

AFS63 – Harmonisierungsbedarf und Empfehlungen für die labortechnische Bestimmung des neuen Parameters

Jan Philip Nickel

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Wasser und Gewässerentwicklung
Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft

nickel@kit.edu

+49 721 608 43666

Gliederung

- HSGSim – Hochschulgruppe Simulation
- AFS63 als Referenzparameter der Regenwasserbehandlung
- Harmonisierungsbedarf bei der labortechnischen Bestimmung
- Untersuchungen der HSGSim
- Fazit und Ausblick

HSGSim



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM



eawag
aquatic research



hsgsim.org Hochschulgruppe Simulation Arbeitsgruppe AFS63



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



Universität Stuttgart



AFS63



| Bereich | Benennung | Kurzzeichen | Korngröße mm |
|-------------------------|---------------|-------------|--------------------|
| sehr grobkörniger Boden | großer Block | <i>LBo</i> | > 630 |
| | Block | <i>Bo</i> | > 200 bis 630 |
| | Stein | <i>Co</i> | > 63 bis 200 |
| grobkörniger Boden | Kies | <i>Gr</i> | > 2,0 bis 63 |
| | Grobkies | <i>CGr</i> | > 20 bis 63 |
| | Mittelkies | <i>MGr</i> | > 6,3 bis 20 |
| | Feinkies | <i>FGr</i> | > 2,0 bis 6,3 |
| feinkörniger Boden | Sand | <i>Sa</i> | > 0,063 bis 2,0 |
| | Grobsand | <i>CSa</i> | > 0,63 bis 2,0 |
| | Mittelsand | <i>MSa</i> | > 0,2 bis 0,63 |
| | Feinsand | <i>FSa</i> | > 0,063 bis 0,2 |
| | Schluff | <i>Si</i> | > 0,002 bis 0,063 |
| | Grobschluff | <i>CSi</i> | > 0,02 bis 0,063 |
| | Mittelschluff | <i>MSi</i> | > 0,0063 bis 0,02 |
| | Feinschluff | <i>FSi</i> | > 0,002 bis 0,0063 |
| | Ton | <i>Cl</i> | ≤ 0,002 |

Feinfraktion
T+U
AFS63
AFSfein

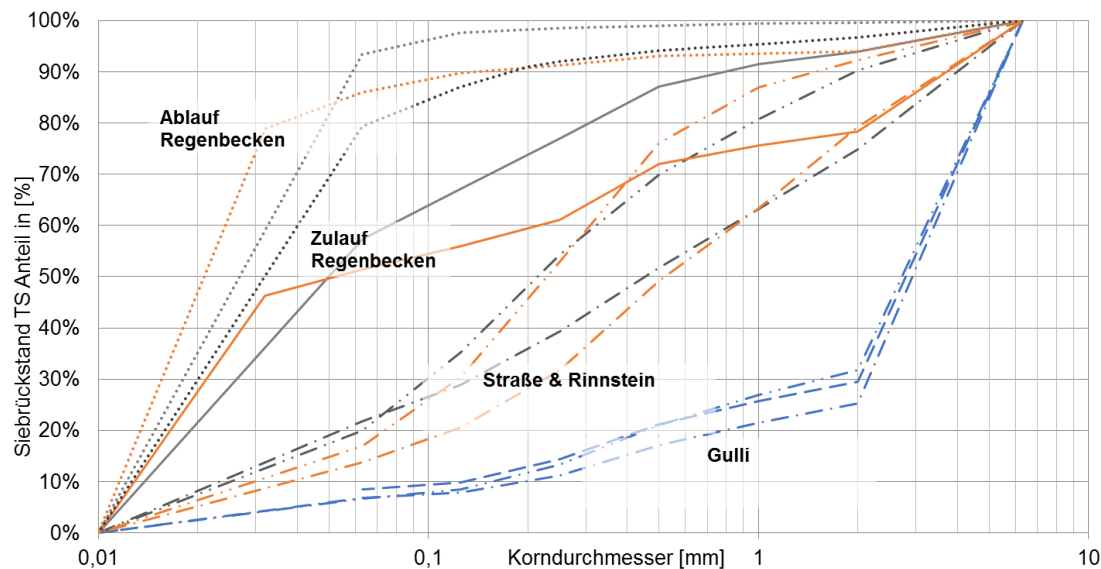
...

Sedimente eines Regenklärbeckens (Kemper, 2016)

DIN EN ISO 14688-1 (2013)

Korngrößenverteilung im urbanen Raum

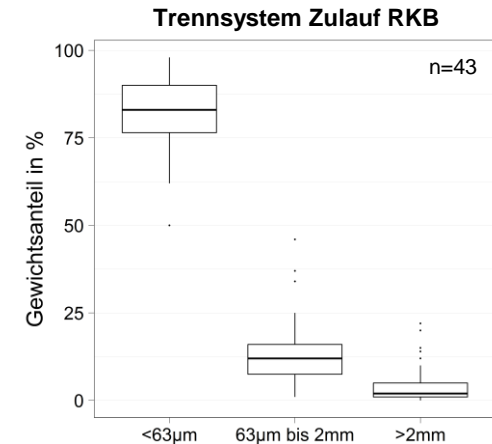
- Klassierung der Feststoffe auf dem Transportweg
- Herausforderung an Behandlung ist Rückhalt der Feinpartikel



