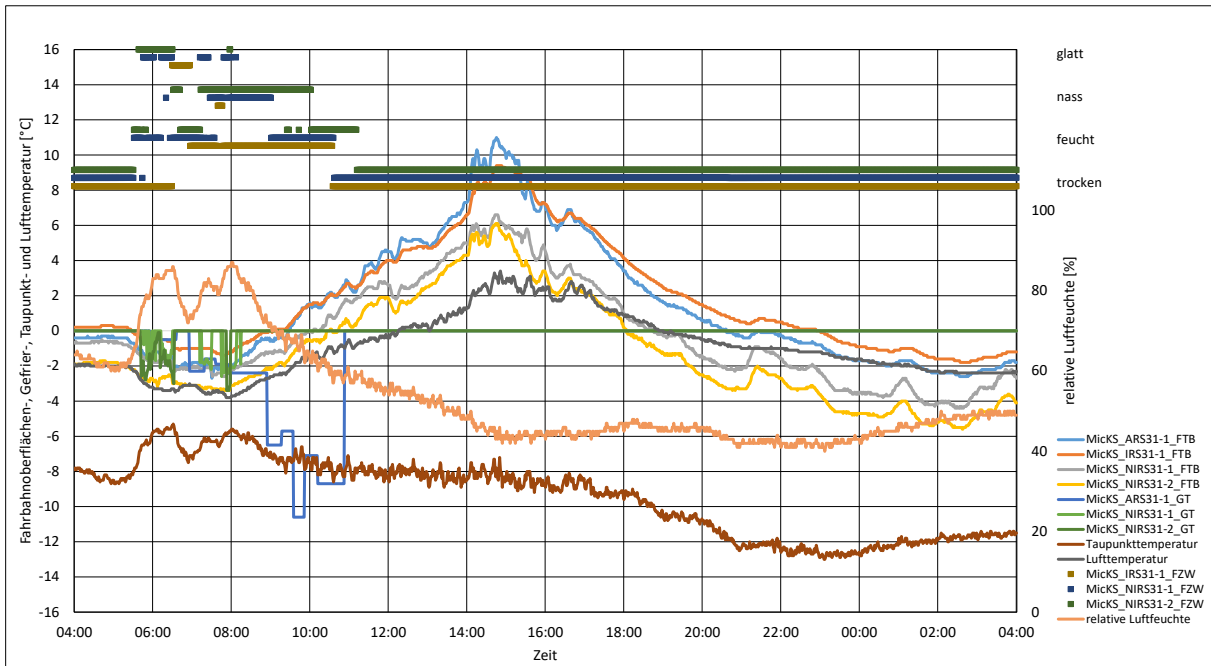
Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die angegebenen Temperaturen und Fahrbahnzustände weisen auf eine Glättegefahr hin. Die Gefriertemperatur kann nur kurzzeitig zu Beginn des Schneefalls zu einer falschen Beurteilung der Glättegefahr führen. Der PWS reduziert mit seiner deutlich kürzeren Niederschlagsangabe die Wahrnehmung der realen Glättegefahr.

Die Angabe einer feuchten Fahrbahnoberfläche ab ca. 18 Uhr bei Fahrbahnoberflächentemperaturen unter 0°C lässt Aussagen zu einer Glättegefahr zu, die durch die beobachteten Bedingungen nicht gegeben sind.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der WS600 gibt einen Niederschlag an, wenn ein Niederschlag auf den Fotos beobachtet wurde. Allerdings meldet er häufig statt dem beobachteten festen einen flüssigen Niederschlag. Der Wechsel zwischen „festem“ und flüssigem“ Niederschlag ist nicht an die Intensität gebunden.

Der Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneefallerkennung als **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden NIRS31 geben den beobachteten Verlauf auf den beiden Fahrstreifen weitgehend plausibel wieder.

Der IRS31pro gibt den Schnee/Schneematsch erst eine Stunde nach der ersten Beobachtung an. Bis dahin meldet der Sensor nur eine „trockene“ Fahrbahnoberfläche. Im weiteren Verlauf zeigt er nochmals häufiger „trocken“ an, obwohl eher eine nasse Fahrbahnoberfläche beobachtet werden kann. Die Abtrocknung der Fahrbahn zeigt er über eine Stunde früher an als beobachtet.

Der Messergebnisse des IRS31pro werden aufgrund fehlender Glätteangaben als **negativ** bewertet.

Der Messergebnisse des NIRS31 werden als **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken unterscheiden zwischen dem IRS31pro und dem NIRS31 trotz des gleichen Fahrbahnquerschnitts auf dem linken Fahrstreifen erheblich. Die Werte des NIRS31 sind erheblich höher. Trotzdem werden die Werte beider NIRS31 aufgrund des Schneefalls bei zeitweisen Niederschlagsintensitäten über 2 mm/h mit Übergang zu Schneematsch, subjektiv betrachtet, als eher zu gering angesehen.

Gefriertemperatur:

Der Verlauf der Gefriertemperatur des ARS31pro ist weitgehend plausibel. Bei Beginn der Schneebedeckung bleibt sie über der Fahrbahnoberflächentemperatur und nach dem Abtauen sowie bei Streueinsätzen sinkt sie unter die Fahrbahnoberflächentemperatur.

Die Gefriertemperatur des NIRS31 sinkt nie unter -3°C . In der Phase mit der Schneebedeckung ist sie niedriger als in der Phase, in der Schneefall auf der Fahrbahn getaut ist. Das ist nicht plausibel. Dies widerspricht der erklärten Arbeitsweise, dass die Gefriertemperatur nicht direkt gemessen werden kann. Es soll nur einen Abgleich zwischen Fahrbahnzustand (nicht glatt) und der Fahrbahnoberflächentemperatur erfolgen, wenn die Fahrbahnoberflächentemperatur unter 0°C sinkt. Unter diesen Bedingungen kann die Gefriertemperatur nur maximal so tief wie die Fahrbahnoberflächentemperatur angegeben werden.

