Lufft
Taumittelsprühanlage oder
Winterdienstmessnetze
Gemeinsamkeiten und Unterschiede
für Sensorhersteller
MeteoGroup
Branchentreff Winterdienst 2012
* Stars im Schnee in Berlin an der Spree *

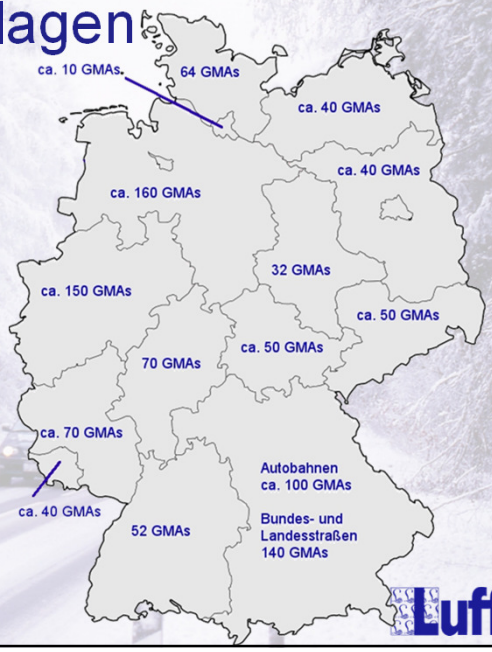
Fahrplan
Verkehrsbeeinflussungsanlagen
Glättemeldeanlagen
Taumittelsprühanlagen

Glättemeldeanlagen

Schätzung – GMAs / SWIS in Deutschland

(Stand 2012 – Ohne Kommunale Messnetze und VBAs)

∑ ca. 1100 Anlagen in Deutschland



Lufft

Glättemeldeanlagen

Präventiver Winterdiensteinsatz mit Glättemeldeanlagen möglich!

- » Kostenvorteile
- » Effizientere Einsatzplanung
- » Alarmfunktion bei kritischen Werten

Lufft

Glättemeldeanlagen

Messung von…

- » Fahrbahntemperatur (5 und 30cm Tiefe)
- » Gefriertemperatur
- » Salzgehalt
- » Wasserfilmhöhe
- » Fahrbahnzustand (trocken, nass…)

- » Meist ein Straßensensor ausreichend
  - » Auf Autobahnen zwei Sensoren empfohlen
- » Passive und aktive Messmethode von Straßensensoren möglich

Lufft

Glättemeldeanlagen

Passive versus aktive Messmethode bei Straßensensoren:

IRS31-UMB

- Wasserfilmmessung bis zu 4mm mittels **Mikrowellen Radarsensor**-Auflösung
- **Passive Messung** des Salzkonzentrats und der Gefriertemperatur durch Ermittlung der **Leitfähigkeit** in Abhängigkeit der Wasserfilmhöhe
- Fahrbahnzustands-erkennung mittels Multifrequenzmessung

ARS31-UMB

- **Aktive Messung** der Gefriertemperatur durch ständiges Aufwärmen und Abkühlen der Sensoroberfläche
- Salzgemischunabhängig

Lufft

Glättemeldeanlagen

Kombination zwischen passiver und aktiver Messmethode

- Kombination bestmöglicher Messverfahren zur Erreichung höchster Zuverlässigkeit

Lufft

Glättemeldeanlagen

Alternative zu in Straßen integrierte Sensoren:

» **Berührungslose Straßensensoren**

NIRS31-UMB

Messung von…

»Oberflächentemperatur (IR Pyrometer)

»Oberflächenzustand

»Wasserfilmhöhe (Schneeschicht)

»Eisanteil

»Gefriertemperatur (indirekt)

»Kraftschlussbeiwert / Reibung / „Friction“

Lufft

Glättemeldeanlagen

» **Messtechnik liefert Entscheidungsgrundlage für Einsatz von Streufahrzeugen**

→Keine aktuellen Daten vom Streckenverlauf

→Genaue Dosierung des Salzgemischs bleibt Fahrern überlassen!

