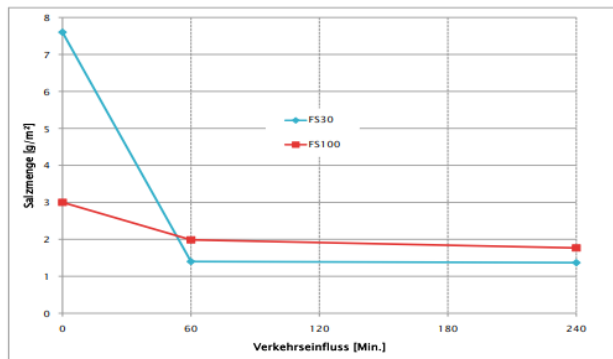


# BREITE EINFÜHRUNG DER FS100- TECHNOLOGIE AUF BUNDESFERNSTRASSEN

## Problemstellung

2010/11 konnte durch ein Forschungsprojekt von Hausmann nachgewiesen werden, dass die Nutzung der FS100- Technologie viele Vorteile bei der präventiven Streuung vereint:

1. Streustoffeinsparungen in Form von Salz,
2. Längere Liegezeit von reiner Sole,
3. Taustoffverluste wesentlich geringer



Quelle: Hausmann, 2012

## Problemstellung

Auswertungen der gemeldeten Verbrauchszahlen von Tausalösungen haben trotzdem gezeigt, dass die FS100- Technologie auf große Zurückhaltung stößt.

Die Ursachen hierfür sind nicht bekannt und sollten im Rahmen eines Forschungsprojektes ermittelt werden.

- Forschungsprojekt der BASt, 2020  
„Breite Einführung der FS100- Technologie auf Bundesfernstraßen

## Umfang des Forschungsprojektes

1. Stand der FS-100 Anwendung in D und im Ausland
2. Onlinebefragung der Autobahn- und Straßenmeistereien in D
3. Onlinebefragung der Hersteller
4. Griffigkeitsuntersuchungen im Labor und Feldversuche
5. Streumaschinenprüfungen
6. Untersuchung der Nachhaltigkeit
7. Lösungsvorschläge zur breiteren Anwendung

# 1. Stand der FS100- Anwendung in D und im Ausland

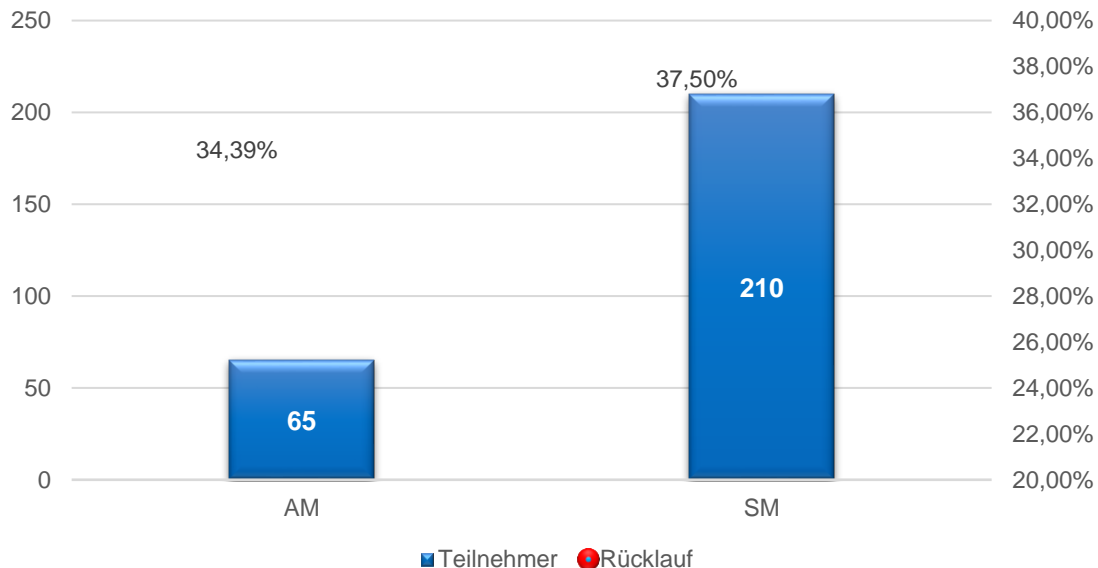
| Land        | Glätteart       | Temperatur | Streudichte |         |
|-------------|-----------------|------------|-------------|---------|
|             |                 |            | präventiv   | kurativ |
| Deutschland | Reif            | bis -1     | 12          | 18      |
|             |                 | bis -3     | 15          | 27      |
|             |                 | bis -6     | 18          | 36      |
|             | überfr. Feuchte | bis -1     | 12          | 24      |
|             |                 | bis -3     | 18          | 30      |
|             |                 | bis -6     | 27          | 36      |
|             | überfr. Nässe   | bis -1     | 27          | -       |
|             |                 | bis -3     | 36          |         |
|             |                 | bis -6     | 54          |         |
| Frankreich  | Eis             | -          | 15-50       | 40-50   |
|             | Schnee          |            | 0-50        | 30-50   |
| Niederlande | Reif-Eisglätte  | -          | 23          | -       |
|             | Schnee          |            | -           | 40-60   |
|             | Glatteis        |            | -           | 40-60   |
| Dänemark    | Reif            | bis -2     | 41          | -       |
|             |                 | bis -4     | 72          |         |
|             | überfr. Feuchte | bis -2     | 72          |         |
|             |                 | bis -4     |             |         |
|             | überfr. Nässe   | bis -2     | 72          |         |
|             |                 | bis -4     |             |         |

