

Reifenabrieb in der Umwelt

Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch,
Daniel Venghaus M.Sc.
TU Berlin, FG Siedlungswasserwirtschaft

GEFÖRDERT VOM



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze



FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

Motivation und Herausforderungen

TIP
TIRE INDUSTRY PROJECT
10-YEAR PROGRESS REPORT
(2005-2015)

bast
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

OE/MP
Österreichische Forschungsgemeinschaft

Umwelt Bundesamt

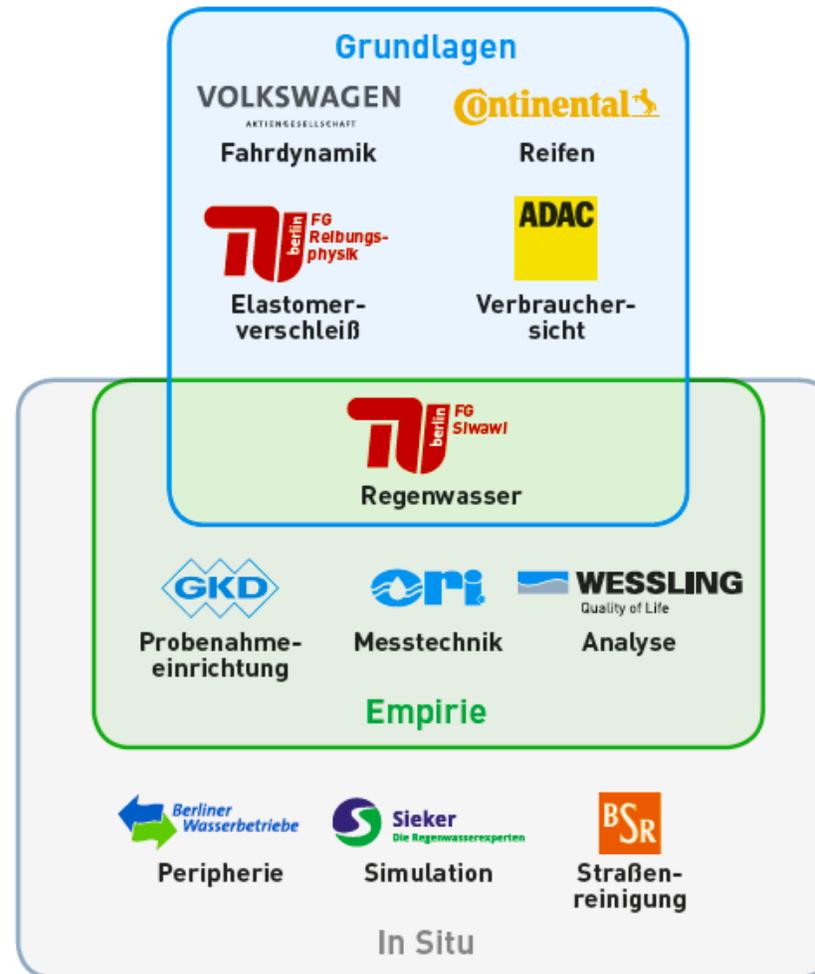
DSWT

Bisherige Studien