Lufft

Glättemeldeanlagen

Anhaltswerte für die Streudichten im Winterdienst in g/m² (generell Einsatz von Feuchtsalz)

vorhandener (sichtbarer) Fahrbahnzustand	erwarteter Fahrbahnzustand	erwartete Fahrbahntemperatur bis ...					Bemerkungen
		um 0 °C	−3 °C	−6 °C	−10 °C	unter −10 °C	
trocken	Reif	5	7,5	10	15	–	unter −6 °C nur selten Reifglätte zu erwarten
Reif							
feucht (keine Sprühfahnen, Fahrbahn dunkel)	überfrierende Feuchte	5	10	15	25	30	Nachstreumengen 5 bis max. 10 g/m² (Grund: bei vorhandener Feuchte und Nässe unter 0 °C ist noch Restsalz vorhanden)
Teilvereisung (Eisflecken)							
feucht-nass (einsetzende Sprühfahnenbildung)	überfrierende leichte Nässe	10	15	25	35	40	
Nässe (deutliche Sprühfahnen)	überfrierende Nässe (Eisglätte)	15	20	30	40	40	
großflächige Vereisung Eisglätte	Eisglätte						
trocken	Schneefall (Schneeglätte)	20	25	30	40	40	vorbeugend möglichst zeitnah vor Niederschlagsbeginn
Schneeglätte Schneefall							gleichzeitig Schneeräumung
trocken	Eisregen (Glatteis)	30	40	40	40	40	vorbeugend möglichst zeitnah vor Niederschlagsbeginn

vorbeugender Streueinsatz
Streuung bei vorhandener Glätte

Glättemeldeanlagen

Praktische Empfehlungen für ein effektives Räumen und Streuen im Straßenwinterdienst

Zu bekämpfender Zustand	Situation und Auswirkungen	Empfohlene Winterdienst-Maßnahme	Anhaltswert für die Streumenge pro m² bei zu erwartender Fahrbahntemperatur				
			bis −1 °C	bis −3 °C	bis −6 °C	bis −10 °C	unter −10 °C
Reifglätte	• Fallende Temperaturen, leicht unter 0 °C • Hohe Luftfeuchtigkeit, ggf. örtlich • Kein Niederschlag Luftfeuchte setzt sich, ggf. auch nur örtlich, als Reif auf den Verkehrsflächen ab, meist erst in den frühen Morgenstunden	Vorbeugende Streuung bei entsprechenden Wetterlagen – bevorzugt mit reiner Salzlösung (Flüssigstreuung)	10 ml	12,5 ml	15 ml	–*	in der Regel nicht zu erwarten
		– sonst mit Feuchtsalz möglichst unmittelbar vor der erwarteten Glättebildung	5 g	7,5 g	10 g	15 g	
		Wenn vorbeugend nicht möglich war, Glättebeseitigung – mit reiner Salzlösung (Flüssigstreuung)	15 ml	22,5 ml	30 ml	–*	
		– mit Feuchtsalz	10 g	15 g	20 g	30 g	
Eisglätte (Überfrierende Feuchte)	• Feuchte Fahrbahn (keine Sprühfahnen, dunkle Fahrbahn) • Temperatur fällt unter 0 °C, ggf. örtlich Vorhandene Feuchtigkeit überfriert zu Eisglätte, ggf. nur punktuell bzw. zeitversetzt	Vorbeugende Streuung bei entsprechenden Wetterlagen – bevorzugt mit reiner Salzlösung (Flüssigstreuung)	10 ml	15 ml	22,5 ml	–*	–*
		– sonst mit Feuchtsalz möglichst unmittelbar vor der erwarteten Glättebildung	5 g	10 g	15 g	25 g	30 g
		Wenn vorbeugend nicht möglich war, Glättebeseitigung mit Feuchtsalz	10 g	20 g	30 g	40 g	40 g
Eisglätte (Überfrierende Nässe)	• Nasse Fahrbahn (deutliche Sprühfahnen) • Temperatur fällt unter 0 °C, ggf. örtlich Vorhandene Nässe überfriert zu Eisglätte, ggf. nur punktuell bzw. zeitversetzt	Vorbeugende Streuung bei entsprechenden Wetterlagen – mit reiner Salzlösung (Flüssigstreuung)	22,5 ml	30 ml	45 ml	–*	–*
		– mit Feuchtsalz möglichst unmittelbar vor der erwarteten Glättebildung	15 g	20 g	30 g	40 g	40 g
		Wenn vorbeugend nicht möglich war, Glättebeseitigung mit Feuchtsalz	30 g	40 g	40 g	40 g	40 g