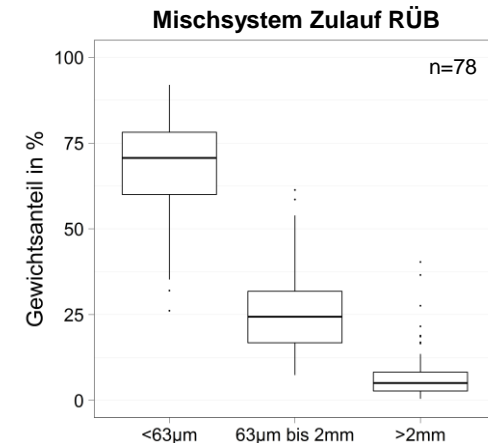
(Kemper, 2018, unveröffentlicht)

AFS63 als Referenzparameter für die Behandlung

- Aufkommen gröberer Partikel stark standortabhängig
- Die Feststofffraktion $< 63 \mu\text{m}$ ist ein geeigneter Referenzparameter:
 - für die Bemessung von Behandlungsanlagen
 - als Vergleichsbasis für die Beurteilung der Anlagenwirksamkeit



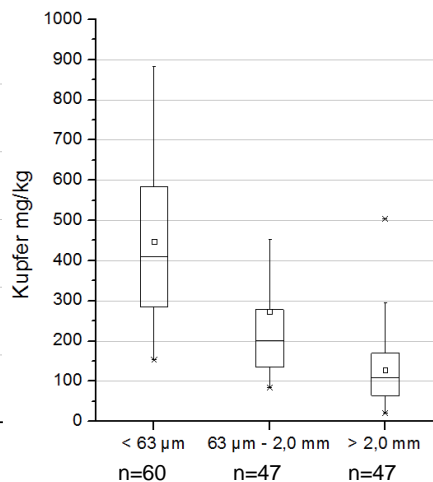
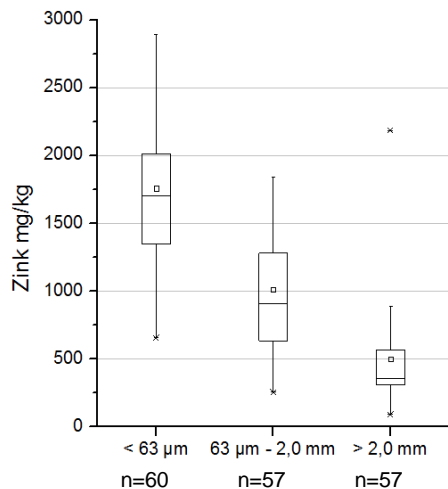
(Eyckmanns-Wolters et al. 2013)



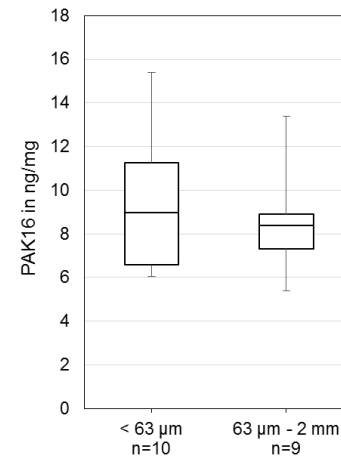
(Kemper et al. 2015)

Relevanz für den Gewässerschutz

- 63 µm ist der kritische Partikeldurchmesser für das wichtigste Behandlungsverfahren, die Sedimentation, unter geltenden Bemessungsvorgaben ($q_A \leq 10$ m/h)
- Hauptanteil der partikulär transportierten Schadstoffe in Fraktion < 63 µm (Beladung steigt mit spezifischer Oberfläche und Organikgehalt)

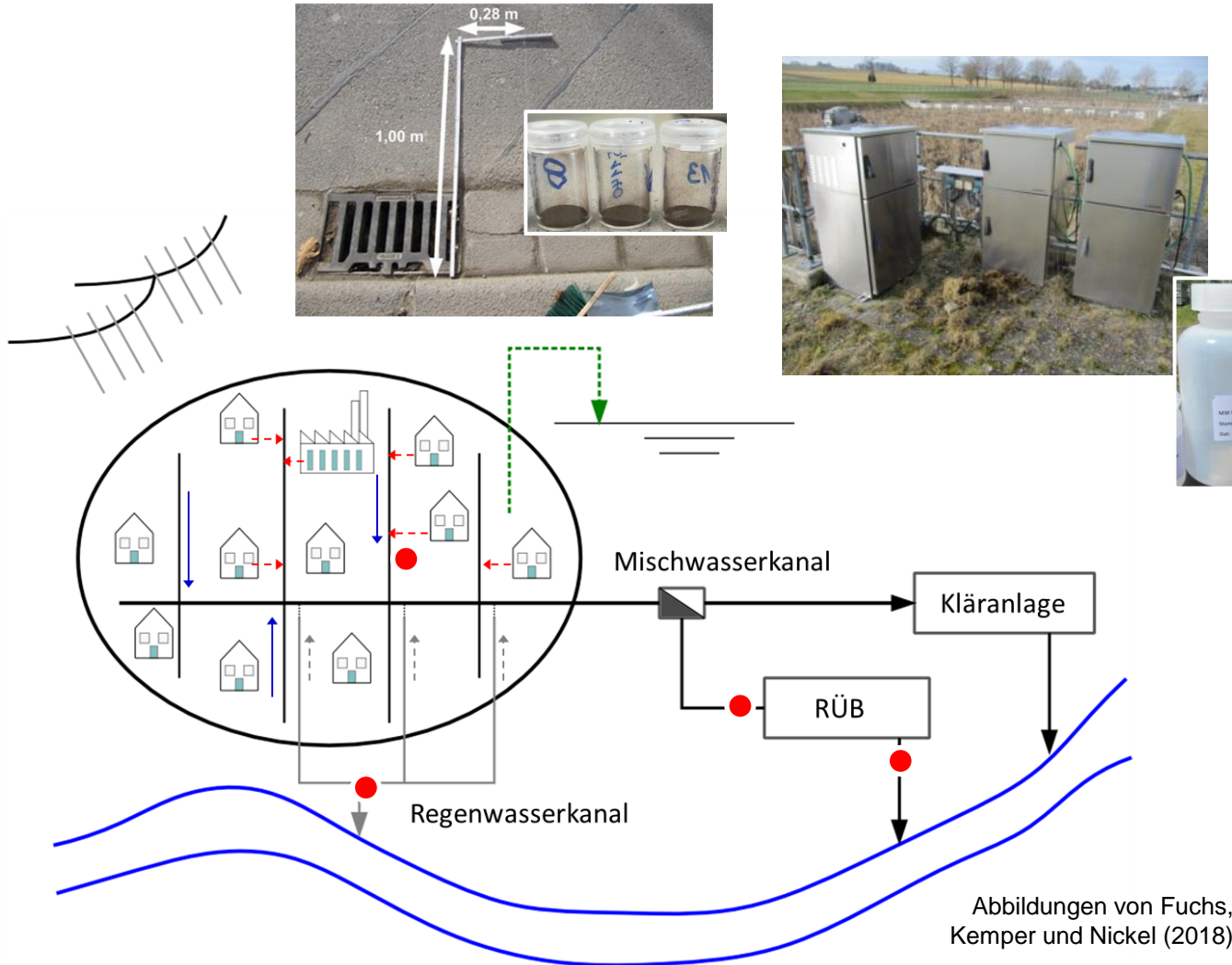


Kemper et al. (2015)



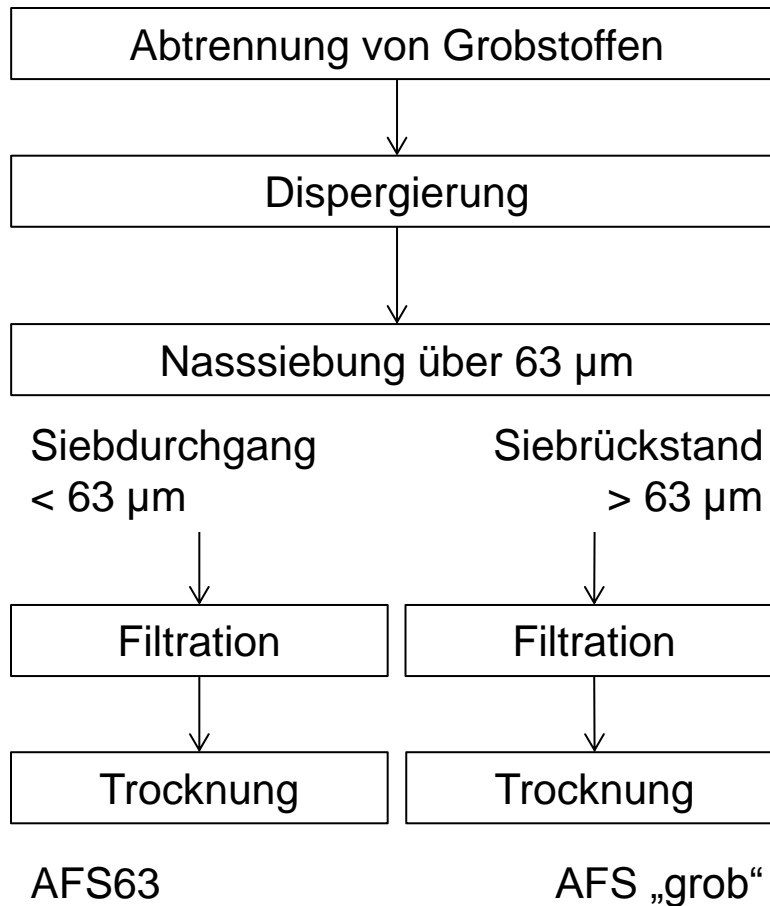
Baum et al. (2017)

Monitoring von AFS63

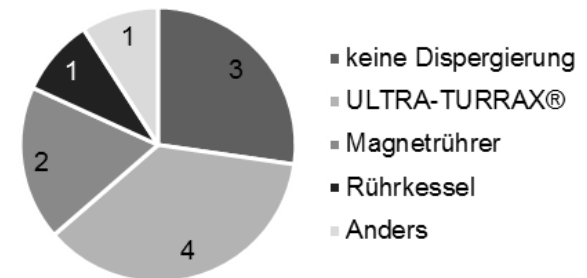


Abbildungen von Fuchs,
Kemper und Nickel (2018)

Labortechnische Bestimmung



Wird/Wurde bei der Analyse dispergiert? Wenn ja wie?



Labortechnische Bestimmung

| | Hilliges et al., 2017 | Eyckmanns- Wolters et al., 2013 | Leutnant et al., 2016 | Baum, Dittmer, 2017 | Nickel et al. 2017 |
|---------------|---|---|-------------------------------|---|----------------------------------|
| Matrix | Verkehrsflächen- abfluss | Zulauf RKB | Regenwasser- kanal | Regenwasser- kanal | Mischwasser- überlauf |
| Probenart | Wasserprobe | Feststoffprobe | Wasserprobe | Feststoffprobe | Wasserprobe |
| Dispergierung | UltraTurrax mit Schneidwerkzeug | Keine, nur Spülen bei der Siebung | Magnetrührer | Händisches Rühren | Schütteln |
| Siebung | Nasssiebung über 2000, 630, 200 und 63 µm | Nasssiebung über 2000 und 63 µm | Nasssiebung über 63 µm | Nasssiebung über 2000, 500, 250, 125, 63 µm | Nasssiebung über 63 µm |
| Filtration | Druckfiltration über 0,45-µm- Membranfilter | Keine (TR) | Membranfilter 0,45 µm | Membranfilter 0,45 µm | Glasfaserfilter 0,6 µm |

Dispergierung

- Ziel: Auflösung von Agglomeraten, um anschließend korrekt zu fraktionieren
- Kompromiss: Zerkleinerung von Partikeln?
- Konsistente Herangehensweise?



Schütteln (Gruber, 2018)

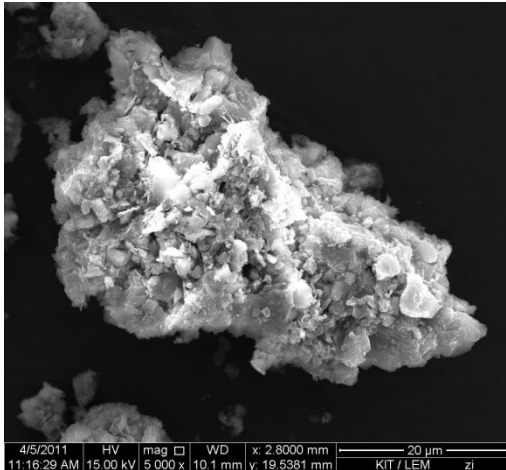


UltraTurrax® (Gruber, 2018)

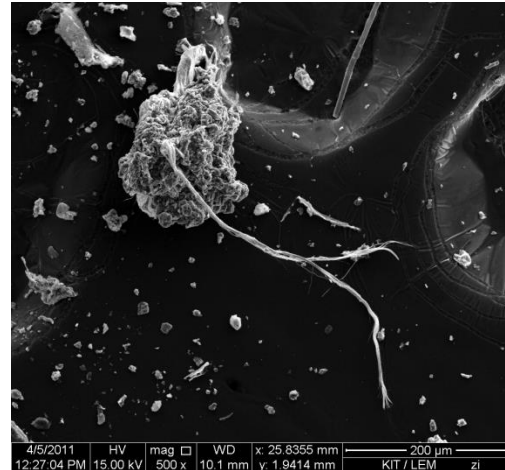


Leinsamen nach Behandlung mit **UltraTurrax®** und Schneidwerkzeug (links) oder **Fundamix®** Vibrationsmischer (rechts)

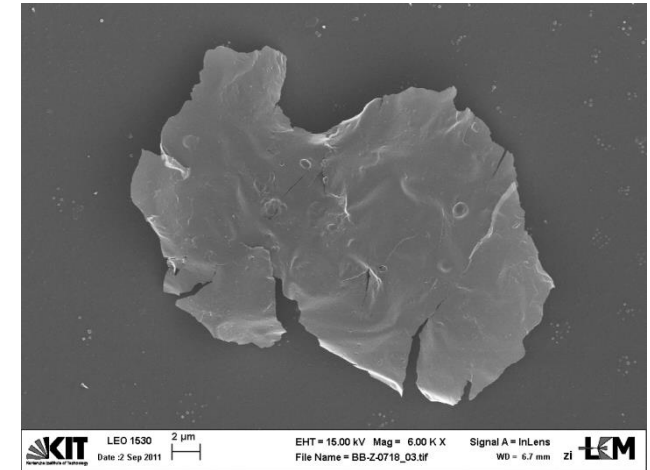
REM-Aufnahmen von Partikeln im Regenwasserabfluss



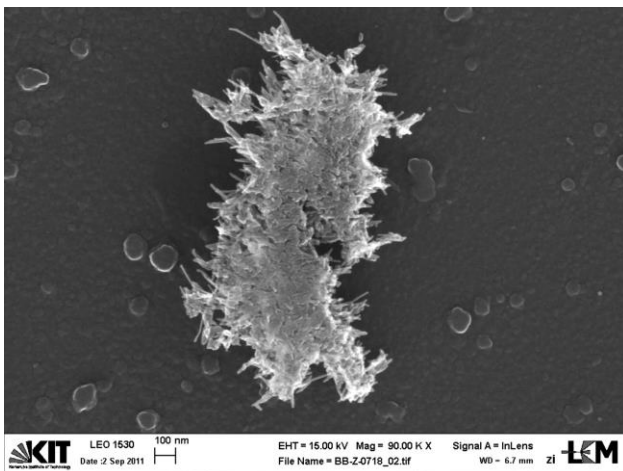
Typisches Partikelagglomerat (16)



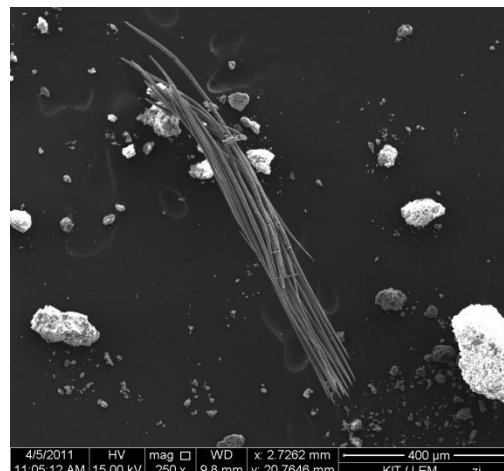
Agglomerat mit Mineralfaser (14)



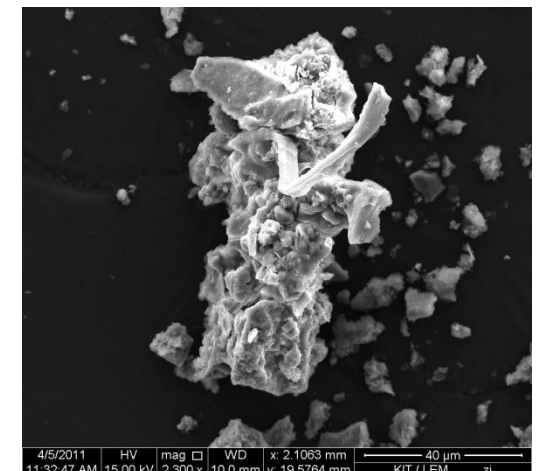
Folie oder natürliche Membran (4)



Organische Fasern (2)



Faserbündel, vermutlich Kunststofffasern (20)



Agglomerat mit org. Faser (17)

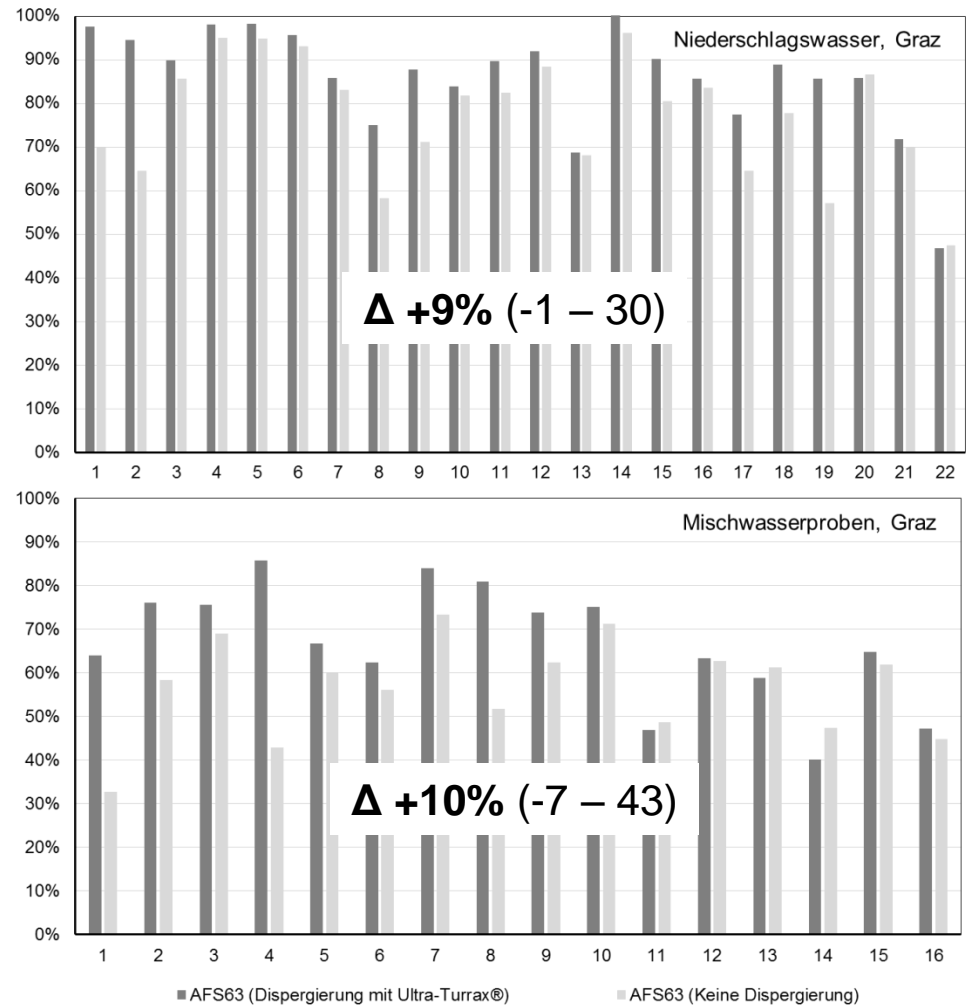
Alle Aufnahmen von Kittlaus (2012)

Harmonisierungsbedarf

- Die Labortechnische Bestimmung von AFS63 ist abgestimmt auf Zielsetzung der Forschungsvorhaben und nicht immer transparent
- Dispergierung von besonderer Relevanz für Fraktionierung
 - Einfluss der Laboranalytik auf die Ergebnisse und Vergleichbarkeit von Daten teils unklar
 - Veranlassung für gezielte Untersuchungen und Ansätze zur Harmonisierung der AFS63 Bestimmung

Dispergierung

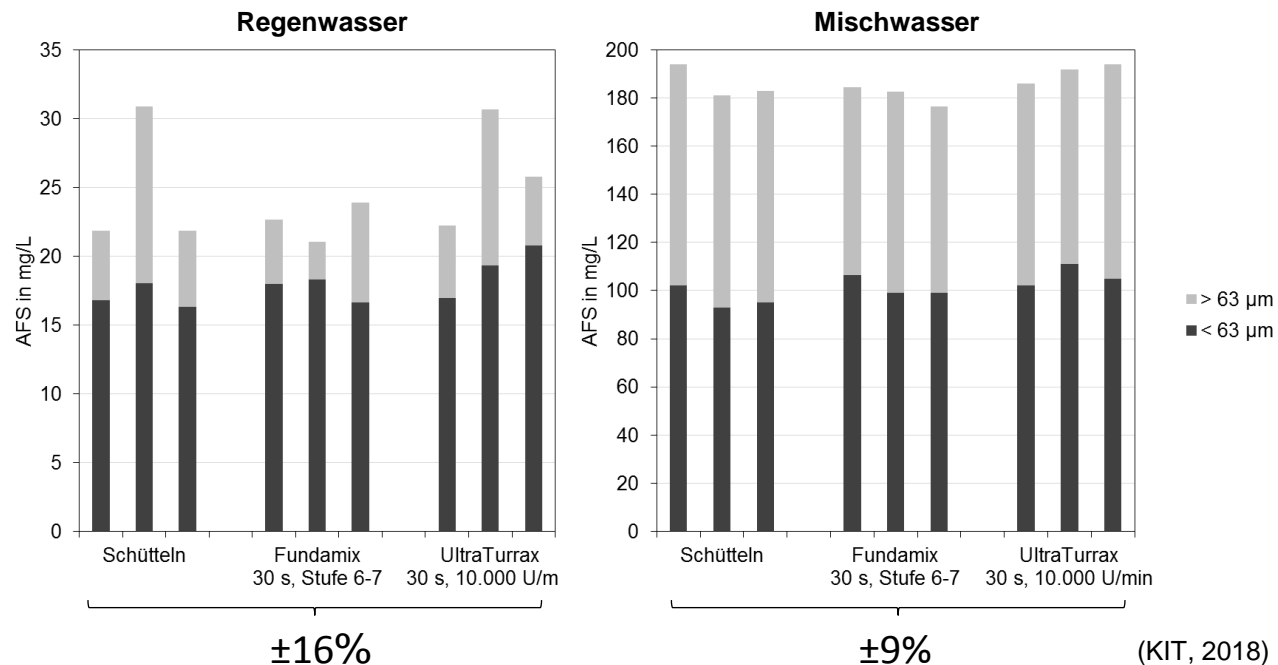
- Vergleich Rühren und UltraTurrax® IKA T50 mit Schneidwerkzeug G 45 F, 120 s bei 10.000 U/min
- Nach Dispergierung bis auf wenige Ausnahmen höherer AFS63-Anteil



(TU Graz, 2018)

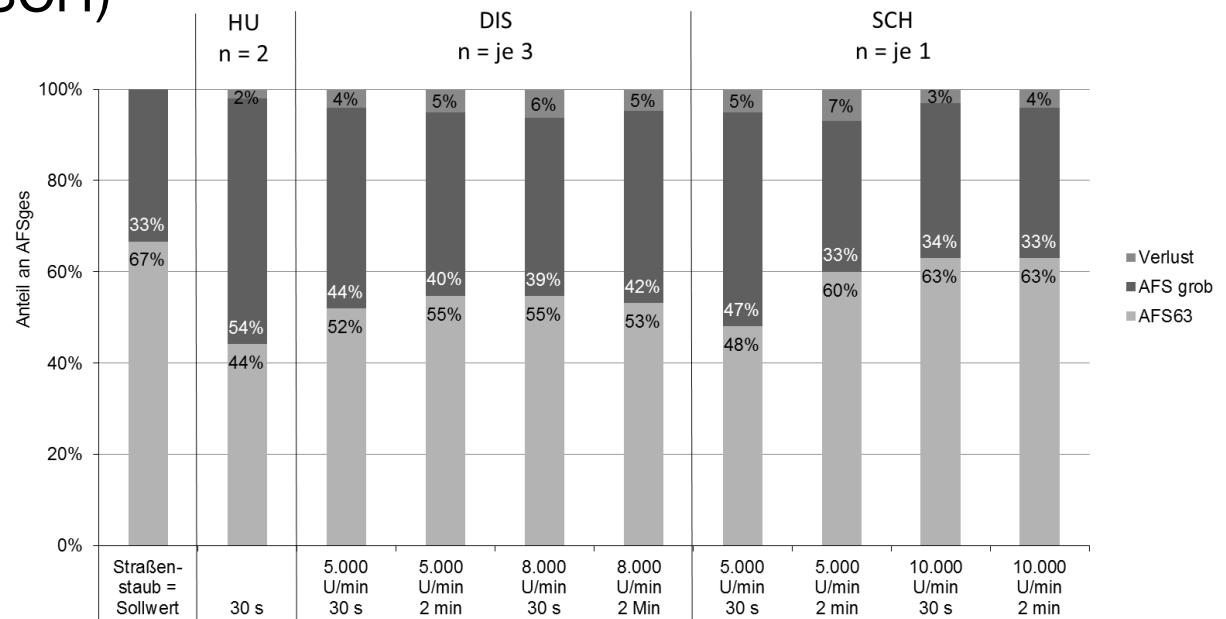
Dispergierung

- Vergleich Schütteln, Vibrationsmischer Fundamix® FM-1 und UltraTurrax® T25 mit Schneidwerkzeug Ø18 mm
- Kein nennenswerter Einfluss der Dispergiermethode festgestellt



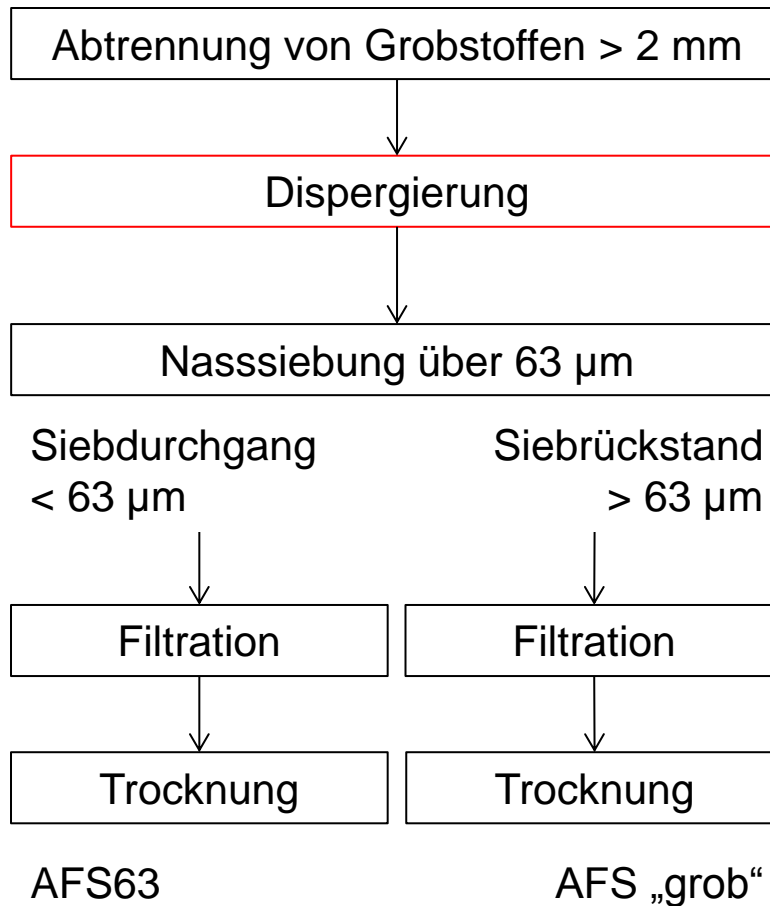
Dispergierung

- Untersuchung mit 150 mg/L definiert zusammengesetztem Straßenstaub: 0 – 100 µm, AFS63-Anteil 67% (Gelhardt et al. 2017)
- Vergleich von Rühren (HU), UltraTurrax® IKA T 50 mit Zerschlagewerkzeug Dissolver R 1402 (DIS) und Schneidwerkzeug S 50 N - G 45 M (SCH)
- „Sollwert“ bei intensiver Dispergierung erreicht



(FRAUAS, 2018)

Labortechnische Bestimmung



- Noch keine Empfehlung für Dispergierung ableitbar
- Weiterer Forschungsbedarf
- Aber Harmonisierungsansätze bei anderen Schritten

Nasssiebung

- Sollte zügig erfolgen, um erneute Agglomeration zu vermeiden
- Nachspülen mit Spritzflasche: auch hierbei werden Agglomerate aufgelöst
- Herstellerangabe für maximal aufgegebene Feststoffmasse sollte nicht überschritten werden



(Nickel, 2018)



(Gruber, 2018)

Filtration

- Konvention: Porenweite 0,45 μm als Grenze zwischen gelöst/nicht gelöst
- Membranfilter CA/CN
 - zu bevorzugen aufgrund definierter Porenweite und Möglichkeit zur Untersuchung des Glührückstands
 - Anwendbarkeit bei hohem Organikgehalt eingeschränkt
- Glasfaserfilter
 - Mittleres Retentionsvermögen
 - Im Vergleich mit Membranfilter konsistente Ergebnisse in Regen- und Mischwasser



(Gruber, 2018)



(Nickel, 2018)

Trocknung und Bestimmungsgrenze

- Trocknung analog zu DIN 38409-2, unabhängig vom Filtermaterial
- Trockenmasse auf Filter maßgeblich für Bestimmungsgrenze (in Anlehnung an DIN EN 872)
- Konvention der HSG: min. 10 mg Trockenmasse (durch Wiederfindungsversuche mit $\pm 10\%$ auf 5 mg reduzierbar)

Fazit und Ausblick

- Bestimmung in Siedlungsabflüssen bedarf weiterhin der spezifisch ausgerichteten Expertise von Forschungsinstituten
- Detaillierte Dokumentation essentiell für Vergleichbarkeit von Daten
- Wesentliche Analyseschritte definiert, erste Konventionen vereinbart
- Orientierende Untersuchungen zum Einfluss der Laboranalytik an den beteiligten Instituten durchgeführt
- Einfluss der Dispergierung je nach Matrix und verwendeten Geräten messbar, aber noch keine klare Empfehlung ableitbar
- Ansatzpunkt für HSGSim-Ringversuch mit Standardmaterialien

Danke an

Philipp BAUM, Jakob BENISCH, Frank BLUMENSAAT, Martina DIERSCHKE,
Ulrich DITTMER, Laura GELHARDT, Günter GRUBER, Stefan GRÜNER,
Eva HEINZ, Thomas HOFER, Mike KEMPER, Dominik LEUTNANT



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM



eawag
aquatic research



hsgsim.org **Hochschulgruppe Simulation**
Arbeitsgruppe AFS63



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



Universität Stuttgart



Referenzen

- Baum, P.; Dittmer, U. (2017): Feststoffaufkommen und Schadstoffbelastung von Partikeln im Regenabfluss eines Gewerbegebiets in Freiburg (Süddeutschland). In: Dirk Muschalla und Günther Gruber (Hg.): Aqua Urbanica 2017. Urbanes Niederschlagswassermanagement im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen. D-A-CH Gemeinschaftstagung Graz, 03.-04. Juli 2017. Graz (Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, 75), V1-V16.
- DIN 38409-2 (1987): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes (H 2), 1987-03
- DIN EN ISO 14688-1 (2013) Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013
- DIN EN 872 (2015): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung suspendierter Stoffe – Verfahren durch Abtrennung mittels Glasfaserfilter; Deutsche Fassung EN 872:2005. Beuth Verlag GmbH.
- Eyckmanns-Wolters, R.; Fuchs, S.; Maus, C.; Sommer, M.; Voßwinkel, N.; Mohn, R. (2013): Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagseinleitungen - Abschlussbericht der Phase 1. beauftragt vom MKULNV NRW. Hg. v. DWA. Hennef. http://isww.iwg.kit.edu/medien/Abschlussbericht_ReduktionFeststoffeintragPhase1.pdf
- Gelhardt, Laura; Huber, Maximilian; Welker, Antje (2017): Development of a Laboratory Method for the Comparison of Settling Processes of Road-Deposited Sediments with Artificial Test Material. In: Water Air Soil Pollut 228 (12). DOI: 10.1007/s11270-017-3650-8.
- Hilliges, R.; Endres, M.; Tiffert, A.; Brenner, E.; Marks, T. (2017): Characterization of road runoff with regard to seasonal variations, particle size distribution and the correlation of fine particles and pollutants. In: Water Sci Technol 75 (5-6), S. 1169–1176.
- Kemper, M.; Eyckmanns-Wolters, R.; Fuchs, S.; Ebbert, S.; Maus, C.; Uhl, M. et al. (2015): Analyse der Leistungsfähigkeit von Regenüberlaufbecken und Überwachung durch Online Messtechnik. Abschlussbericht Teil 1 des Untersuchungs- und Entwicklungsvorhabens „Überwachung und Optimierung der Leistungsfähigkeit von Mischwasserbehandlungsanlagen“ im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Kemper, M. (2016): Strömungsverhalten und Sedimentationswirksamkeit in Regenbecken mit Schrägklärer-Einbauten. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Kittlaus, Steffen (2012): Charakterisierung von Partikeln im Regenabfluss im Trennsystem und Identifizierung von Parametern zur Quellenidentifikation mittels „Fingerprinting“. Diplomarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe. Institut für Wasser und Gewässerentwicklung. Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft.
- Leutnant, D.; Schleifenbaum, R.; Rickert, G.; Grüning, H.; Uhl, M. (2016): Modelle für Stofftransport und -behandlung in der Siedlungshydrologie. Schlussbericht. BMBF Förderkennzeichen 03FH033PX2. Fachhochschule Münster, Institut für Wasser-Ressourcen-Umwelt (IWARU).
- Nickel, J. P.; Kemper, M.; Eyckmanns-Wolters, R.; Fuchs, S. (2017): Schadstoffemissionen aus Mischwasserentlastungen in Bayern. In: Dirk Muschalla und Günther Gruber (Hg.): Aqua Urbanica 2017. Urbanes Niederschlagswassermanagement im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen. D-A-CH Gemeinschaftstagung Graz, 03.-04. Juli 2017. Graz (Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, 75), O1-O13.