DEUTSCHER BUNDESTAG

Politik und Öffentlichkeit

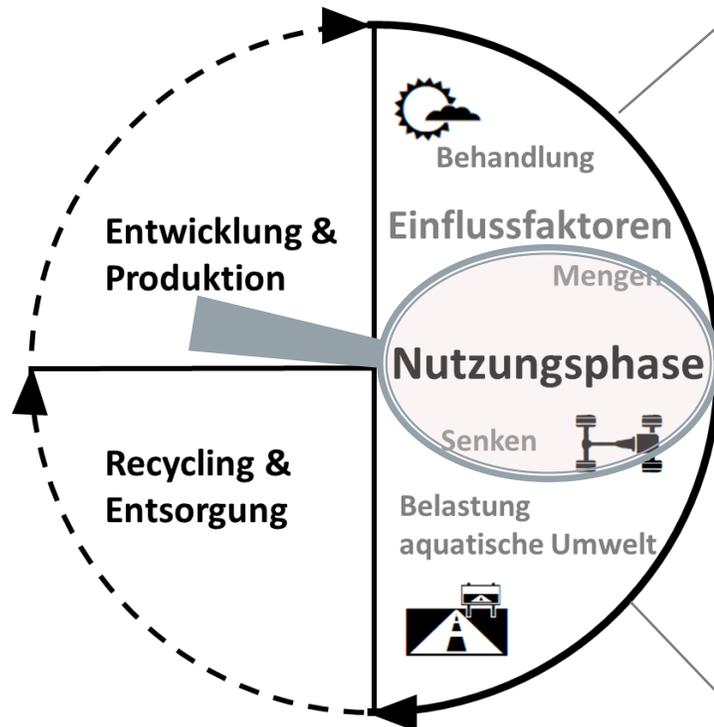
Umwelt



Produktion
Theorie

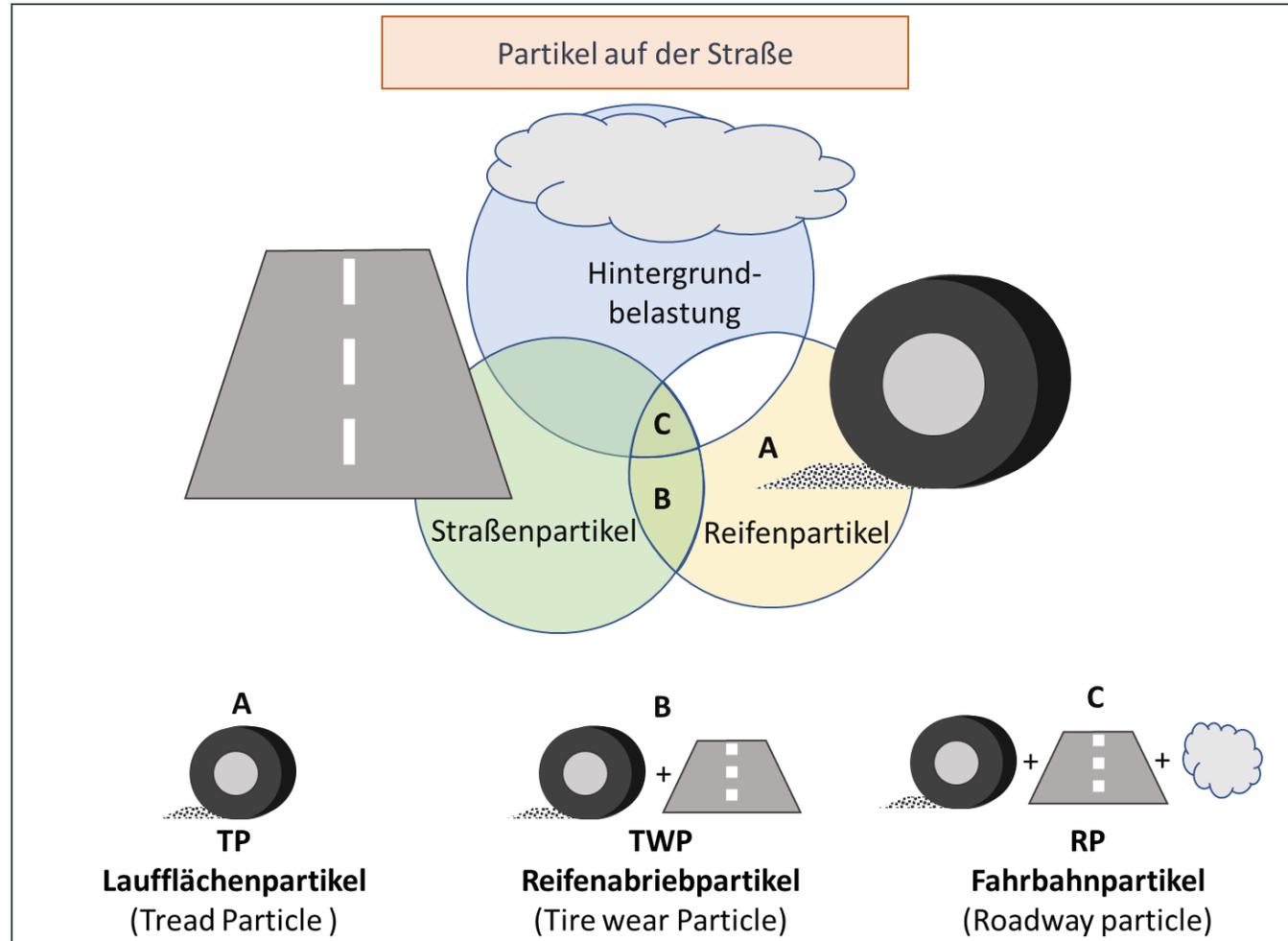
Straße
Praxis

Entsorgung
Theorie



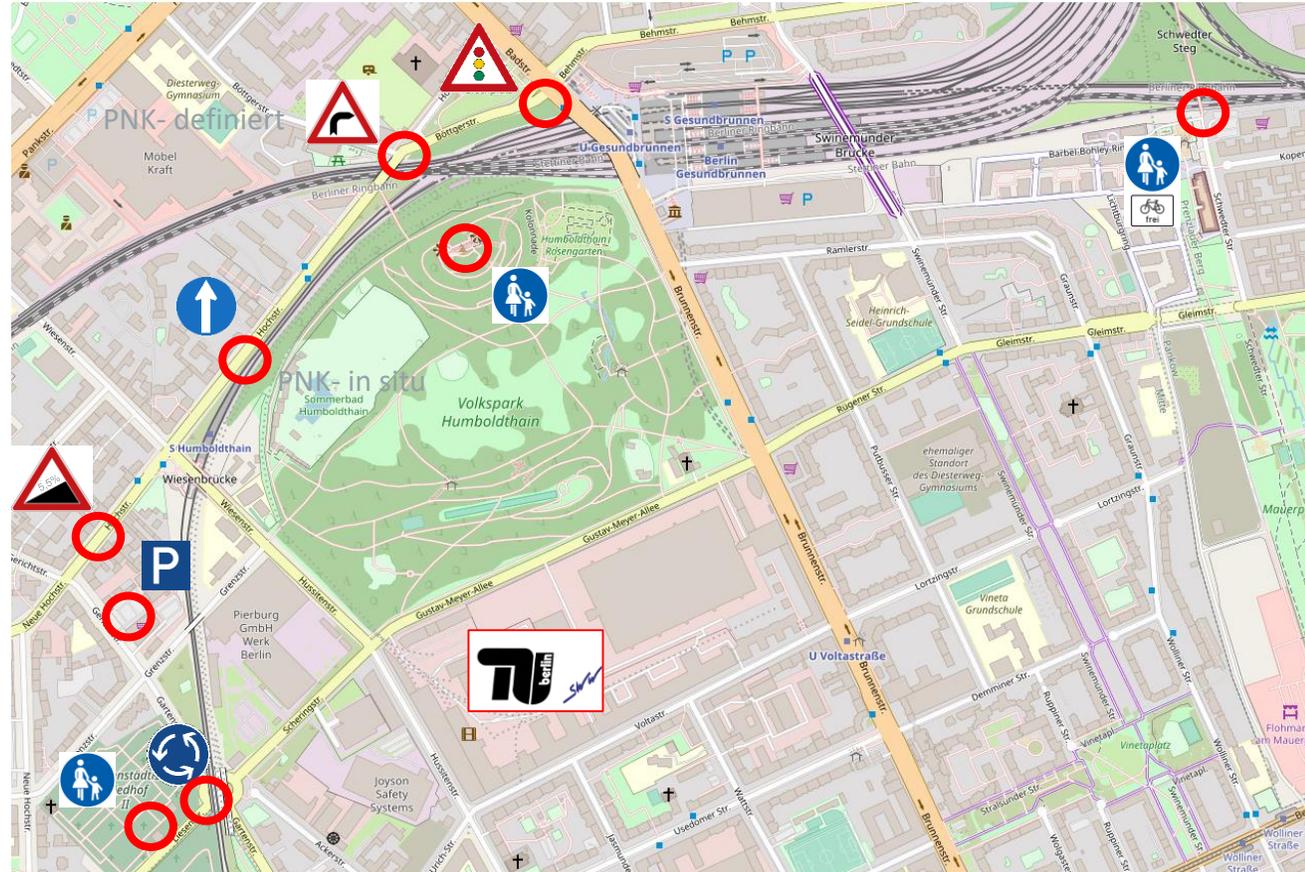
- **Reifenabrieb bilanzieren**
 - ✓ neuartiges Probenahmesystem (in situ)
 - ✓ neuartige Analytik
- **Minimierung der Umwelteinträge**
 - ✓ Optimierte Straßenreinigung
 - ✓ Verminderungsmaßnahmen
- **Der Zyklus des Reifens**
- **Produkte**
 - ✓ Probenahmekorb
 - ✓ Bewertungs-Tool
 - ✓ Maßnahmenkatalog
 - ✓ Software STORM[®]