| Land       | Glätteart       | Temperatur  | Streudichte |         |
|------------|-----------------|-------------|-------------|---------|
|            |                 |             | präventiv   | kurativ |
| Schweden   | Reif            | bis -5      | 14          | -       |
|            |                 | -5 bis -10  | 23          |         |
|            | Nass            | bis -5      | 19          |         |
|            |                 | -5 bis -10  | 28          |         |
|            | Bildung von Eis | 0 bis -5    | 23          |         |
|            |                 | -5 bis -10  | 33          |         |
|            | Dünnes Eis      | 0 bis -5    | 47          |         |
|            |                 | -5 bis -10  | 56          |         |
| England    | Reif            | bis -2      | 12          | -       |
|            |                 | -2,1 bis -5 | 24          |         |
|            |                 | -5,1 bis -7 | 36          |         |
|            | überfr. Nässe   | bis -2      | 24          |         |
|            |                 | -2,1 bis -5 | 36          |         |
|            |                 | -5,1 bis -7 | -           |         |
| Österreich | Reif            | -           | 15-20       | -       |
|            | Schnee (leicht) |             | 25-30       |         |
|            | Eisregen        |             | 25-30       |         |

## 2. Onlinebefragung der Meistereien in Deutschland

### Teilnehmer

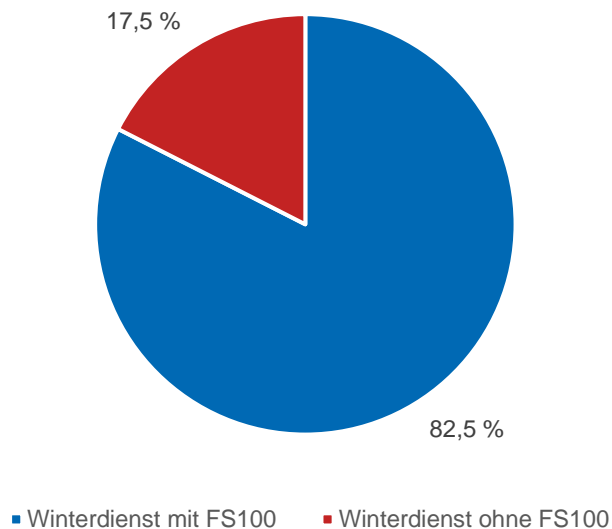
### Onlinebefragung der Meistereien



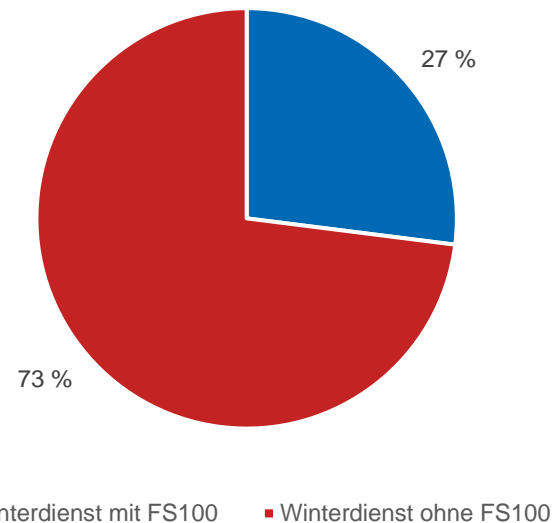
## 2. Onlinebefragung- Mitarbeiter

Frage: Ob und in welchem Umfang wird bei Ihnen FS100 praktiziert?

### • Autobahnen



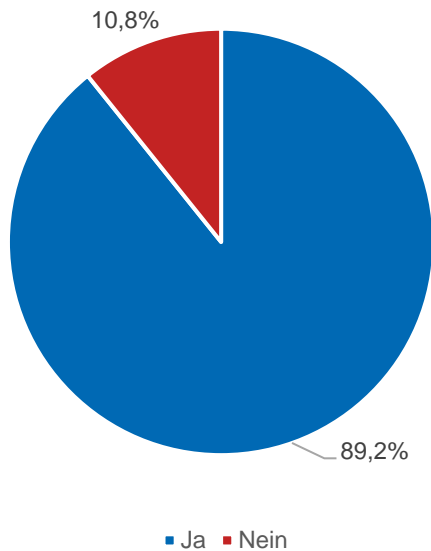
### • Straßenmeistereien



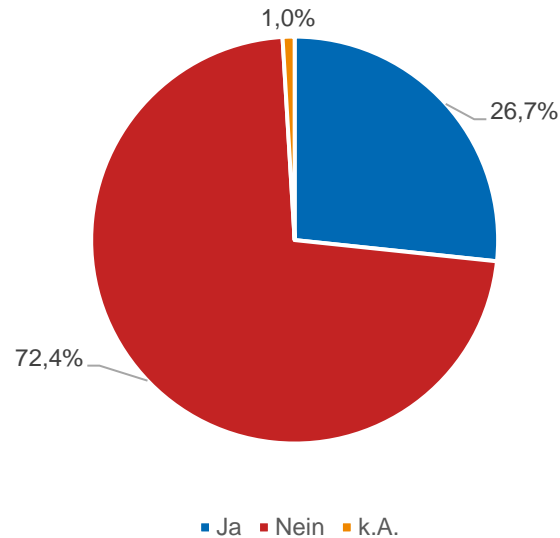
## 2. Onlinebefragung- Mitarbeiter

Frage: Stehen Ihnen Fahrzeuge für die FS100- Technologie zur Verfügung?