Fahrbahnoberflächentemperatur

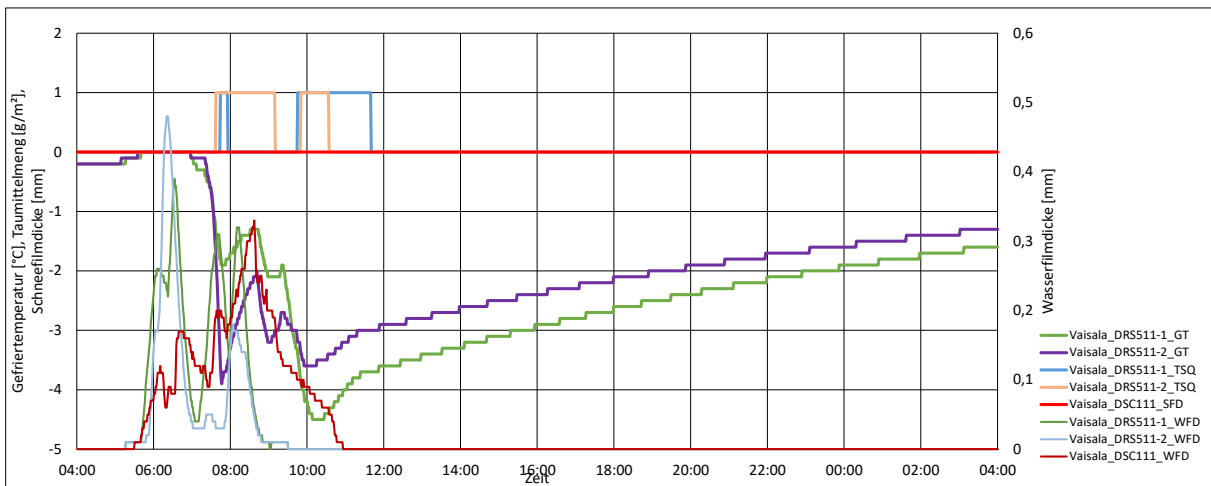
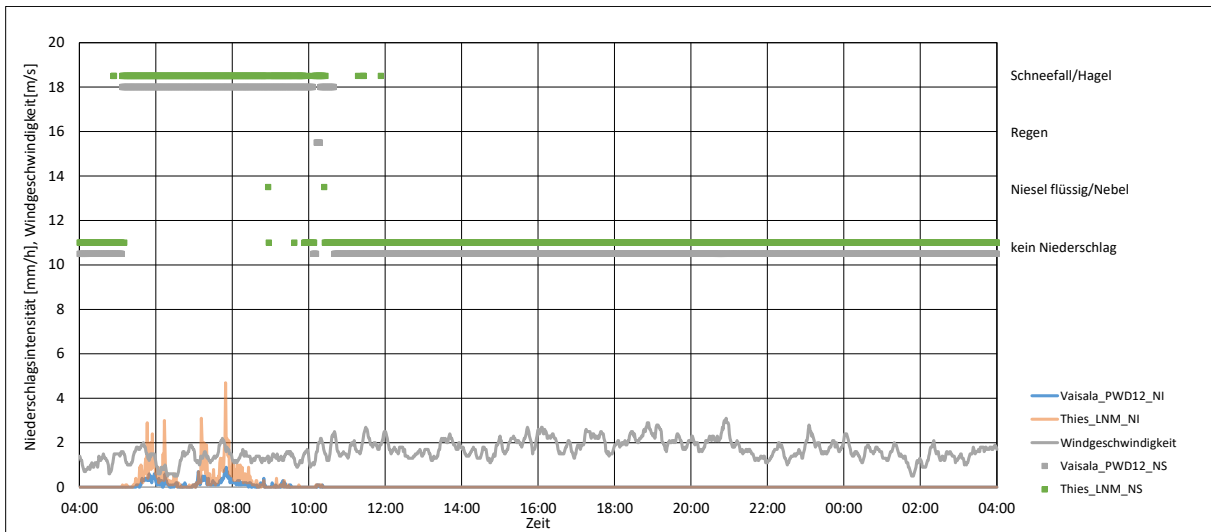
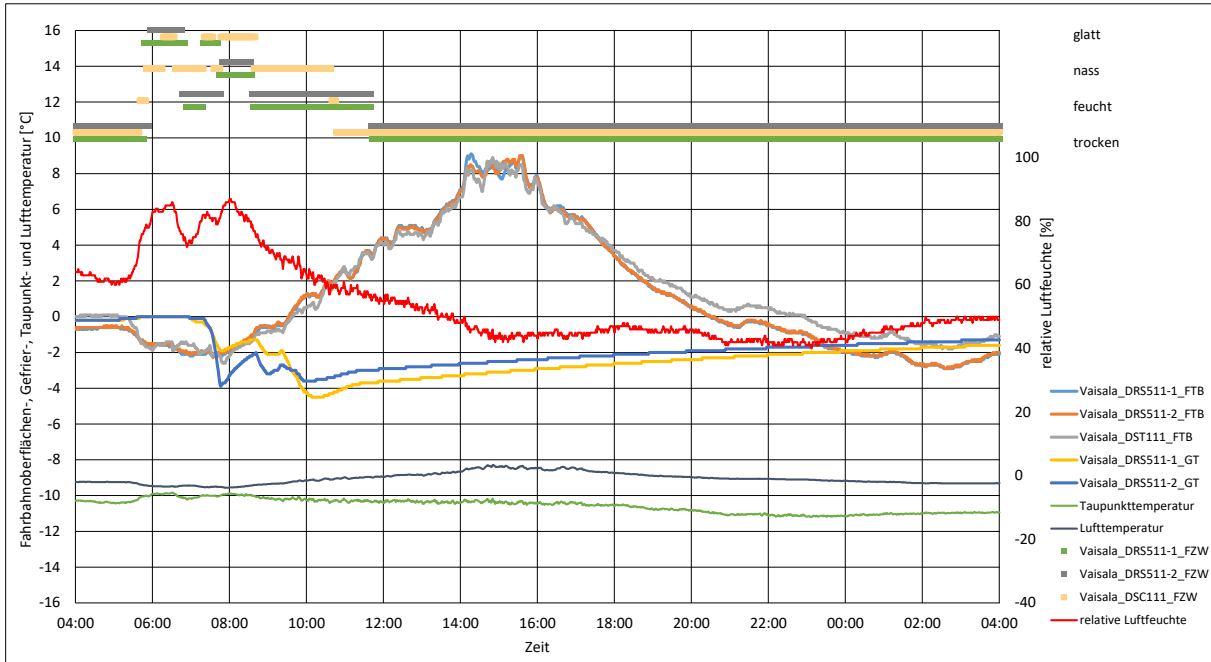
Auffällig ist die sehr hohe Differenz zwischen den Sensoren für die Fahrbahnoberflächentemperatur auf dem linken Fahrstreifen. Nach der Mittagsspitze liegen die Differenzen fast durchgängig bei über drei Kelvin. Die 0°C -Grenze wird mit einer zeitlichen Differenz von über vier Stunden erreicht.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Angaben der Luft-Anlage für die Temperaturen zusammen mit den Angaben zum Fahrbahnzustand der NIRS31 weisen rechtzeitig auf eine Glättegefahr hin. Die Gefahrenanzeige wird dagegen durch den IRS31pro aufgrund seines sehr späten Wechsels von „trocken“ auf eine nicht trockene Zustandsangabe nach der Schneebedeckung der Fahrbahn erheblich abgeschwächt. Die angegebenen Gefriertemperaturen des IRS31pro verstärken dagegen die Gefahrenanzeige nach der beobachteten Glättebeseitigung, bei der ausreichend gestreut wurde.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

• Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 gibt den Niederschlag als Schneefall wie beobachtet an.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Ab diesem Fall stehen die Daten von zwei Sonden DRS511 zur Verfügung. Beide Sensoren geben den Fahrbahnzustand weitgehend mit den gleichen Werten an. Die erste Schneebedeckung wird von beiden Sonden richtig als „glatt“ erkannt. Die zweite beobachtete Schneematschbedeckung nach 07:25 Uhr wird nur von der Sonde DRS511-1 angegeben. Der Sonde DRS511-2 gibt zumindest keine trockene Fahrbahn an. Die Abtrocknung im Sensorbereich wird von beiden etwa zum beobachteten Zeitpunkt angegeben.