Übersicht der verschiedenen Definitionen für Reifenabrieb



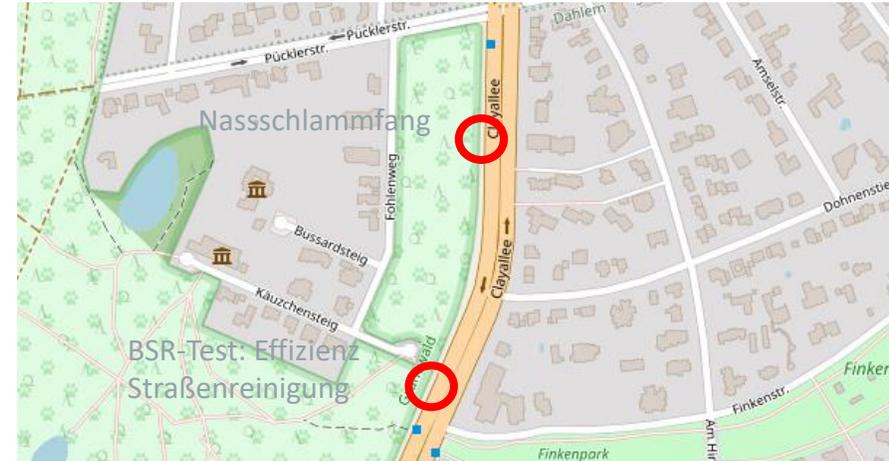
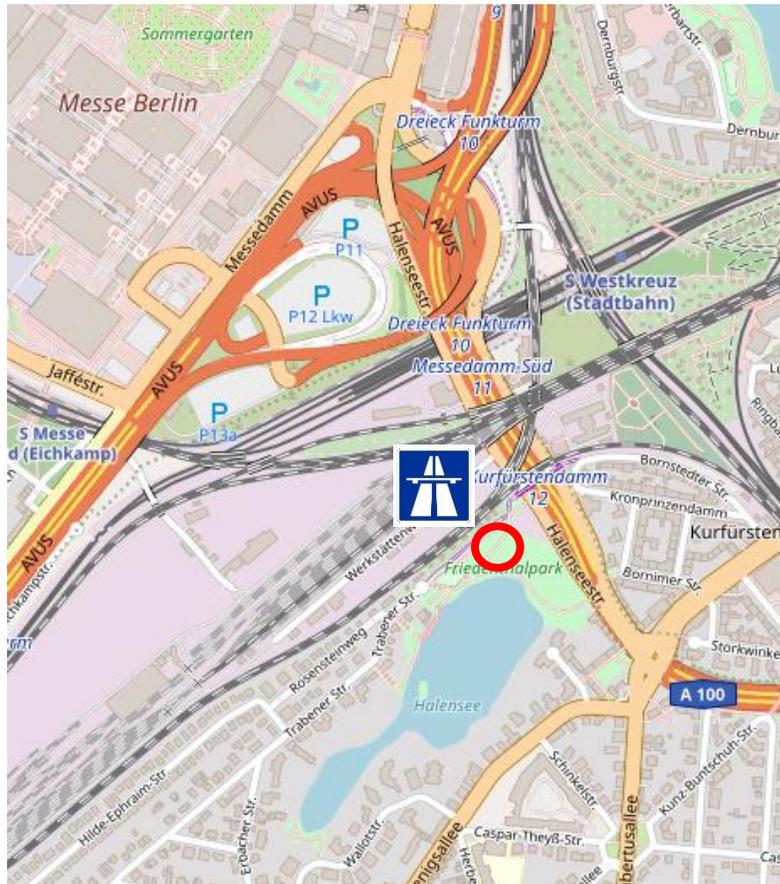
(NACH KREIDLER ET. AL 2010)

RAU-Messpunkte: Tagesfegung, Probenahmekorb

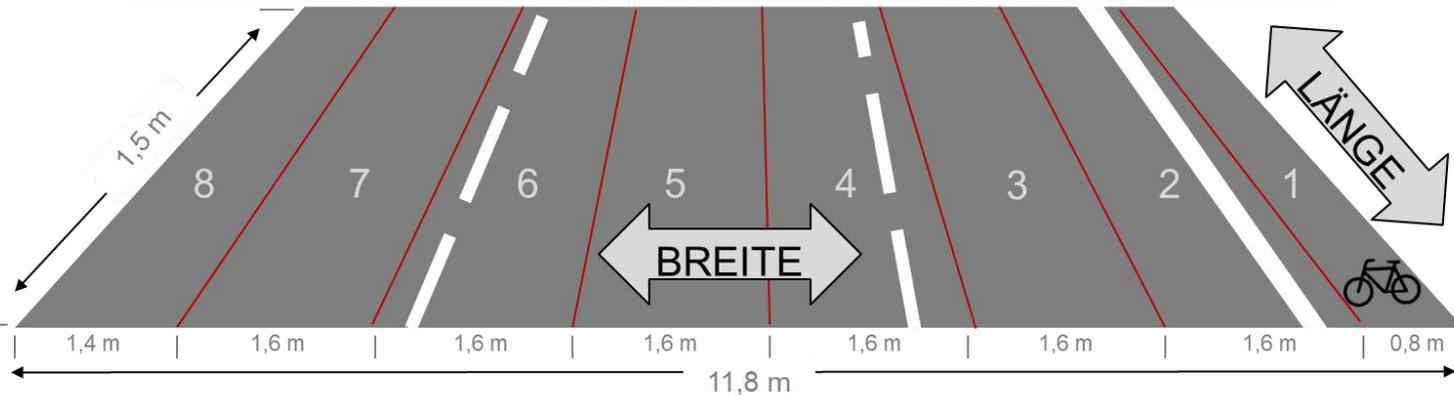


www.openstreetmap.de

RAU-Messpunkte, Sonderproben



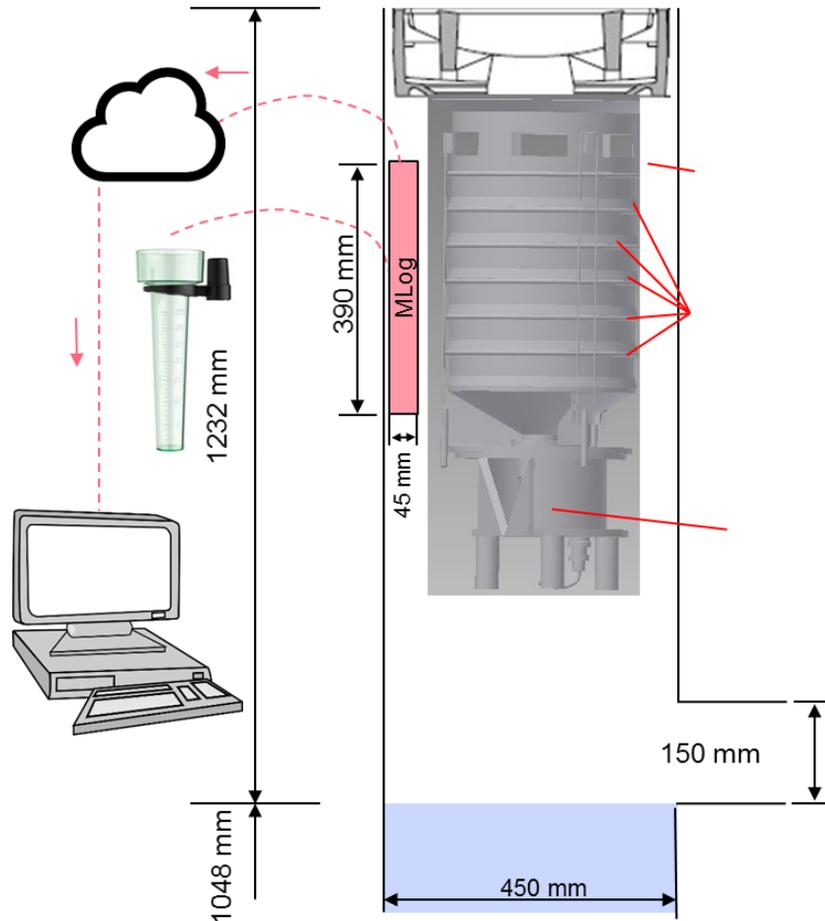
Handkehrichtprobenahme



- Definierte Handkehrichtprobenahme
- Im Abstand von 1,6 m vom Bordstein die größte Reifenabriebs- und Partikelmenge festgestellt
- KFZ/24h wurden erfasst
- Wetterdaten wurden erfasst
- Definierte 24h Probenahmen