### • Autobahnen



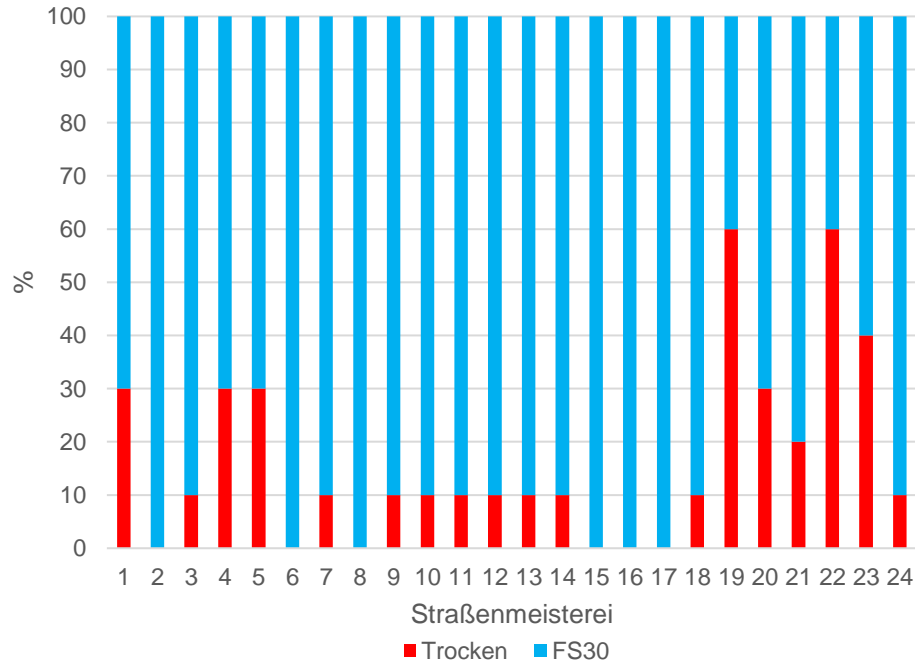
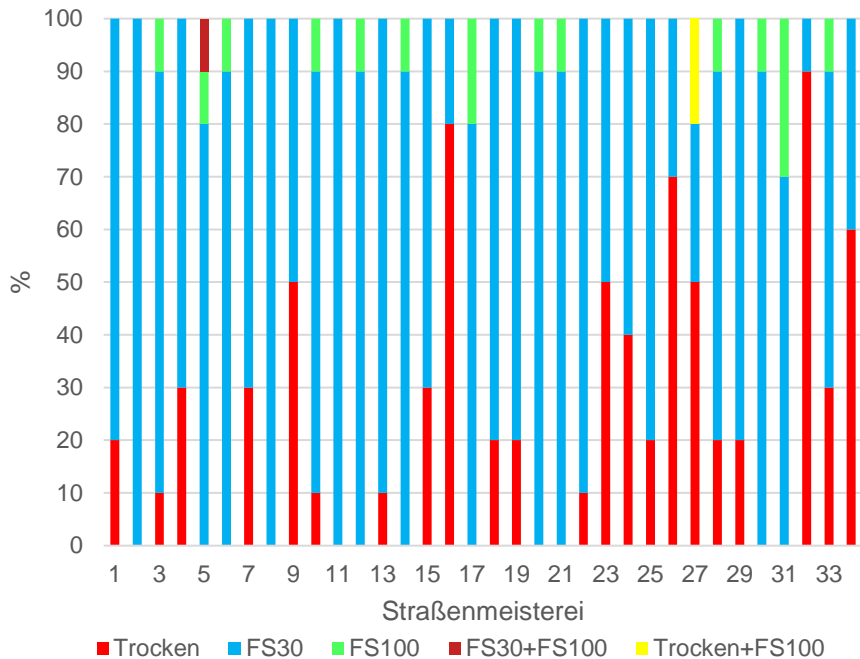
### • Straßenmeistereien





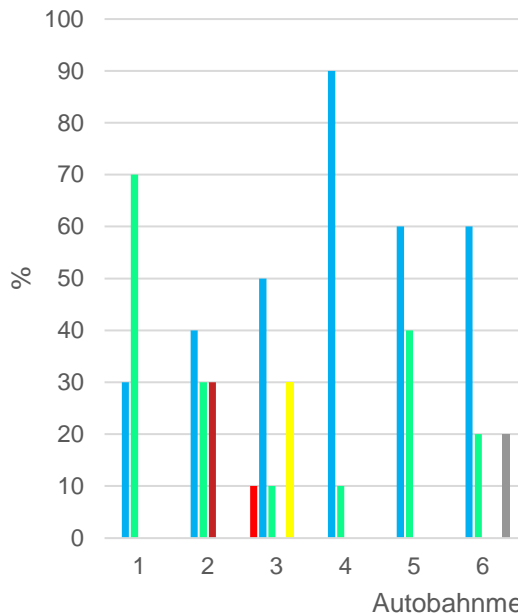
## 2. Onlinebefragung- Mitarbeiter

Frage: Welche Streutechnologie wenden Sie an (Straßenmeisterei)?



