

ENTWICKLUNG VON STANDARDISIERTEN EIGNUNGSKRITERIEN FÜR AUFTAUENDE STREUMITTEL

Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Hofko
Technische Universität Wien
Institut für Verkehrswissenschaften

Inhalt

- Einleitung – Motivation – Ziele
- Eignungskriterien für auftauende Streumittel
- Tauleistung und Taurate
- Rieselfähigkeit
- Schlussfolgerungen



Inhalt

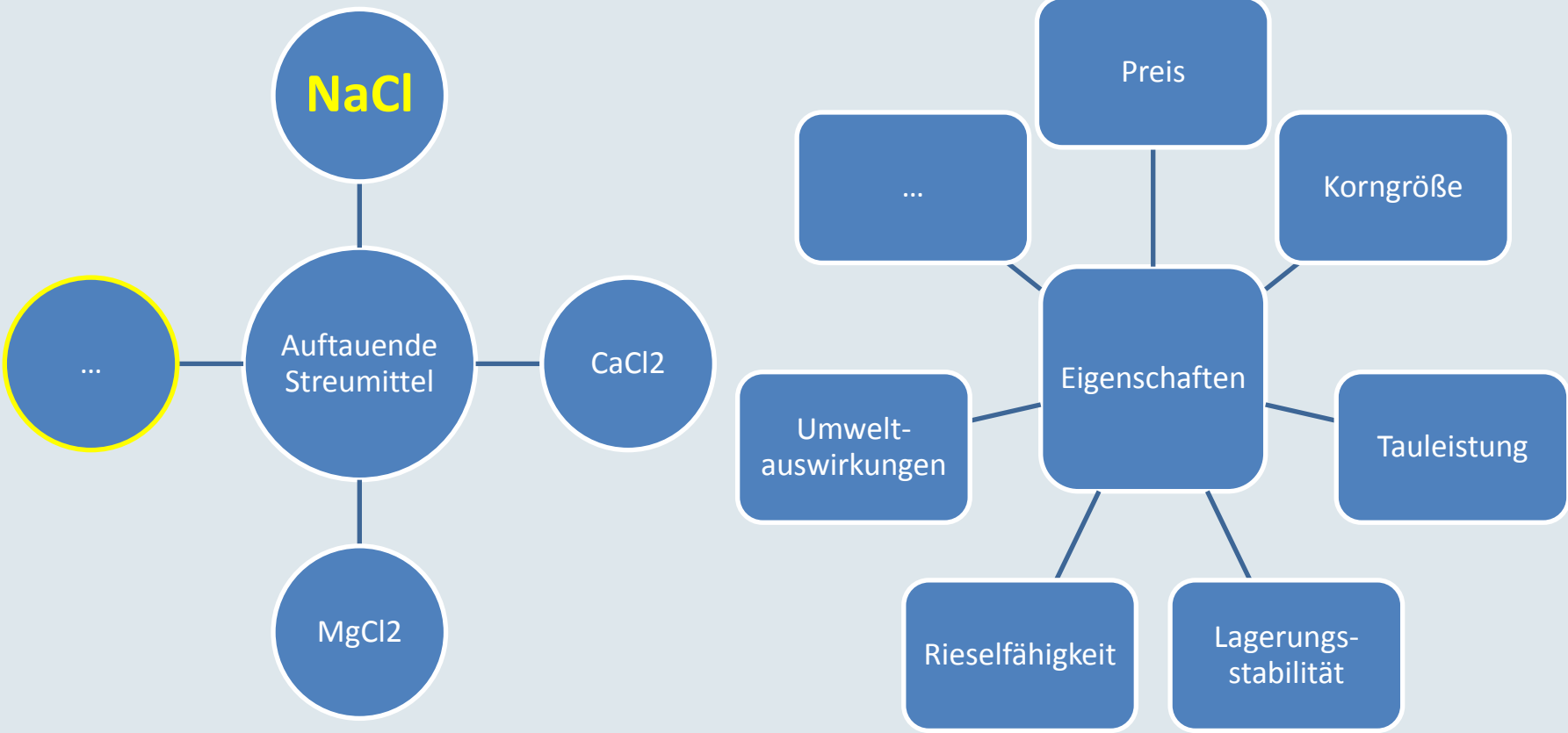
- **Einleitung – Motivation – Ziele**
- **Eignungskriterien für auftauende Streumittel**
- Tauleistung und Taurate
- Rieselfähigkeit
- Schlussfolgerungen