Der DSC111 gibt im Vergleich zu den Beobachtungen über einen längeren Zeitraum den Zustand „glatt“ an. Ob letztlich kein Eis mehr im Messbereich des Sensors vorhanden war, lässt sich nicht sicher sagen. Die Abtrocknung gibt er zum beobachteten Zeitpunkt an.

Die Messergebnisse des DRS511-1 werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des DRS511-2 werden aufgrund fehlender Schneerkennung **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke/Schneefilmdicke:

Die Verläufe der Wasserfilmdicken entsprechen etwa den Beobachtungen. Genaue Abschätzungen der Höhe sind nicht möglich.

Es werden trotz des beobachteten Schnees auf der Fahrbahn keine Schneefilmdicken über 0 mm angegeben.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die angegebenen Tausalzmengen mit maximal 1 g/m² werden aufgrund der vielen Streueinsätze als nicht plausibel angesehen. Die Angaben zur Wasserfilmdicke, Gefriertemperatur und Tausalzmengen sind oft untereinander nicht plausibel. Auch wenn die Gefriertemperatur nur bis -2°C fallen, können bei Wasserfilmdicken über 0,2 mm nicht nur 1 g/m² Tausalz auf der Fahrbahn sein.

Die Gefriertemperaturen der beiden Bodensonden verlaufen etwa gleich. Ihr relativ stetiger Verlauf ist aufgrund der vielen wechselnde Situationen wenig plausibel.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Messdaten für die Temperaturen, Niederschlag und Fahrbahnzustand lassen auf eine Glättegefahr schließen. Die angegebenen Gefriertemperaturen verringern die Gefahrendarstellung etwas.

Fall 12: Situation am 20.03.2018 (04:00 Uhr) bis 21.03.2018 (04:00 Uhr)**– Situationsbeschreibung anhand von Fotos vom Testfeld:**

Um 06:06 Uhr sind erste Schneekristalle auf der Beobachtungsplatte zu erkennen. Dieser Niederschlag geht nur etwa drei Minuten. Die Schneekristalle tauen schnell wieder. Ein weiterer sichtbarer Schneefall beginnt um 06:29 Uhr. Bis etwa 07:29 Uhr ist die Beobachtungsplatte komplett schneebedeckt. Bis zu dieser Zeit sind auch immer Niederschlagspartikel in der Luft zu sehen. Die Intensitäten sind aber nicht immer gleich. Danach sind wenige Minuten keine Partikel zu erkennen. Ab 07:37 Uhr bis 07:58 Uhr sind wieder Partikel in der Luft zu sehen, allerdings nicht mehr so stark wie im Zeitraum zuvor. Die Niederschlagsart lässt sich aber anhand der zunehmenden Schneedecke auf der Fahrbahn eindeutig als Schneefall ableiten. Im weiteren Bewertungszeitraum ist die Niederschlagsituation nicht mehr bewertbar. Nur zwischen 09:04 Uhr und 09:20 Uhr sind nochmals bei einzelnen Minuten größere Niederschlagspartikel auf den Fotos erkennbar. Da nach dem erkennbaren Schneefall zunächst kein Abtrocknen auftritt, kann noch weiterer Niederschlag als Regen oder feiner Schnee gefallen sein.



Beobachtungsplatte für Niederschlag um 06:13 (links) und 06:35 Uhr (rechts)



Beobachtungsplatte für Niederschlag (links) und Fahrbahnzustand (rechts) um 07:25 Uhr

Die Fahrbahn auf beiden Fahrstreifen wirkt zu Beginn des Betrachtungsfalles trocken bis feucht. Nach den Aufzeichnungen der zuständige Meisterei erfolgte in der Nacht eine Soleausbringung. Von einer geringen Feuchte durch Salzlösung kann daher ausgegangen werden. Ein Beginn einer weiteren Feuchtzunahme ist anhand der Fotos nicht eindeutig zu bestimmen. Die Fahrbahnoberfläche wirkt zunächst feucht. Die ersten Schneekristalle werden wahrscheinlich aufgrund der Fahrbahnoberflächentemperatur um 0°C durch vorhandenes Salz getaut.



Fahrbahnzustand um 07:58 Uhr (links) und um 08:03 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 08:36 Uhr (links) und um 11:00 Uhr (rechts)



Fahrbahnzustand um 11:14 Uhr (links) und um 11:46 Uhr (rechts)

Erste Schneebedeckungen außerhalb der Fahrstreifen sind ab 06:44 Uhr zu erkennen. Die Fahrbahn wird wahrscheinlich durch Wasser zunehmend dunkler. Ab 07:23 Uhr sind erste leichte Schneebedeckungen an den Rändern der Fahrstreifen sichtbar. Ab 07:46 Uhr gibt es eine deutliche Schneebedeckung in der Mitte beider Fahrstreifen. Die Rollstreifen sind von den Fahrstreifenmitten etwas nach rechts verlagert. Ab 07:50 Uhr geht die Schneebedeckung bereits wieder zurück. Um 8 Uhr ist kein Schnee mehr auf der linken Fahrstreifenmitte mehr zu erkennen. Ab 08:04 Uhr ist dann auch in der rechten Fahrstreifenmitte kein Schnee mehr. Ab etwa 10 Uhr trocknet die Fahrbahn zunehmend. Ab