## 2. Onlinebefragung- Mitarbeiter

Frage: Welche Streutechnologie



FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN  
 ARBEITSGRUPPE VERKEHRSFÜHRUNG UND VERKEHRSSICHERHEIT

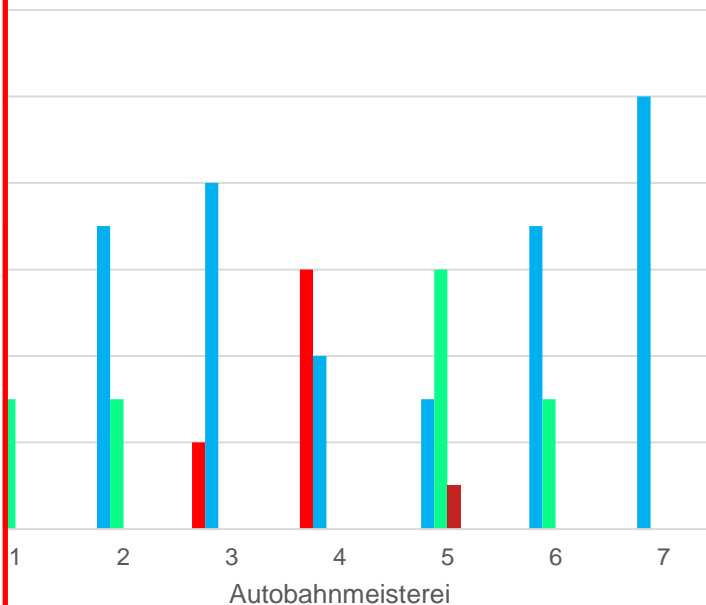
### Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen

Teil:  
Winterdienst außerhalb geschlossener Ortslagen

– Auf trockene Fahrbahnen soll möglichst Feuchtsalz gestreut werden. Dabei genügt in den meisten Fällen die kleinstmögliche Streumenge (ca. 5 bis 10 g/m<sup>2</sup>).

Ausgabe 1984

)?



■ Trocken ■ FS30 ■ FS100 ■ FS30+FS100 ■ Trocken+FS100 ■ FS50-70

■ Trocken ■ FS30 ■ FS100 ■ FS30+FS100

## 2. Onlinebefragung- Mitarbeiter

Frage: Was sollte Ihrer Meinung nach geändert werden, um zukünftig mehr FS100- Einsätze zu tätigen?

| Nr. | Mitteilungen bei der Online-Umfrage  |
|-----|--|
| 1   | ggf. mehr Fahrzeuge mit entsprechender Ausstattung und Schulung des Personals.   |
| 3   | Umdenken von kurativer Streuung zur präventiven Streuung. Beschaffung von Streuern mit der Möglichkeit FS 100 zu streuen   |
| 5   | Ausstattung mit Technik, Personalschulung  |
| 6   | -Streuer auf diese Technologie umrüsten, oder erneuern -genügend Lagerkapazität schaffen   |
| 8   | Investition in zusätzliche Geräte Investition in größere Solebevorratung   |
| 11  | Größere Solebevorratung, schnelle Löseanlagen  |
| 12  | Die Fahrzeug- und Geräteausstattung sollte so aufgestellt sein, dass ein vollflächiger FS100 Einsatz möglich ist.  |
| 13  | Technik und Lagerkapazitäten fehlen  |
| 18  | Beschaffung von Technik  |
| 19  | mehr FS 100 Streugeräte  |
| 20  | Altes Denken teils behutsam revidieren und darauf aufbauen. Immer wieder schulen. Wechselstreugeräte von FS 30 auf FS 100 bei bestimmten Wetterlagen umbauen lassen. |
| 21  | Ausreichend Schulungen für das Eigen bzw. Fremdpersonal. Erläutern der Vorteile FS 100 Vorteile für die Umwelt   |