Winterdienst in Österreich

- **Winterdienst** auf Straßen wesentlich für **Verfügbarkeit von und Sicherheit auf Straßen** bei winterlichen Verhältnissen
- **Wirtschaftliche Relevanz** für Straßenerhalter
 - 270.000 t Salzverbrauch pro Wintersaison
 - Winterdienst an 130 bis 150 Tagen pro Jahr
 - Anteil an des Winterdiensts an gesamten Betriebskosten
 - 20% Autobahn- und Schnellstraßennetz
 - 25% - 30% auf Landesstraßen B + L
 - 30 Mio. Euro Streumittelkosten auf Landesstraßen B + L

Motivation zum Forschungsprojekt



- Der Markt wird **vielfältiger**
- **Kaum Erfahrung** zu Eigenschaften neu auf den Markt kommender Taumittel

Ziele des Forschungsprojekts

- Definition von **Eignungskriterien auftauender Streumittel**
 - Wirtschaftlichkeit
 - Verfügbarkeit
 - Umweltauswirkungen
 - Entwicklung und Standardisierung von **Laborprüfungen** zur Ermittlung der **technischen Eignung**
 - Gefrierpunktsverlauf
 - Tauleistung und Taurate fester und flüssiger Taumittel
 - Rieselfähigkeit
 - **Bewertung(shintergrund)** häufig eingesetzter Streumittel in Österreich
 - NaCl (Stein- und Siedesalz), CaCl₂, MgCl₂
- Grundlage für **objektive Entscheidung** und Gesamtbewertung eines Produkts

Inhalt

- Einleitung – Motivation – Ziele
- Eignungskriterien für auftauende Streumittel
- **Tauleistung und Taurate**
- Rieselfähigkeit
- Schlussfolgerungen



Tauleistung und Taurate

Definition

- Wie viel Gramm Eis vermag ein Gramm Taumittel nach einer bestimmten Einwirkdauer bei einer festgelegten Temperatur zu schmelzen?