Entwicklung eines modularen Probenahmekorbs



- Beprobung Ablaufwassers bis 20 μ m (10 μ m)
- Integrierte Durchflussmessung
- Integrierter Regenmesser
- Online Signalübertragung
- Integrierte Notüberlauferkennung



Probenvorbereitungsschritte zur Separation von Reifenabriebpartikel:

Fraktionierung

20-50 μm
50-100 μm
100-500 μm

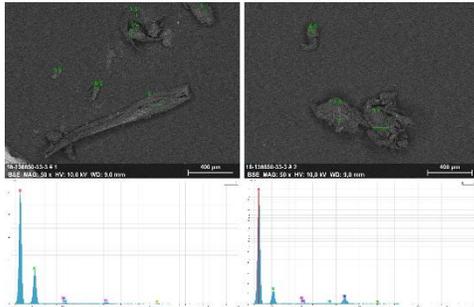
Dichte-
separation

Siebung

Chemische
Aufschlüsse

Enzymatische
Aufschlüsse

Filtration



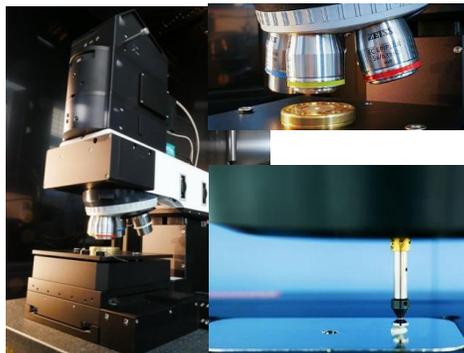
REM Aufnahme zu Partikeln

- Morphologische Darstellung
- Form: zigarren- und partikelförmig
- Größenbereiche in den Fraktionen bis zu 500µm



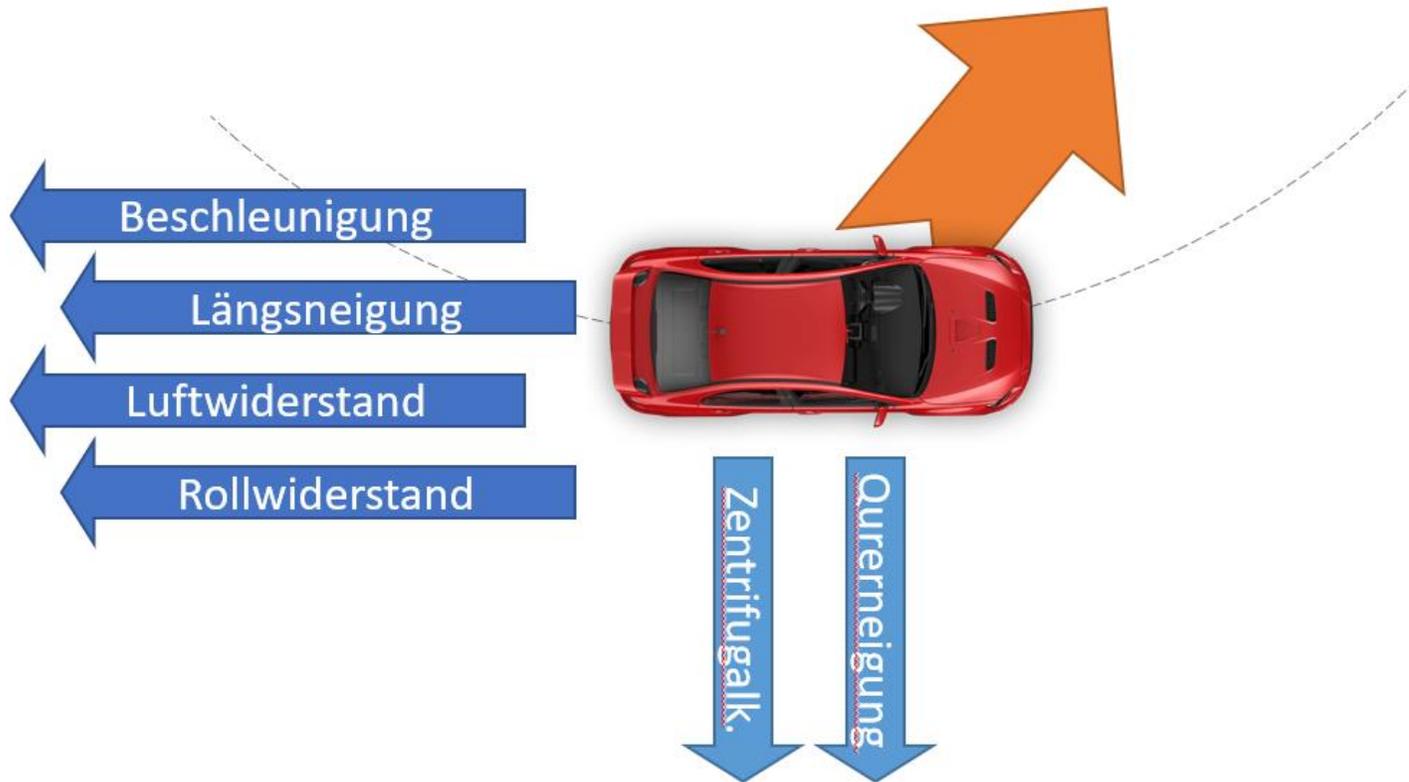
Bestimmung der Massenkonzentration von Styrol-Butadien Rubber (SBR/BR) mittels Pyrolyse-GC/MS auf Basis von ISO/ TR 21396:2017-12

- Bestimmung der SBR-Massengehalte für aufbereitete Feststoffproben
- Die Messungen von Reifenabrieb aus Umweltproben ist anspruchsvoll und Ergebnisse müssen sehr sorgfältig interpretiert werden