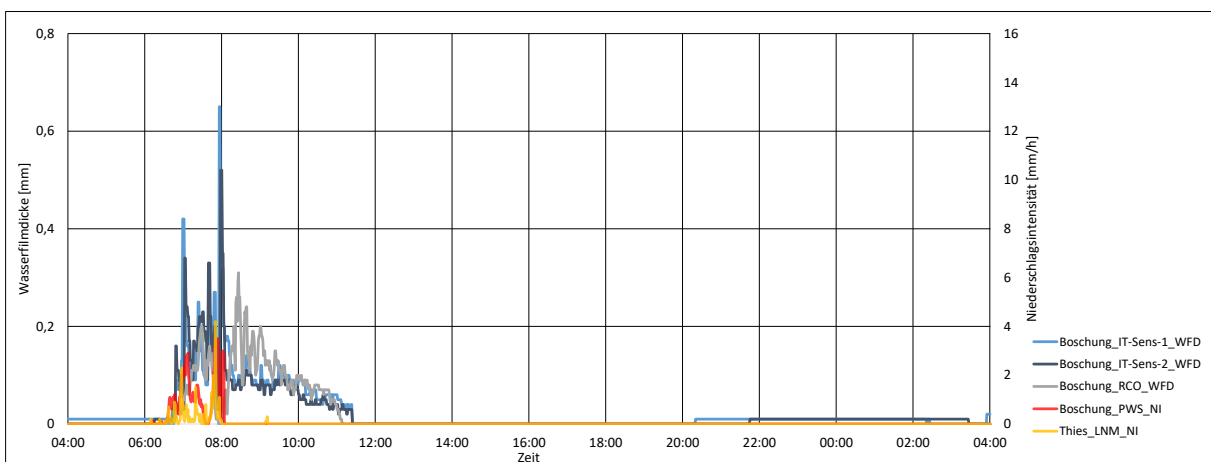
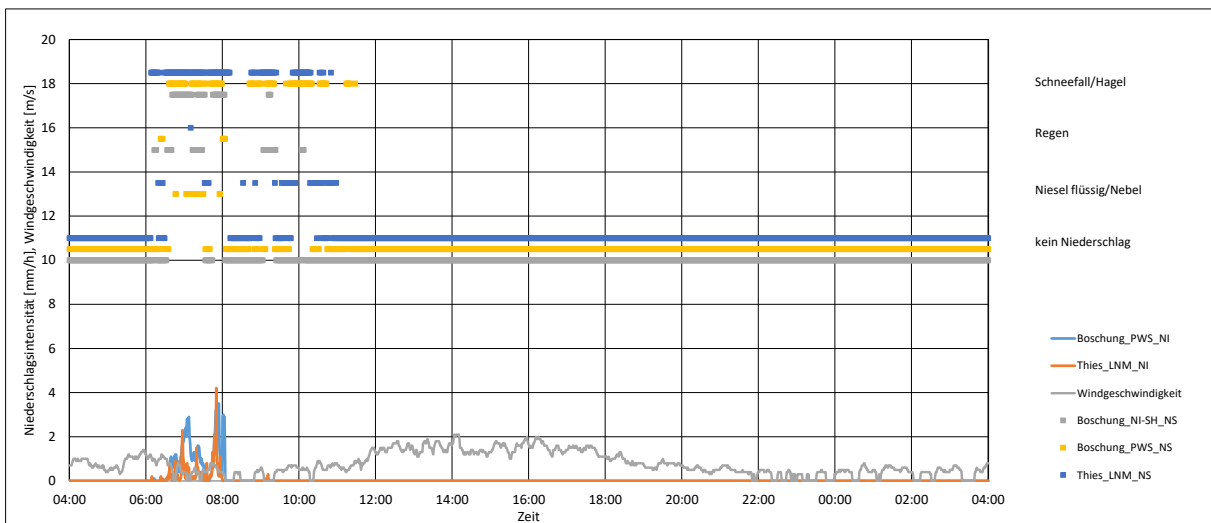
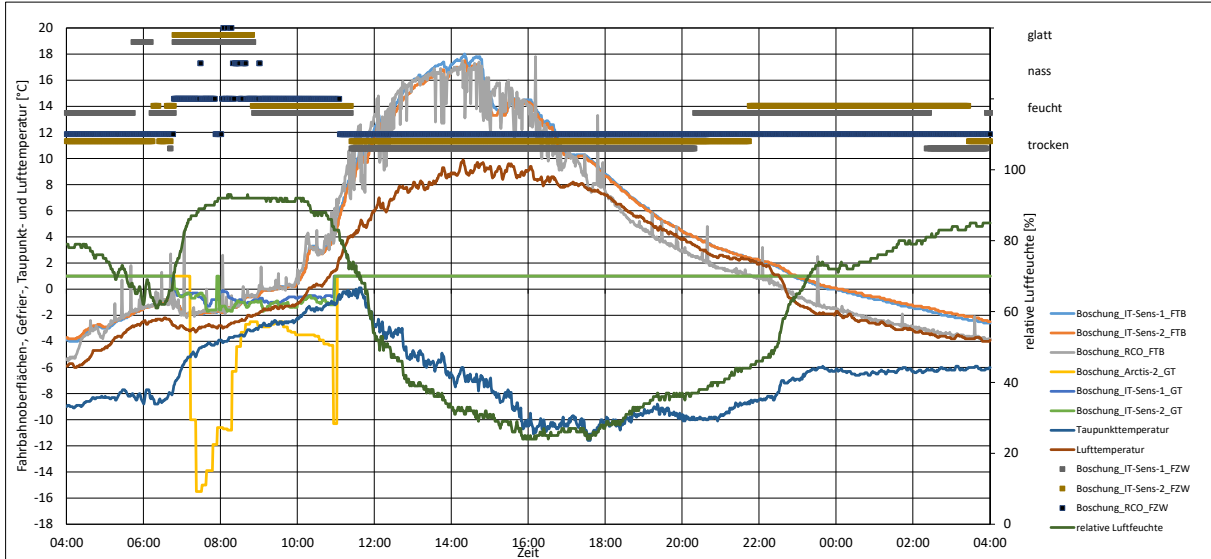
etwa 11:15 Uhr wirken beide Fahrstreifen nahezu trocken. Die Lichtverhältnisse lassen eine eindeutige Zeitangabe nicht zu. Im weiteren Verlauf wirkt die Fahrbahn trocken.

Neben dem Nachteinsatz sind um ca. 07:30 Uhr und ca. 20 Uhr Winterdiensteinsätze dokumentiert.

– **Bewertung der Sensoren der Firma Boschung**

- Messwertverläufe

Die Sensorangabe „Gefriertemperatur nicht messbar“ wird im ersten Diagramm mit dem Wert „1“ angegeben.



- Bewertung

Niederschlagsart:

Die Sensoren LNM, NI/SH und PWS melden den beobachteten Schneefall in allen Fällen. Der LNM und der PWS melden weitere Niederschläge, die zwar nicht beobachtet werden konnten, aber aufgrund der beobachteten Umfeldsituation möglich erscheinen. Sie werden auch nur mit einer gleichzeitigen Meldung der Niederschlagsintensität von 0 mm/h ausgegeben.

Der PWS gibt nach 11 Uhr bei Sonnenschein auf dem Testfeld – sichtbar durch die ausgeprägte Schattenbildung - noch weiter Schneefall an. Die Intensität wird in der Zeit allerdings mit 0 mm/h angezeigt.

Die Messergebnisse des PWS werden aufgrund von nicht beobachteten Schneemeldungen **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des NI/SH werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Zu Beginn des Beobachtungszeitraumes geben die IT-Sens unterschiedliche Werte mit „feucht“ oder „trocken“ aus, wobei diese Angaben wahrscheinlich auf das unterschiedliche Vorhandensein von Salz auf den Sensoren zurückzuführen ist. Der IT-Sens 1 wechselt deutlich vor dem Niederschlagsbeginn zum Wert „glatt“. Nach dem Niederschlagsbeginn wechselt der IT-Sens 1 schneller zu der durchgehenden Anzeige „feucht“, während der IT-Sens 2 neben „feucht“ überwiegend „trocken“ anzeigt. Ab dem stärkeren Schneefall geben beiden IT-Sens den Fahrbahnzustand „glatt“ an. Diese Angabe verbleibt deutlich länger, als sie sicher beobachtet wurde. Die Beobachtungen können nicht genau wiedergeben, ob nicht doch eine Glätte durch Schneekristalle vorlag. Die sonstigen Werte (Fahrbahnoberflächen- und Gefriertemperatur) der beiden Sonden selber widersprechen teilweise der Aussage „glatt“. Gegen Ende der Phase mit den Glättemeldungen verläuft mit geringen Differenzen die Gefriertemperatur unterhalb der Fahrbahnoberflächentemperatur. Der Übergang von „feucht“ zu „trocken“ wird etwa zum beobachteten Zeitpunkt angezeigt. Nach 20 Uhr geben beide IT-Sens den Fahrbahnzustand „feucht“ aus, der durch die durchgeführte Salzstreuung vorhanden sein kann.