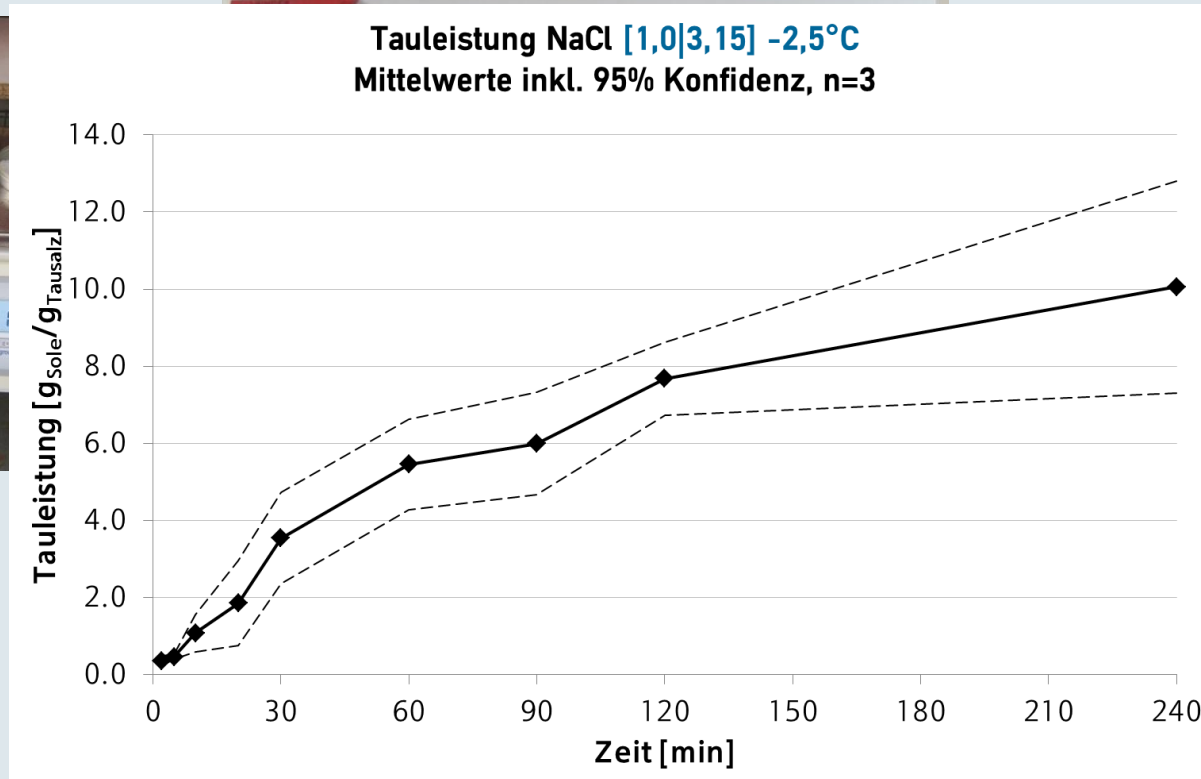
→ **Tauleistung**

- Taugeschwindigkeit oder Tauleistung pro Zeiteinheit

→ **Taurate**

Tauleistung fester Taumittel

Methodik



Analoges Prüfverfahren für flüssige Taumittel (Sole)

Tauleistung fester Taumittel

- **Beispiel: Tauleistung fester Taumittel**
- **Steinsalz**
- Preis 77 Euro/Tonne



Quelle:
http://www.beobachter.ch/dossiers/ausfluege/artikel/ausflug_das-salz-in-der-kuppel/

Tauleistung
massebezogen
[Gramm pro Gramm]

Tauleistung
monetär
[Gramm pro Cent]

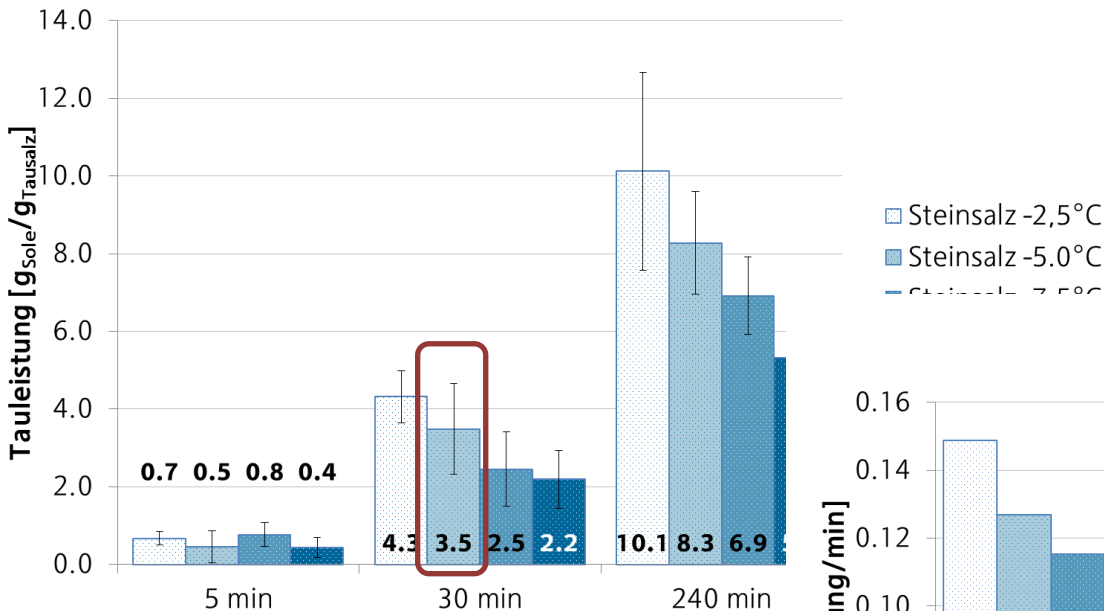
Taurate
massebezogen
[Gramm pro Gramm & Minute]

Taurate
monetär
[Gramm pro Cent & Minute]