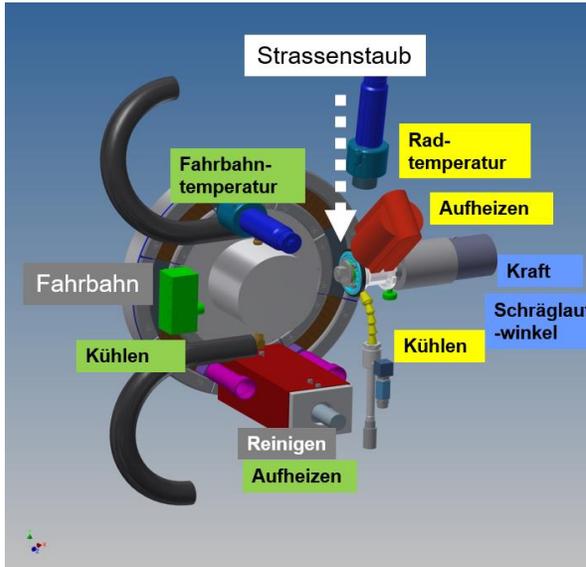
Raman und FTIR Mikroskop

- Identifizieren einzelner Partikel FTIR
- Größenverteilung von Partikeln Raman



- Erstellung eines physikalischen Modells für die Reifenabriebentstehung
- Validierung mit den in situ Messergebnissen
- Längs und Querbelastrungen wirken unterschiedlich stark auf die Verschleißmenge
- Das Reifenmaterial ist ein Einflussparameter für die Verteilung der Partikelgrößen

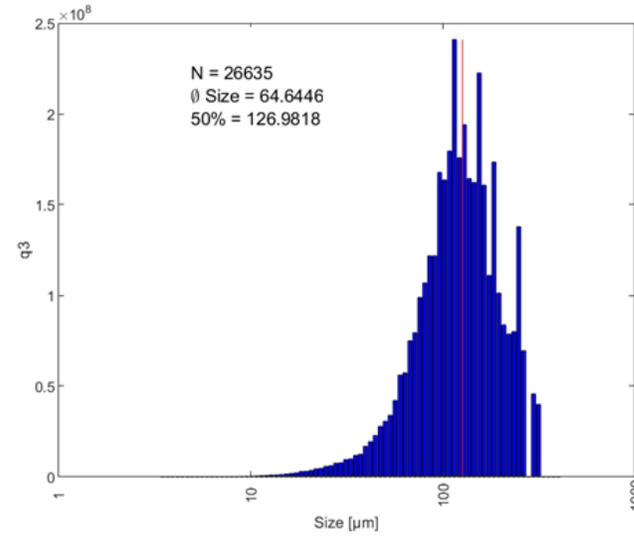
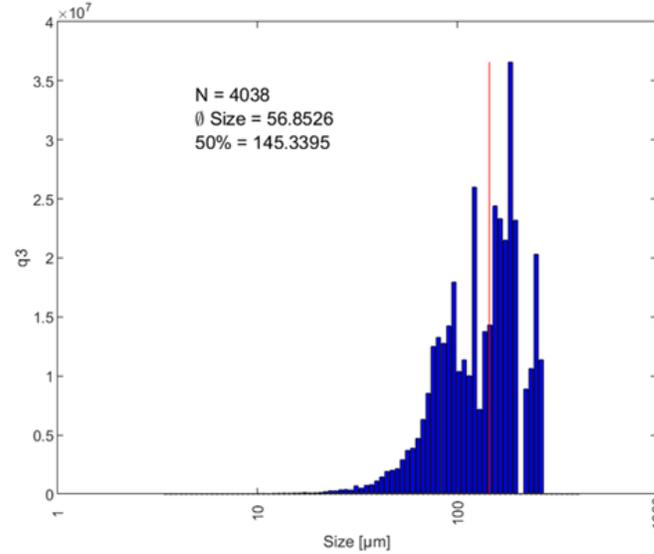
Laborversuche- Reifenabrieb



Laborabriebversuch (Grosch)



Indoor-Bremsversuch AIBA

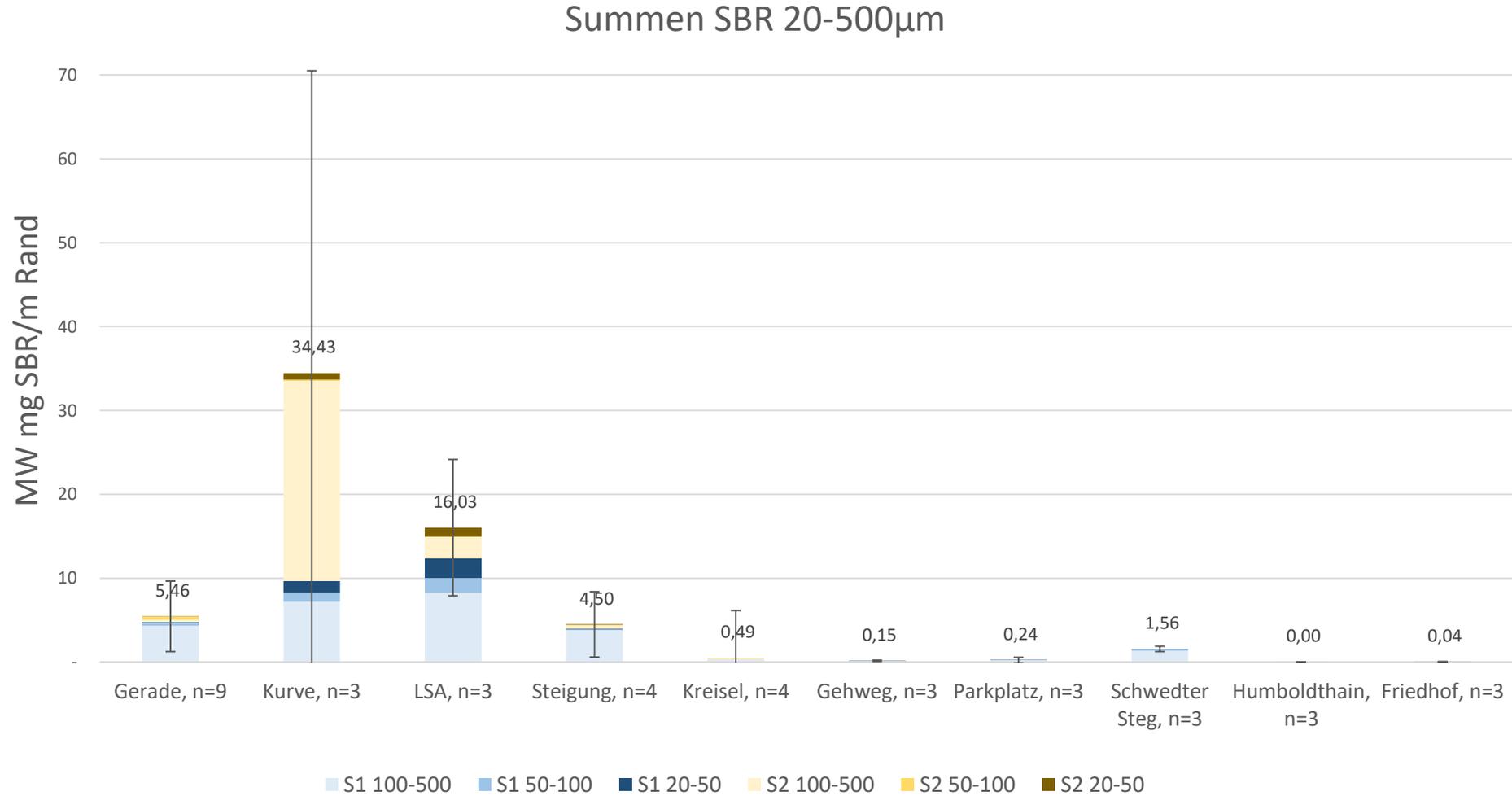


- In situ ermittelte Messergebnisse für unterschiedliche Fahrsituationen können abgebildet werden
- Die Größenverteilung des Reifenabriebs im Labor und der Indoor Teststrecke liegen im Median bei 145 und 127 µm
- Unsere Messungen zeigen, dass Gummimischungen mit einem großen Abriebwiderstand Verteilungen mit einem kleineren Medianwert erzeugen

