

**AQUA URBANICA 2015** und  
**90. Siedlungswasserwirtschaftliches Kolloquium**  
des ISWA der Universität Stuttgart

**Wasser - Schutz - Mensch**



**Einfluss von Auftausalzen auf die  
Remobilisierung von Schwermetallen**

Maximilian Huber

# Gliederung

- Einführung
  - Verkehrsflächenabflüsse
  - Winterdienst
  - Auftausalze: Verbrauch und Aufkommen
- Bisherige Untersuchungen
- Aktuelle Untersuchungen
  - Ziele
  - Schüttelversuche
  - Säulenversuche
  - Zusammenfassung mit Ausblick

# Einführung – Verkehrsflächenabflüsse

Untersuchte Stoffkategorien:

- Schwermetalle + Nährstoffe + Antiklopfmittel
- Feststoffe
- Schwermetalle + Auftausalze
- Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe + Mineralölkohlenwasserstoffe + Antiklopfmittel

⇒ Auftausalze nur saisonal  
vorhanden, können jedoch  
Schadstoffe remobilisieren



# Einführung – Winterdienst

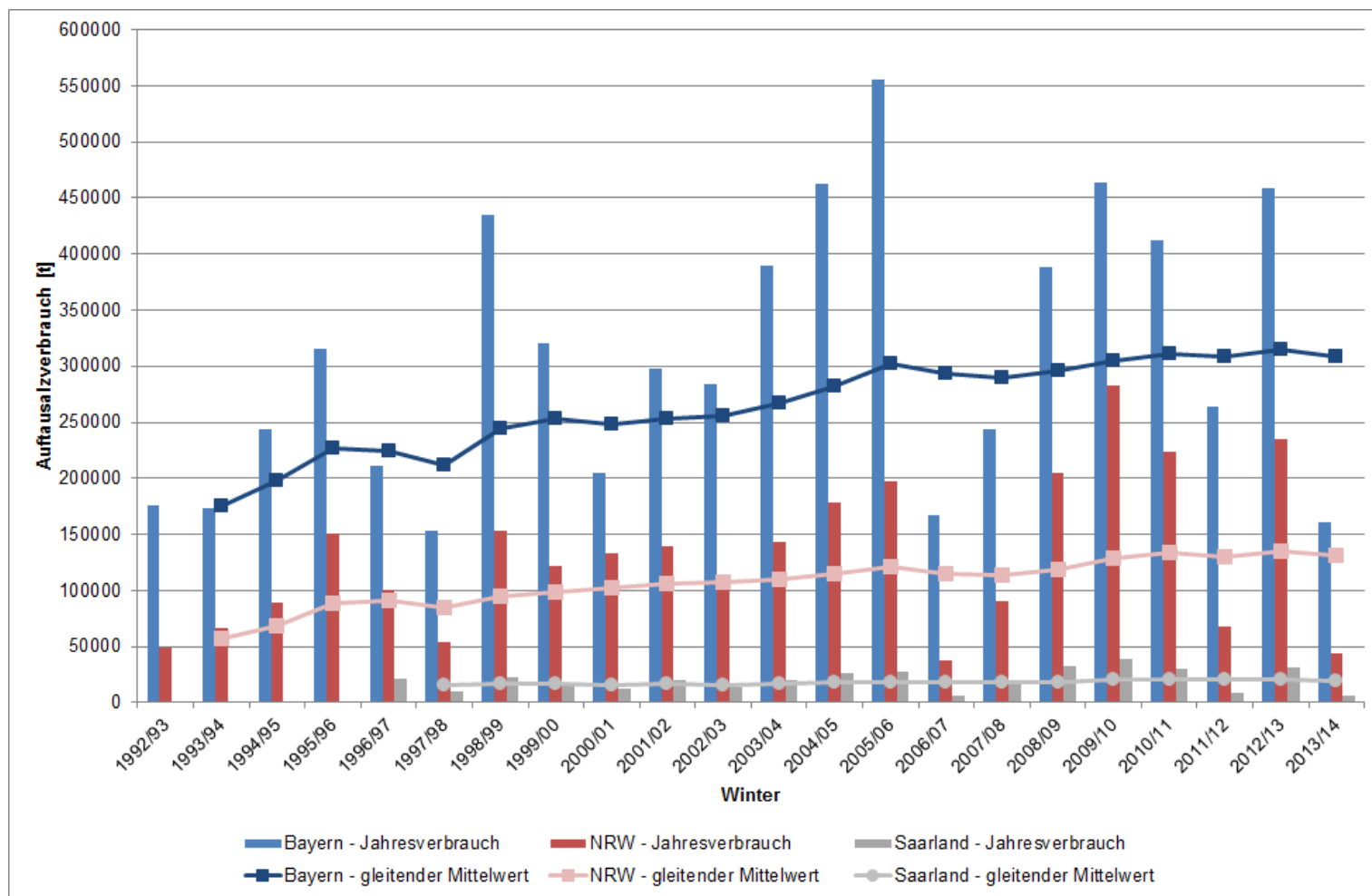
Ziel:

Ressourcen- und umweltschonende Durchführung bei vorrangiger Sicherstellung der Befahrbarkeit

Umsetzung:

- Flächendeckende Einführung des differenzierten Winterdienstes
- Umstellung auf Feuchtsalztechnik (FS30)
- Neuerdings Flüssigstreuung (FS100)

# Einführung – Auftausalzverbrauch



Huber et al., 2015

# Einführung – Auftausalze

Verwendung auf Straßen:

- Natriumchlorid ( $\text{NaCl}$ )
- Calciumchlorid ( $\text{CaCl}_2$ )
- Magnesiumchlorid ( $\text{MgCl}_2$ )

⇒ Remobilisierung: Natrium, Calcium & Magnesium

⇒ Rechtliche Anforderungen: Chlorid & Cyanide

Kein Einsatz auf Straßen von Formiaten, Acetaten, Harnstoffen, Alkoholen und Glykolen

# Einführung – Auftausalze

Beispiele des differenzierten Winterdienstes:

- Berlin: Natriumchlorid & Calciumchlorid, FS30 & FS100
- Frankfurt/Main: Natriumchlorid (& Calciumchlorid), FS30, Splitt
- Hannover: Natriumchlorid & Magnesiumchlorid, FS30 & FS100
- München: Natriumchlorid, FS30, Splitt

# Bisherige Untersuchungen

Entwicklung und Optimierung mehrstufiger Reinigungssysteme für Verkehrsflächenabflüsse:

- Schadstoffrückhalt
- Ggf. Salzstabilität gegenüber NaCl

Zulassungsgrundsätze des DIBt für dezentrale Anlagen zur Versickerung von Verkehrsflächenabflüssen:

- Prüfung auf AFS-, MKW- und Schwermetallrückhalt
- Salzstabilität gegenüber NaCl



# Bisherige Untersuchungen

Laborverfahren zur Standzeitbestimmung (AU 2014):