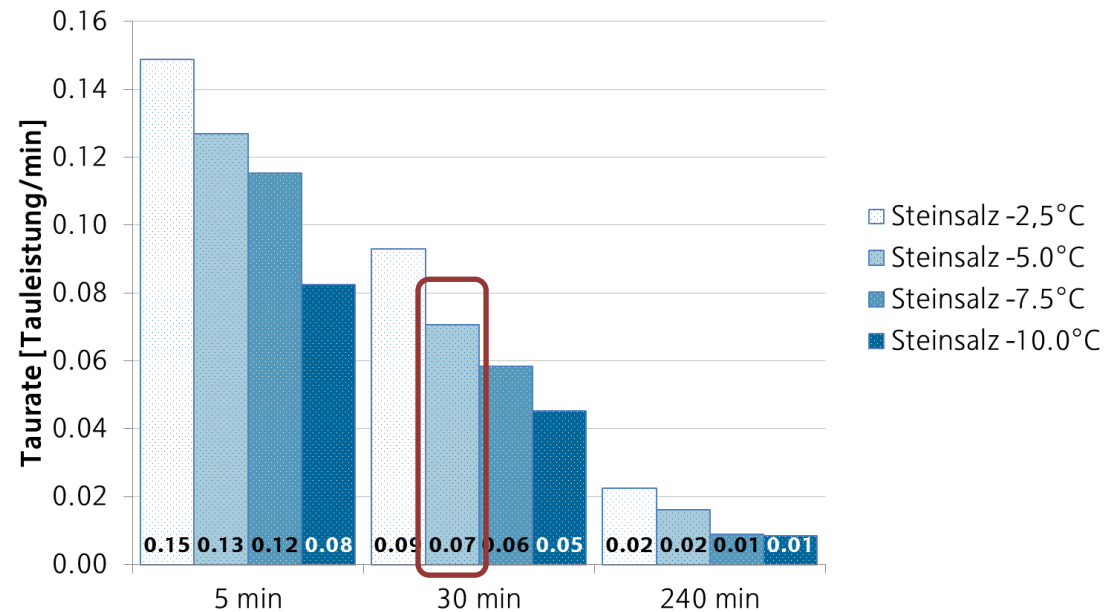
Tauleistung fester Taumittel

Ergebnisse

Massenbezogene Tauleistung Steinsalz
Mittelwerte inkl 95 % Konfidenz, n=3



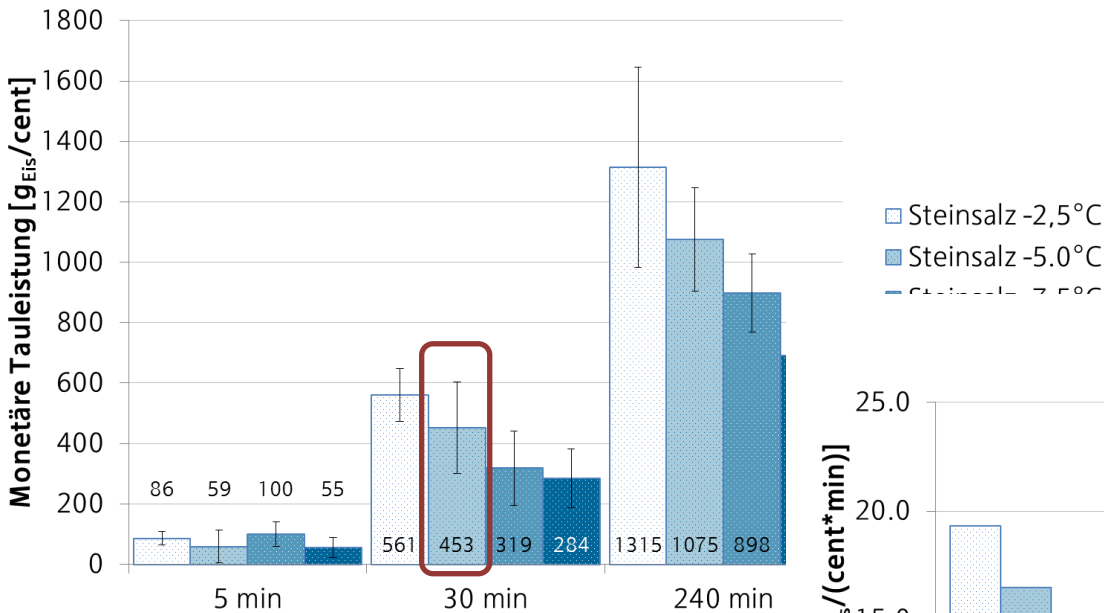
Massenbezogene Taurate Steinsalz
Mittelwerte, n=3