Untersuchung Immission- Handkehrichtprobenahme



Ergebnisse Immission- Handkehrichtprobenahme



Untersuchung Immission- Probenahmekorb



1 mm

500 μ m

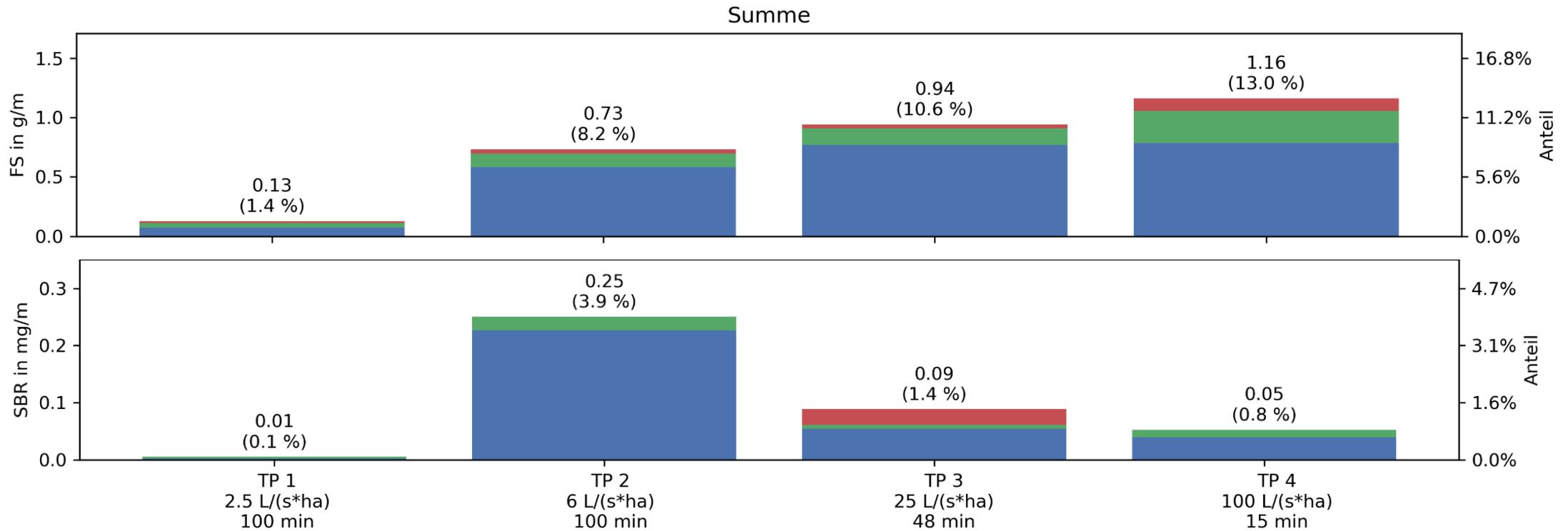
250 μ m

125 μ m

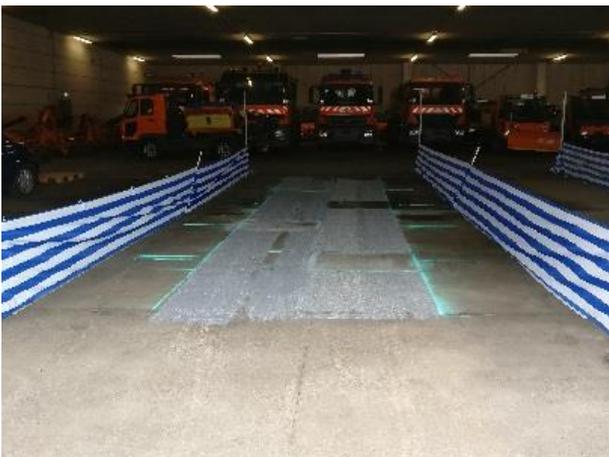
125 μ m

63 μ m

Ergebnisse Immission Kurve - Probenahmekorb



Untersuchung ausgewählter Maßnahmen



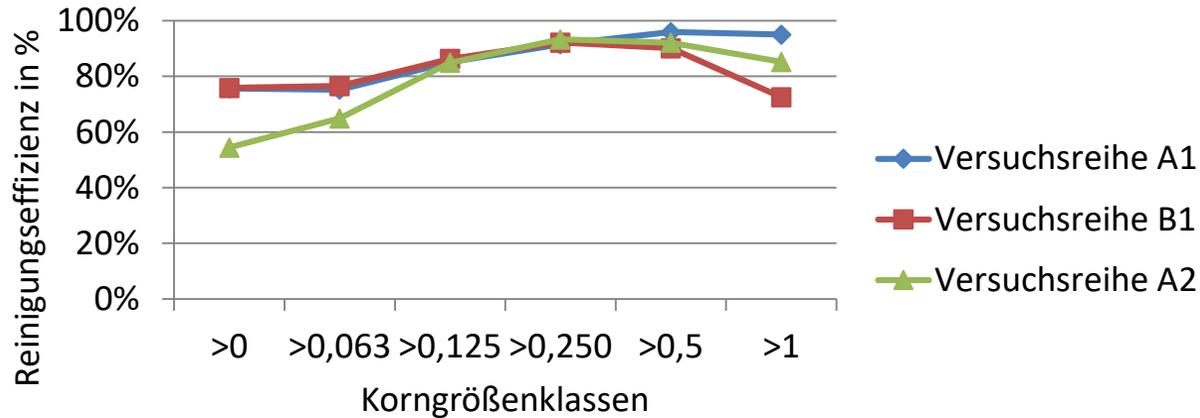
- Ermittlung der Reinigungsleistung von Straßenkehrmaschinen in Hallenversuchen und in situ
- Untersuchungen mit definierter Prüfstoffmatrix und realem Straßenkehricht
- Abschätzung der Wirkung häufigerer Reinigungszyklen

Zusätzlich:

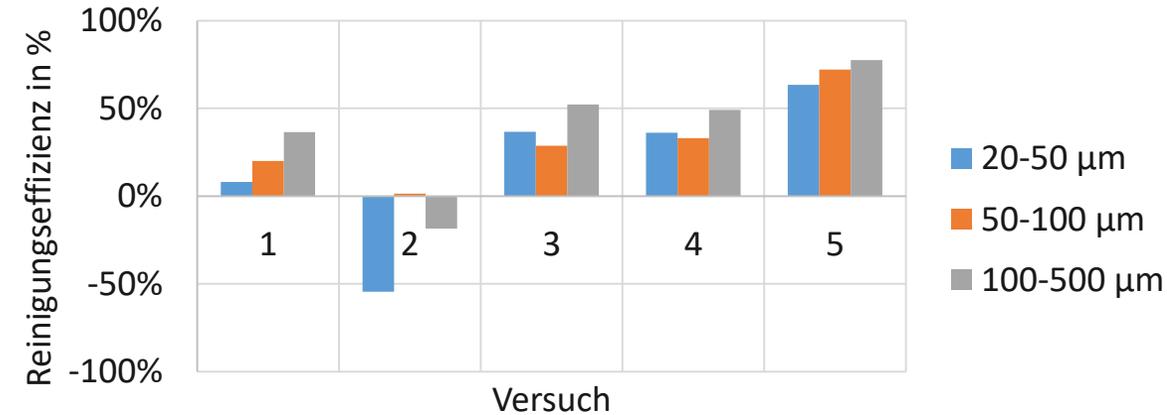
- Untersuchung von SBR im Laubkorb und Nassschlammfang
- Es wurde SBR gefunden, ein Rückhalt kann durch optimale Wartung erzielt werden

Reinigungsleistung Halle und in situ

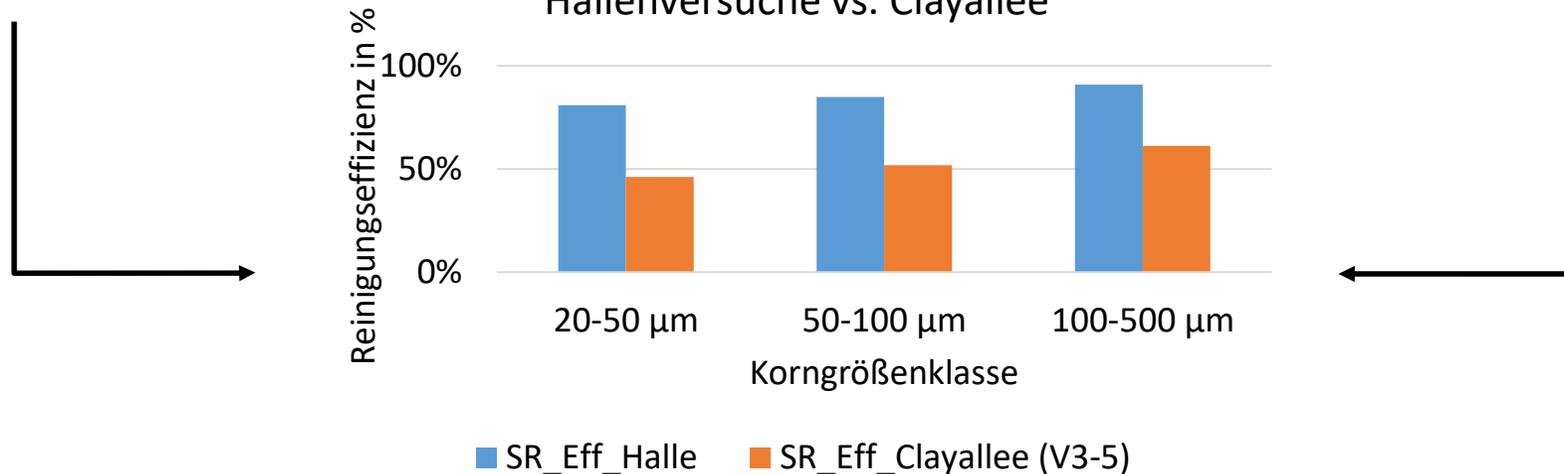
Kehreffizienzen über Korngrößenfraktionen - Halle



