



**Universität Stuttgart**

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und  
Abfallwirtschaft

# Feststoffaufkommen und Schadstoffbeladung von Partikeln im Regenabfluss eines Gewerbegebiets in Freiburg (Süddeutschland)

Dipl.-Ing. Philipp Baum  
ISWA, Universität Stuttgart

## AQUA URBANICA 2017

Urbanes Niederschlagswassermanagement  
im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen

# Gliederung

- Hintergrund und Motivation
- Methodik und Untersuchungsprogramm
- Messergebnisse und Diskussion
- Zusammenfassung und Ausblick

# **Motivation und Fragestellung**

# Motivation

- Urbane Niederschlagsabflüsse können stark mit Schadstoffen belastet sein.
- Behandlung der Abflüsse vor ihrer Einleitung erforderlich
- Ein Großteil der gefundenen Schadstoffe und Schwermetalle wird partikelgebunden transportiert.



[www.BreadandCheeseCreek.org](http://www.BreadandCheeseCreek.org)



[www.BreadandCheeseCreek.org](http://www.BreadandCheeseCreek.org)



[www.BreadandCheeseCreek.org](http://www.BreadandCheeseCreek.org)

# Motivation

- In Deutschland wird ein neues technisches Arbeitsblatt für die Behandlung von Regen- und Mischwasser erarbeitet.
- Neues Bewertungskriterium für niederschlagsbedingte Emissionen  
→ AFS63 (Partikeldurchmesser  $< 63 \mu\text{m}$ ).
- Eingrenzung auf die Feinfraktion begründet sich unter anderem dadurch, dass die feineren Partikel überproportional stark mit Schadstoffen beladen sind (Xanthopoulos und Hahn 1992...).
- Keine genormte Vorgehensweise bei Bestimmung von AFS63
- Bislang gibt es noch recht wenig Daten zum Aufkommen von AFS63 sowie zu deren Beladung mit Schadstoffen (Dierschke 2014)



# **Methodik und Untersuchungsprogramm**



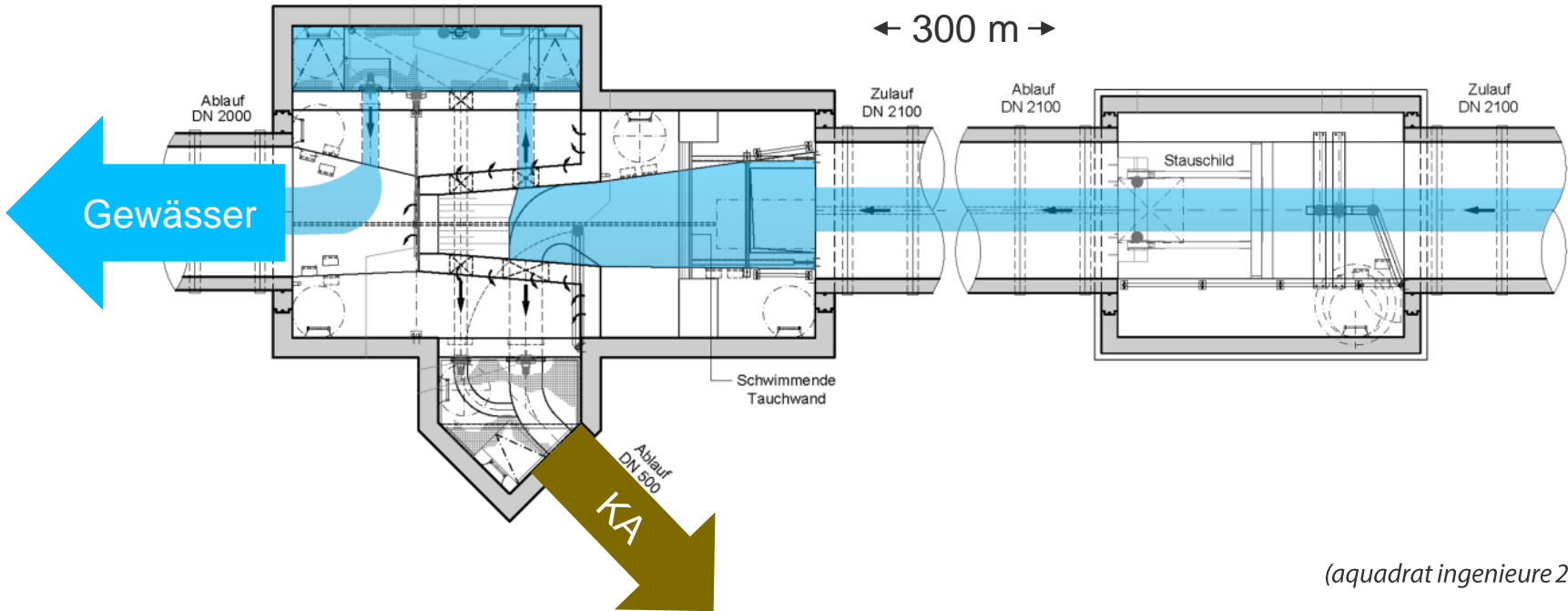
# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Einzugsgebiet: Regenwasserbehandlungsanlage - Freiburg-Haid



# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage - Trockenwetter

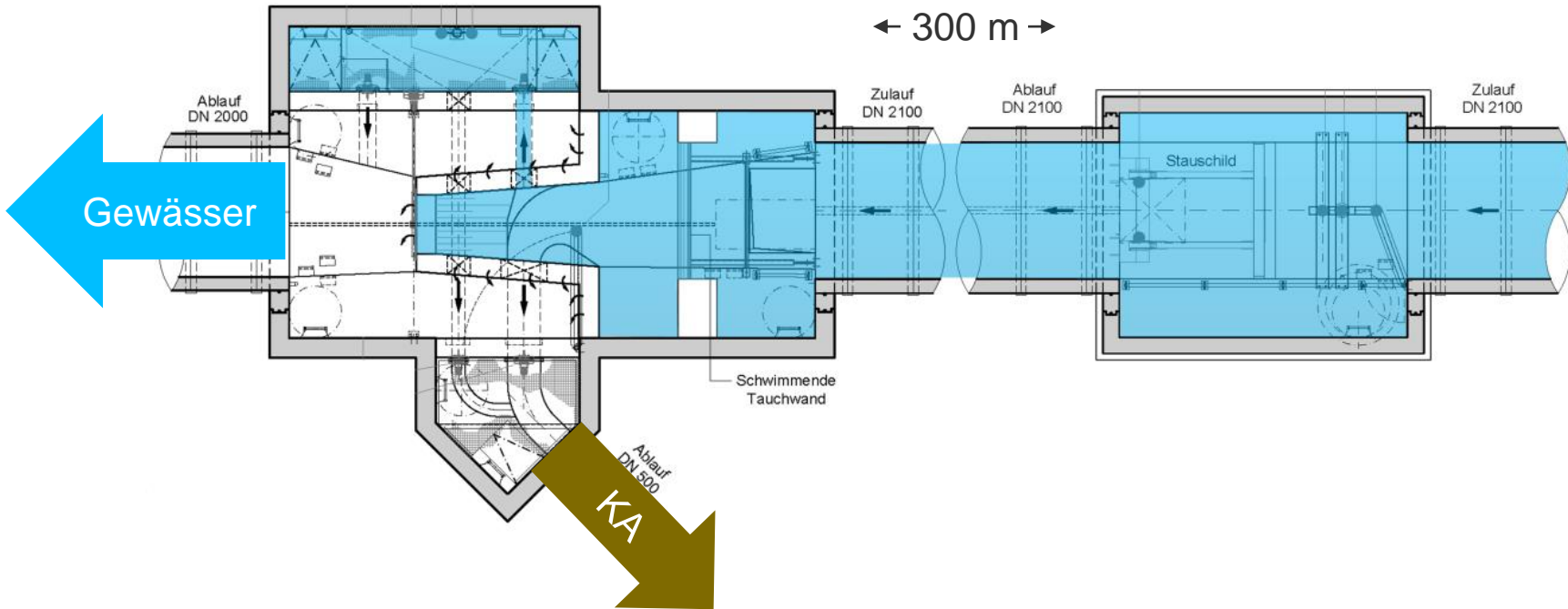


(aquadrat ingenieure 2014)



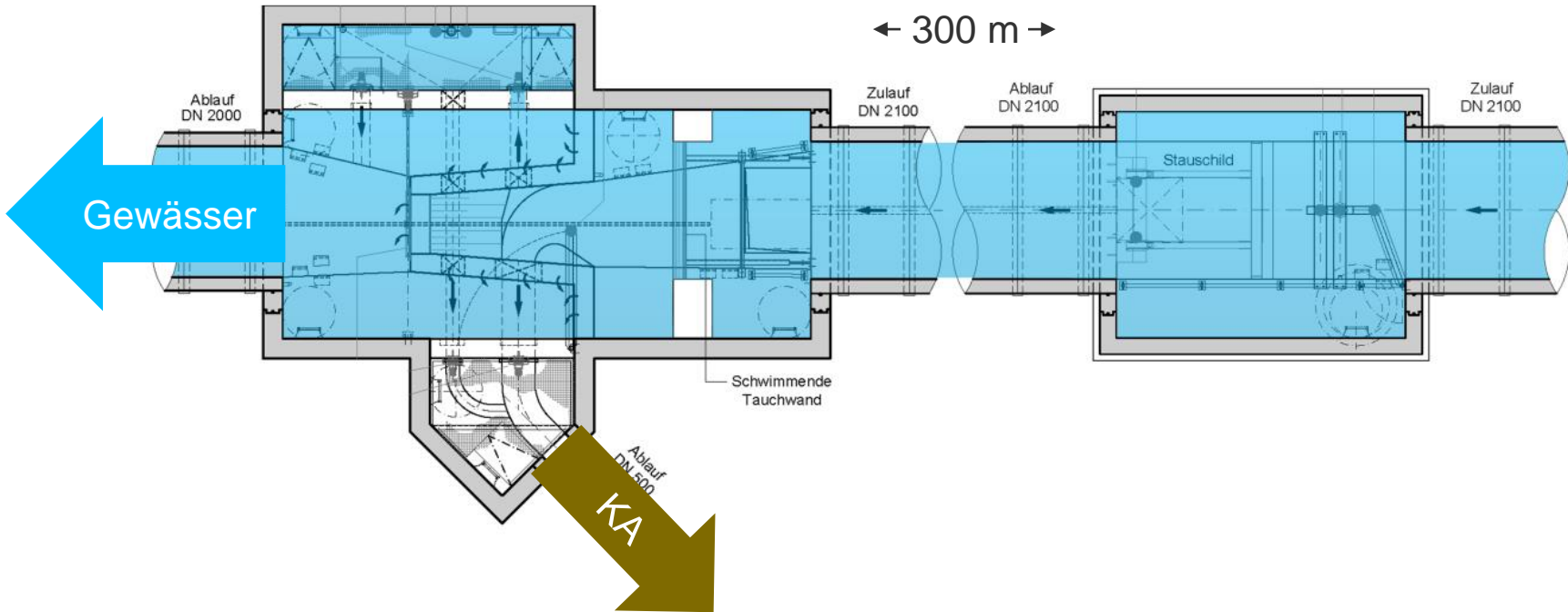
# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage – Beginn Regenereignis



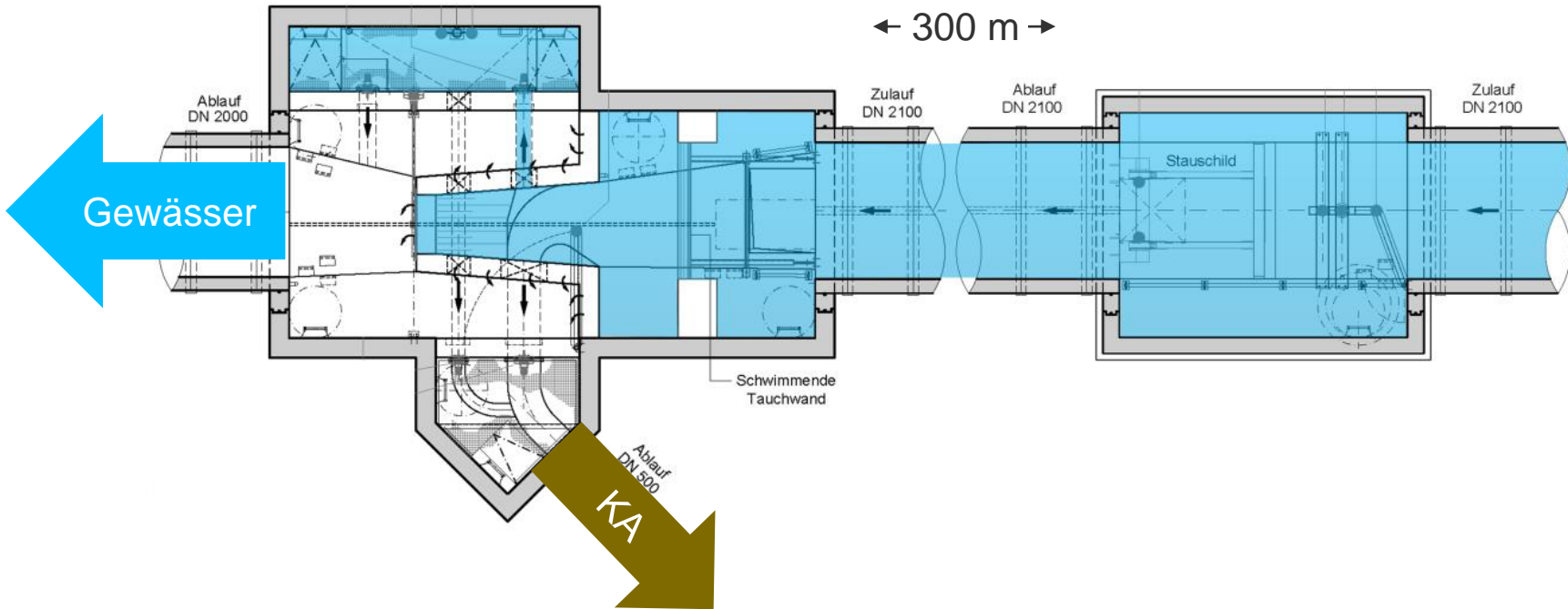
# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage – Überlauf



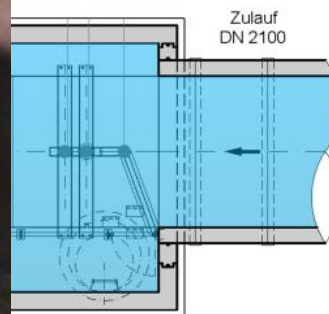
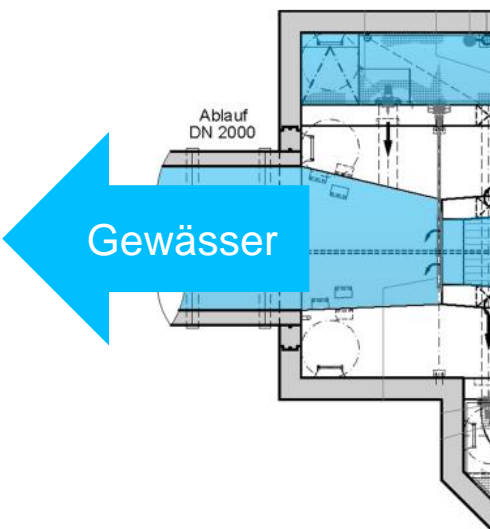
# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage - Sedimentationsphase



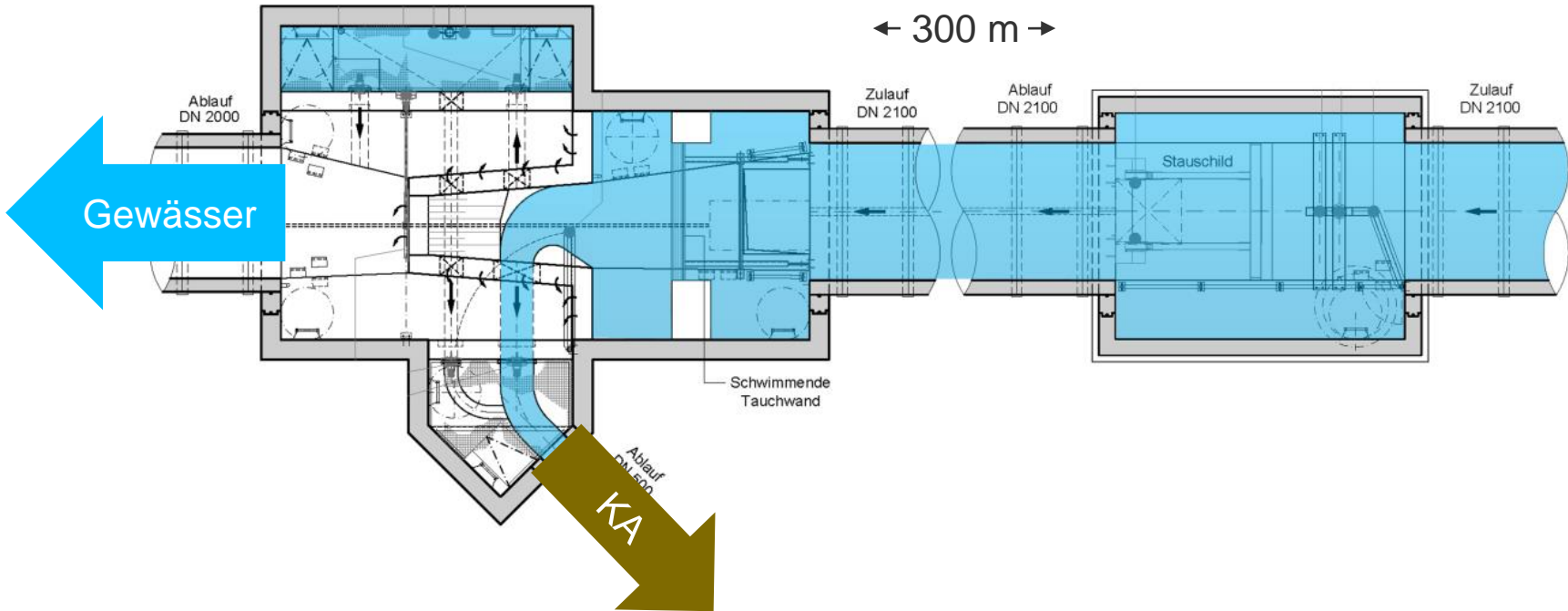
# Methodik und Unt

## Regenwasserbehand



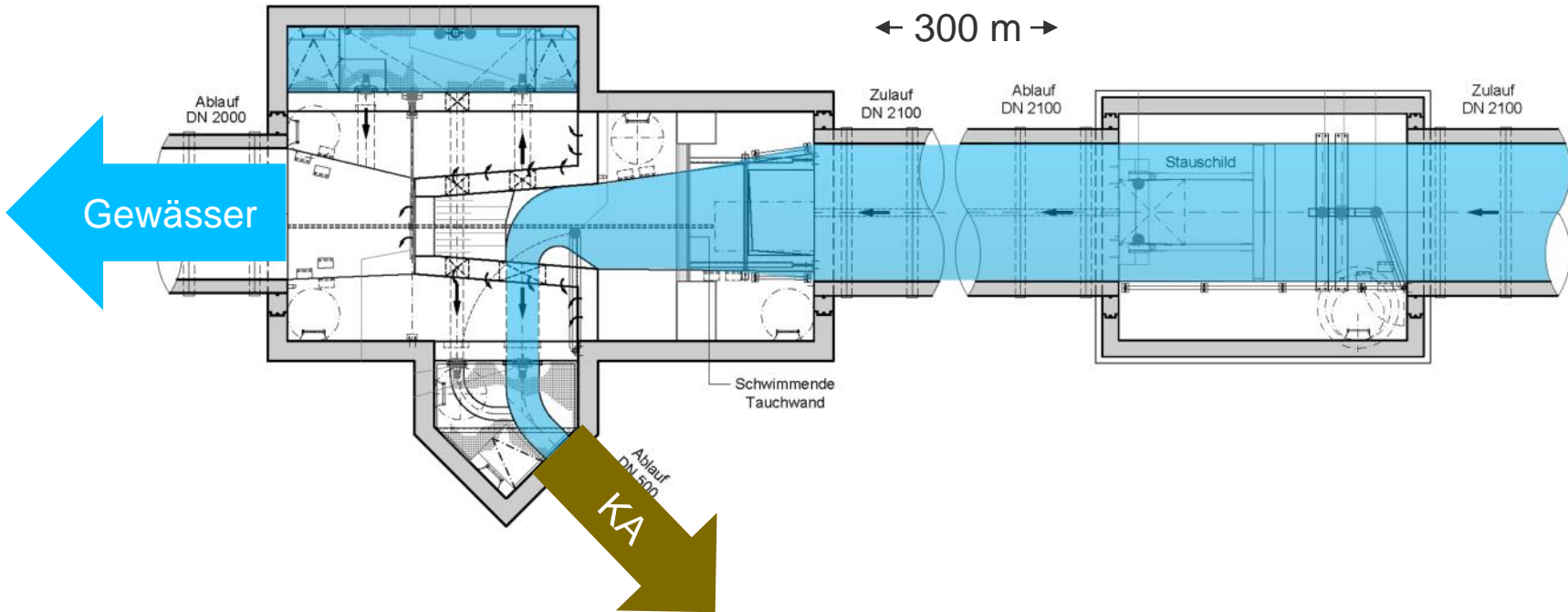
# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage – Ablauf Schmutzwasser



# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage - Spülung



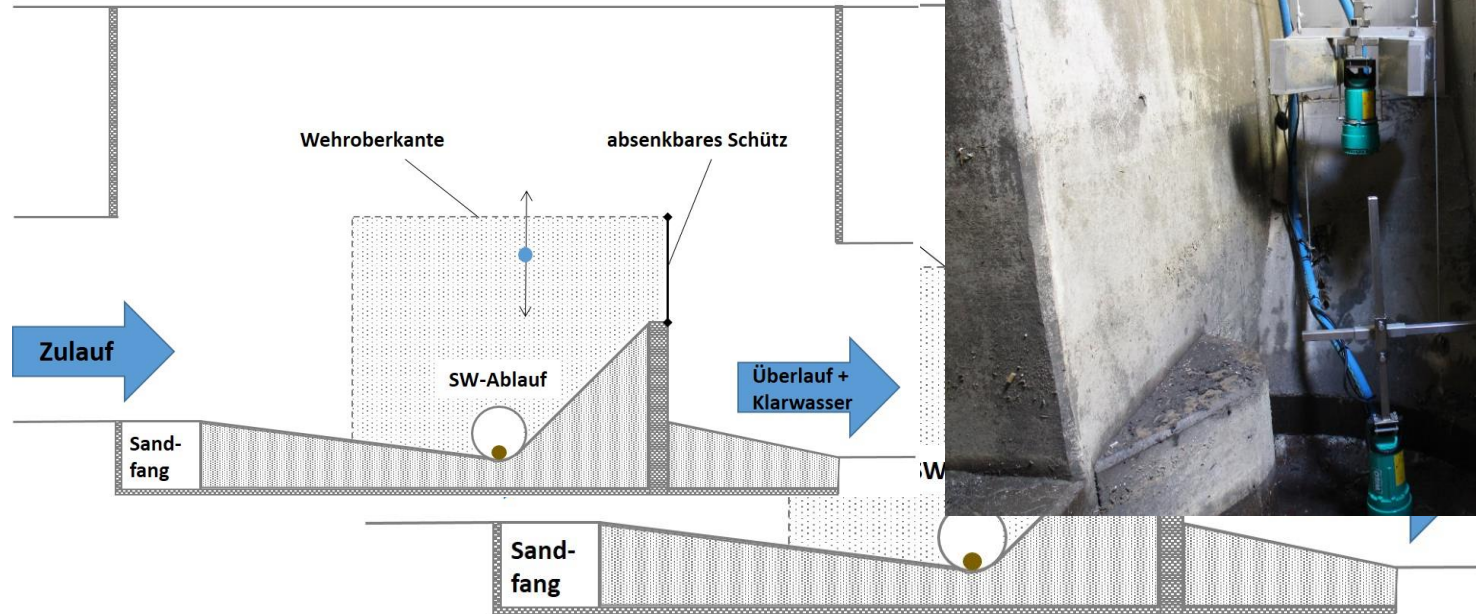


# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage - Probenahme

- Probenahme Ablauf SW
- Probenahme Überlauf + Klarwasser

● Probenahme Ablauf SW





# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Regenwasserbehandlungsanlage - Probenahme

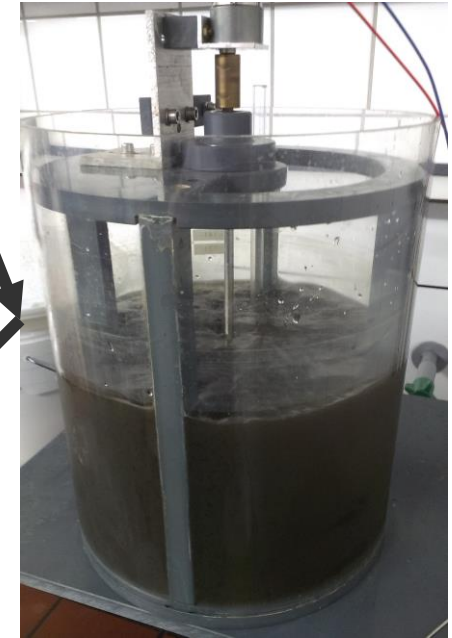
- Probenahme mittels Tauchpumpen
- Volumenproportionale Probenahme
- Großvolumige Probenbehälter  
(sog. Feststoffsammler mit 1000 l & 700 l)
- Nach Sedimentation in Behälter,  
dekantieren des Überstandswassers
- Re-mobilisation und Gewinnung der  
Feststoffe



# Methodik und Untersuchungsprogramm

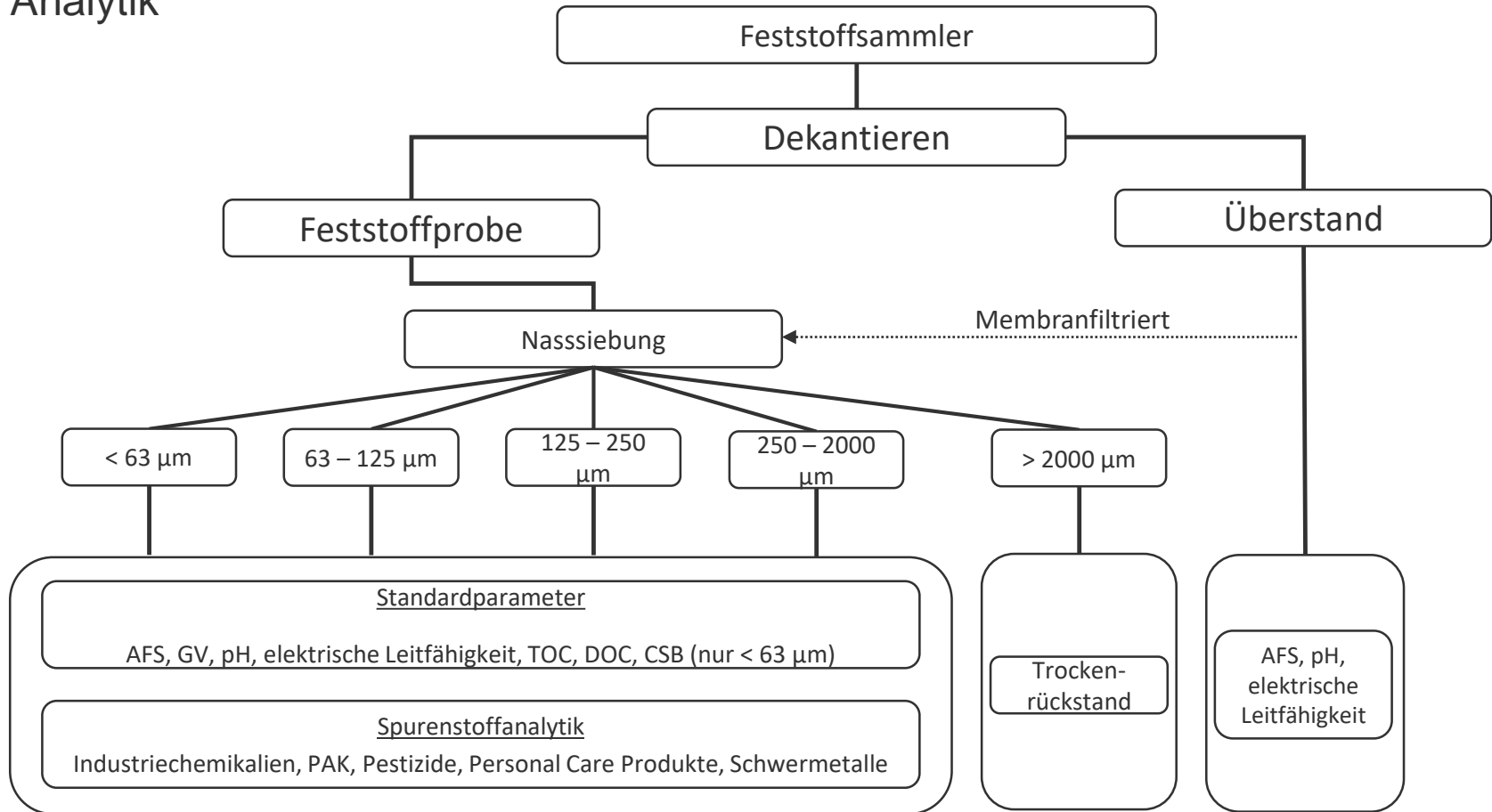
## Analytik

- Nasssiebung der Probe und spülen des Siebrückstandes mit Überstandswasser
- Größenfraktionen:  $< 63 \mu\text{m}$ ,  $63 - 125 \mu\text{m}$ ,  $125 - 250 \mu\text{m}$ ,  $250 - 2000 \mu\text{m}$
- Homogenisierung und Dispergierung in Rührkessel
- Aufteilung und weitere Analysen in aliquoten Teilproben
  - z.B. AFS (5 Teilproben)



# Methodik und Untersuchungsprogramm

## Analytik



# **Messergebnisse und Diskussion**

# Messergebnisse und Diskussion

## Feststoffaufkommen 2015-2016

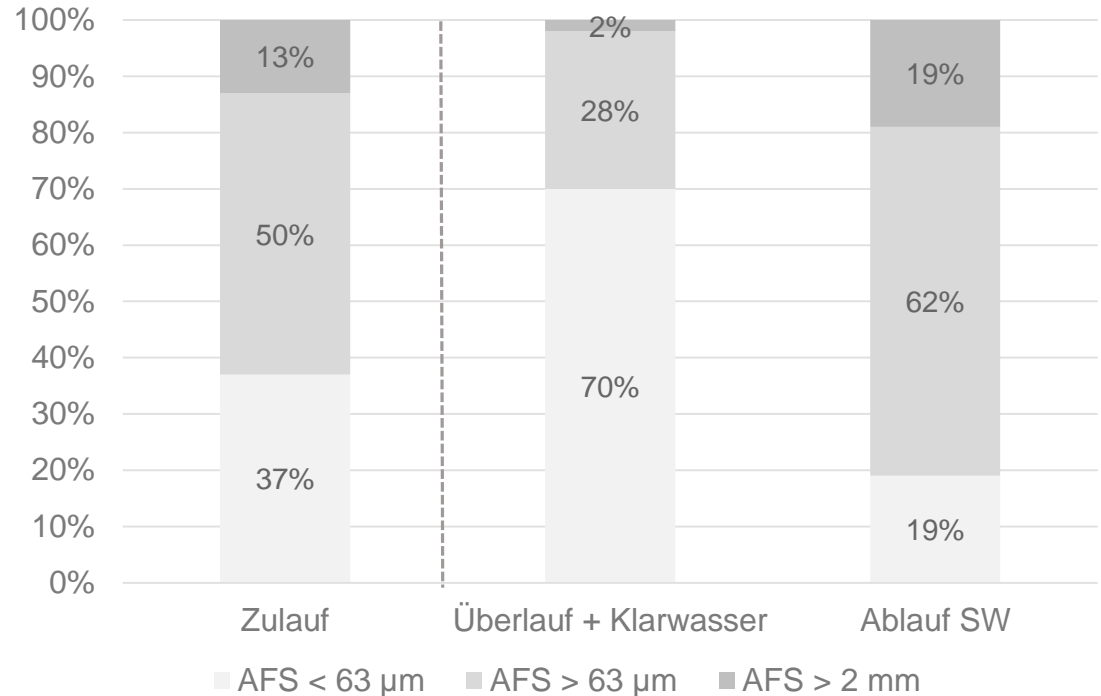
	Zulauf- konzentration	Flächenspezifischer Stoffabtrag	Glühverlust	Partikelgrößenverteilung		
				Zulauf	Überlauf ins Gewässer	Ablauf SW
	[mg/l]	[kg/ha*a]	[%]	[%]	[%]	[%]
<b>AFS &gt; 2 mm</b>	7,1	33	-	13	2	19
<b>AFS &gt; 63 µm</b>	27,7	130	46	50	28	62
<b>AFS &lt; 63 µm</b>	20,6	97	34	37	70	19

- AFS Zulaufkonzentration: 55,4 mg/l (23 Regenereignisse)
- Bei Voruntersuchung im Jahr 2009: 52 mg/l (19 Regenereignisse)

# Messergebnisse und Diskussion

## Partikelgrößenverteilung 2015-2016

- Anteil von AFS63 nur 37 %
- Große Variation zwischen Einzugsgebieten
- Klassierungseffekt hier voraussichtlich durch Spüleinrichtung verringert



# Messergebnisse und Diskussion

## Vergleich der Messergebnisse mit DWA - A102

Flächeneinteilung nach A-102		
5 % Kategorie I	→	280 kg/(ha · a)
35 % Kategorie II	→	530 kg/(ha · a)
40 % Kategorie III	→	760 kg/(ha · a)
10 % Kategorie III	→	760 kg/(ha · a)
10 % Kategorie III	→	760 kg/(ha · a)
Flächengemittelte spezifische Fracht: 656 kg/(ha · a)		
Gemessene spezifische Fracht: ca. 100 kg/(ha · a)		

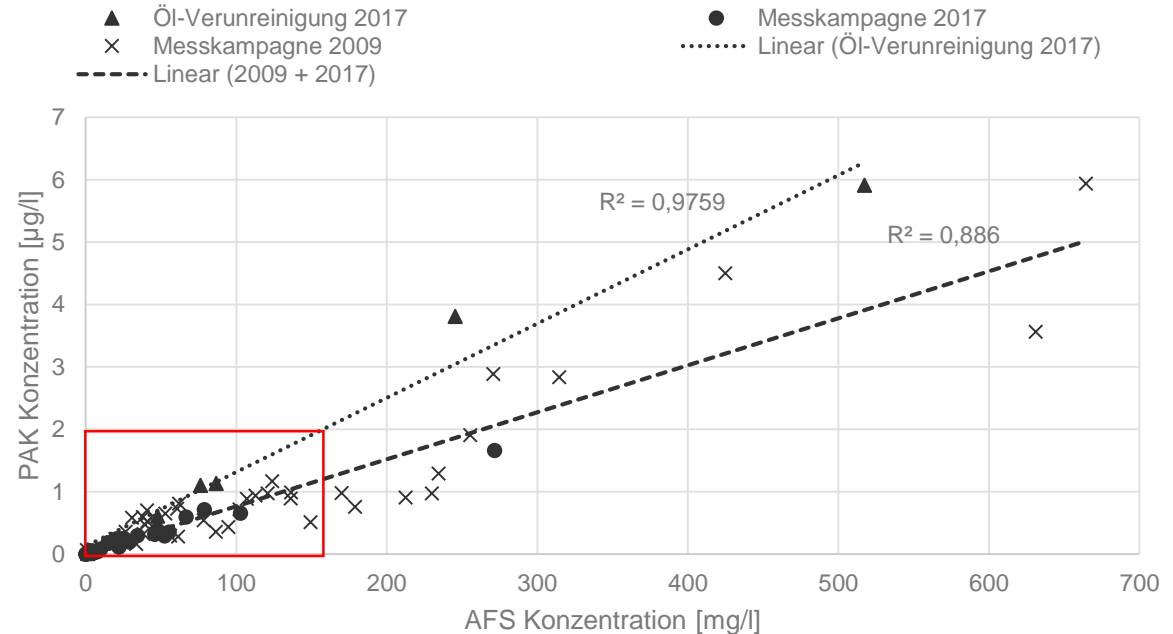
- Tabellenwerte aus A-102 sind reine „Rechenwerte“.
- Messtechnischer Nachweis eigentlich nicht vorgesehen.



# Messergebnisse und Diskussion

## Korrelation von AFS zu PAK

- PAK größtenteils partikulär transportiert
- Öl-Verunreinigung weist höhere Konzentrationen auf

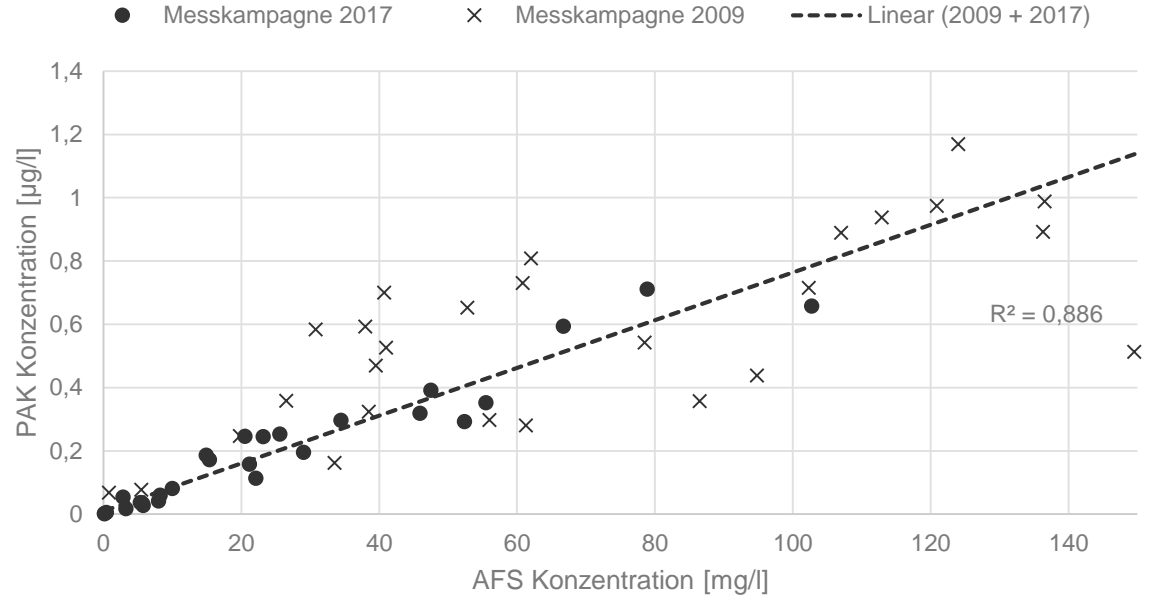


Öl-Verunreinigung:	$n = 8$ (1 Regenereignis)
Messkampagne 2017:	$n = 28$ (4 Regenereignisse)
Messkampagne 2009:	$n = 38$ (7 Regenereignisse)

# Messergebnisse und Diskussion

## Korrelation von AFS zu PAK

- PAK größtenteils partikulär transportiert
- Öl-Verunreinigung weist höhere Konzentrationen auf
- Größere Schwankungen bei Messkampagne 2009
- 2009:  $R^2 = 0,862$
- 2017:  $R^2 = 0,966$

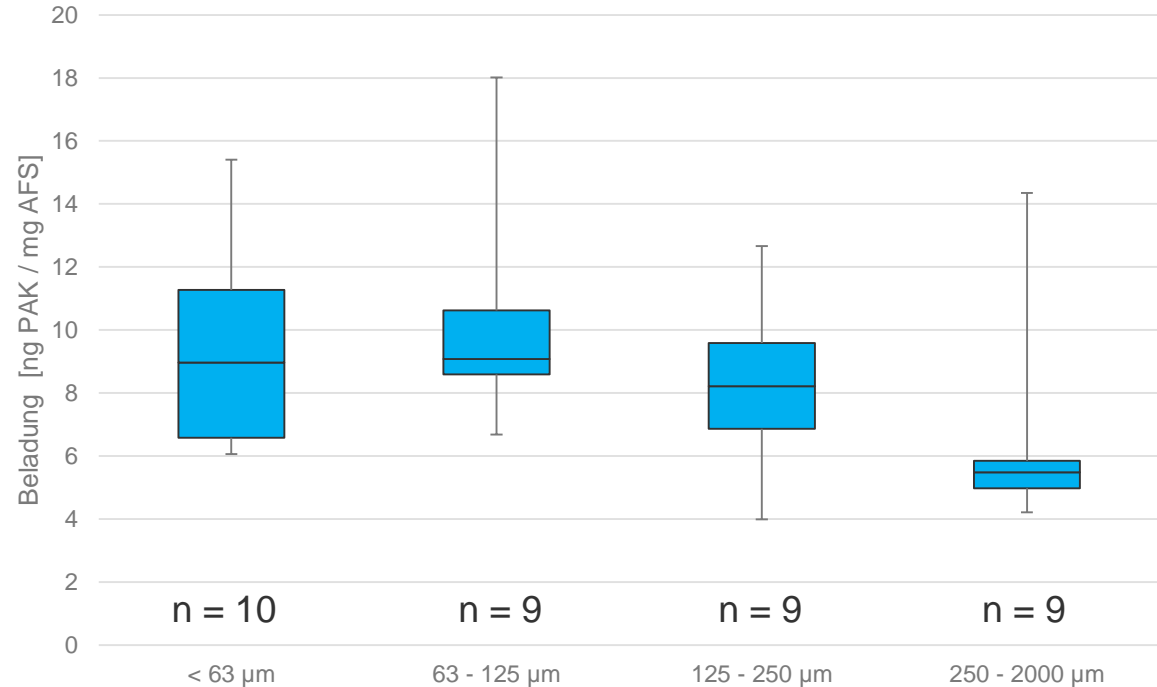


Öl-Verunreinigung:  $n = 8$  (1 Regenereignis)  
Messkampagne 2017:  $n = 28$  (4 Regenereignisse)  
Messkampagne 2009:  $n = 38$  (7 Regenereignisse)

# Messergebnisse und Diskussion

## Partikelbeladung (PAK) in unterschiedlichen Größenfraktionen

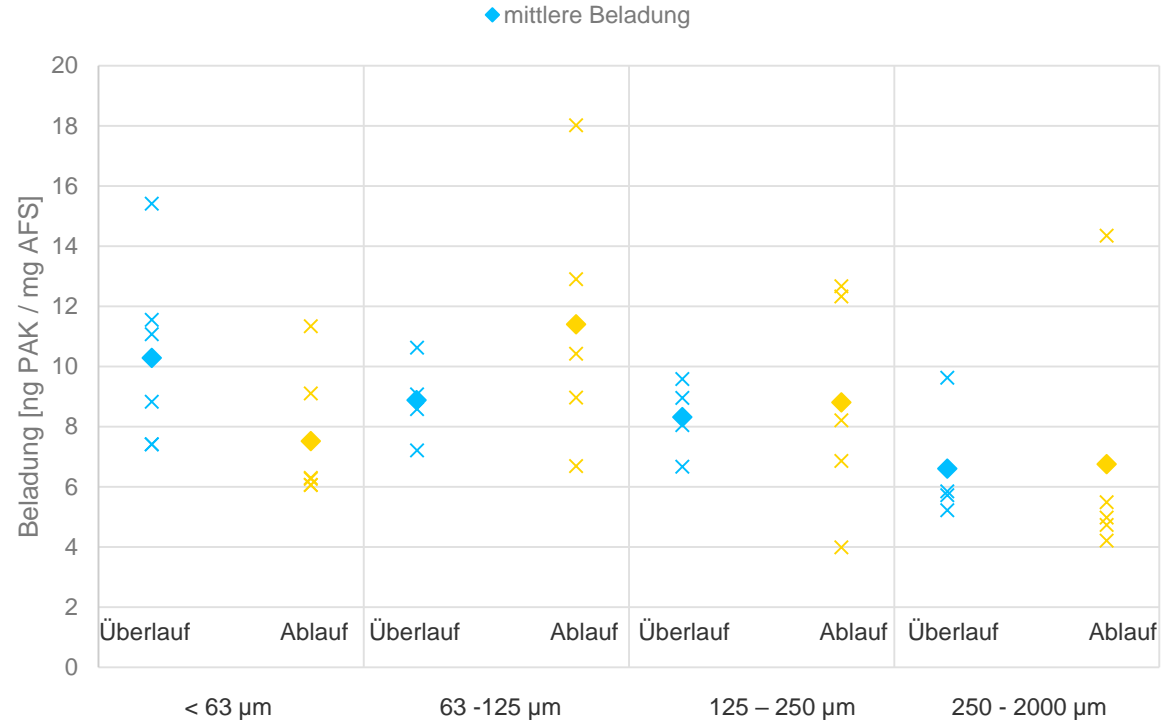
- Partikelbeladung annähernd identisch
- Größte Fraktion weist niedrigste Beladung auf
- Streuung durch:
  - Variation zwischen Ereignissen
  - Innerhalb der Fraktion wurden Frachtströme zusammengefasst



# Messergebnisse und Diskussion

## PAK-Beladung unterschiedlicher Größenverteilung differenziert nach Frachtströmen

- Bei AFS63 ist die mittlere Beladung im Überlauf höher als im Ablauf
- Andere Größenfraktionen zeigen höhere Beladung des Ablaufs
- Bislang aber geringe Datenbasis



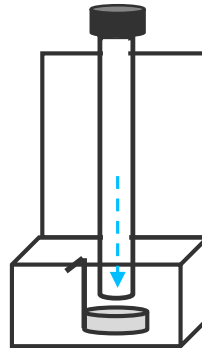
# **Zusammenfassung und Ausblick**

# Zusammenfassung

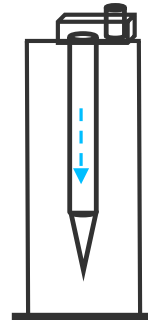
- Feststoffaufkommen im EZG eher gering
- Anteil an AFS63 unterscheidet sich von anderen Untersuchungen
- Gute Korrelation von AFS und PAK
- PAK Beladung der kleinen Partikelfractionen annähernd identisch
- Partikelbeladung der einzelnen Stoffströme sind unterschiedlich. AFS63 zeigt hier anderes Verhalten als die anderen Fraktion

# Ausblick

- Partikelbeladung für weitere Substanzen auswerten  
(20 weitere Spurenstoffe + ausgewählte Schwermetalle)
- Sinkgeschwindigkeiten untersuchen
- Aufgezeigte Tendenzen bei größerem Datenumfang erneut überprüfen



VICAS



UFT

1H-BTR	
1H-TTR	
METO	
SMX	
GABA	
CBZ	
NAP	✓
ACE	✓
ACY	✓
FLE	✓
PHE	✓
ANT	✓
FLU	✓
PYR	✓
BaA	✓
CHR	✓
BbF	✓
BkF	✓
BaP	✓
IND	✓
GHI	✓
DBA	✓
4-L-OP	
4-NP	
TCEP	
TCPP	
TDCPP	
TPP	
BT	
MTBT	
CAFFEINE	
LIDOCAINE	
CARBAMAZEPINE	
TERBUTRYNE	
MECOPROP	
DEET	

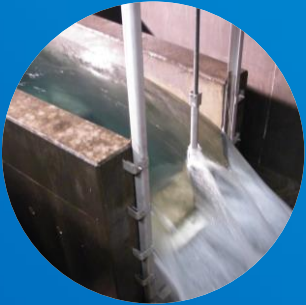
Bislang 16 von 36  
Substanzen





Universität Stuttgart

# Vielen Dank!



**Dipl.-Ing. Philipp Baum**

E-Mail [philipp.baum@iswa.uni-stuttgart.de](mailto:philipp.baum@iswa.uni-stuttgart.de)

Telefon +49 (0) 711 685-63895

Fax +49 (0) 711 685-63729

Universität Stuttgart

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte-  
und Abfallwirtschaft (ISWA)

Bandtaele 2; D-70569 Stuttgart