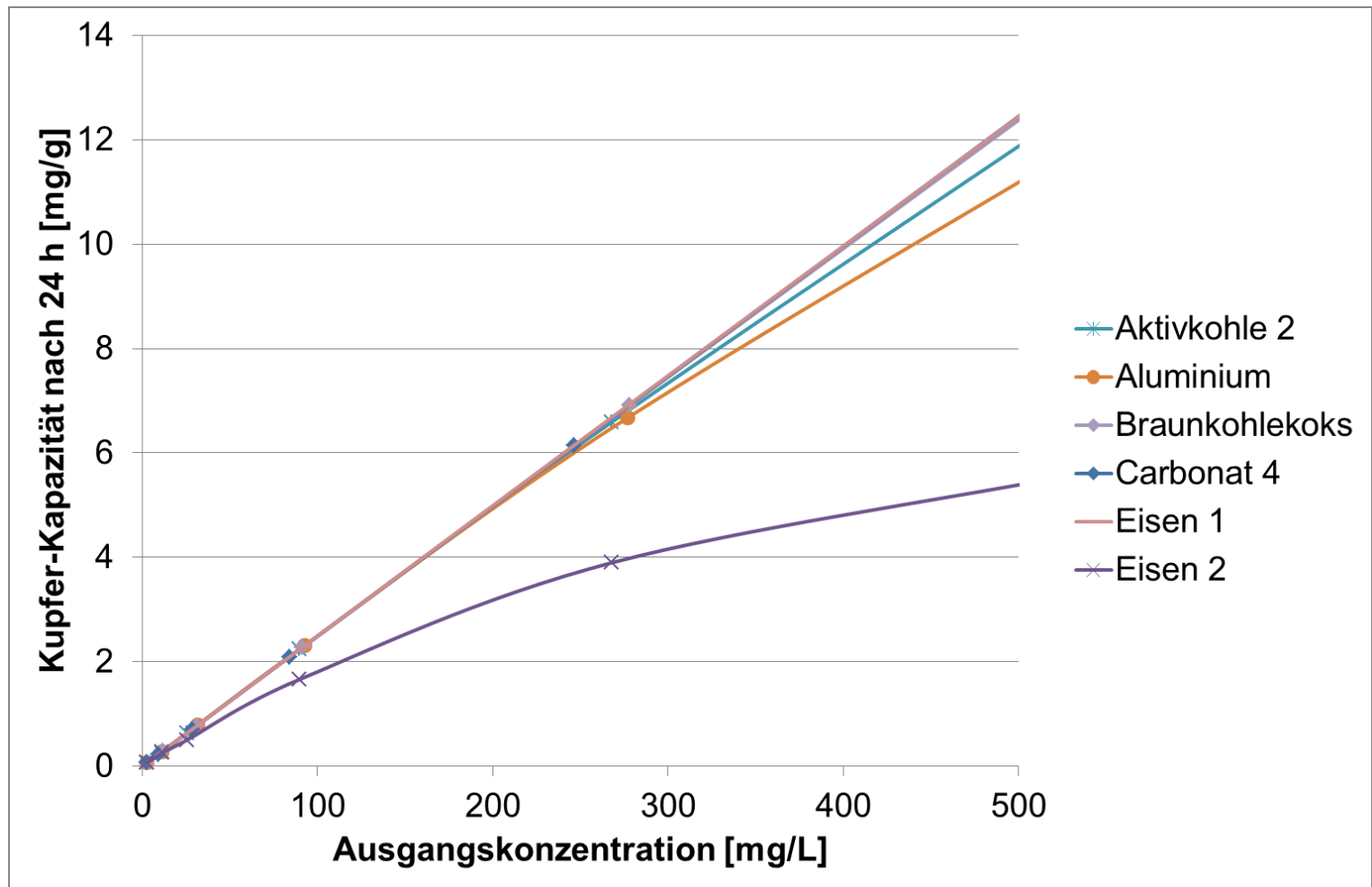
- Einige dezentrale Anlagen ohne Remobilisierung
- Teilweise Beobachtung einer Remobilisierung von Schwermetallen bei dezentralen Anlagen:
  - Beide Schwermetalle / nur Zink
  - NaCl und  $\text{CaCl}_2$  bzw. nur  $\text{CaCl}_2$  verantwortlich
  - Teils durch Trinkwasser verstärkt
  - Unterschiedlich starke Remobilisierung
- Klärung der Vorgänge, auch bei  $\text{MgCl}_2$ -Einsatz, durch weitere Untersuchungen notwendig

# Aktuelle Untersuchungen

## Ziele:

- Grundlegende wissenschaftliche Beschreibung und Erklärung des Remobilisierungsverhaltens von bereits auf Filtermaterialien zurückgehaltener Schwermetalle
- Sechs Filtermaterialien (andere Wirkmechanismen)
- Berücksichtigung von fünf Schwermetallen (Zink, Kupfer, Nickel, Cadmium und Blei)
- Verwendung verschiedener Auftausalze (NaCl, Gemische aus NaCl mit  $\text{MgCl}_2$  bzw.  $\text{CaCl}_2$ )