Reinigungseffizienz AFS - Clayallee

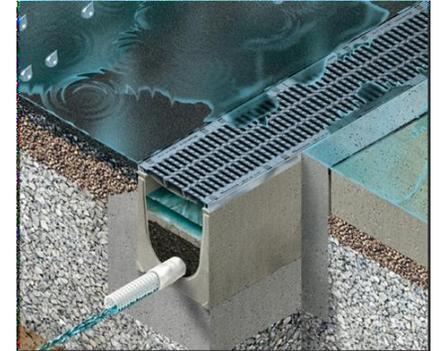


Reinigungseffizienz Straßenkehrericht – Hallenversuche vs. Clayallee

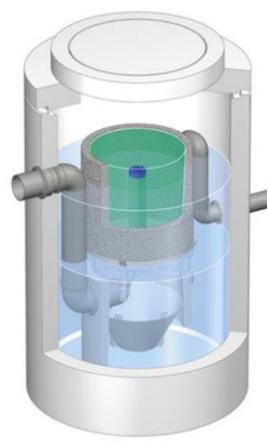


Dezentrale Behandlungsanlagen

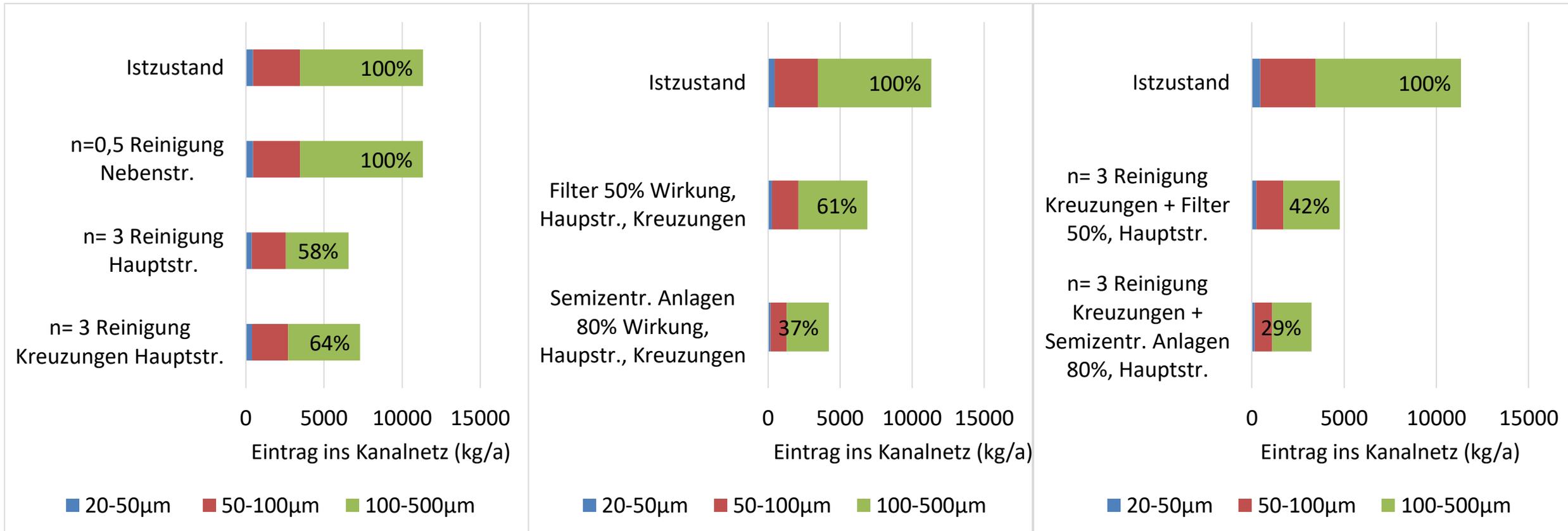
- Straßeneinlauf - Hot Spots



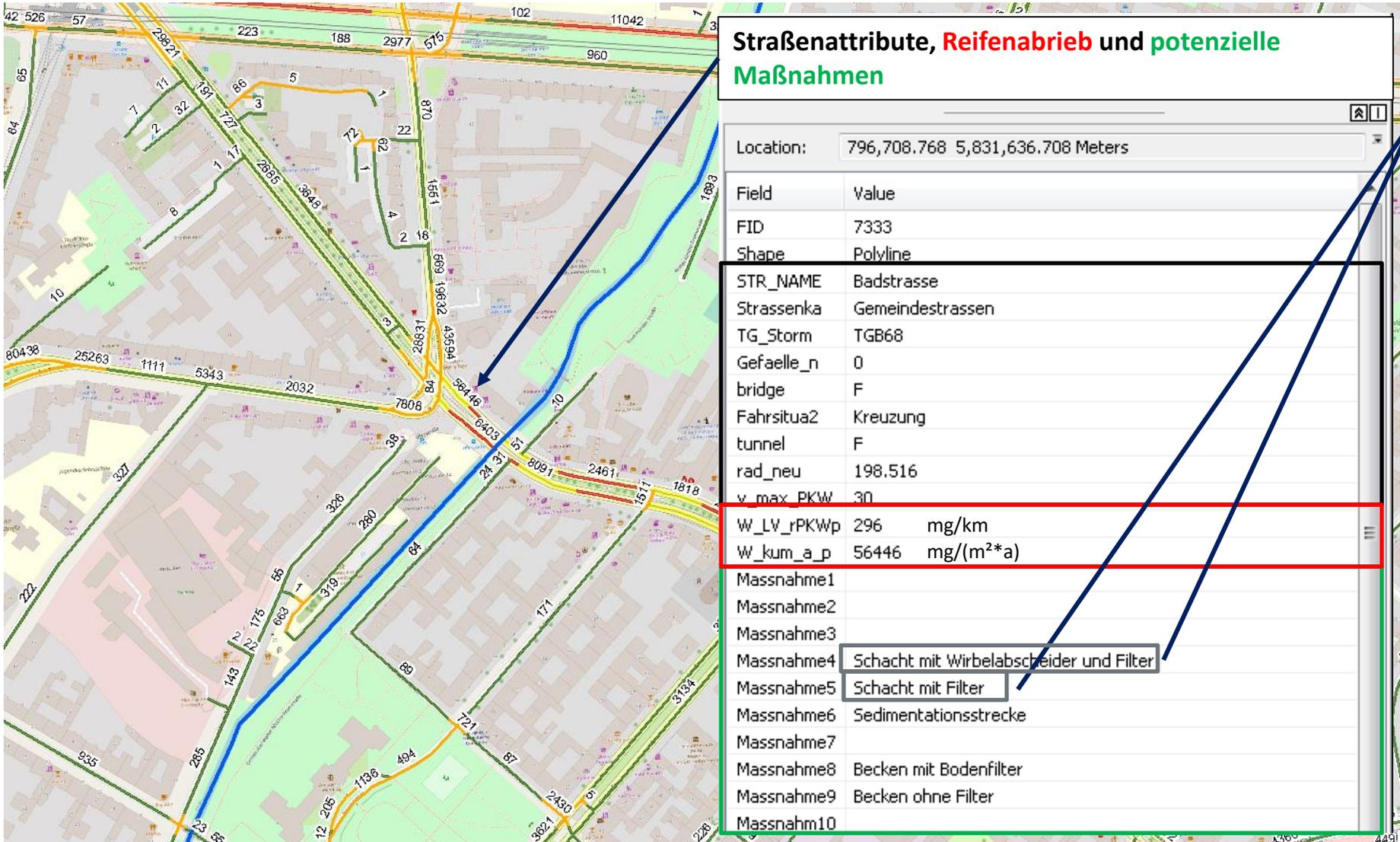
- kleine Einzugsgebiete - Hot Spots



Hydrologische Modellierung, ausgewählte Maßnahmen



n – Reinigungen pro Woche



- Der diffuse Eintrag von Reifenabrieb in die Umwelt findet in der Nutzungsphase des Produktlebenszyklus-Reifen statt
- Der gefundene SBR liegt überwiegend in dem Größenbereich von 50-500 μm , in welchem technischen Behandlungsanlagen wirkungsvoll sein können
- Reifenabrieb Hot Spots wurden identifiziert und klassifiziert
- Erhöhte Kräfte an der Kurve und Lichtsignalanlage führen zu einer vergleichsweise großen Abriebsmenge
- Durch den Einsatz der Straßenreinigung vor einem Regenereignis kann der Eintrag in die aquatische Umwelt reduziert werden
- Bei Untersuchungen am Flughafen konnten auf der Landebahn keine Reifenabriebspartikel gefunden werden
- Bei Luftmessungen konnte SBR in der Luft detektiert werden, mit Unterschieden im Tagesverlauf, wobei keine eindeutige Korrelation zwischen Fahrzeuganzahl und SBR möglich war

- Parkende Autos sollten den relevanten Randbereich (1,6 m) für die Straßenreinigung zeitweise freigeben
- Durch ein breit angelegtes in situ Monitoringprogramm könnten weitere Einflussfaktoren identifiziert und Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrags in die Umwelt kontinuierlich verbessert werden
- Weitere Messungen zu unterschiedlichen Hot Spots sind sinnvoll
- Vergleichende Analyse zu unterschiedlichen Kurvenradien und Lichtsignalanlagen, Geschwindigkeiten und Fahrzeugaufkommen
- Massenbilanz Fahrbahn-Wasser- Boden- Luft muss noch besser verstanden werden



Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch
e-mail: matthias.barjenbruch@tu-berlin.de

Daniel Venghaus M.Sc.
e-mail: daniel.venghaus@tu-berlin.de

TU Berlin, FG Siedlungswasserwirtschaft

Sekr. TIB1-B16, Gustav-Meyer-Allee 25,

D - 13355 Berlin

Tel.: +49 / (0) 30 / 314 72249

www.rau.tu-berlin.de