Werte gelten für normale Fahrbahn-Oberflächen, bei offenporigen oder Pflasterbelägen können höhere Werte erforderlich sein — Stand: August 2011
Feuchtsalz als FS 30
Flüssigstreuung mit NaCl-Lösung (mindestens 20 %-ig); 1 ml = 1,2 g
* Flüssigstreuung nur bis −6 °C

© 2011 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln

Glättemeldeanlagen

Praktische Empfehlungen für ein effektives Räumen und Streuen im Straßenwinterdienst – Seite 2

Zu bekämpfender Zustand	Situation und Auswirkungen	Empfohlene Winterdienst-Maßnahme	Anhaltswert für die Streumenge pro m² bei zu erwartender Fahrbahntemperatur				
			bis −1 °C	bis −3 °C	bis −6 °C	bis −10 °C	unter −10 °C
Eisregen (Glatteis)	• Trockene Fahrbahn • Fahrbahntemperatur unter 0 °C (Fahrbahn und Boden gefroren) • Erwärmung der Luft mit Regen um 0 °C Regen gefriert sofort beim Auftreffen auf die Fahrbahn zu Glatteis	Vorbeugende Streuung verhindert Festbacken des Eises auf der Fahrbahn – bevorzugt mit reiner Salzlösung (Flüssigstreuung) – sonst mit Feuchtsalz möglichst unmittelbar vor der erwarteten Glättebildung Nachträgliche Glättebeseitigung in der Regel nicht sinnvoll, da zu große Mengen erforderlich; Auftauen des Eises nur bei sehr geringen Niederschlagsmengen möglich (leichter Sprühregen). Eis taut durch Warmluft und den Regen im Laufe der Zeit auf.	45 ml 30 g	60 ml 40 g	60 ml 40 g	–* 40 g	in der Regel nicht zu erwarten
Schneefall (Schneeglätte)	• Angekündigter Schneefall • Trockene Fahrbahn • Temperatur unter 0 °C Der gefallene Schnee bleibt auf der Fahrbahn liegen und wird durch den Verkehr festgefahren	1. Vorbeugende Streuung (vor Schneefall oder bei Einsetzen des Schneefalls) verhindert Festbacken des Schnees auf der Fahrbahn – mit reiner Salzlösung – oder mit Feuchtsalz 2. Während des Schneefalls Streuen in den fallenden Schnee, um den Schnee räumfähig zu halten – mit Feuchtsalz Gleichzeitig Räumen des bereits gefallenen Schnees 3. Nach Ende des Schneefalls aggressives Räumen des Schnees und Streuen zum Auftauen der Schneereste – mit Feuchtsalz Streumenge abhängig von Menge des nach der Räumung verbliebenen Schnees und den vorherigen Streuungen	15 ml 10 g 10 g 20 g	22,5 ml 15 g 10 g 25 g	30 ml 20 g 15 g 30 g	20 g 15 g 40 g	20 g 15 g 40 g

Werte gelten für normale Fahrbahn-Oberflächen, bei offenporigen oder Pflasterbelägen können höhere Werte erforderlich sein
Feuchtsalz als FS 30
Flüssigstreuung mit NaCl-Lösung (mindestens 20 %-ig); 1 ml = 1,2 g
* Flüssigstreuung nur bis −6 °C

Glättemeldeanlagen

In der Praxis wird oft eine nicht optimale Dosierung des Salzgemischs gewählt.

Verkehrsbeeinflussungsanlagen

VBA A8 Wendlingen - Leonberg

» Erste Anlage mit berührungslosen Fahrbahnsensoren in Deutschland

Lufft

Verkehrsbeeinflussungsanlagen

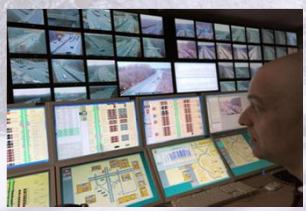
VBA A8 Wendlingen - Leonberg

» 55 Schilderbrücken, 11 NIRS31

Verkehrsbeeinflussungsanlagen

Halb-automatische Beeinflussung des Verkehrs über VBAs!