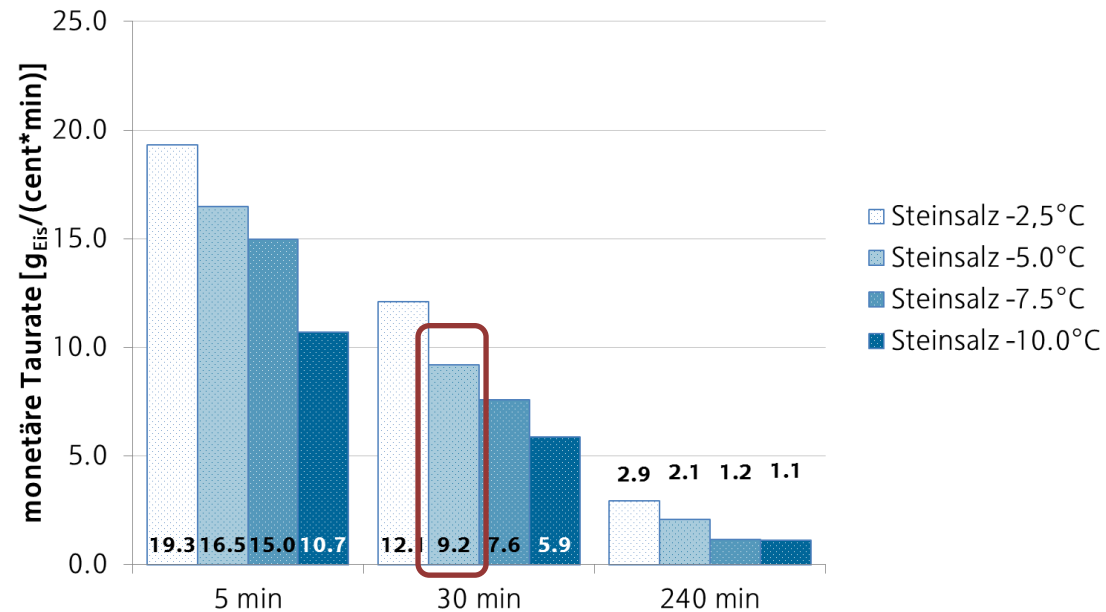
Tauleistung fester Taumittel

Ergebnisse

Monetäre Tauleistung Steinsalz
Mittelwerte inkl. 95% Konfidenz, n=3



Monetäre Taurate Steinsalz
Mittelwerte, n=3



Inhalt

- Einleitung – Motivation – Ziele
- Eignungskriterien für auftauende Streumittel
- Tauleistung und Taurate
- **Rieselfähigkeit**
- Schlussfolgerungen



Rieselfähigkeit

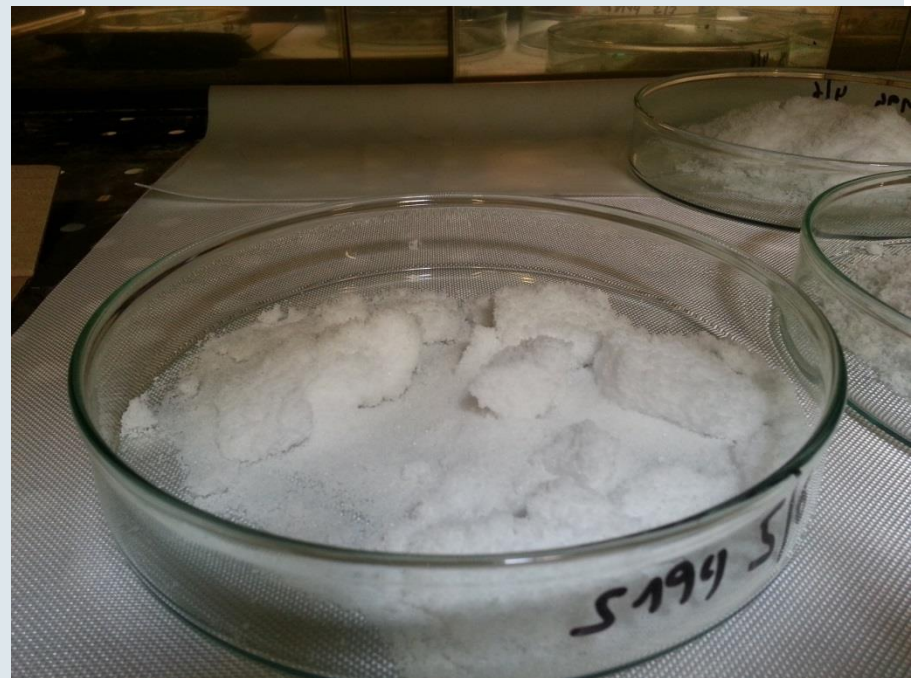
- Rieselfähigkeit
 - Wesentliche Eigenschaft zur **Gebrauchstauglichkeit**
 - Ausreichende Rieselfähigkeit im Lieferzustand und nach längerer Lagerung (im Silo) von **großer wirtschaftlicher Bedeutung**
- Immer wieder **Fälle extremer Verhärtung** von Streumittel nach längerer Silolagerung
- **Gründe** für mangelnde Rieselfähigkeit?
 - Analyse der **Lagerungsbedingung** (Temperatur und Luftfeuchte) in leeren und gefüllten Silos über längere Zeitreihe
 - **Entwicklung der Salzfeuchte** während der Transportkette Zentrallager – Lkw – Einblasen ins Silo
- Entwicklung einer Labor-Prüfmethode auf Basis der **Auslaufbox nach Sonntag**



Rieselfähigkeit

Nach Ofentrocknung einer lieferfeuchten Probe (0,5 % Feuchte)

- Verklumpung beim Austrocknen
- Versuche zur Rieselfähigkeit mit trockener, feuchter und getrockneter Probe



Rieselfähigkeit Auslaufbox nach Sonntag

- Bewertung der **Rieselfähigkeit** durch Bestimmung der Auslaufrate
- Befüllen und anschließendes Öffnen der gefüllten Quaderbox
- **Auslaufrate** = Verhältnis ausgelaufenes Gut zum Gesamtgewicht
- **Innerer Reibungswinkel** als Maß für die Kohäsion



Rieselfähigkeit

Ergebnisse

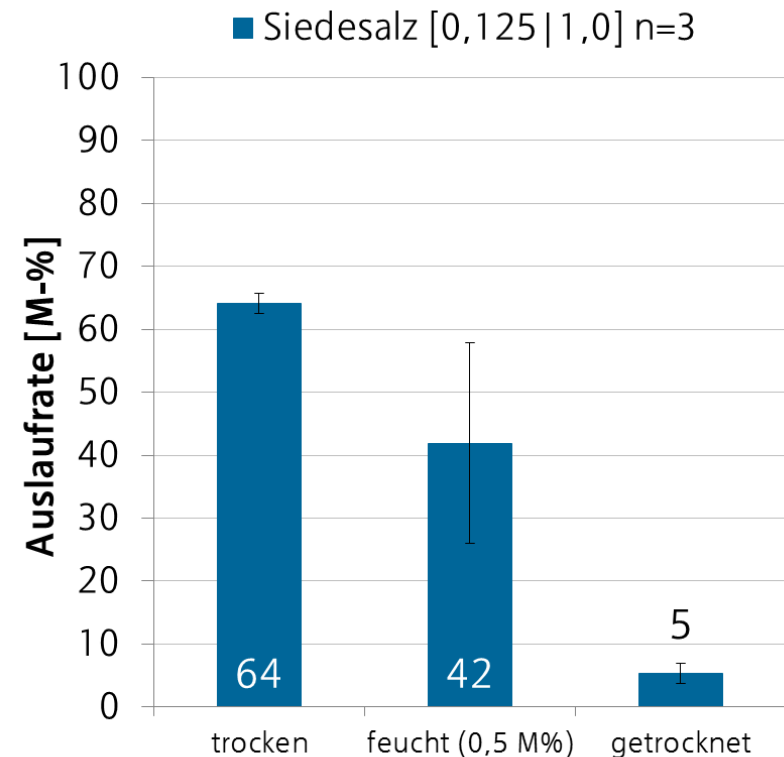
trocken = Ofentrocknung der Lieferprobe bei 105°C bis zur Massenkonstanz

feucht = Gleichmäßiges Befeuchten der Probe (0,5 M% Wasser) durch Besprühen

getrocknet = Ofentrocknung der befeuchteten Probe bei 60°C für 17 h in der Auslaufbox

Starke Abnahme der Rieselfähigkeit beim Trocknen

Entwicklung der Rieselfähigkeit für **NaCl**
Mittelwerte inkl. 95% Konfidenz



Inhalt

- Einleitung – Motivation – Ziele
- Eignungskriterien für auftauende Streumittel
- Tauleistung und Taurate
- Rieselfähigkeit
- **Schlussfolgerungen**



Schlussfolgerungen

- **Standardisierte Labor-Prüfmethoden** zur Bewertung der technischen Eignung verfügbar
- **Bewertungshintergrund** für häufig eingesetzte Streumittel entwickelt
 - NaCl (unterschiedliche Sieblinien), CaCl₂, MgCl₂
 - Jeweils für feste und flüssige (Sole) Phase
- **Eignungskriterien** abgeleitet
 - Verfügbarkeit
 - Wirtschaftlichkeit auf Basis
 - Gefrierpunkt, Tauleistung, Rieselfähigkeit
 - Umweltauswirkungen

Grundlagen für die objektive Bewertung von auftauenden Streumitteln

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