Der RCO gibt nur kurzzeitig Glättemeldungen aus. Dies erfolgt nach dem Zeitraum, in dem geringer Schneematsch in der Mitte des rechten Fahrstreifens auf den Fotos eindeutig beobachtet werden konnten. Während der beobachteten Phase mit Schneematsch und höherer Feuchte gibt der RCO sogar zehn Minuten um 8 Uhr herum „trocken“ an. In diesem Zeitraum gab es keinen Verkehrszusammenbruch, womit eine direkte Fahrzeugbeeinflussung ausgeschlossen werden kann. Im weiteren Verlauf entsprechen die Angaben den Beobachtungen.

Die Messergebnisse der IT-Sens werden **positiv** bewertet.

Die Messergebnisse des RCO werden aufgrund fehlender Schneerkennung **negativ** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken werden weitgehend plausibel zu den Beobachtungen wiedergegeben. Die Ausnahme sind Werte des RCO in der Zeit um 8 Uhr. In der Phase mit Schneematsch gibt er nur Werte nur wenig über 0 mm oder sogar über acht Minuten 0 mm an.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur der beiden IT-Sens sinkt nicht unter -2°C . In Zeiträumen mit geringer Feuchte geben sie keine Werte aus, was nach den bestehenden Anforderungen auch nicht erwartet werden kann.

Die ARCTIS meldet um 07:12 Uhr einen deutlichen Abfall bis -15°C , dieser wäre etwas vor dem Streueinsatz. Da im weiteren Verlauf Schneematsch im Bereich der Sonden sichtbar ist, sind diese Werte nicht plausibel. Nach der Schneematschphase sind die Werte plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

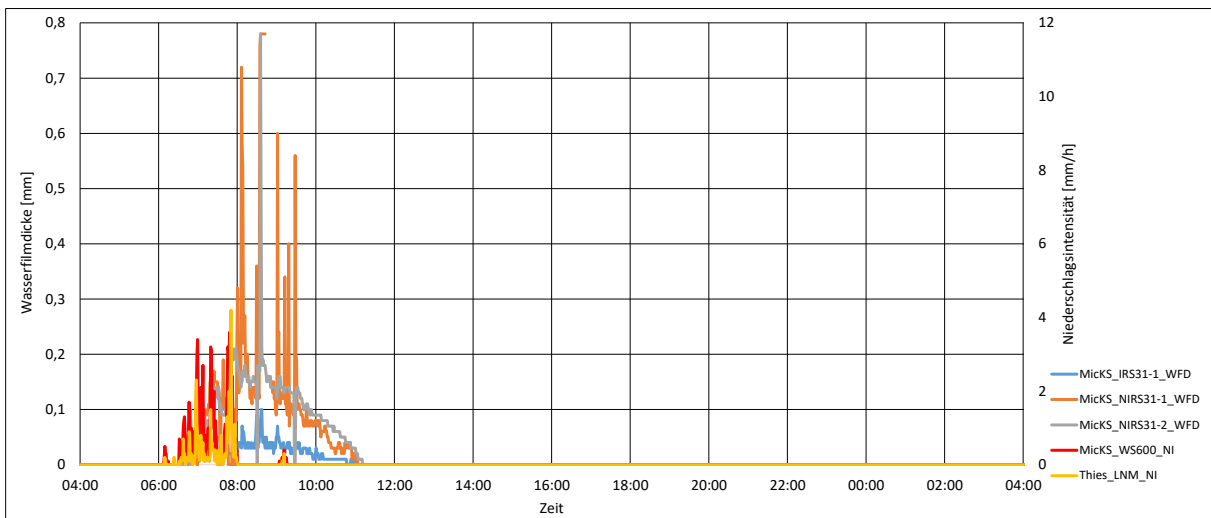
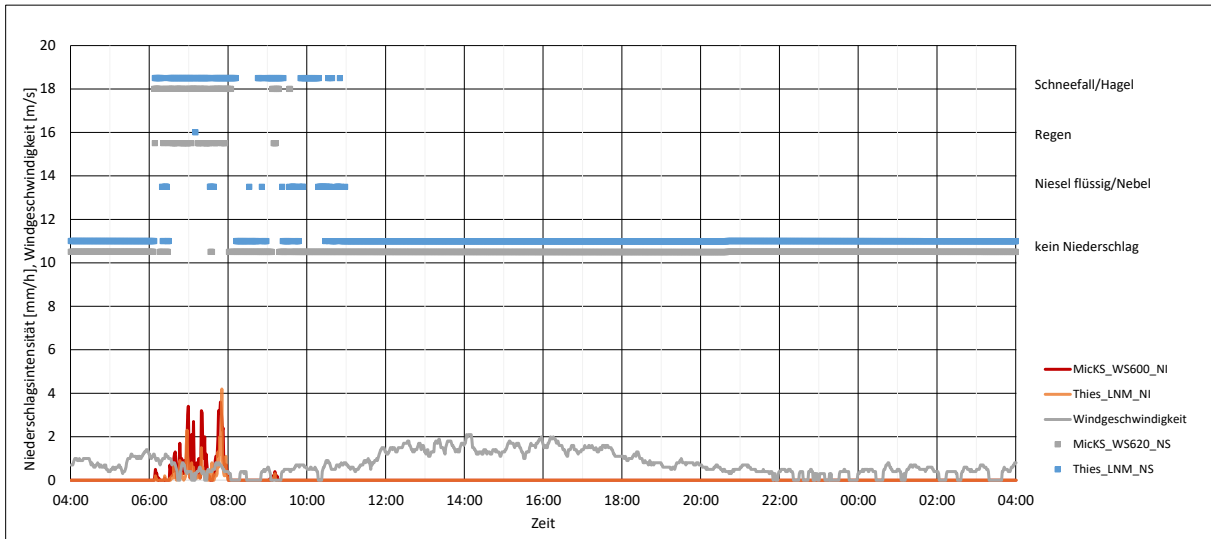
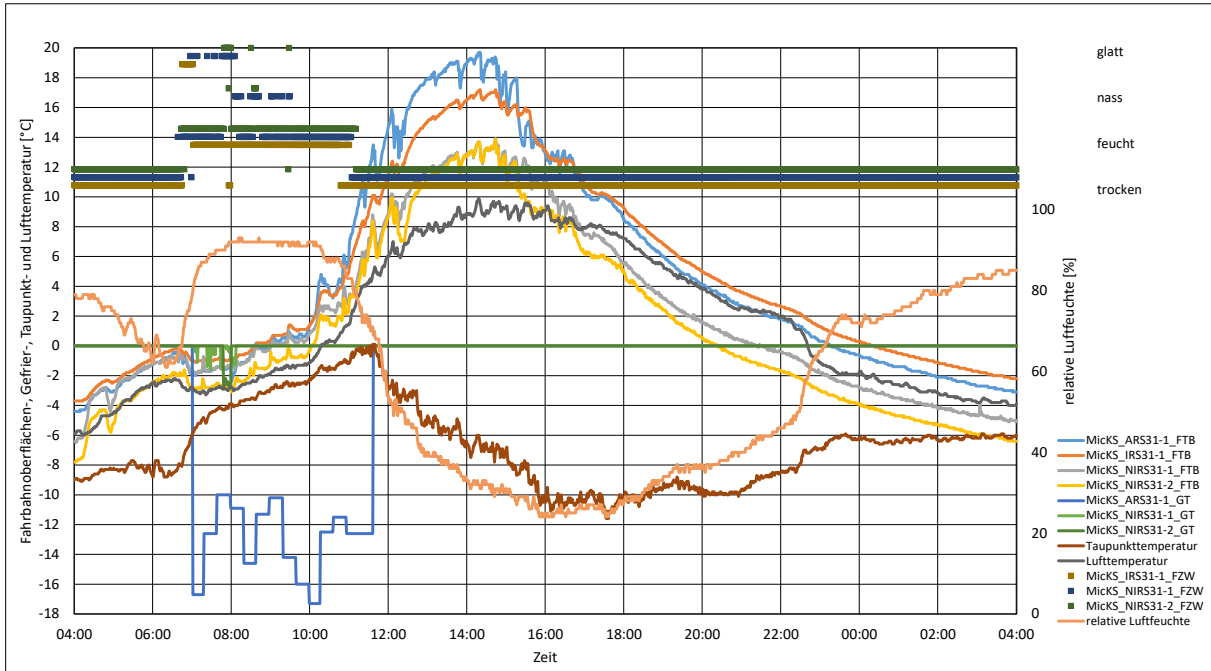
Die gemessenen Fahrbahnoberflächentemperaturen des RCO weisen bei dieser Fallbetrachtung sehr viele Ausreißer nachts zu höheren Temperaturen und tagsüber zu tieferen Temperaturen aus. Sie werden auf Fahrzeugeinflüsse zurückgeführt. Die Richtung der Ausfälle lässt sich durch die unterschiedlichen Sonneneinwirkungen auf Fahrzeuge und Fahrbahnoberfläche zurückzuführen.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Messwerte für die Temperaturen, Niederschlag und Fahrbahnzustand weisen auf eine Glättegefahr hin. Die angegebene Gefriertemperatur der ARCTIS hebt die Gefahrenanzeige in der beobachteten Glättephase auf.