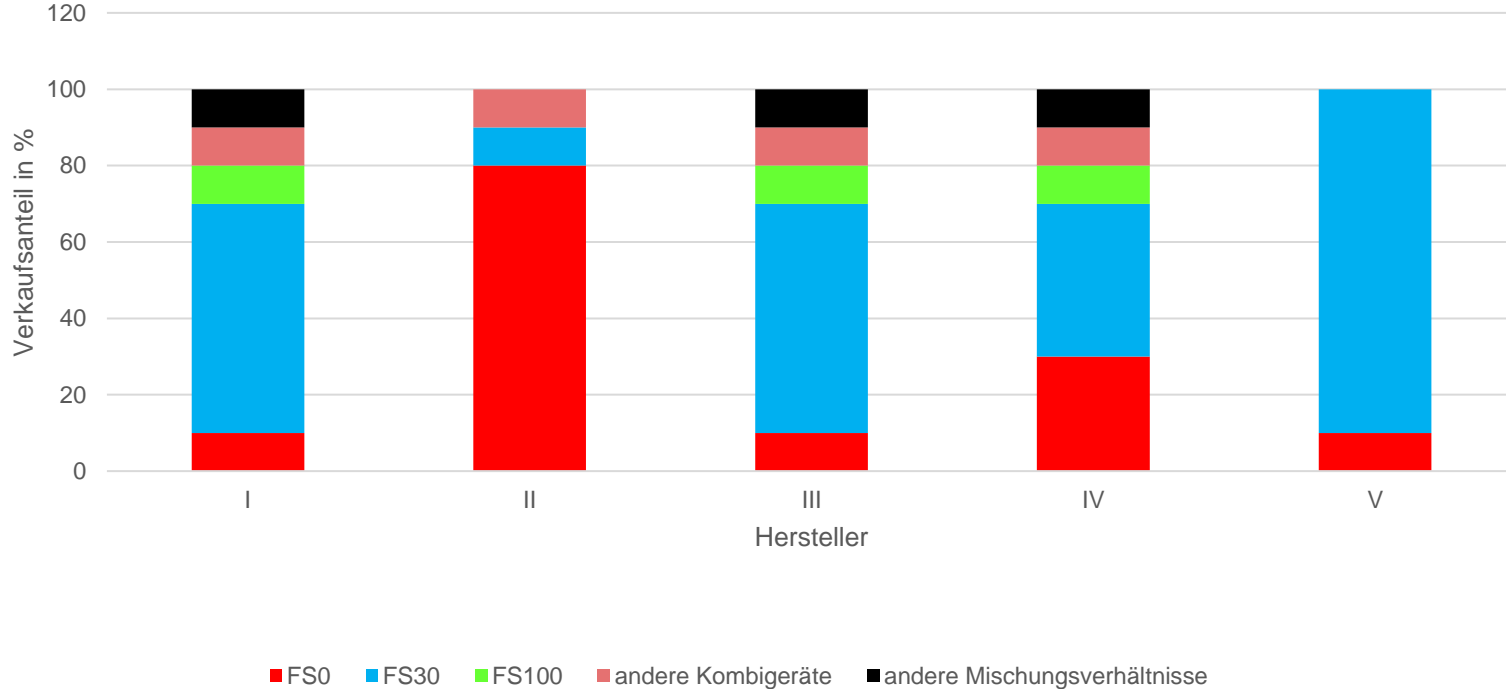
### 3. Onlinebefragung- Hersteller

Frage: Bieten Sie FS100- Streumaschinen an wenn ja welche?

|   | Hersteller |         |                                 |          |          |
|---|------------|---------|---------------------------------|----------|----------|
|   | I          | II      | III                             | IV       | V        |
| Maximale Streubreite (m)                              | 12         | 12      | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 | 4, 6, 8  | 6, 8, 12 |
| Soletankgröße (l)                                     | >10.000    | >10.000 | >10.000                         | < 10.000 | >10.000  |
| Solefilter auf dem Streufahrzeug                      | ja         | ja      | ja                              | nein     | ja       |
| Maximale Streufahrzeug-geschwindigkeit auf BAB (km/h) | 80         | 80      | 60                              | 60       | 60       |
| Maximale Streudichte FS100 (g/m <sup>2</sup> )        | 60         | 60      | >80                             |          | 40       |
| Minimale Streudichte FS100 (g/m <sup>2</sup> )        | 5          | 5       | 10                              | 5        | 10       |

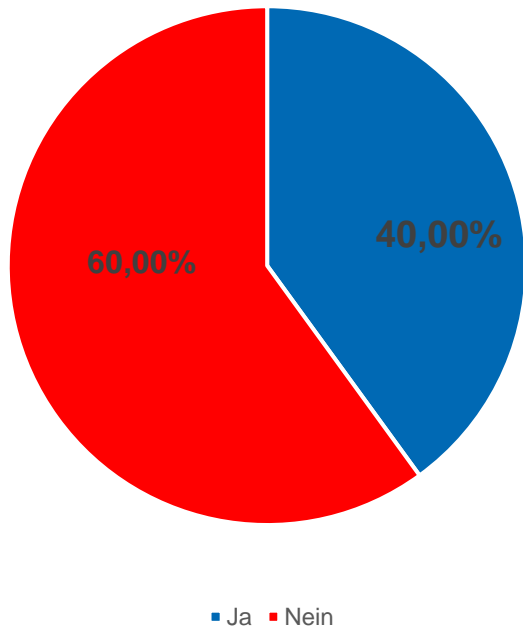
### 3. Onlinebefragung- Hersteller

Wie ist die Nachfrage nach entsprechender Streustofftechnik und wie hoch sind Ihre Verkaufsanteile?



### 3. Onlinebefragung- Hersteller

Sind Sie mit den Inhalten der Ausschreibungen zufrieden?



#### Gründe für Unzufriedenheit:

- Unzureichende Definition der Anforderungen
- Keine konsequente Vorlage der entsprechenden Typprüfbescheinigung nach Norm
- Aussage:“... Normgeprüfte Streugeräte von Herstellern werden umgangen, indem nur Teile von Normen (Teil 1) oder Überprüfungen vor Ort gefordert werden. ... Ausschreiber sollten nur normgeprüfte Streubilder zulassen und fordern, allein aufgrund der Rechtssicherheit bei der Beschaffung und Anwendung.“

### 3. Onlinebefragung- Hersteller

Wie kann in Deutschland die FS100- Anwendung verbessert werden?

- „Verbesserte Ausbildung der Straßenmeister im Bereich Grundlagen der Wirkung von Salz beim Auftauen von Eis, generell verbesserte Schulung der Grundlagen des modernen Winterdienstes.“
- „Mehr Kombi-Streumaschinen, bessere Solebereitstellung, regelmäßige Schulungen des Winterdienst-Personals.“
- „Mehr Kombi-Streumaschinen, Präsentationen bei Tagungen, Publikationen.“

## 4. Griffigkeitsuntersuchung im Labor

### Was wurde gemacht?

#### Problemstellung:

- Untersuchung der Griffigkeit von verschiedenen Ausbringungsszenarien
- Was passiert mit der Griffigkeit:
  - unmittelbar nach dem Auftrag?
  - bei verschiedenen Abtrocknungszwischenständen?
  - bei Wiederbefeuchtung bereits abgetrockneter Sole?
  - bei Temperaturen von bis  $-10^{\circ}\text{C}$ ?
- Untersuchungen wurden auf Bohrkernen mit verschiedenen Straßenbelägen in Klimakammer der BASt getätigt!
- Die Beurteilung der Griffigkeit erfolgte mittels SRT- Pendelgerät!



## 4. Griffigkeitsuntersuchung im Labor

Was wurde gemacht?



SRT-Pendelgerät in der Kühlkammer mit  
Bohrkern im Einspanntisch



## 4. Griffigkeitsuntersuchung im Labor und Feldversuche

### Ergebnis?

- Es konnten keine kritische Absenkung der Griffigkeit durch das Auftragen und anschließende Abtrocknung der aufgetragenen Sole erkannt werden
- Bis auf eine Ausnahme übersteigen alle Zustände den kritischen SRT- Wert von 50 (5x wiederholt und temperaturkorrigiert)
- Feldversuche wurden im Januar 2024 getätigt. Auswertungen dauern noch an!

