



50. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft

IFWW-Förderpreis – Forum „Young Scientists“

Bestimmung von AFS_{fein} (AFS63) im Mischsystem: Konsequenzen für die Laboranalytik

Jennifer Sprenger

Aachen, 22.03.2017



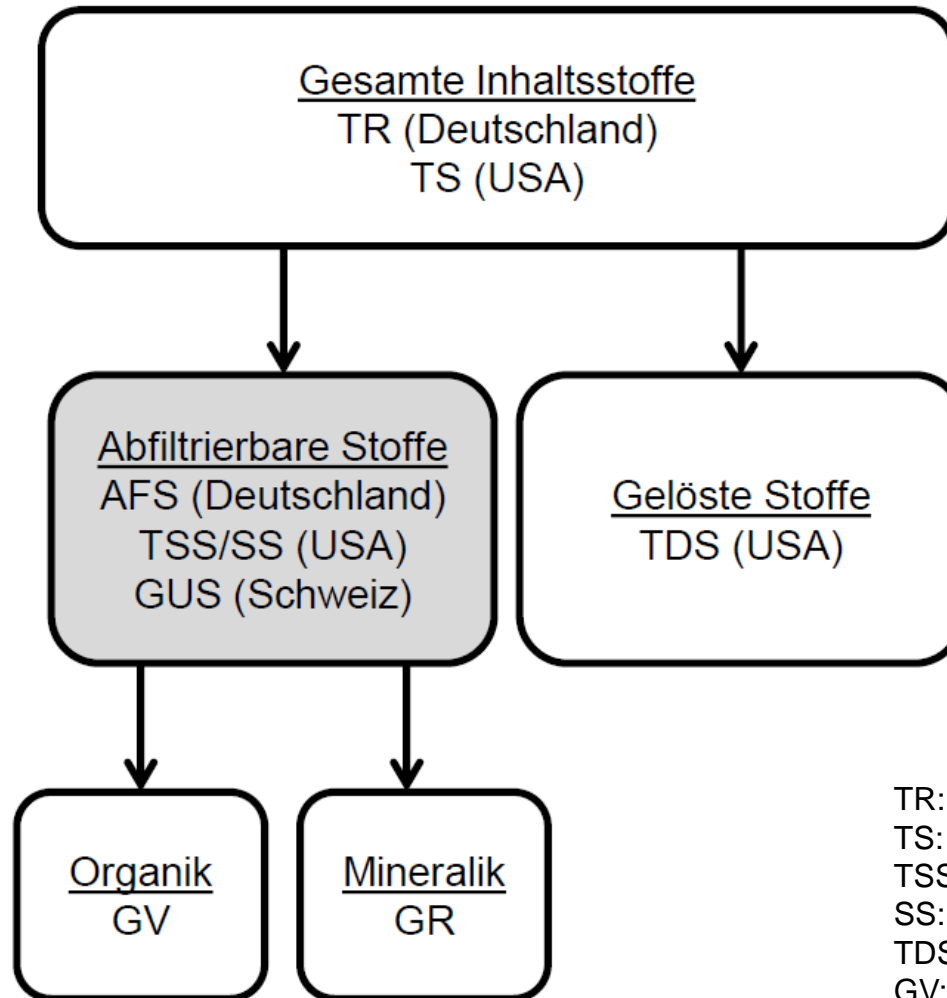
- Belastung aquatischer Umwelt durch anthropogene Feststoffeinträge:
 - physikalische,
 - chemische,
 - biologische Veränderungen
 - Novellierung der Richtlinien zur Regen- und Mischwasserbehandlung
 - Voraussetzung zur Identifizierung relevanter Eintragspfade für (feine-)Feststoffe und zur Überprüfung geforderter Zielgrößen:
- **einheitliche Labormethodik**



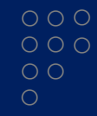
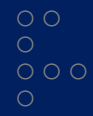
AquaPlus 2011: Straßenabwasser in der Schweiz.
Literaturarbeit und Situationsanalyse Schweiz hinsichtlich gewässerökologischer Auswirkungen (Immissionen)



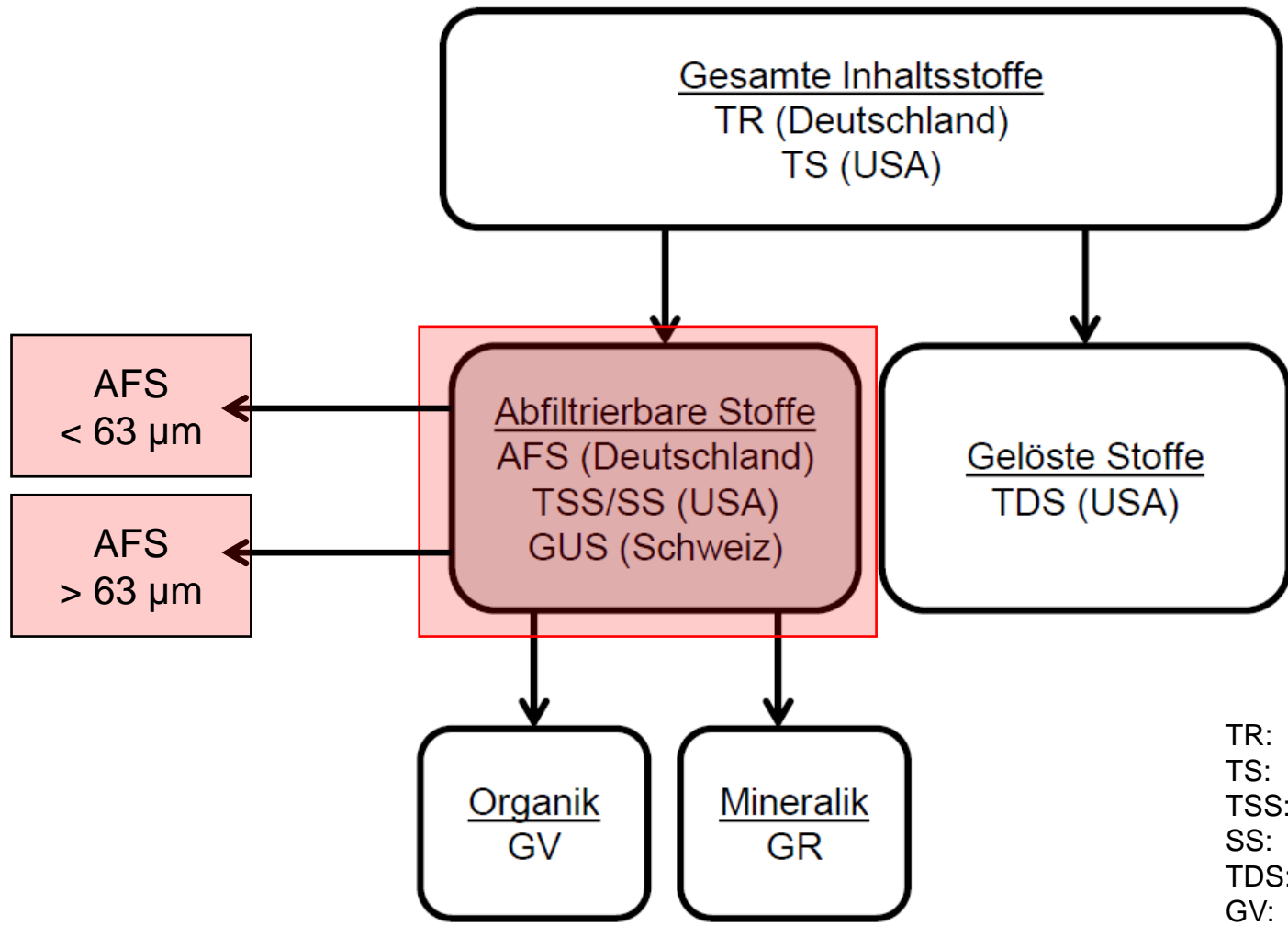
- Etablierung einer Labormethodik zur AFS_{fein} Analyse
- Testen der Anwendbarkeit der Methodik für verschiedene Stoffströme (Niederschlagswasser, Mischwasser, Kläranlagenabläufe)
- Untersuchung verschiedener Eintragspfade auf den AFS_{fein} -Gehalt (Verhältnis AFS/AFS_{fein})



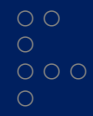
TR:	Trockenrückstand
TS:	total solids
TSS:	total suspended solids
SS:	suspended solids
TDS:	total dissolved solids
GV:	Glühverlust
GR:	Glührückstand



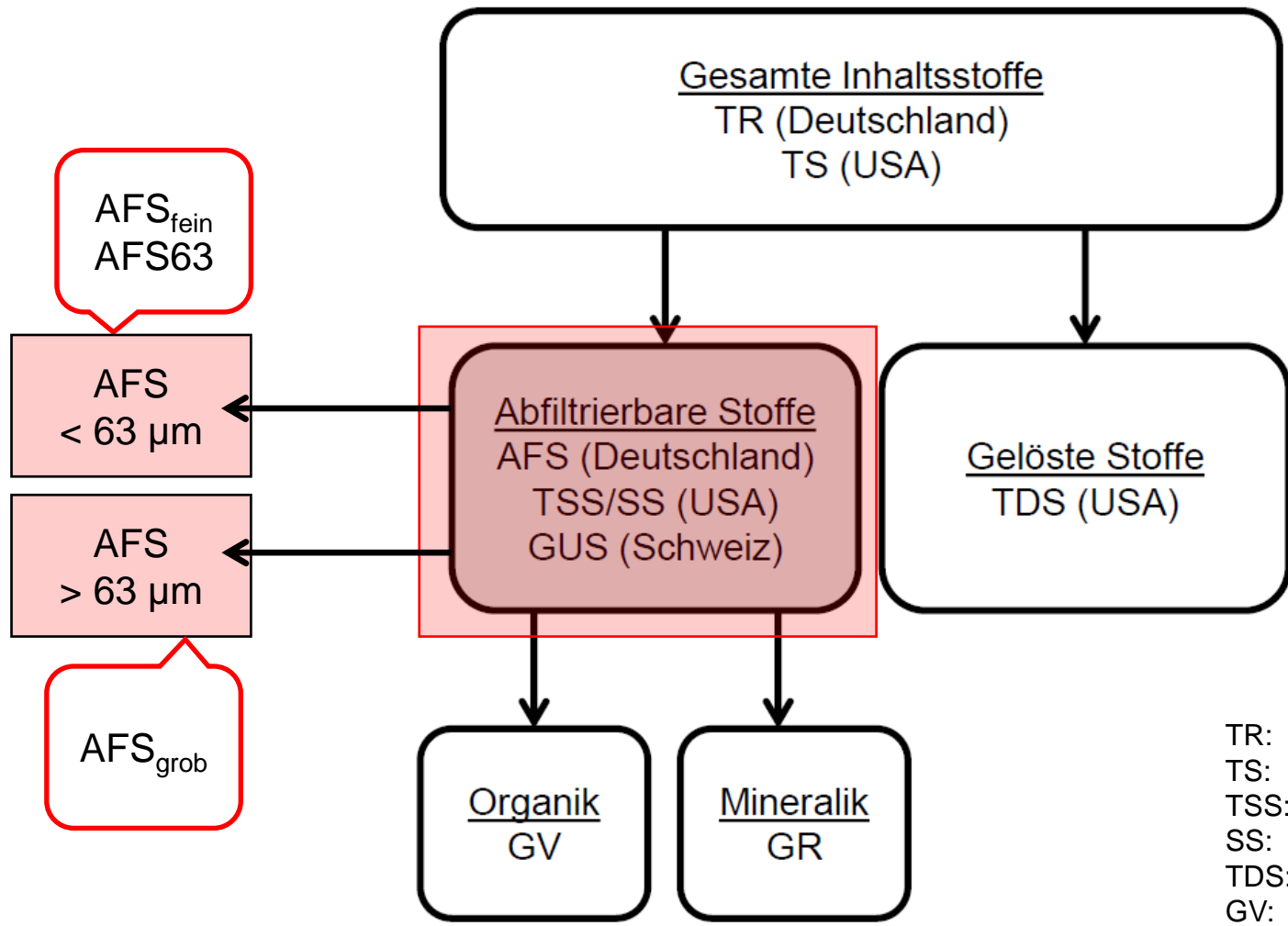
Feststoffe in der Abwasseranalytik



TR: Trockenrückstand
 TS: total solids
 TSS: total suspended solids
 SS: suspended solids
 TDS: total dissolved solids
 GV: Glühverlust
 GR: Glührückstand



Feststoffe in der Abwasseranalytik



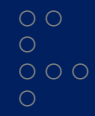
AFS_{fein}
AFS63

AFS
< 63 µm

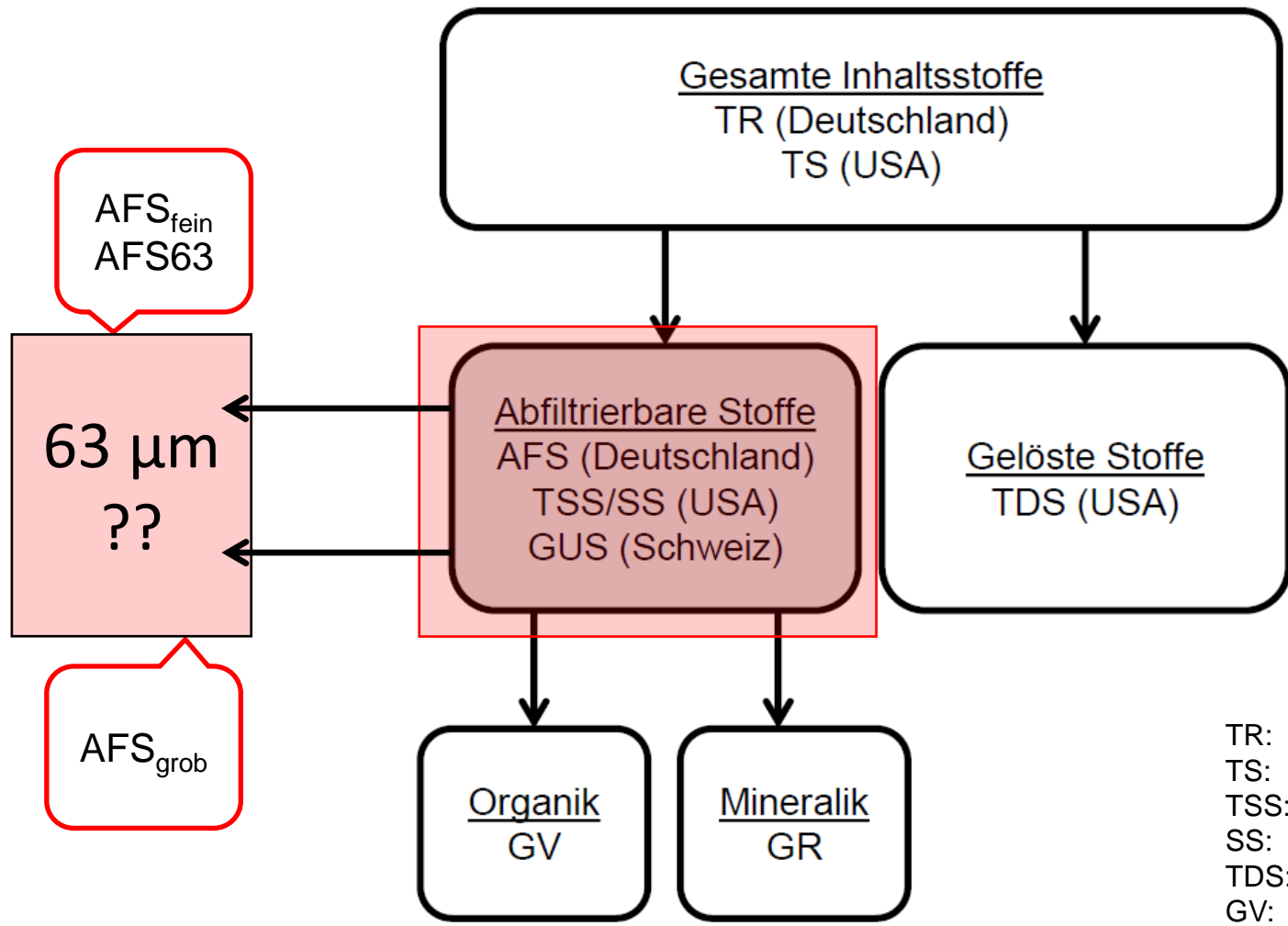
AFS
> 63 µm

AFS_{grob}

TR: Trockenrückstand
 TS: total solids
 TSS: total suspended solids
 SS: suspended solids
 TDS: total dissolved solids
 GV: Glühverlust
 GR: Glührückstand



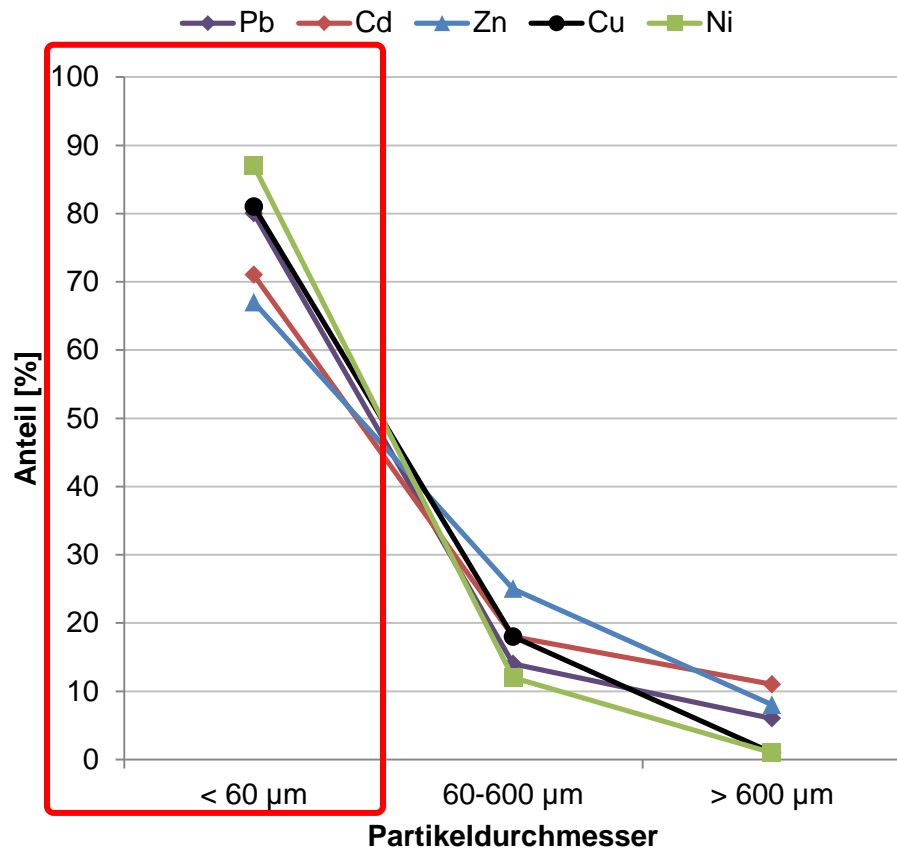
Feststoffe in der Abwasseranalytik



TR: Trockenrückstand
 TS: total solids
 TSS: total suspended solids
 SS: suspended solids
 TDS: total dissolved solids
 GV: Glühverlust
 GR: Glührückstand



Abgrenzung der Fraktion < 63 µm



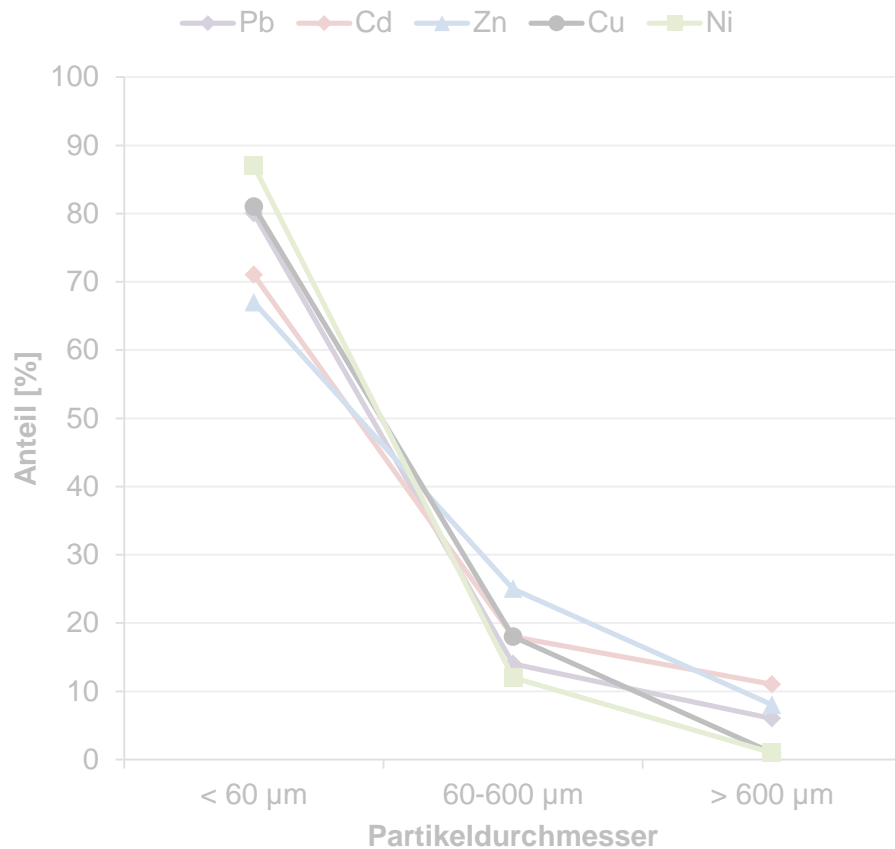
- AFS_{fein} Trägermedium für Schadstoffe

Xanthopoulos, C. (1990)

- AFS_{fein} neuer Referenzparameter in Regeln zur Misch- und Regenwasserbewirtschaftung



Abgrenzung der Fraktion < 63 µm



- AFS_{fein} Trägermedium für Schadstoffe

Xanthopoulos, C. (1990)

- AFS_{fein} neuer Referenzparameter in Regeln zur Misch- und Regenwasserbewirtschaftung

Abgrenzung der Fraktion < 63 μm 

„Für die stoffbezogenen Zielgrößen wurden die abfiltrierbaren Stoffe (AFS) als Referenzparameter ausgewählt (...). Dabei wird eine Eingrenzung auf den Feinanteil der Feststoffe mit Schwellwert < 63 μm vorgenommen. Der zugehörige Parameter wird als **AFS63** bezeichnet.“



- AFS_{fein} Trägermedium für Schadstoffe

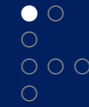
- AFS_{fein} neuer Referenzparameter in Regeln zur Misch- und Regenwasserbewirtschaftung

Xanthopoulos, C. (1990)



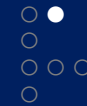
- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %**
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse
- Wirtschaftliche Lösung
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein

DIN EN 872 (2005): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung suspendierter Stoffe – Verfahren durch Abtrennung mittels Glasfaserfilter; Deutsche Fassung EN 872:2005. Beuth Verlag GmbH.



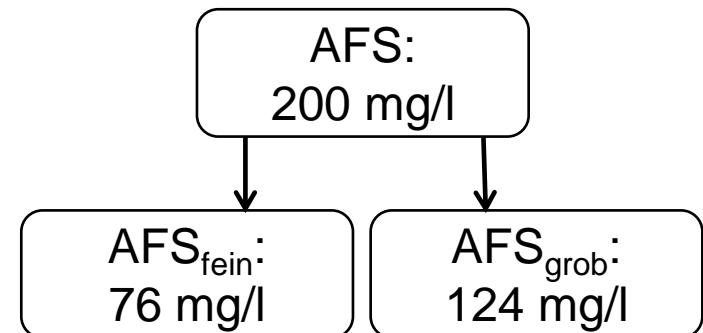
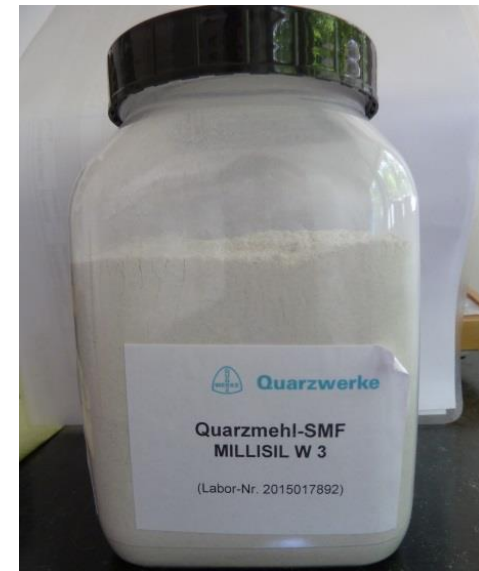
Getestete Methoden

- Doppelbestimmung
- Methodik des LANUV
- Dierschke und Welker
- Eigene Methodik (Methode ISA)



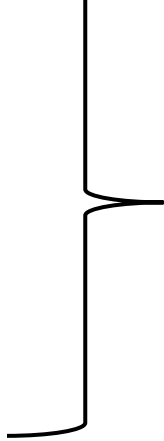
- Doppelbestimmung
- Methodik des LANUV
- Dierschke und Welker
- Eigene Methodik (Methode ISA)

Testen der Methoden mit Hilfe einer Standardmischung:

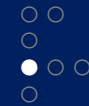




Getestete Methoden

- Doppelbestimmung
 - Methodik des LANUV
 - Dierschke und Welker
 - Eigene Methodik (Methode ISA)
- 

- Defizite in der Handhabbarkeit
- nur bedingt praxistauglich/schwer in den Laboralltag zu integrieren
- keine reproduzierbaren Ergebnisse
- Qualitätskriterien (Wiederfindungsrate) werden nicht erfüllt



Getestete Methoden

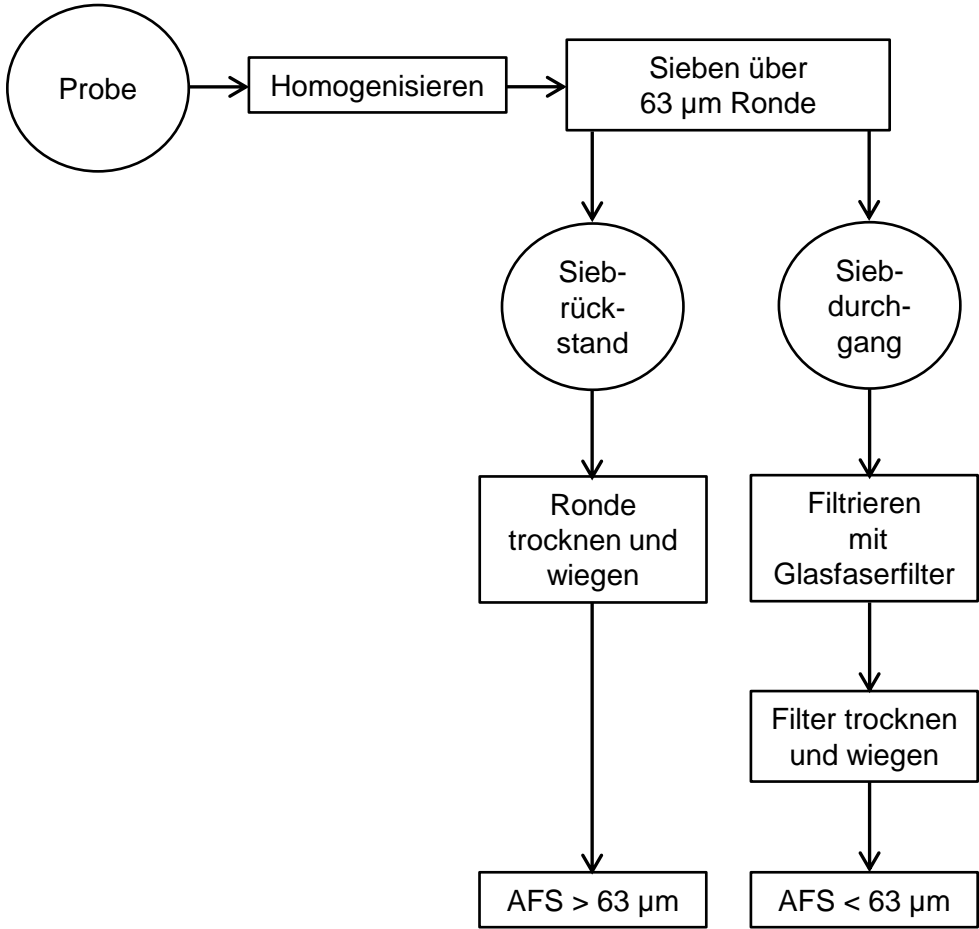
- Doppelbestimmung
- Methodik des LANUV
- Dierschke und Welker
- Eigene Methodik (Methode ISA)

-
- ○
-

- ○
- ○
- ● ○
- ○

- ○ ○
- ○ ○
- ○
-

Vorgehensweise der Methode ISA

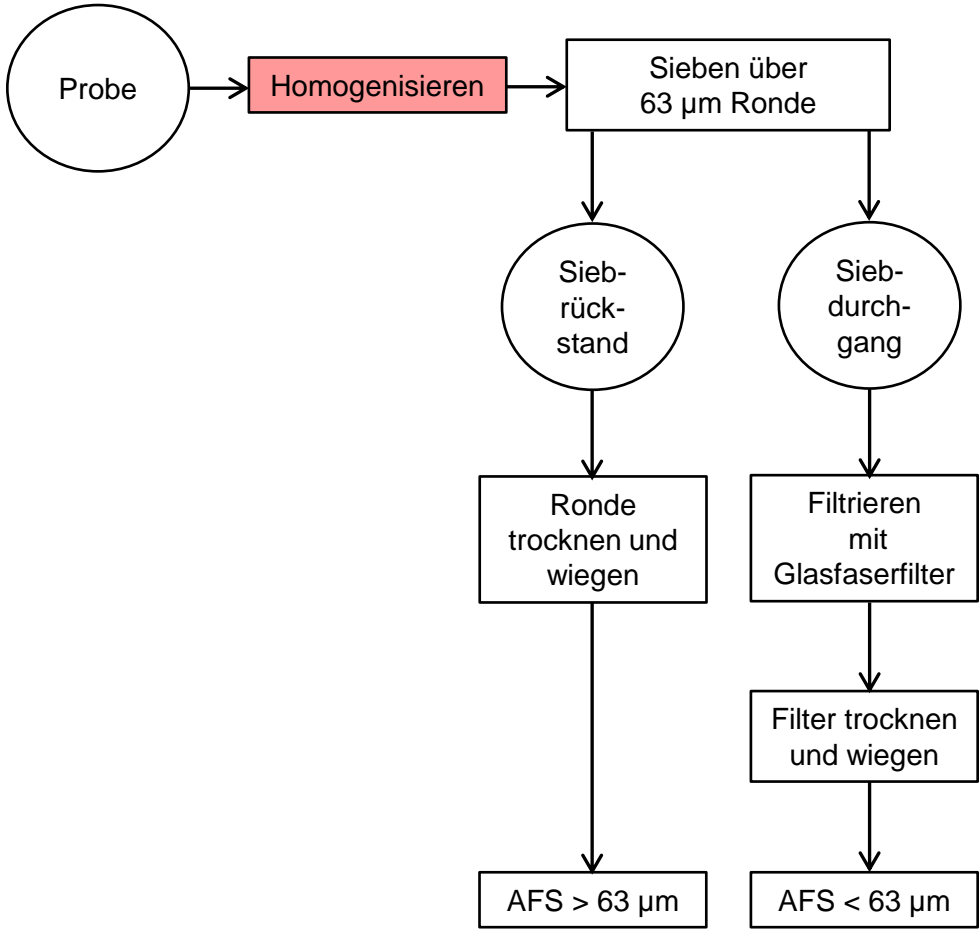


-
- ○
-

- ○
- ○
- ● ○
- ○

- ○ ○
- ○ ○
- ○
-

Vorgehensweise der Methode ISA



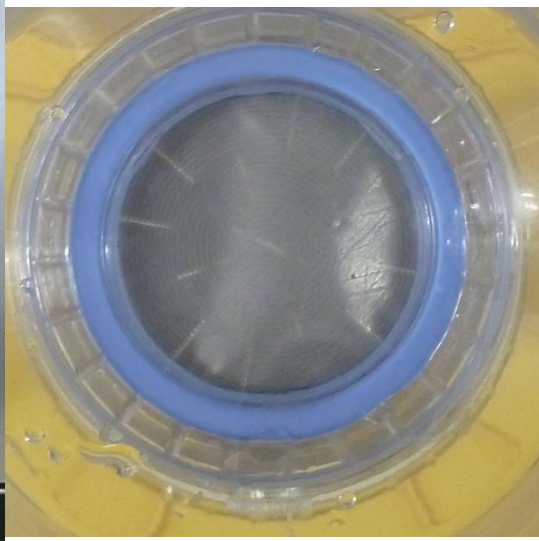
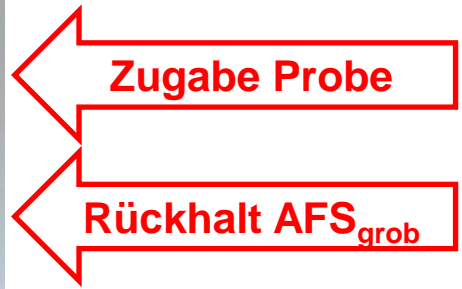
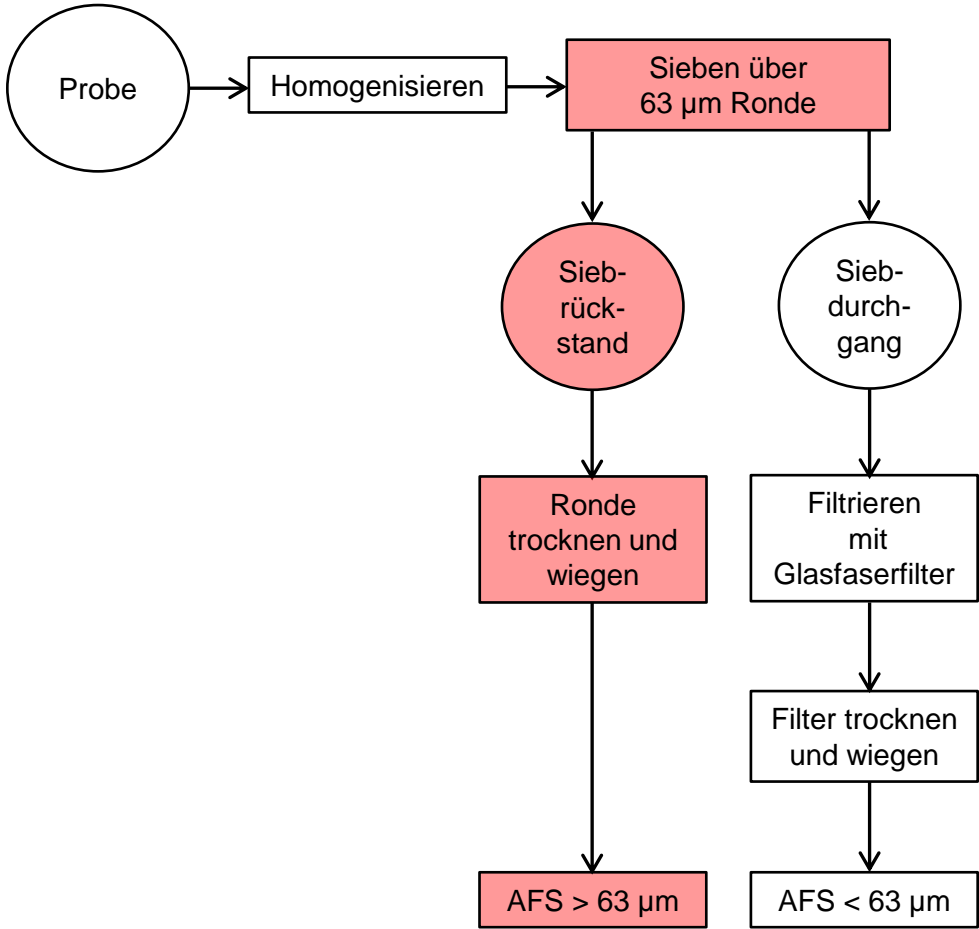
← Zugabe Probe

-
- ○
-

- ○
- ○
- ● ○
-

- ○ ○
- ○ ○
- ○
-

Vorgehensweise der Methode ISA

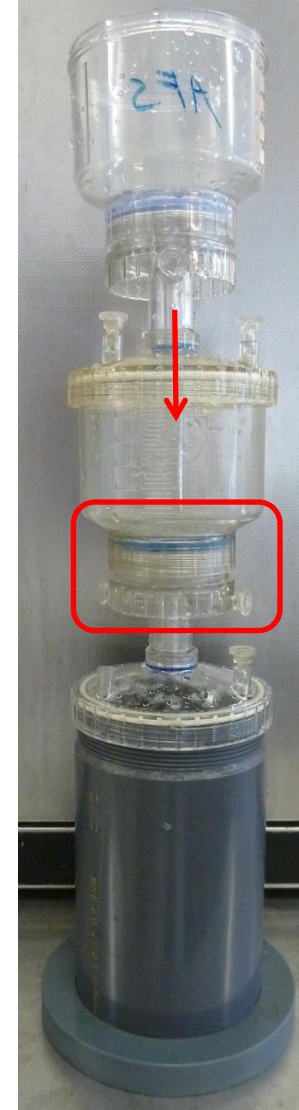
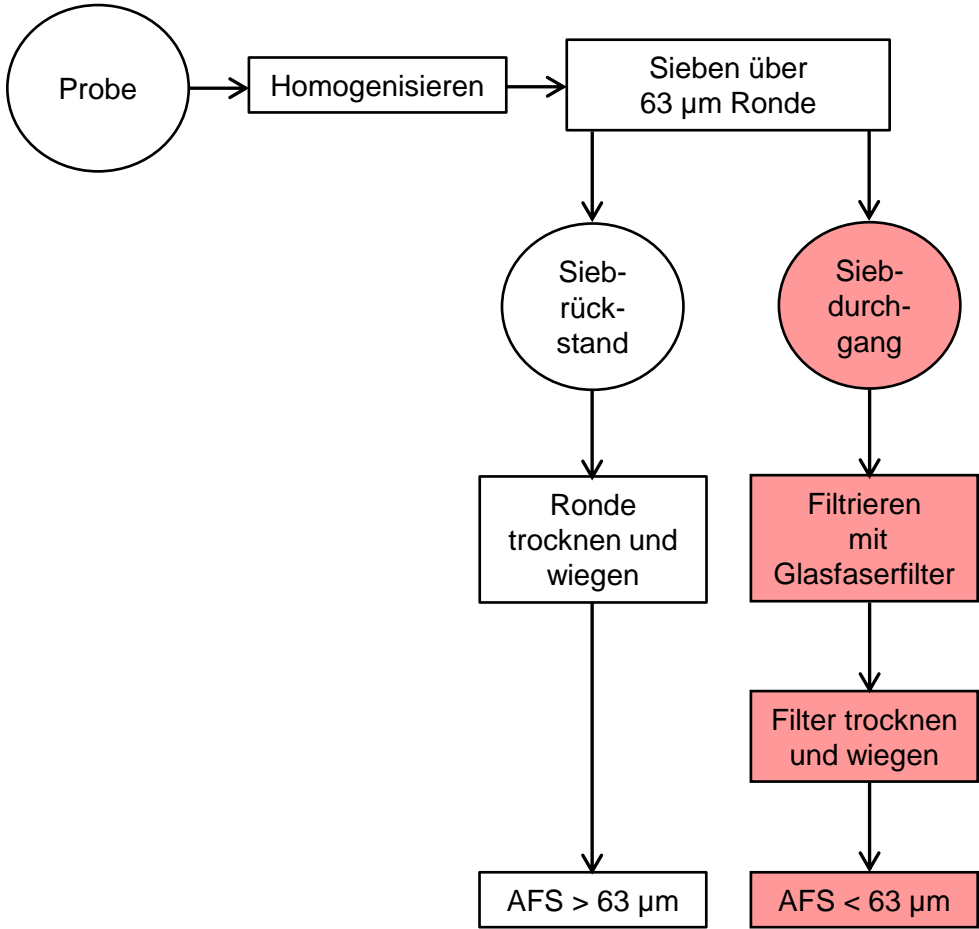


-
- ○
-

- ○
- ○
- ● ○
- ○

- ○ ○
- ○ ○
- ○
-

Vorgehensweise der Methode ISA



Zugabe Probe

Rückhalt AFS_{grob}

Rückhalt AFS_{fein}

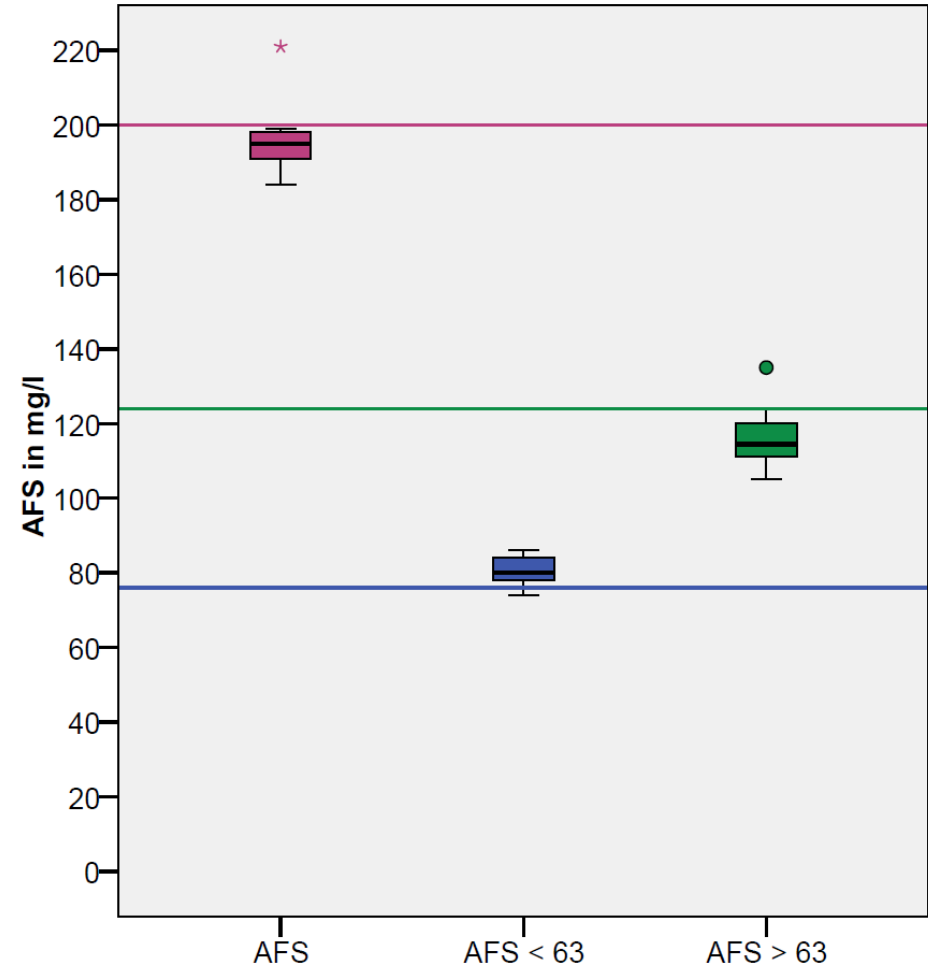





Ergebnisse Methode ISA

- Sehr gute Ergebnisse für alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob})
- Wiederfindungsraten:
 - AFS: 98 %
 - AFS_{fein}: 106 %
 - AFS_{grob}: 94 %



**Anforderung
Wiederfindungsrate:
90 % - 110 %**








- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse
- Wirtschaftliche Lösung
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein







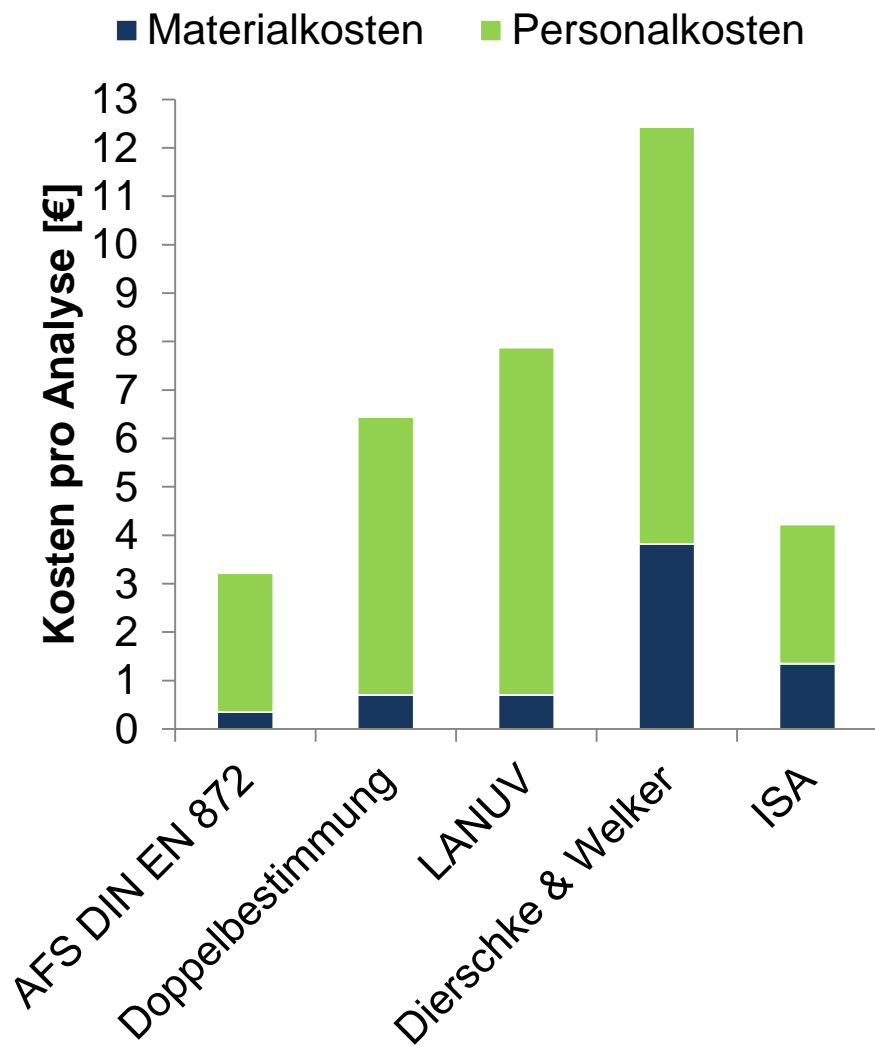
- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden 
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse
- Wirtschaftliche Lösung
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein



- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden 
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse 
- Wirtschaftliche Lösung
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein

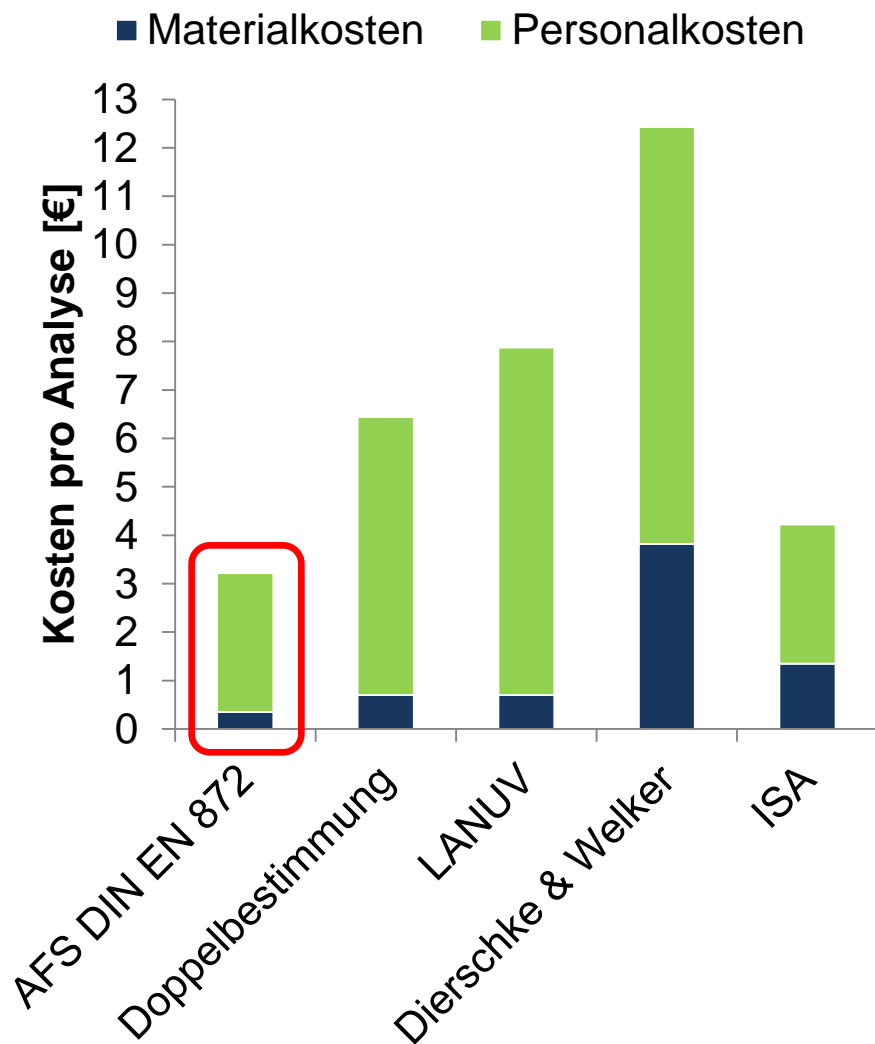


- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden 
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse 
- Wirtschaftliche Lösung 
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein



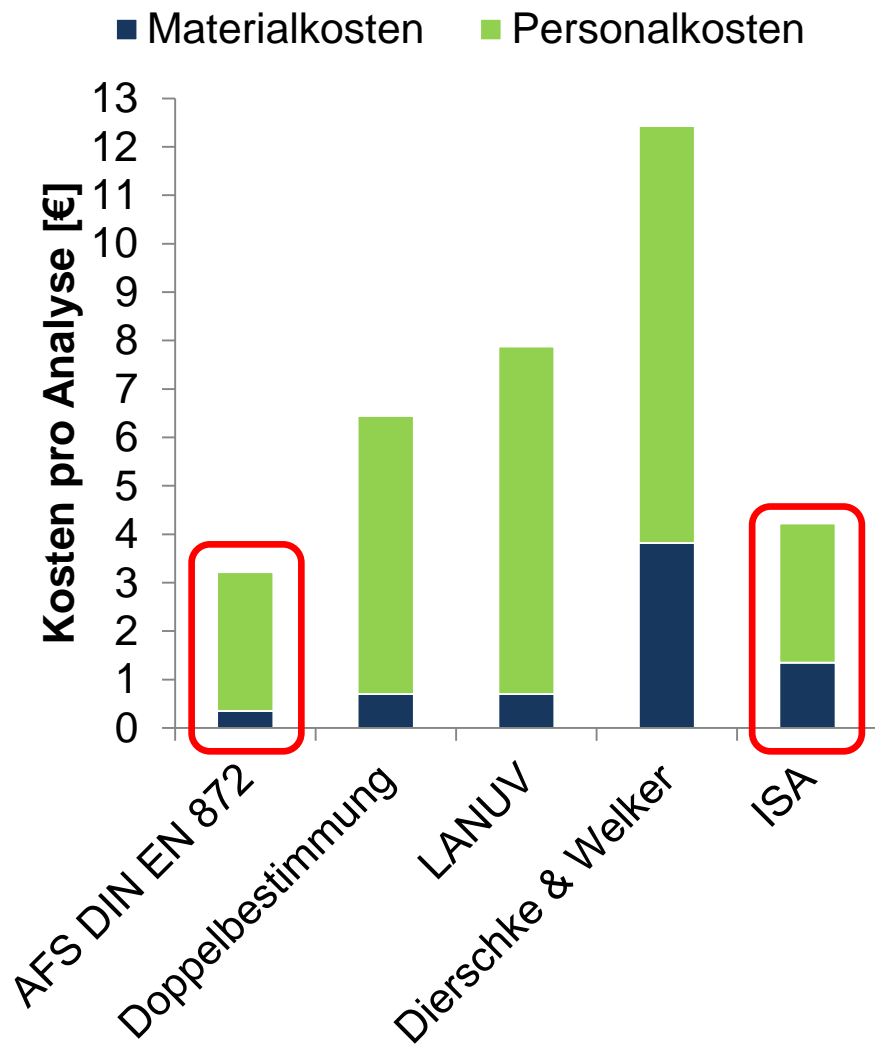
- Kostenvergleich getesteter Methoden im Vergleich zur „klassischen“ AFS Analyse (DIN EN 872)
- Berücksichtigung von Material- und Personalkosten je Analyse
- Methode ISA am wirtschaftlichsten

*Detaillierte Kostenaufstellung



- Kostenvergleich getesteter Methoden im Vergleich zur „klassischen“ AFS Analyse (DIN EN 872)
- Berücksichtigung von Material- und Personalkosten je Analyse
- Methode ISA am wirtschaftlichsten





*Detaillierte Kostenaufstellung







- Kostenvergleich getesteter Methoden im Vergleich zur „klassischen“ AFS Analyse (DIN EN 872)
- Berücksichtigung von Material- und Personalkosten je Analyse
- Methode ISA am wirtschaftlichsten

*Detaillierte Kostenaufstellung



- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden 
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse 
- Wirtschaftliche Lösung 
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein



- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** 
- Mit dem Verfahren sollen alle drei Fraktionen (AFS, AFS_{fein}, AFS_{grob}) bestimmt werden 
- Die Methodik gewährleistet eine hohe Praxistauglichkeit und reproduzierbare Ergebnisse 
- Wirtschaftliche Lösung 
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein



- Die Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die gültigen Normen (DIN EN 872) zur AFS-Bestimmung
Erfüllung Qualitätskriterien: **Wiederfindungsrate: 90 % - 110 %** ✓
- Mit dem Verfahren (AFS_{grob}) bestimmt werden ✓
- Die Methodik gibt reproduzierbare Ergebnisse ✓
 - Niederschlagswasser
 - Mischwasserentlastung
 - Kläranlagenablauf
- Wirtschaftliche ✓
- Die Methodik soll sowohl für Ab-, Regen-, und Mischwasser anwendbar sein

Testen mit realen Proben

- Niederschlagswasser
- Mischwasserentlastung
- Kläranlagenablauf



Niederschlagswasser

Feinfraktion < 63 μm Grobfraktion > 63 μm



Feinfraktion < 63 µm



Grobfraktion > 63 µm

Im Schnitt 90 % Feststoffe in Form des
AFS63

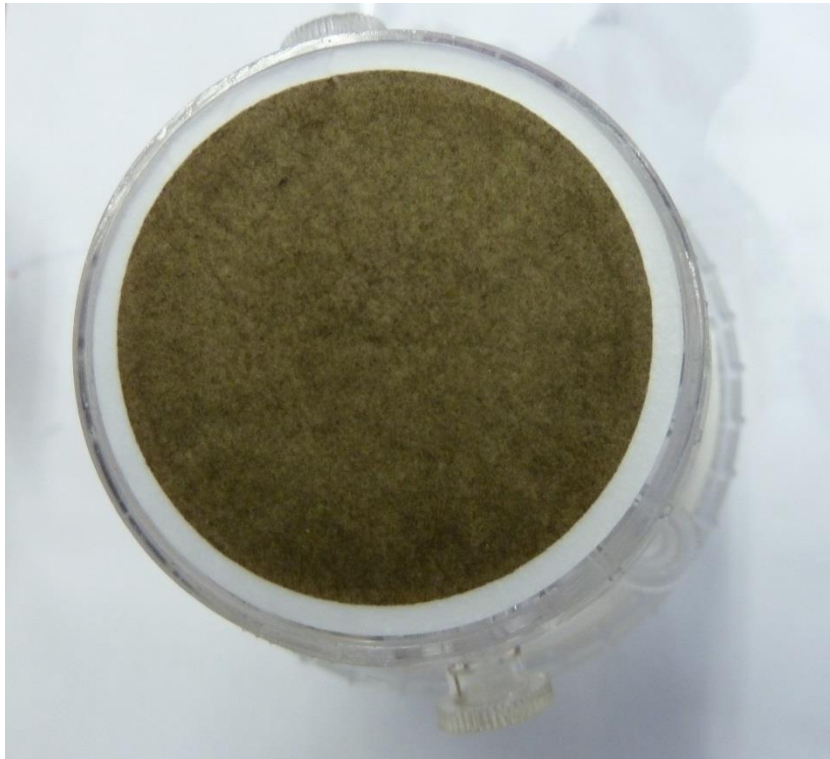


- Straßenabwasser potentieller Eintragspfad für feine Feststoffe ($< 63 \mu\text{m}$)
- Anteil der Fraktion AFS_{fein} beträgt im Schnitt 90 %

Feinfraktion $< 63 \mu\text{m}$

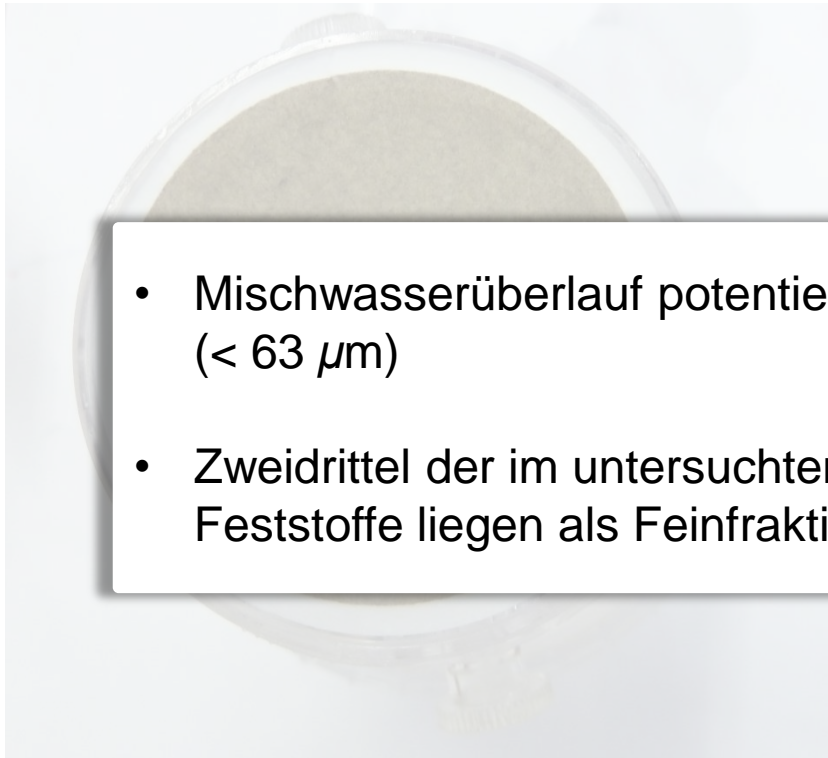
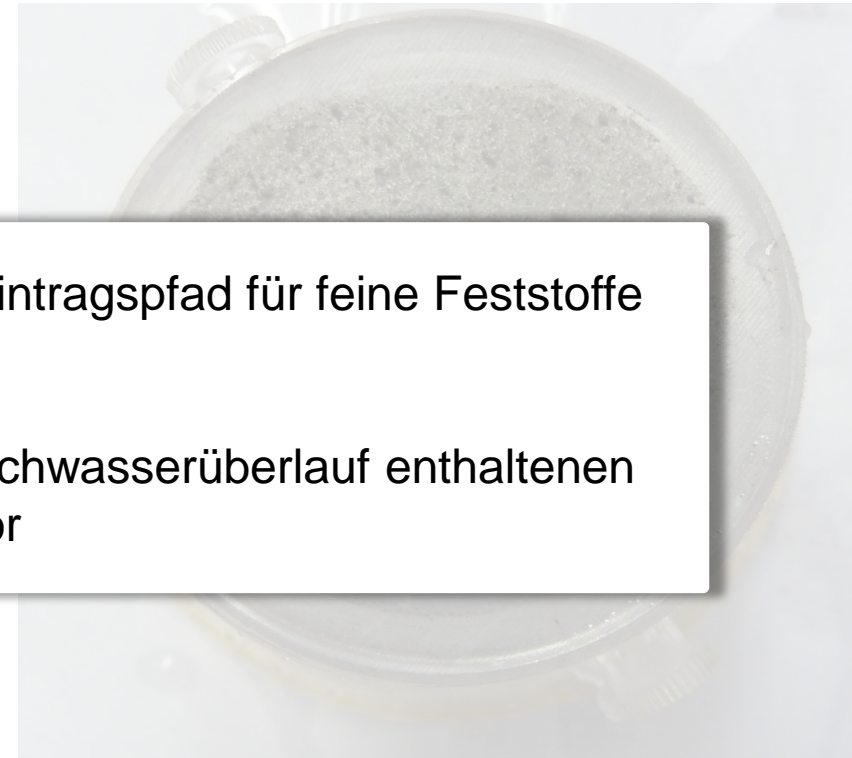
Grobfraktion $> 63 \mu\text{m}$

Im Schnitt 90 % Feststoffe in Form des
AFS63

Feinfraktion $< 63 \mu\text{m}$ Grobfraktion $> 63 \mu\text{m}$

Feinfraktion < 63 μm Grobfraktion > 63 μm

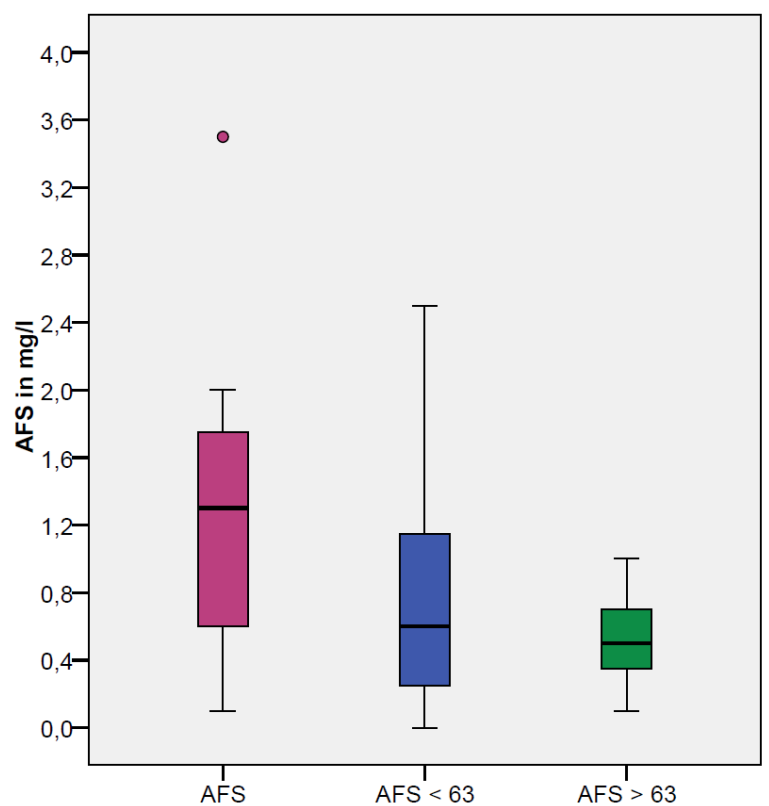
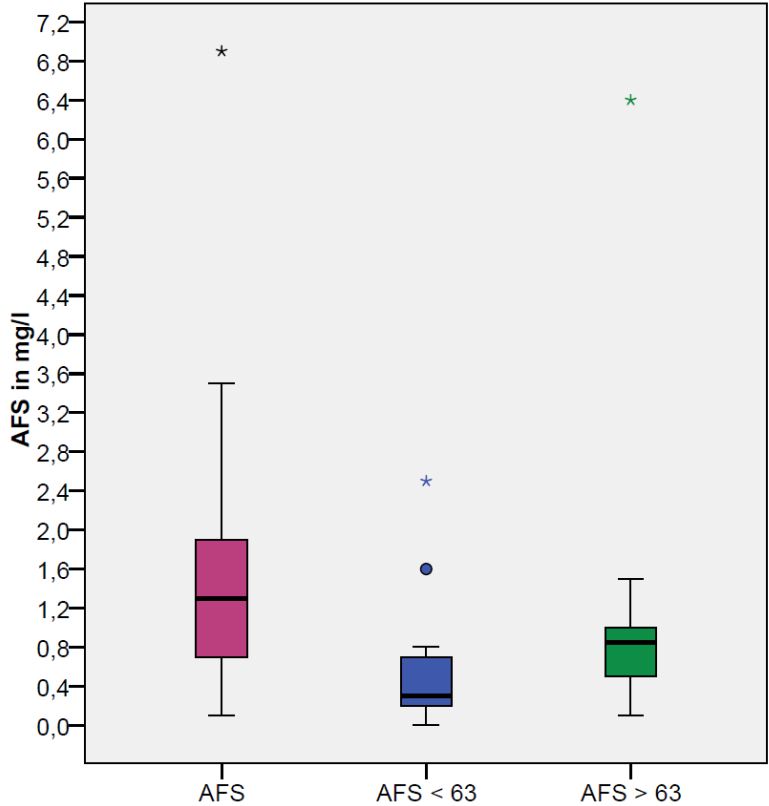
Im Schnitt 65 % Feststoffe in Form des
AFS63

Feinfraktion < 63 μm Grobfraktion > 63 μm

- Mischwasserüberlauf potentieller Eintragspfad für feine Feststoffe (< 63 μm)
- Zweidrittel der im untersuchten Mischwasserüberlauf enthaltenen Feststoffe liegen als Feinfraktion vor

Im Schnitt 65 % Feststoffe in Form des
AFS63

Kläranlagen



Ablauf Kläranlage Eschweiler

kein Filter

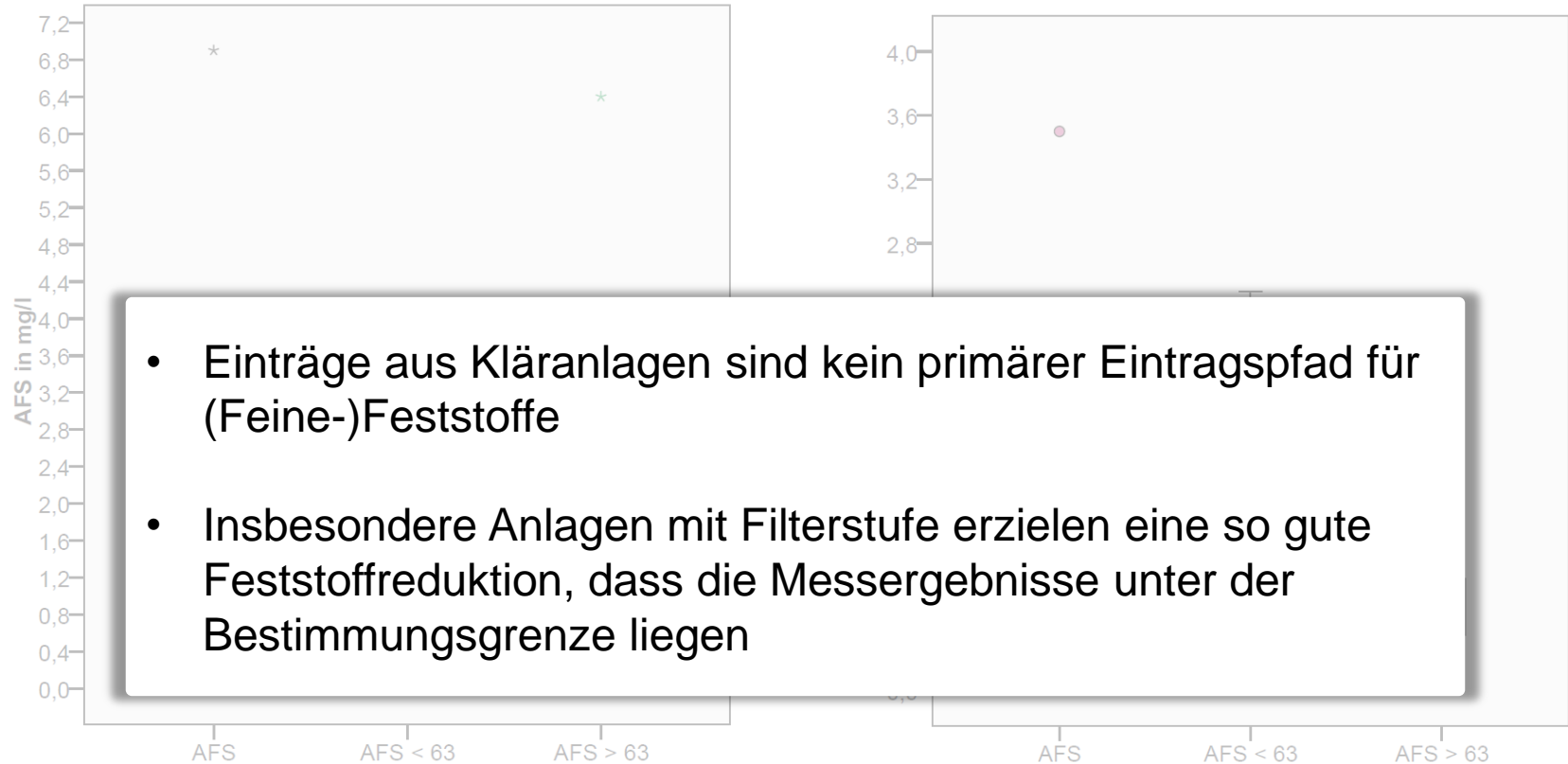
Ablauf Kläranlage Horbach

Scheibenfilter

- Sehr geringe Konzentrationen aller drei Fraktionen
- Große Spannweite der Feststoffkonzentrationen



Kläranlagen: Fazit



- Einträge aus Kläranlagen sind kein primärer Eintragspfad für (Feine-)Feststoffe
- Insbesondere Anlagen mit Filterstufe erzielen eine so gute Feststoffreduktion, dass die Messergebnisse unter der Bestimmungsgrenze liegen

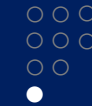
Ablauf Kläranlage Eschweiler

kein Filter

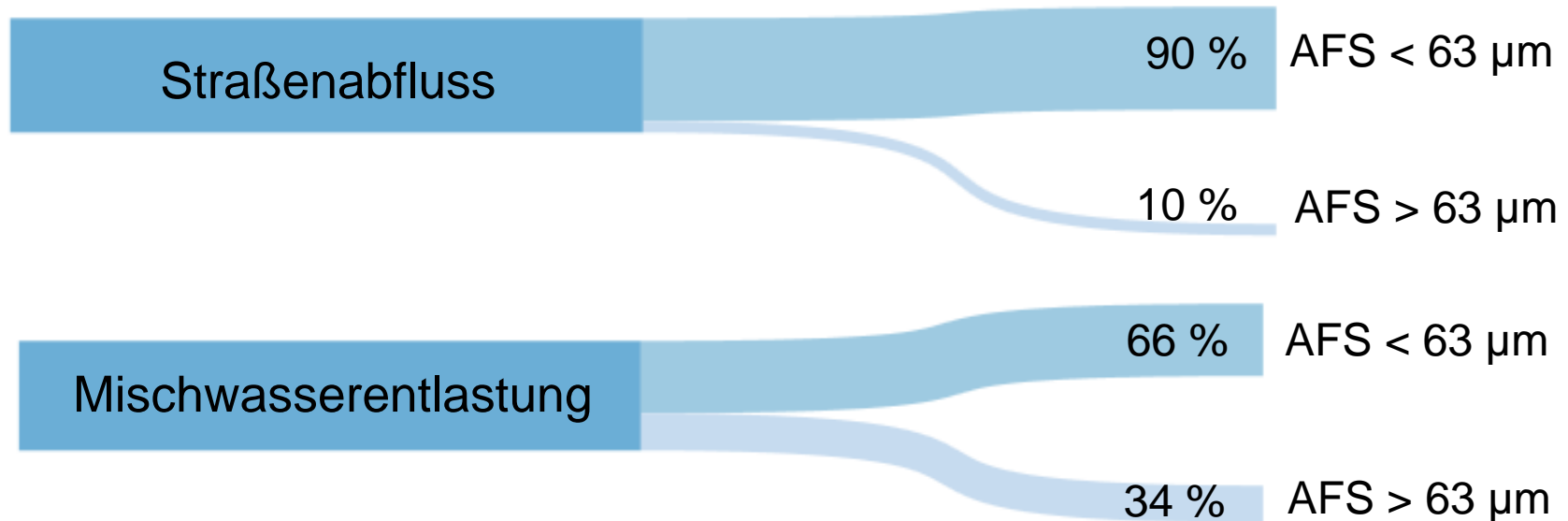
Ablauf Kläranlage Horbach

Scheibenfilter

- Sehr geringe Konzentrationen aller drei Fraktionen
- Große Spannweite der Feststoffkonzentrationen



Verhältnis potentielle Eintragspfade AFS





- Einsatz der Methodik zur Überprüfung von Einflüssen wie z.B.
 - Standort
 - Saisonale Effekte
 - Regenhöhe und Dauerauf die AFS_{fein} Konzentration in Regenwasserproben
- Anwendung der Methodik um Rückhaltewirkung für die Feinfraktion verschiedener Anlagen zur Misch- und Regenwasserbehandlung zu vergleichen
- Anwendung der Methodik zur Untersuchung weiterer Eintragspfade:
 - Abflüsse in der Nähe landwirtschaftlich genutzter Flächen
 - Direkte Untersuchung von Oberflächengewässern (vor/nach Regenereignissen)



- Einsatz der Methodik zur Überprüfung von Einflüssen wie z.B.
 - Standort
 - Saisonale Effekte
 - Regenhöhe und Dauerauf die AFS_{fein} Konzentration in Regenwasserproben
- Anwendung der Methodik um Rückhaltewirkung für die Feinfraktion verschiedener Anlagen zur Misch- und Regenwasserbehandlung zu vergleichen
- Anwendung der Methodik zur Untersuchung weiterer Eintragspfade:
 - Abflüsse in der Nähe landwirtschaftlich genutzter Flächen
 - Direkte Untersuchung von Oberflächengewässern (vor/nach Regenereignissen)



- Einsatz der Methodik zur Überprüfung von Einflüssen wie z.B.
 - Standort
 - Saisonale Effekte
 - Regenhöhe und Dauerauf die AFS_{fein} Konzentration in Regenwasserproben
- Anwendung der Methodik um Rückhaltewirkung für die Feinfraktion verschiedener Anlagen zur Misch- und Regenwasserbehandlung zu vergleichen
- Anwendung der Methodik zur Untersuchung weiterer Eintragspfade:
 - Abflüsse in der Nähe landwirtschaftlich genutzter Flächen
 - Direkte Untersuchung von Oberflächengewässern (vor/nach Regenereignissen)



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Motivation	Ziel der Arbeit	(Feine-)Feststoffe	Methodenvergleich	Einträge	Fazit
		○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	

Quellen

AquaPlus 2011: Straßenabwasser in der Schweiz. Literaturarbeit und Situationsanalyse Schweiz hinsichtlich gewässerökologischer Auswirkungen (Immissionen).

Dierschke, M. ; Welker, A. (2015): Bestimmung von Feststoffen in Niederschlagsabflüssen. In: gwf Wasser Abwasser, 156, 4: 440–444.

DIN EN 872 (2005): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung suspendierter Stoffe – Verfahren durch Abtrennung mittels Glasfaserfilter; Deutsche Fassung EN 872:2005. Beuth Verlag GmbH.

DWA-A 102 (2015): Niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse – Grundsätze und Anforderungen zum Umgang mit Regenwetterabflüssen: Entwurf 23. April 2015. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

Xanthopoulos, C. (1990): Niederschlagsbedingter Schmutzstoffeintrag in Kanalsysteme – erneute Bilanzierung aufgrund weitergehender Erfassung von Ereignissen. In: Schadstoffe im Regenabfluß aus städtischen Gebieten. Schriftenreihe des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe, Bd. 58: 115–146.