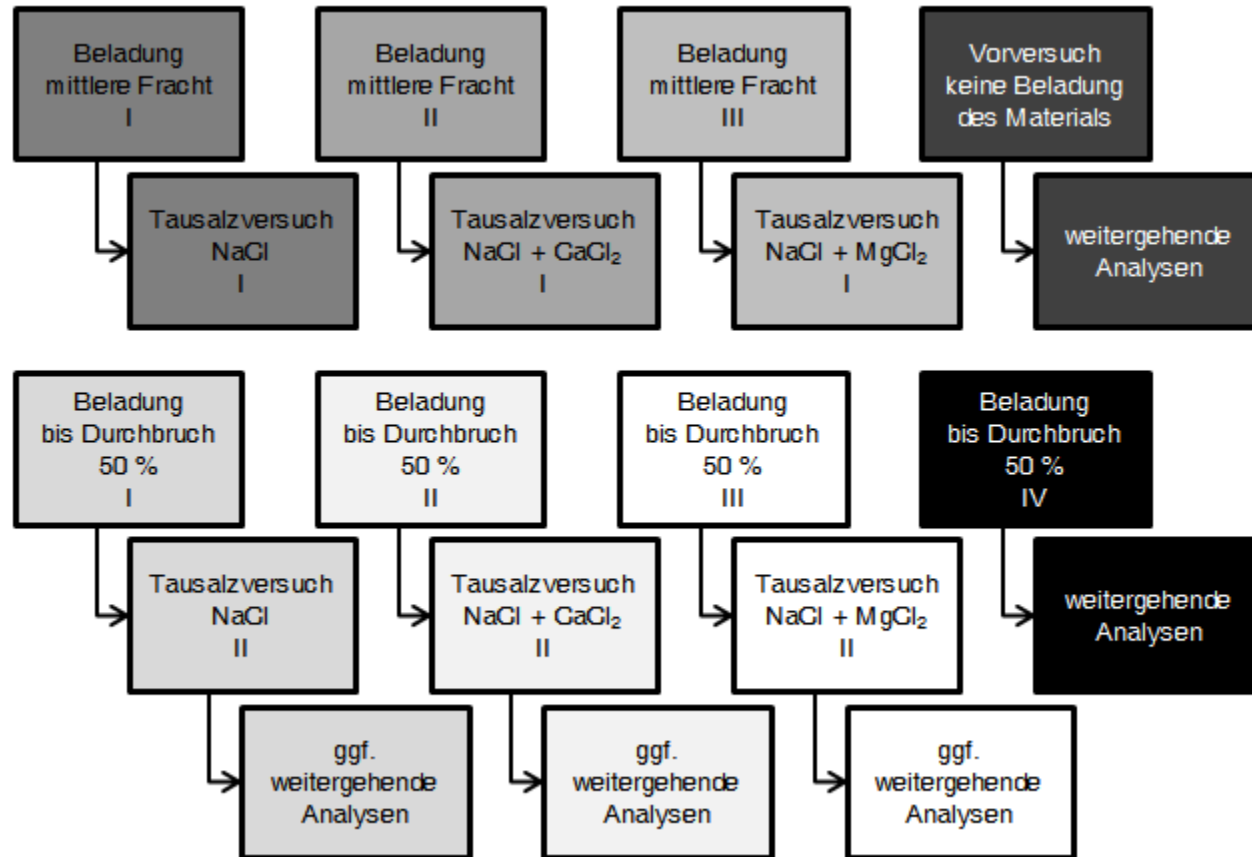
# Schüttelversuche



# Säulenversuche – Aufbau



# Säulenversuche – Durchführung



# Säulenversuche – Durchführung

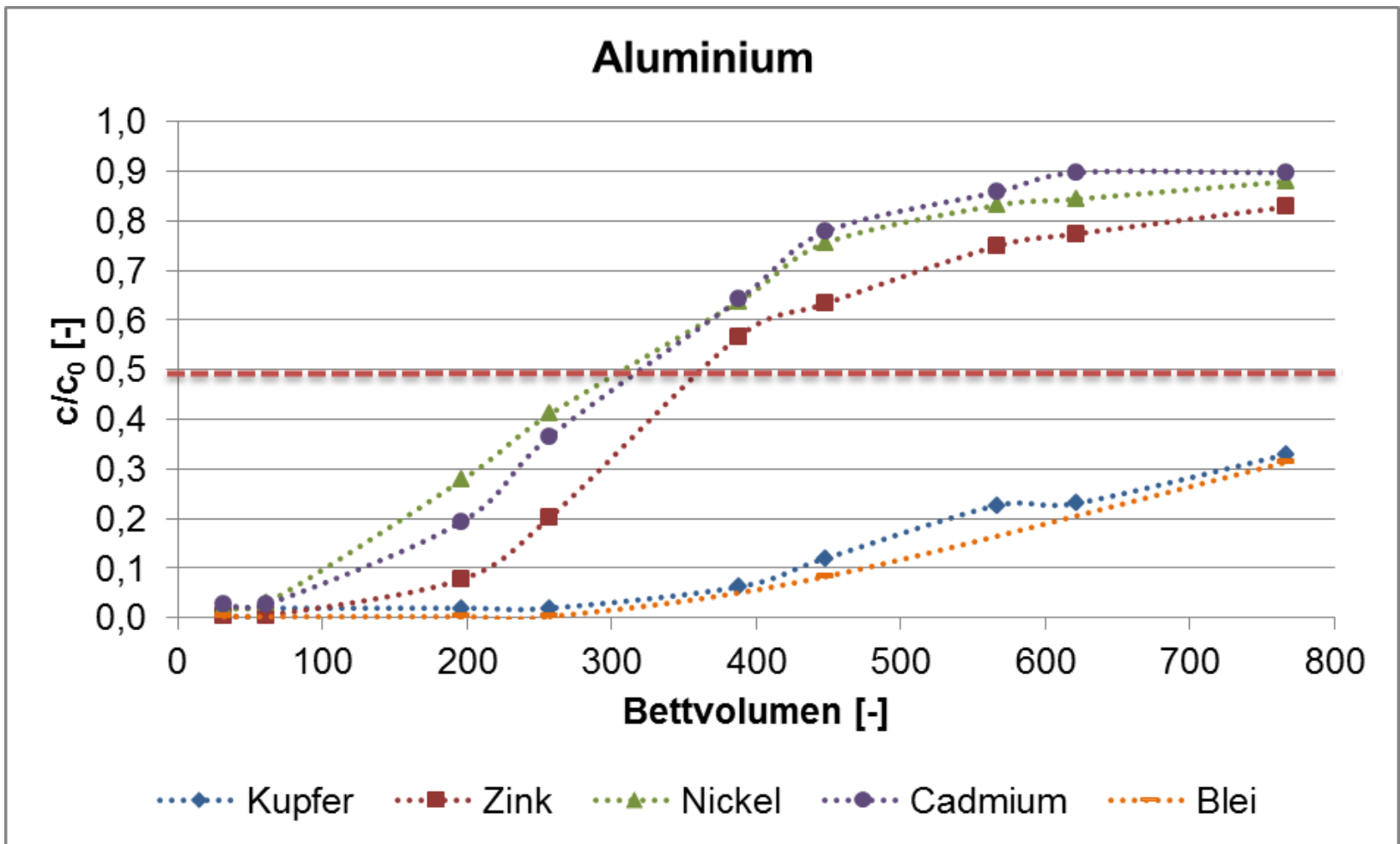
Zulaufkonzentrationen Beladung:

- Zink: 5.000  $\mu\text{g/L}$
- Kupfer, Nickel und Blei: je 2.500  $\mu\text{g/L}$
- Cadmium: 625  $\mu\text{g/L}$

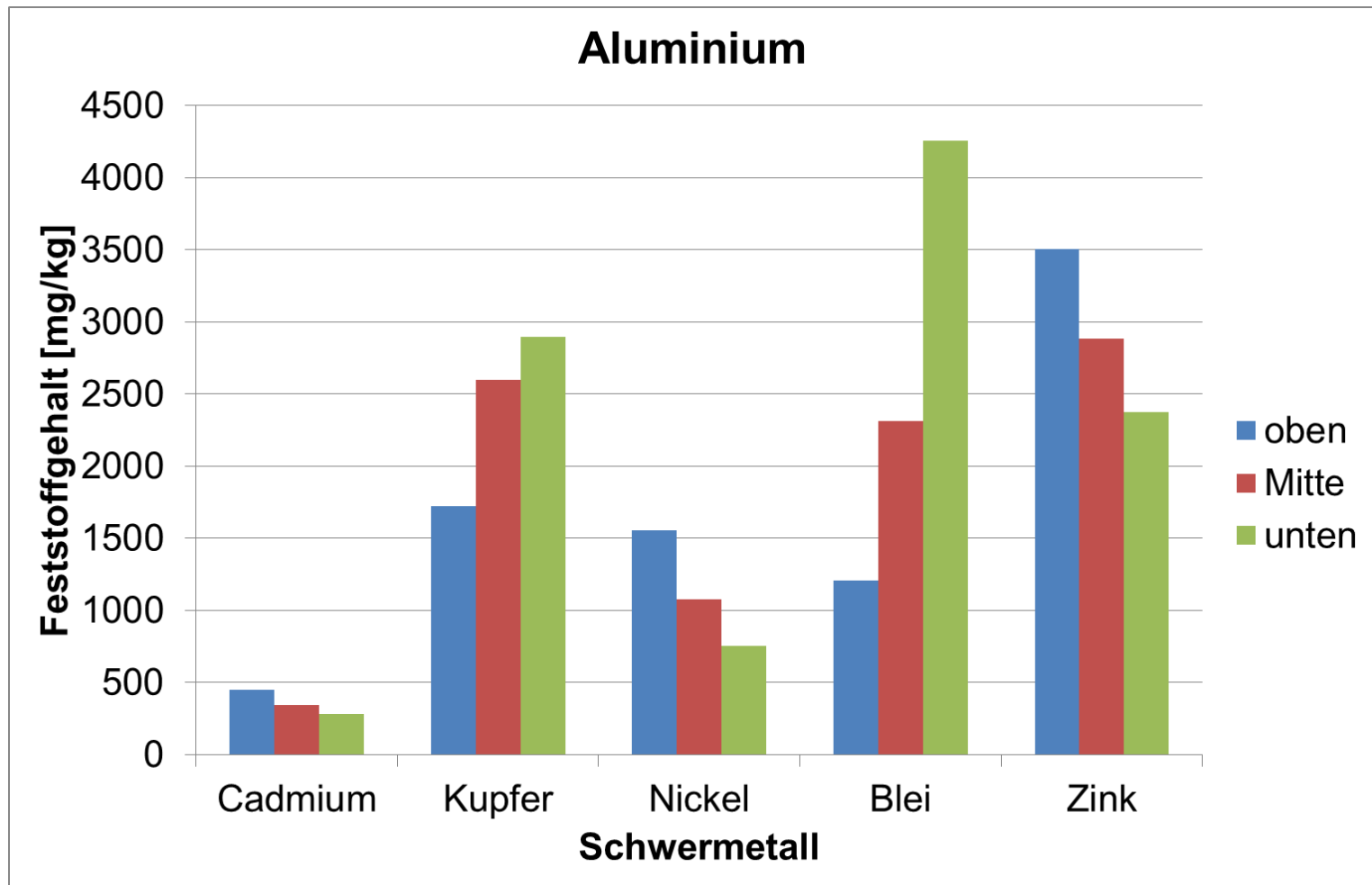
Zulaufkonzentrationen Tausalzversuche:

- NaCl: 10 g/L
- NaCl und  $\text{MgCl}_2$ : 10 g/L bzw. 2,5 g/L
- NaCl und  $\text{CaCl}_2$ : 10 g/L bzw. 2,5 g/L

# Säulenversuche – Ergebnisse

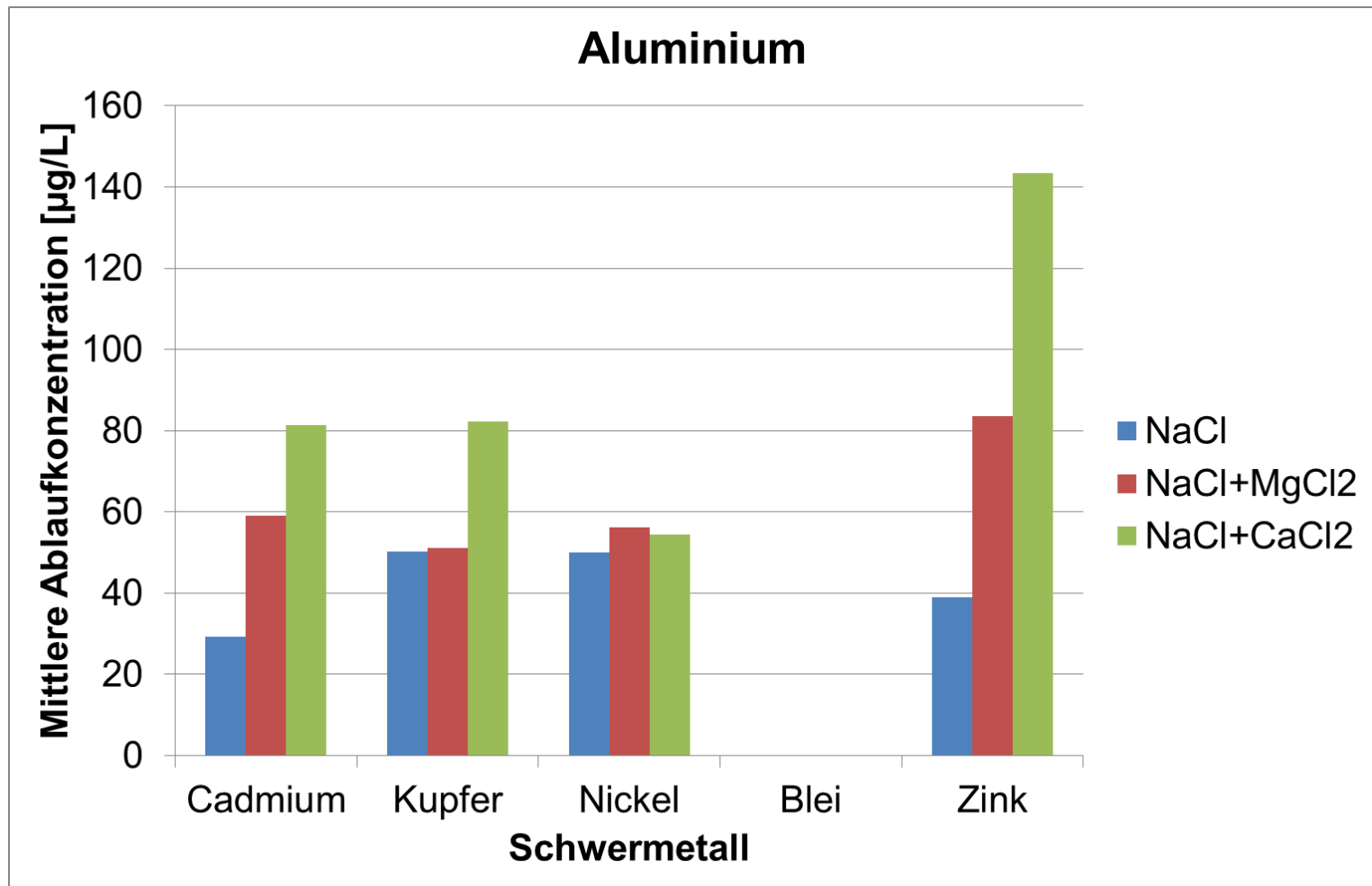


# Säulenversuche – Ergebnisse





# Säulenversuche – Ergebnisse



# Zusammenfassung

- Sechs Filtermaterialien mit guten Schwermetallrückhaltekapazitäten und Kinetiken sowie unterschiedlichen Wirkmechanismen ausgewählt
- Materialien halten jedes Schwermetall unterschiedlich gut zurück
- Unterschied zwischen dem Schwermetallrückhalt aus Schüttel- und Säulenversuchen
- Verhalten der Schwermetallremobilisierung vergleichbar mit den Ergebnissen des Standzeitverfahrens, jedoch deutlich differenzierter

# Ausblick

- Vergleich der beiden Beladungszustände
  - Prozentuale Schwermetallrückhalte in den Abläufen
  - Verteilung der Schwermetalle in den Feststoffschichten
- Quantifizierung der Remobilisierungen
  - Zusammenhang Beladung und Remobilisierung
  - Unterschiede zwischen den Auftausalzen
  - Unterschiede zwischen den Schwermetallen
  - Unterschiede zwischen den Materialien
- Durchführung weitergehender Analysen zur Bestimmung der Wirkmechanismen

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Maximilian Huber<sup>1)</sup>, Harald Hilbig<sup>2)</sup>, Jörg E. Drewes<sup>1)</sup> und Brigitte Helmreich<sup>1)</sup>

1) Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft, Am Coulombwall 8, D-85748 Garching, b.helmreich@tum.de

2) Technische Universität München, cbm - Centrum Baustoffe und Materialprüfung, Baumbachstraße 7, D-81245 München