## 5. Streumaschinenprüfungen

Feldversuche können nur mit normgeprüften Streumaschinen getätigt werden, damit gewährleistet werden kann, dass es keine Fehlfunktionen gibt.

2 Arten von Streumaschinen wurden in die Versuche einbezogen.

- Voraussetzung: Streubreiten bis 12m!

### 1. Streumaschine mit Düsensystem



7. Februar 2024, Karlsruhe

### 2. Streumaschine mit Tellersystem

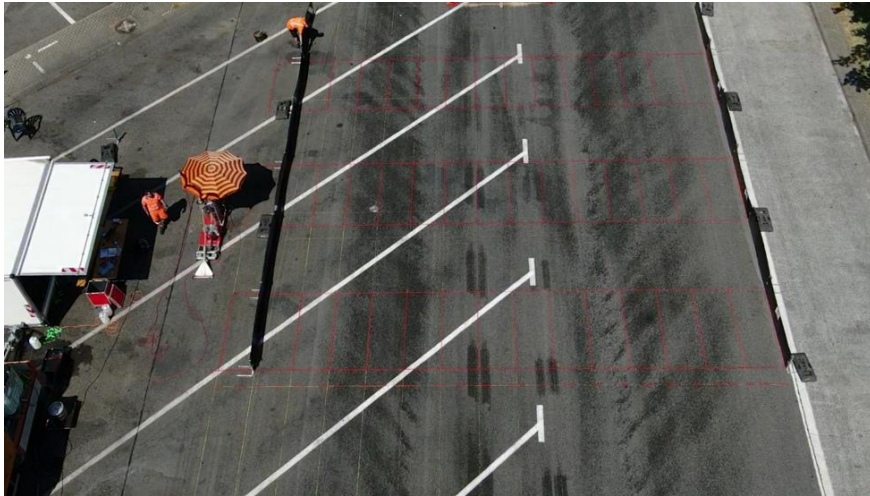


Referent: Dipl.-Ing. Drazan Bunoza | Die Autobahn GmbH des Bundes, Autobahnmeisterei Mendig

## 5. Streumaschinenprüfungen

Ergebnisse: **Beide Streumaschinen haben die Normprüfung bestanden!**

### 1. Streumaschine mit Düsensystem



### 2. Streumaschine mit Tellersystem



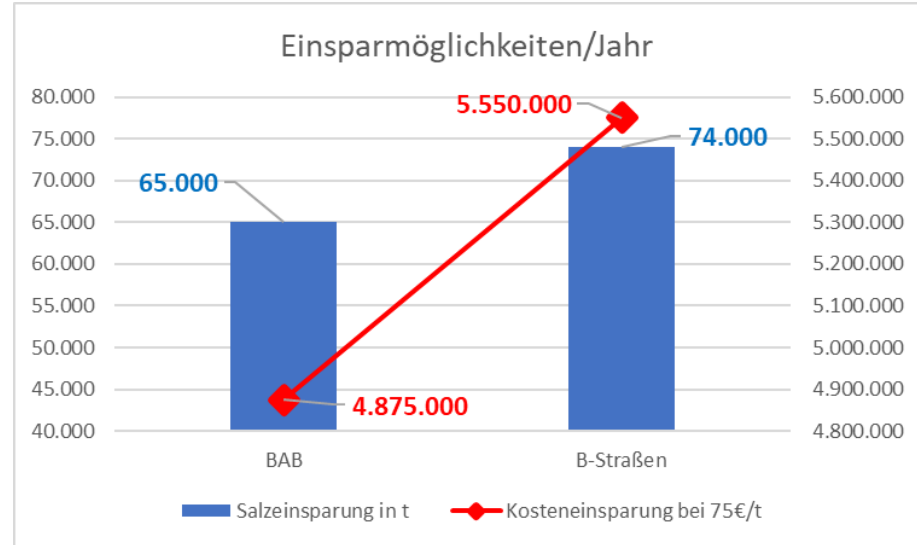
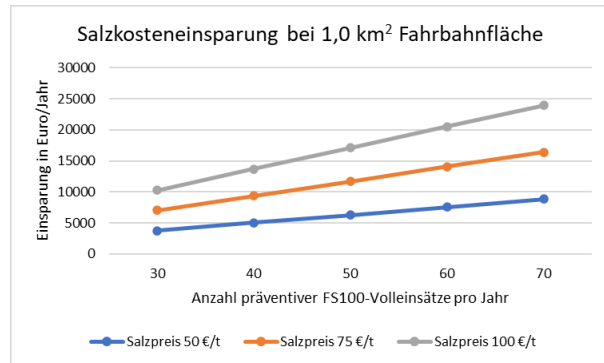
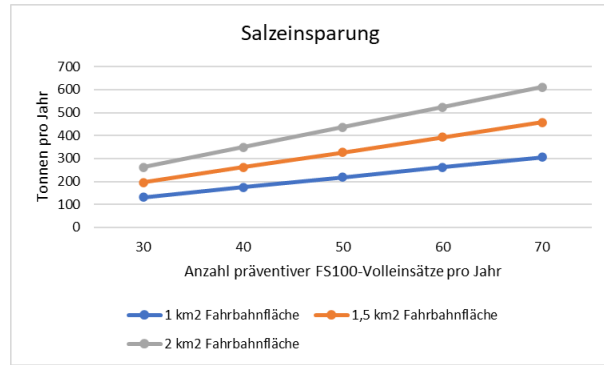
## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit

Es wurden folgende Nachhaltigkeitsaspekte untersucht:

- Wirtschaftlichkeit,
- Umweltschutz,
- Winterdienstorganisation / Personalkapazität und
- Verkehrssicherheit.



## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit- Wirtschaftlichkeit



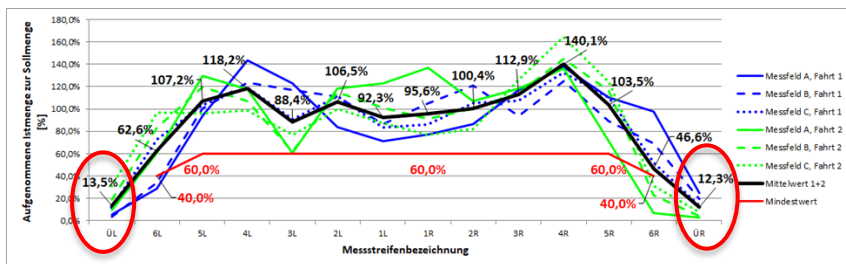
## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit- Umweltschutz

Hierbei wurden folgende Aspekte betrachtet:

- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck
- Reduktion von Salzimmissionen auf Straßenrandböden und straßennahe Vegetation

## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit-Umweltschutz

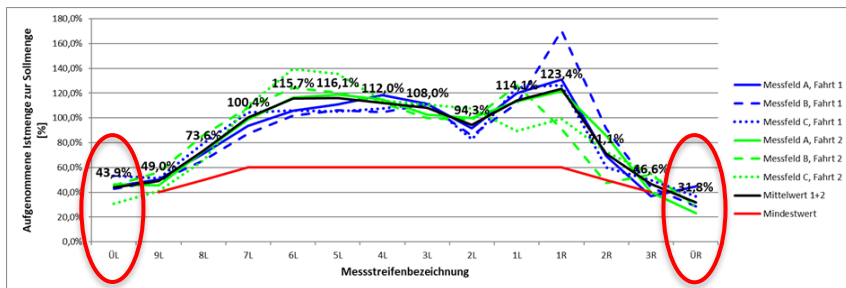
- Reduktion von Salzimmissionen auf Straßenrandböden und straßennahe Vegetation



Salzeintrag FS100:

$$\text{ÜL} + \text{ÜR} = 13,5\% + 12,3\% = 25,8\%$$

$$\text{Streudichte } 15\text{g/m}^2 = 3\text{g Salz} \times 25,8\% = 0,77\text{g/lfm}$$



Salzeintrag FS30:

$$\text{ÜL} + \text{ÜR} = 43,9\% + 31,8\% = 75,7\%$$

$$\text{Streudichte } 15\text{g/m}^2 = 11,4\text{g Salz} \times 75,7\% = 8,63\text{g/lfm}$$

**FAKTOR: 11!**



## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit- Winterdienstorganisation und Personalkapazität

### ➤ Betrachtung der WD- Organisation und des Personals am Beispiel einer AM

| Winterdienstszenario FS30, Autobahnmeistereien |   |  |
|--|---|--|
| Zeile  | Glätteart                                 | Reifglätte und überfrierende Feuchte                   |
| 1  |   |  |
| 2  | Glätterereignisse für Präventivstreuungen | 50,00 Stück  |
| 3  | Wahrscheinlichkeit Einsatzfälle           | 100%   |
| 4  | tatsächliche Präventiveinsätze            | 50,00 Stück  |
| 5  | Eingesetztes Personal                     | 3,00 MA  |
| 6  | Eingesetzte Fahrzeuge                     | 2,00 LKW   |
| 7  | Kosten Personal                           | 44,00 €/h  |
| 8  | Vorhaltekosten Fahrzeuge                  | 47,30 €/h  |
| 9  | Dauer des Einsatzes                       | 9,00 h   |
| 10   | Stundenanteil Personal                    | 1.188,00 €/Präventiveinsatz (9 Std.)                   |
| 11   | Stundenanteil LKW                         | 851,40 €/Präventiveinsatz (9 Std.)                     |
| 12   | Summe Einsatzkosten                       | 2.039,40 € für Personal und FuG für 1 Präventiveinsatz |
| 13   | Summe Winterdienstkosten AM               | 101.970,00 €   |
| 14   | Summe Winterdienstkosten RP               | 1.325.610,00 €   |
| 15   | Personalstunden pro Winter und AM         | 1.350,00 h [Z4 x Z5 x Z9]                              |

| Winterdienstszenario FS100, Autobahnmeistereien |   |  |
|---|---|--|
| Zeile   | Glätteart                                 | Reifglätte und überfrierende Feuchte                   |
| 1   |   |  |
| 2   | Glätterereignisse für Präventivstreuungen | 50,00 Stück  |
| 3   | Wahrscheinlichkeit Einsatzfälle           | 75%  |
| 4   | tatsächliche Präventiveinsätze            | 38,00 Stück  |
| 5   | Eingesetztes Personal                     | 2,00 MA  |
| 6   | Eingesetzte Fahrzeuge                     | 2,00 LKW   |
| 7   | Kosten Personal                           | 44,00 €/h  |
| 8   | Vorhaltekosten Fahrzeuge                  | 58,50 €/h  |
| 9   | Dauer des Einsatzes                       | 5,50 h   |
| 10  | Stundenanteil Personal                    | 484,00 €/Präventiveinsatz (5,5 Std.)                   |
| 11  | Stundenanteil LKW                         | 643,50 €/Präventiveinsatz (5,5 Std.)                   |
| 12  | Summe Einsatzkosten                       | 1.127,50 € für Personal und FuG für 1 Präventiveinsatz |
| 13  | Summe Winterdienstkosten AM               | 42.845,00 €  |
| 14  | Summe Winterdienstkosten RP               | 556.985,00 €   |
| 15  | Personalstunden pro Winter und SM         | 418,00 h [Z4 x Z5 x Z9]                                |