- » Erhöhung der Verkehrssicherheit
- » Vermeidung von Staus „aus dem Nichts“
- » Schonung der Umwelt



Verkehrsbeeinflussungsanlagen

Messung von …

- » Wind
- » Sichtweite
- » Lufttemperatur und Taupunkttemperatur
- » Niederschlagsart & - intensität
- » Fahrbahnzustand (trocken,nass,kritisch)
- » Wasserfilmhöhe auf Fahrbahn (Aquaplaning)

»Redundant messen!

- » Mehrere Sensoren, viele Messstellen
- » Höhere Komplexität!

Lufft

Verkehrsbeeinflussungsanlagen

Lufft

Verkehrsbeeinflussungsanlagen
» In Deutschland laufen nahezu alle Entscheidungen automatisiert ab
→ bis auf Entscheidung der Glättegefahr!
Lufft

Fahrplan
Taumittelsprühanlagen

Taumittelsprühanlagen

Vollautomatischer Einsatz von Taumittelsprühanlagen

- » Erhöhung der Verkehrssicherheit bei kritischen Mikroklimas
- » Verbesserung des Verkehrsablaufs

Lufft

Taumittelsprühanlagen

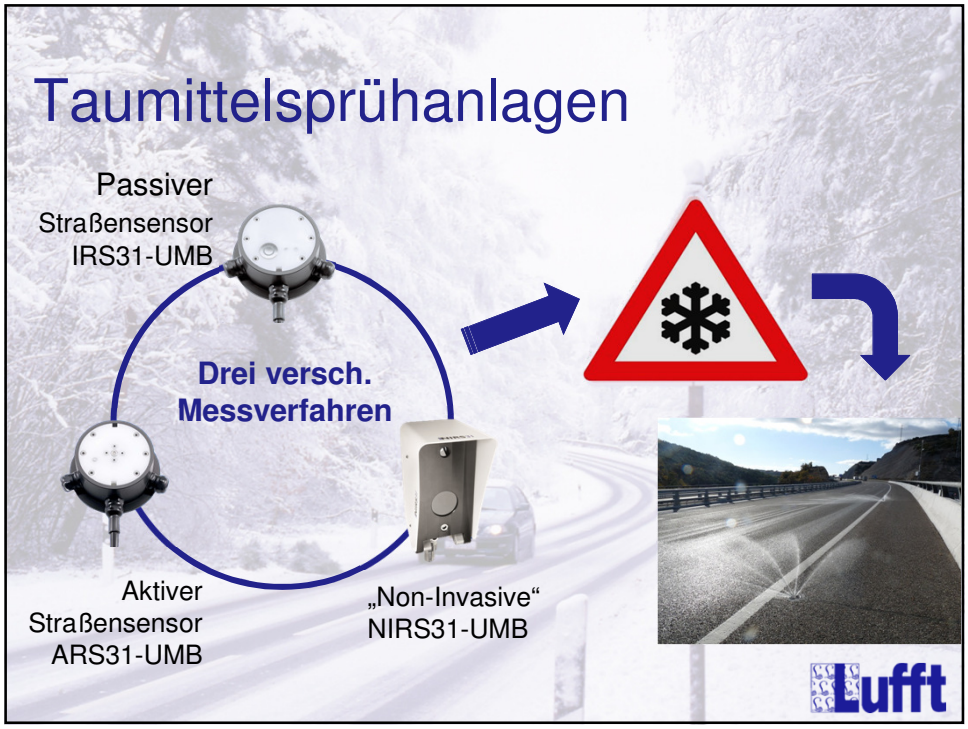
Messung von …

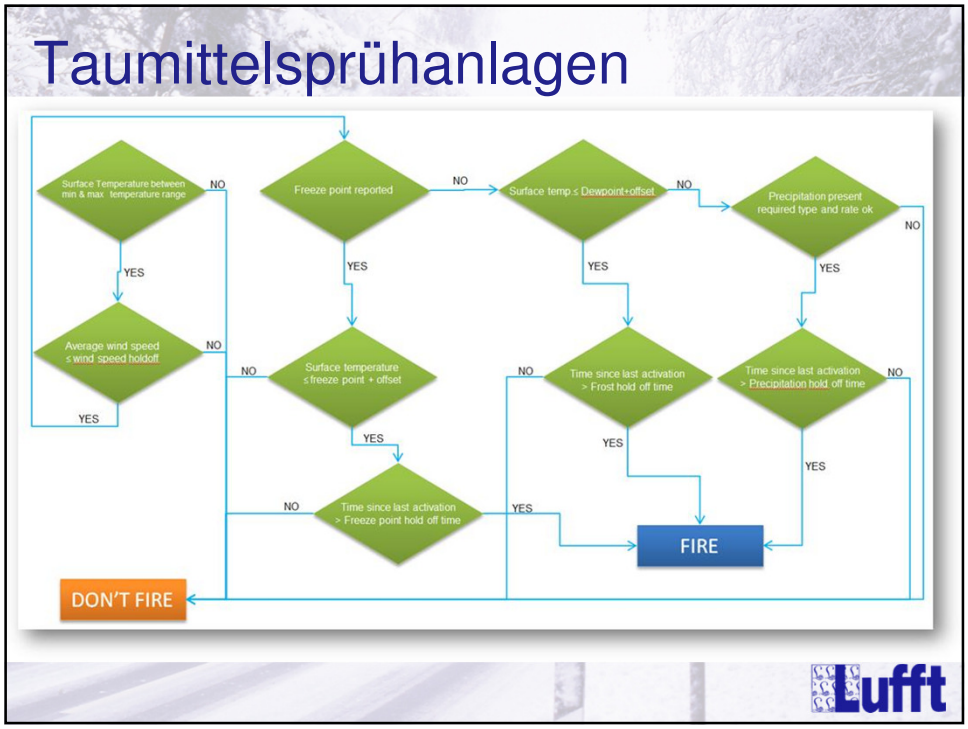
- » Fahrbahnoberflächentemperatur
- » Gefriertemperatur
- » Salzgehalt
- » Wasserfilmhöhe
- » Fahrbahnzustand (trocken,nass,kritisch)

»(Mehrfach) redundantes Messverfahren nötig!

- » Verschiedene Sensoren mit verschiedenen Messverfahren
- » Sehr hohe System-Komplexität!

Lufft


Taumittelsprühanlagen
Passiver
Straßensensor
IRS31-UMB
Drei versch.
Messverfahren
Aktiver
Straßensensor
ARS31-UMB
„Non-Invasive“
NIRS31-UMB
Lufft


Taumittelsprühanlagen
Surface Temperature between min & max temperature range
NO
YES
Average wind speed ≤ wind speed holdoff
NO
YES
Freeze point reported
NO
YES
Surface temperature ≤ freeze point + offset
NO
YES
Time since last activation > Freeze point hold off time
NO
YES
Surface temp ≤ Dewpoint+offset
NO
YES
Time since last activation > Frost hold off time
NO
YES
Precipitation present required type and rate ok
NO
YES
Time since last activation > Precipitation hold off time
NO
YES
FIRE
DON'T FIRE
Lufft

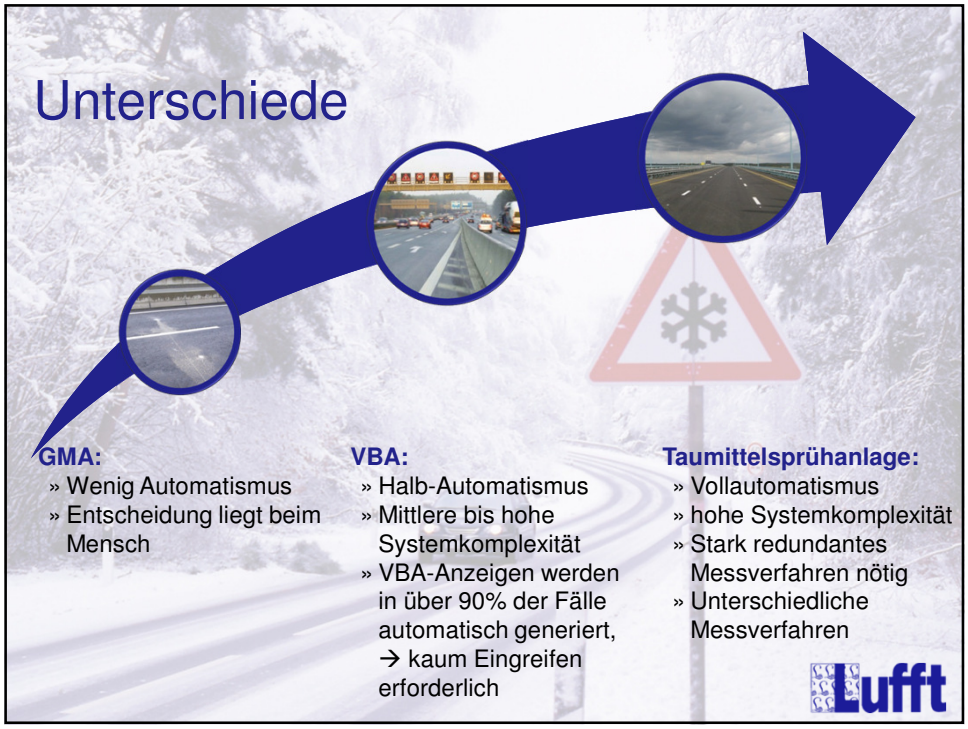
Fahrplan

» **Gemeinsamkeiten und Unterschiede**

Gemeinsamkeiten

» Redundante Messverfahren empfohlen
» Erhöhung der Verkehrssicherheit bei allen Anlagen

Lufft


Unterschiede
GMA:
» Wenig Automatismus
» Entscheidung liegt beim Mensch
VBA:
» Halb-Automatismus
» Mittlere bis hohe Systemkomplexität
» VBA-Anzeigen werden in über 90% der Fälle automatisch generiert, → kaum Eingreifen erforderlich
Taumittelsprühanlage:
» Vollautomatismus
» hohe Systemkomplexität
» Stark redundantes Messverfahren nötig
» Unterschiedliche Messverfahren
Lufft

Fahrplan
» Zukunft im Winterdienst

Zukunft im Winterdienst

» **Kostenreduzierung durch mobile Straßensensoren**

Gegebenheiten:

Ca. 2.500 (?) Streufahrzeuge in BRD

Ø Salzverbrauch ca. 2 Mio. t /Jahr
Kosten pro Tonne: 70 - 100 €

Ø Gesamtkosten: ca. 150 Mio. €

Lufft

Zukunft im Winterdienst

Derzeit läuft Entwicklung eines mobilen Straßensensors, der als Echtzeit-Entscheidungshilfe bei Räumfahrzeugen dienen wird.

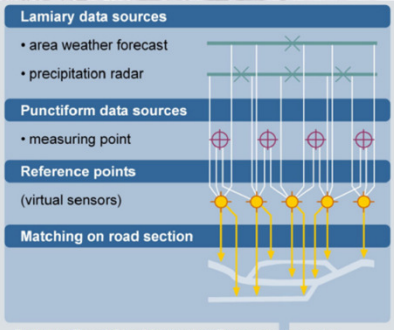
» Wirtschaftlich hochinteressanter Sensorpreis, schneller RoI
» Kosten - Ausstattung aller Räumfahrzeuge: ca. 10-20 Mio. €
» **Reduzierung** der Ausgaben an Streusalz **um 20 %** möglich!
→ Jährliche Einsparung: 30 Mio €

Lufft

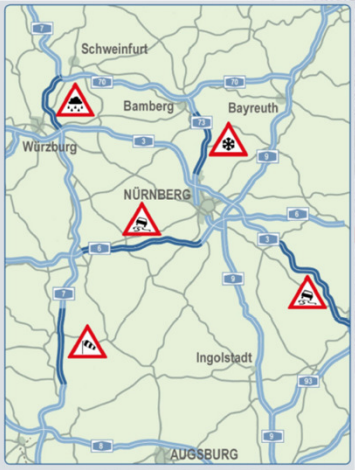
Fahrplan

» **Exkurs: Reisezeitoptimierung**

Exkurs: Reisezeitoptimierung



Reliable Road Site Monitoring Data together with global Meteorological Data are processed to generate accurate high resolution Road Weather Information, referenced on small sections of road by means of a Data Fusion Matrix = Knowledge Base



Beispiel: ARWIS und globale Meteo-Daten (Meteogroup)
→ kleinräumige Ermittlung des Fahrbahnzustandes