— Bewertung der Sensoren der Firma Luftt

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Die beobachteten Niederschläge gibt der WS600 an. Allerdings wechseln die Werte häufig zwischen festen und flüssigen Niederschlag, auch in der Zeit, in der ein Schneefall beobachtet wird.

Die Messergebnisse des WS600 werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die Fahrbahnzustandsanzeigen des IRS31pro und der beiden NIRS31 im Bewertungszeitraum beginnen alle mit „trocken“.

Mit Beginn des stärkeren Niederschlags wechselt der IRS31pro zunächst direkt auf „glatt“. Bevor der Schneematsch sichtbar wird, wechselt die Angabe auf „feucht“. Den Wechsel von „feucht“ zu „trocken“ zeigt er etwa eine halbe Stunde früher an.

Die beiden NIRS31 zeigen bei Niederschlagsbeginn wie beobachtet zunächst „feucht“ an. Den beobachteten Schneematsch geben sie als „glatt“ aus. Dazu gibt es weitere Zeiten mit der Angabe „glatt“, die aber anhand der Beobachtungen nicht bewertet werden können. Im weiteren Verlauf geben sie den Wechsel von „feucht“ zu „trocken“ etwa zur beobachteten Zeit an.

Die Messergebnisse des IRS31pro werden fehlender Schneerkennung **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des NIRS31 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke:

Die Wasserfilmdicken verlaufen weitgehend plausibel, auch wenn die Differenzen zwischen IRS31pro und NIRS31 auf dem zweiten Fahrstreifen sehr hoch sind. Der NIRS31 auf dem rechten Fahrstreifen weist in den Morgenstunden bei einer höheren Fahrzeuganzahl einige kurzzeitige Ausreißer auf.

Gefriertemperatur:

Die Gefriertemperatur des ARS31pro fällt schlagartig während der Schneefallphase auf einen tiefen Wert. Im weiteren Verlauf bleibt die Gefriertemperatur mit Schwankungen weit unter der Fahrbahnoberflächentemperatur. In Bezug auf den beobachteten Schnee ist dies nicht plausibel.

Die NIRS31 geben beide nicht nur 0°C als Gefriertemperatur an. Überwiegend bei der Meldung „glatt“ für den Fahrbahnzustand, aber auch vereinzelt bei der Meldung „nass“, geben sie eine tiefere Gefriertemperatur an. Sie gehen allerdings nicht unter die Fahrbahnoberflächentemperatur. Dies ist nach der beschriebenen Logik plausibel. Bei anderen Meldungen „feucht“ und „nass“ und Fahrbahnoberflächentemperatur unter 0°C geben sie fast immer eine Gefriertemperatur gleich 0°C an. Dies ist nach der beschriebenen Logik nicht plausibel.

Fahrbahnoberflächentemperatur:

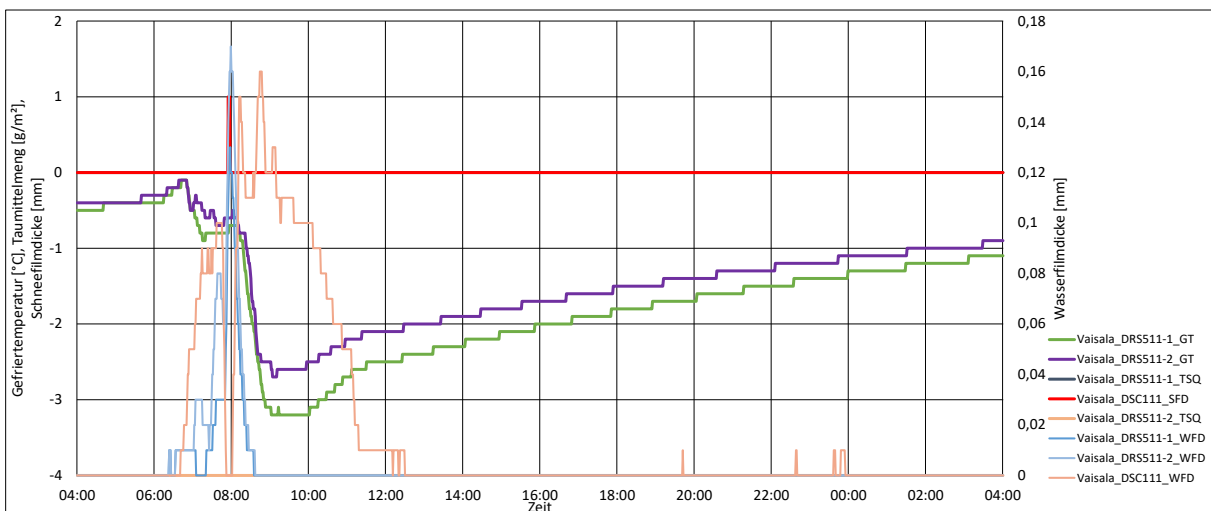
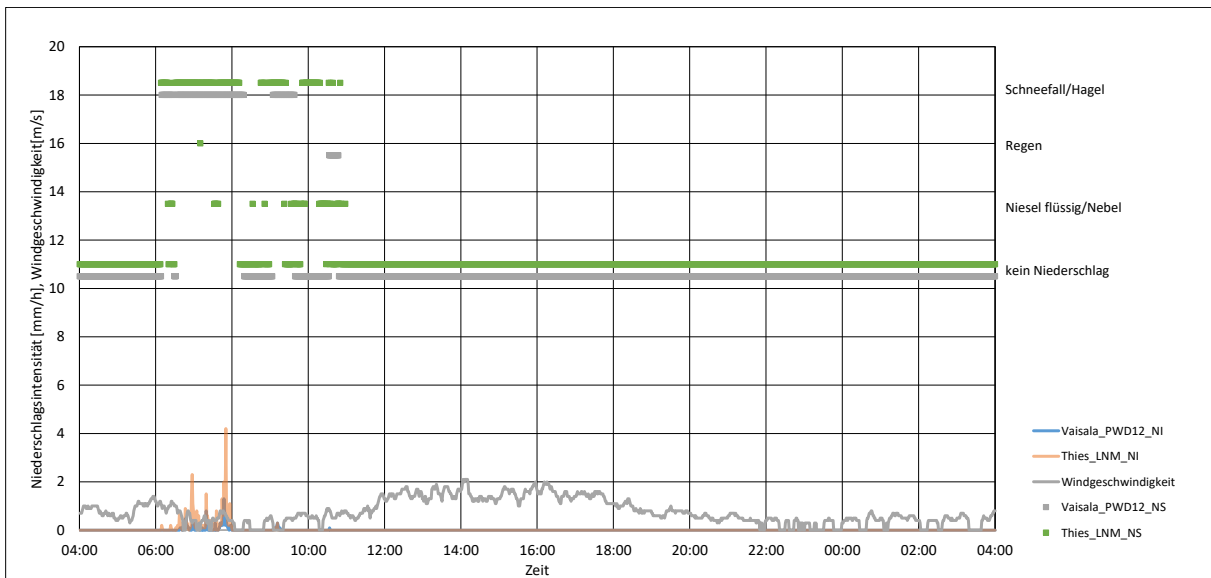
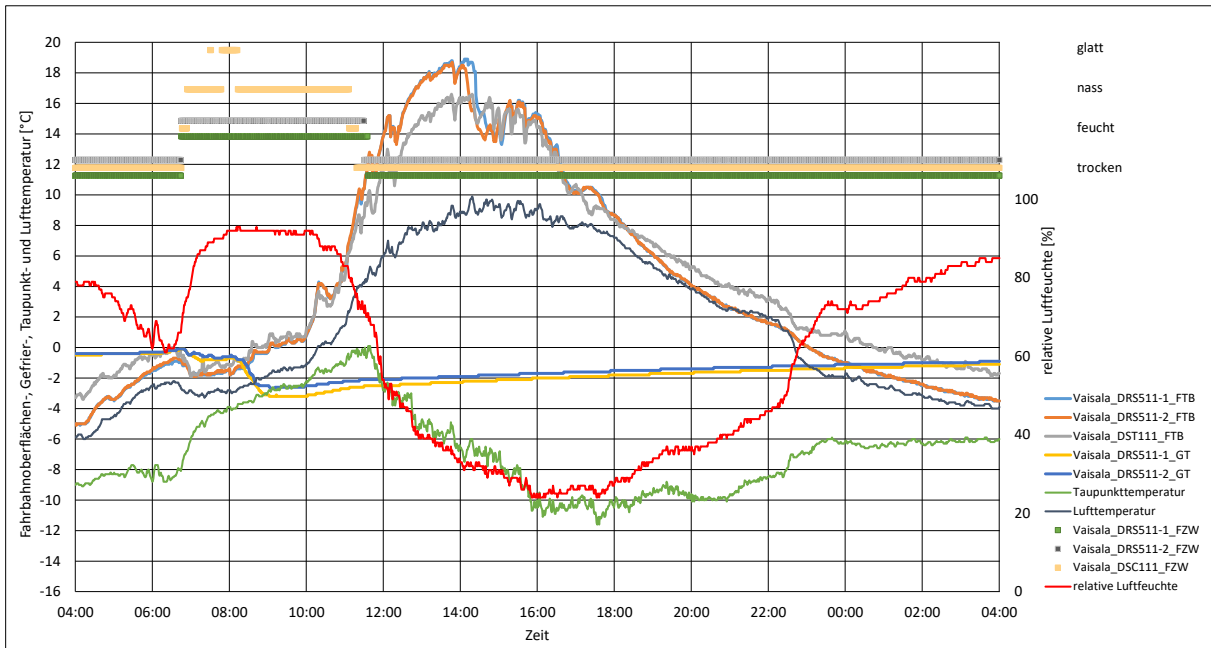
Die Spannweite der Fahrbahnoberflächentemperatur zwischen allen Sensoren auf dem linken Fahrstreifen ist nach dem Niederschlagsende mit Werte häufig nahe vier Kelvin besonders hoch. Diese Aussage gilt sowohl tagsüber als auch nachts.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Messwerte für die Temperaturen, Niederschlag und Fahrbahnzustand weisen auf eine Glättegefahr hin. Die niedrige Gefriertemperatur der ARS31 hebt die Gefahrenanzeige in der beobachteten Phase mit Schneematsch auf.

— Bewertung der Sensoren der Firma Vaisala

- Messwertverläufe



- Bewertung

Niederschlagsart:

Der PWD12 gibt die beobachteten Niederschläge richtig als Schneefall an. Weitere angegebene Niederschläge können nicht bewertet werden.

Die Messergebnisse des PWD12 werden **positiv** bewertet.

Fahrbahnzustand:

Die beiden DRS511 geben ab der Schneefallphase bis zur Abtrocknung nur den Fahrbahnzustand „feucht“ an. Der beobachtete Schneematsch wird nicht als „glatt“ gemeldet. Auffällig ist, dass gegenüber den anderen Beobachtungsfällen, Wasserfilmdicken über 0,1 mm mit „feucht“ angegeben werden. Der Wechsel von „feucht“ zu „trocken“ wird etwa zur beobachteten Zeit angezeigt.

Der DSC111 gibt bei Beginn des intensiveren Niederschlags den Fahrbahnzustand als „feucht“ an und wechselt dann weiter zu „nass“. Der beobachtete Schneematsch wird als „glatt“ angegeben. Nach den Angaben „glatt“ wechselt er wieder über „nass“ und „feucht“ zu „trocken“. Der letztgenannte Wechsel erfolgt etwa zum Zeitpunkt der Beobachtung.

Die Messergebnisse der DRS511 werden aufgrund der fehlenden Schneerkennung **negativ** bewertet.