# Literatur

- DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) (2015): Zulassungsgrundsätze für Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Teil 1: Anlagen zur dezentralen Behandlung des Abwassers von Kfz-Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Januar 2015.
- DIN EN 16070 (2014): Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch - natürlicher Zeolith.
- Hilliges, R., Helmreich, B., Horn, H., Bischof, F., Dierkes, C. (2007): Entwicklung und Optimierung eines mehrstufigen Reinigungssystems für Straßen- und Parkplatzabläufe in urbanen Gebieten zur Abflusssdämpfung (Hochwasserschutz). Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft.
- Hilliges, R., Schriewer, A., Helmreich, B. (2013): A three-stage treatment system for highly polluted urban runoff. J. Environ. Man. (15), 306 – 312.
- Huber, M., Dierschke, M., Welker, A., Helmreich, B. (2014a): Laborverfahren zur Ermittlung von Standzeiten von Anlagen zur Behandlung des Niederschlagswassers von Verkehrsflächen. Aqua Urbanica 2014, Innsbruck, 23.-24.10.2014. ISBN 978-3-902978-28-8.
- Huber, M., Welker, A., Dierschke, M., Drewes, J.E., Helmreich, B. (2014b). Ein neues Laborverfahren zur Ermittlung von Standzeiten dezentraler Anlagen zur Behandlung von Verkehrsflächenabflüssen. gwf-Wasser-Abwasser 155(5), 630-638.
- Huber, M., Welker, A., Drewes, J.E., Helmreich, B. (2015). Auftausalze im Straßenwinterdienst – Aufkommen und Bedeutung für dezentrale Behandlungsanlagen von Verkehrsflächenabflüssen zur Versickerung. gwf-Wasser-Abwasser 156, im Druck.
- LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2013): UmweltWissen – Praxis. Streusalz und Splitt im differenzierten Winterdienst.