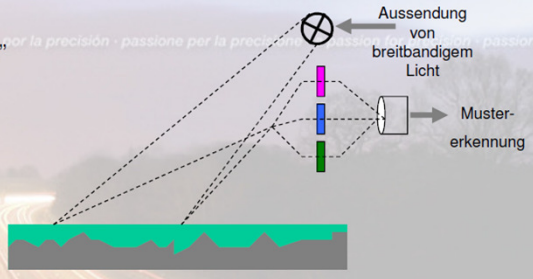
Lufft

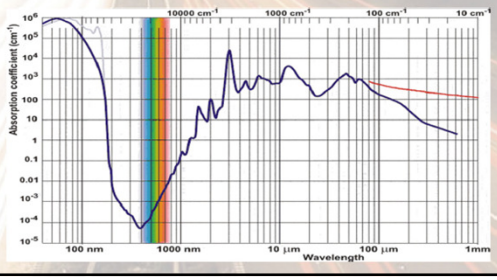
Back-up-Folien

- » Funktionsweise des NIRS31-UMB
- » Beispiel-Darstellung der Anwendung ARWIS
- » Funktionale Darstellung von All-in-One-Wetterstation
- » Darstellung einer Smart-View 3-Anzeige

Berührungslose Messungen, spektroskopisch

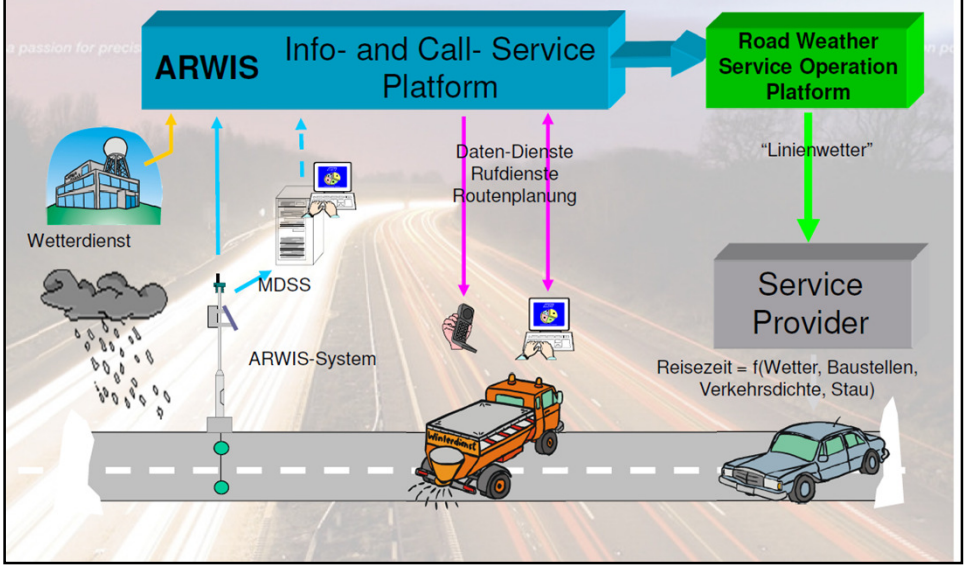
"Non-invasive" NIRS31





Absorptions-spektrum von Wasser

Die Anwendung



All-in-one: Intelligente Umweltsensorik

WS600

(R²S) Doppler Radar.

-Niederschlagsart (Regen/Schnee), erweitert: Niesel, Hagel, Schneeregen, Graupel
- Intensität (mm/h), jede Minute ein neuer Messwert
- (Mengenermittlung)

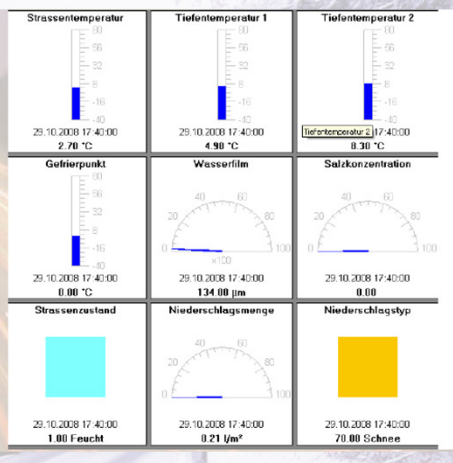
Ultraschall-Windmessung mit Kennlinienoptimierung

= sehr genau ohne bewegliche Teile

16 Messungen pro Sekunde

Elektronischer Kompass eingebaut (Nordung entfällt)

Luftdruck

Lufttemperatur und rel. Feuchte, ventiliert

RS485-Schnittstelle, 1 Kabel für Datenübertragung und Versorgung, Kalibrierprotokoll für jeden Sensor