Die Messergebnisse des DSC111 werden **positiv** bewertet.

Wasserfilmdicke/Schneefilmdicke:

Die Wasserfilmdicken der beiden DRS511 werden bei Niederschlag mit viel beobachteter Feuchte mit 0 mm angegeben, was nicht plausibel ist. Der Verlauf der Wasserfilmdicke vom DSC111 ist nach den Beobachtungen plausibel.

Die zwei Angaben einer Schneefilmdicke von 1 mm erfolgen zu einem Zeitpunkt, bei dem auch Schneematsch auf der Fahrbahn beobachtet werden konnte.

Gefriertemperatur/Tausalzmenge in g/m²:

Die Tausalzmenge wird trotz der beobachteten Wirkungen und dokumentierten Streueinsätze nie über 0 g/mm² angezeigt.

Die Gefriertemperaturen sinken nur bis etwas unter -3°C. Das Sinken erfolgt bis ca. 1 ½ Stunden nach dem Streueinsatz bei Niederschlag. Salz löst sich bei den beobachteten Wassermengen auf der Fahrbahn nach den vorliegenden Erfahrungen deutlich schneller. Das langsame und absolut kontinuierliche Steigen auch nach dem vollständigen Abtrocknen und der erneuten Streuung gegen 20 Uhr verweist auf eine anlageninterne Kalkulation und nicht auf eine Messung der Gefriertemperatur. Diese Werte sind nicht plausibel.

Einschätzung aller Daten für die Winterdienstnutzung bei beobachteter Glätte

Die Messwerte für die Temperaturen, Niederschlag und Fahrbahnzustand des DSC111 weisen auf eine Glättegefahr hin. Die Gefriertemperaturen zusammen mit dem Fahrbahnzustand der DRS511 heben die Gefahrenanzeige in der beobachteten Glättephase teilweise auf.

Sonstige Auffälligkeiten

Neben den zuvor ausführlich beschriebenen Situationen mit den Daten aller Anlagen sind noch folgende Auffälligkeiten an anderen Tagen zu nennen. Sie sind bei den vergleichenden Betrachtungen der Verläufe für den Fahrbahnzustand und Niederschlagsart sichtbar. Dabei handelt es sich um Zeiträume, bei denen ein Sensor für einen Parameter ab einer bis über mehrere Stunden abweichend zu anderen Sensoren anzeigt. Diese Situationen wurden anhand der dazugehörigen Fotos kontrolliert, Die Kontrollen geben diese Angaben als falsch wieder. Diese Fälle werden in die Bewertung mit einbezogen.

PWS der Firma Boschung für die Niederschlagsart

Der PWS der Firma Boschung meldet recht häufig Schneefall dabei häufig im Wechsel mit Nebel, wobei beide Situationen anhand der Fotos nicht erkennbar sind. Der Schneefall wird nach WMO-Codierung 4680 als geringer Schneefall (Code 71) bei einer gleichzeitig angegebenen Niederschlagsintensität von null Millimeter ausgegeben. Die Meldungen gibt der Sensor bei beobachtbaren Situationen von keinem Niederschlag bis sehr hohen Niederschlag ab. Sie können zu falschen Entscheidungen führen und werden daher **negativ** bewertet. Die Meldungen sind an folgenden Tagen erschienen:

19.12.2017: von ca. 01:00 Uhr bis 15:45 Uhr

19.12.2017: von ca. 19:00 Uhr bis 21.12.2017 ca. 16:00 Uhr

23.12.2107: von ca. 03:00 Uhr bis 07:00 Uhr

12.01.2018: von ca. 07:30 Uhr bis 10:30 Uhr

Die Meldungen sind nicht durchgängig aber im überwiegenden Zeitanteil der angegebenen Zeiträume erschienen. Dieses Verhalten ist auch mehrfach in den bewerteten Zeiträumen aufgetreten.

IT-Sens der Firma Boschung für den Fahrbahnzustand

Die IT-Sens-Sensoren geben sehr lange den Fahrbahnzustand „trocken“ bei erkennbarer Feuchte an, und das fast durchgängig, nur von wenigen Zeitpunkten mit der Angabe „feucht“ unterbrochen. Dabei haben die Niederschlagssensoren Niederschläge teils mit höheren Intensitäten gemessen. Sie sind in folgenden Zeiträumen anhand von Wasser in den Rollspuren eindeutig als falsch bewertbar:

21.12.2017 von ca. 0:30 Uhr bis ca. 04:00 Uhr

22.12.2017 von ca. 02:00 Uhr bis ca. 03:25 Uhr

30.12.2017 von ca. 02:35 Uhr bis ca. 06:30 Uhr

02.01.2018 von ca. 23:00 Uhr bis 03.01.2018 ca. 01:05 Uhr

15.01.2018 von ca. 22:30 Uhr bis ca. 03:00 Uhr

21.01.2018 von ca. 04:20 Uhr bis ca. 05:20 Uhr (nur IT-Sens 1)

22.01.2018 von ca. 00:20 Uhr bis ca. 03:40 Uhr (nur IT-Sens 2)

23.01.2018 von ca. 02:20 Uhr bis ca. 04:30 Uhr (nur IT-Sens 2)

25.01.2018 von ca. 02:40 Uhr bis ca. 05:00 Uhr

26.01.2018 von ca. 00:30 Uhr bis ca. 01:30 Uhr

28.01.2018 von ca. 01:50 Uhr bis ca. 03:00 Uhr

28.01.2018 von ca. 04:30 Uhr bis ca. 05:30 Uhr

28.01.2018 von ca. 06:30 Uhr bis ca. 07:45 Uhr

Umgekehrt zeigen die IT-Sens-Sensoren häufiger als andere Sensoren den Fahrbahnzustand „feucht“ in Situationen an, in denen keine meteorologischen Bedingungen für Feuchte vorliegen. Der einzige Grund könnte vorhandenes Salz auf der Fahrbahn sein, das schon bei geringerer Luftfeuchte Wasser anzieht und damit zu dieser Sensormeldung führen kann. Diese Situationen lassen sich anhand der Fotos nicht bewerten und können daher nicht als negativ bewertet werden.

WS600 der Firma Lufft für die Niederschlagsart

Der WS600 zeigt häufig Niederschläge als festen Niederschlag an, die nicht als solcher auf Fotos erkannt werden. In folgenden Zeiträumen ist dieses Verhalten erkennbar.

18.01.2018 von ca. 04:30 Uhr bis ca. 05:30 Uhr

18.01.2018 von ca. 23:00 Uhr bis 19.01.2018 bis ca. 09:30 Uhr

20.01.2018 von ca. 14:00 Uhr bis ca. 22:00 Uhr

21.01.2018 von ca. 01:20 Uhr bis ca. 04:30 Uhr

02.02.2018 von ca. 10:00 Uhr bis ca. 12: 30 Uhr

In allen Situationen haben andere Sensoren auch einen Niederschlag angegeben. Die sonstigen Bedingungen mit Lufttemperaturen wenig über 0°C waren so, dass ein fester Niederschlag ohne Fotobetrachtung angenommen werden könnte.