**Reduzierung der Kosten: 59.125€/AM/Jahr**

**Reduzierung der Personalstunden: 932h/AM/Jahr**

Quellen: Kostenansätze: LBM RLP, Fachgruppe Betriebsdienst

## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit- Winterdienstorganisation und Personalkapazität

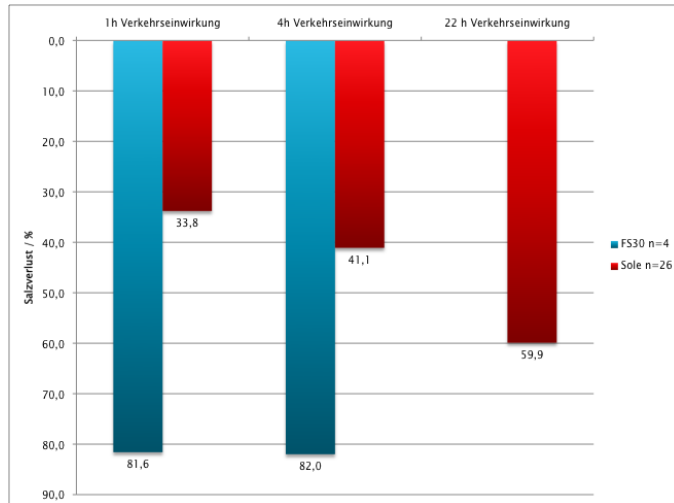
### ➤ Betrachtung der WD- Organisation und des Personals am Beispiel einer AM

| <b>Berechnung der Arbeitsproduktivität- Autobahnmeistereien</b> |                   |  |   |
|---|-------------------|--|---|
| <b>Zeile</b>  | <b>Produkt 1:</b> | <b>Gehölzflächen zurückschneiden (Horizontalschnitt, auf den Stock setzen)</b> |   |
| 1   | Leistungskennwert | 0,1  | Pers.-h/ m <sup>2</sup> Gehölzfläche  |
| 2   | Stundeneinsatz    | 932,00   | eingesparte Winterdienststunden (FS30-FS100)  |
| <b>3</b>  | <b>Ergebnis</b>   | <b>9.320,00</b>  | <b>m<sup>2</sup> Gehölzflächen können mit den eingesparten Stunden zurückgeschnitten werden</b> |
| <b>Zeile</b>  | <b>Produkt 2:</b> | <b>Straßenabläufe und Schächte reinigen</b>                                    |   |
| 1   | Leistungskennwert | 0,4  | Pers.-h/ Straßenablauf oder Schacht   |
| 2   | Stundeneinsatz    | 932,00   | eingesparte Winterdienststunden (FS30-FS100)  |
| <b>3</b>  | <b>Ergebnis</b>   | <b>2.330,00</b>  | <b>Abläufe oder Schächte können mit den eingesparten Stunden gereinigt werden</b>               |
| <b>Zeile</b>  | <b>Produkt 3:</b> | <b>Schlaglöcher beseitigen (Sofortmaßnahmen)</b>                               |   |
| 1   | Leistungskennwert | 1,5  | Pers.-h/ Schlagloch   |
| 2   | Stundeneinsatz    | 932,00   | eingesparte Winterdienststunden (FS30-FS100)  |
| <b>3</b>  | <b>Ergebnis</b>   | <b>621,00</b>  | <b>Schlaglöcher können mit den eingesparten Stunden beseitigt werden</b>                        |

Quellen: Leistungskennwerte: LBM RLP, Fachgruppe Betriebsdienst

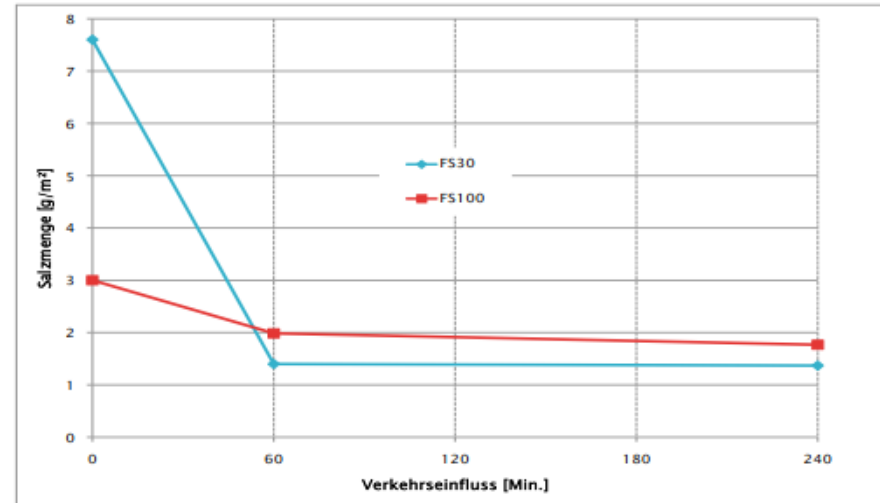
## 6. Untersuchung der Nachhaltigkeit- Verkehrssicherheit

### Liegezeit



Quelle: Hausmann, 2012

### Salzverluste



Quelle: Hausmann, 2012

## 7. Lösungsvorschläge zur breiteren Anwendung

- a. Soleherstellung sowie -lagerung muss gewährleistet sein
- b. Ausstattung mit Streumaschinen
- c. Schulungen:
  - SWIS und
  - Anwendung der FS100- Technologie
    - **Adressaten**: Meistereileiter, WD- Einsatzleiter, Straßenwärter, aber auch Beschaffer von Streumaschinen und Salzlöseanlagen

**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT**