

# AQUA URBANICA 2019

## REGENWASSER WEITERDENKEN – BEMESSEN TRIFFT GESTALTEN



in Zusammenarbeit mit:



# Hydraulische Leistung von Rinnenfiltern zur dezentralen Regenwasserbehandlung

Claus Huwe, Benedikt Lambert

# Anlass der Untersuchung

- Hydraulische Filterregeneration über Sediment- und Filtermaterial sehr aufwändig
- Sediment- und Filtermaterialentnahme kann kontraproduktiv sein, da sie den hydraulisch sensiblen Ausgangszustand wiederherstellt
- Vegetationsreste sind eine Abflussressource, die für eine hohe hydraulische Filterleistung genutzt werden kann
- Die Untersuchungen sollen klären, ob die gezielte Förderung der Sekundärfilterschicht nicht nur zur Erhöhung der stofflichen sondern auch der hydraulischen Filterleistung führt

# Charakteristik der trockenfallenden Oberflächenfiltration

- Dränablaufkonzentration, im Unterschied zur Sedimentation, unabhängig von der Regenintensität
- Nur geringer Leistungseinbruch bei winterlicher Salzlast
- Keine Dauerstaueffekte wie bei zwangsläufig eingestauten Sedimentationsanlagen
- Trockenfallende Oberflächenfiltration ermöglicht biogene Regeneration der Filterhydraulik
- Option der Sekundärfilternutzung kann nicht nur die stoffliche sondern auch die hydraulische Leistung steigern

# 30 cm mächtige Sekundärfilterschicht einer trockenfallenden 50 Jahre alten Versickerungsanlage

## Beispiel für eine sehr lange Nutzungsdauer des Sekundärfilters



Tiefe	T + U	GV	CaCO <sub>3</sub>	Zn
[cm]	[%]	[%]	[%]	[mg/kg]
0-15	80,0	17,4	0,20	936
15-30	83,0	15,1	0,25	876
35-45	42,6	1,98	8,07	62,2
55-65	41,4	1,42	10,0	32,6

# Sedimentauflagenoberfläche



auf Filtersubstrat - 0/2



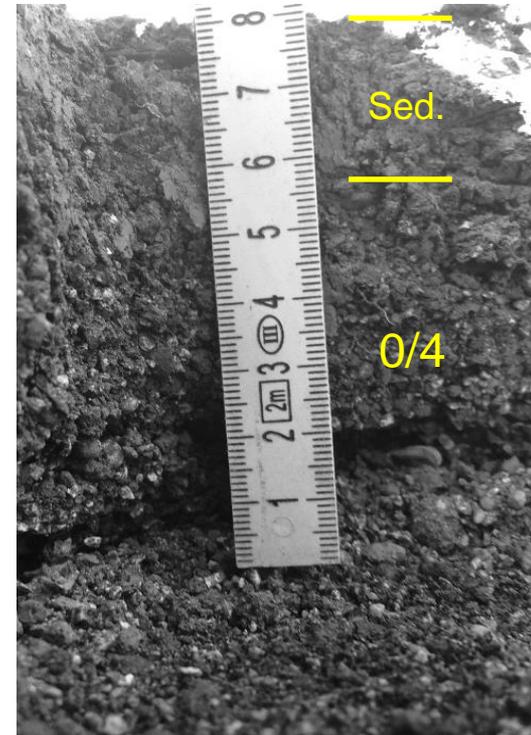
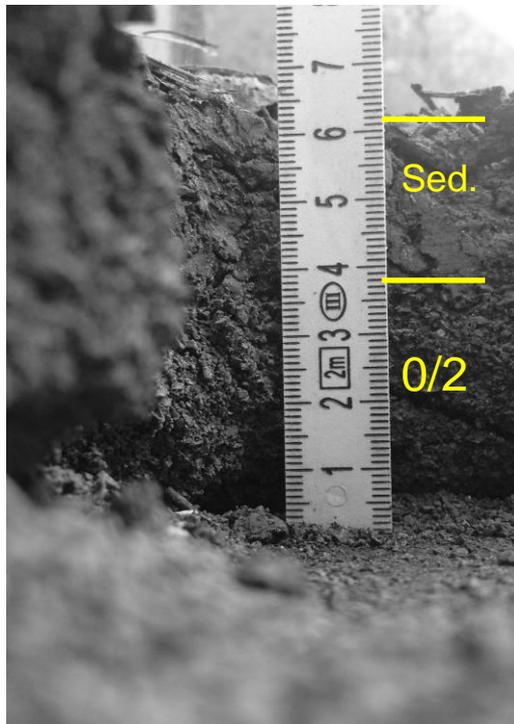
auf Filtersubstrat - 0/4

Versuchsanlage Augsburg / Filtereinbau 01.04.2014 - Bild: 10.12.2015

# Sedimentauflagenhöhe

Gleiche Höhe bei unterschiedlichen Substratsieblinien

Gleiche Feststofflast und Betriebsdauer

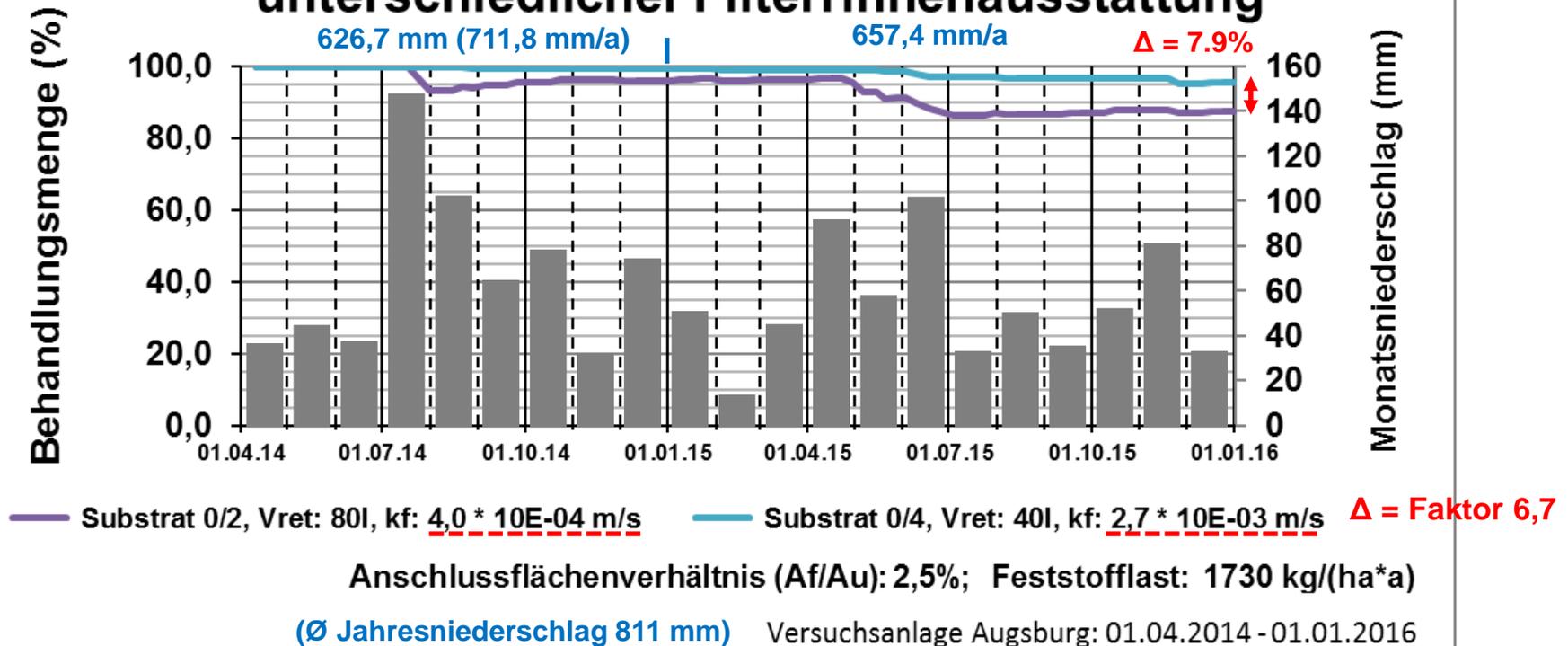


Versuchsanlage Augsburg – 28.05.2018  
(nach 48-monatigem Betrieb)

# Hydraulische Behandlungsleistung

## in Abhängigkeit von Filterkorngröße und Retentionsvolumen (gleiche Feststofffrachten und Niederschlag)

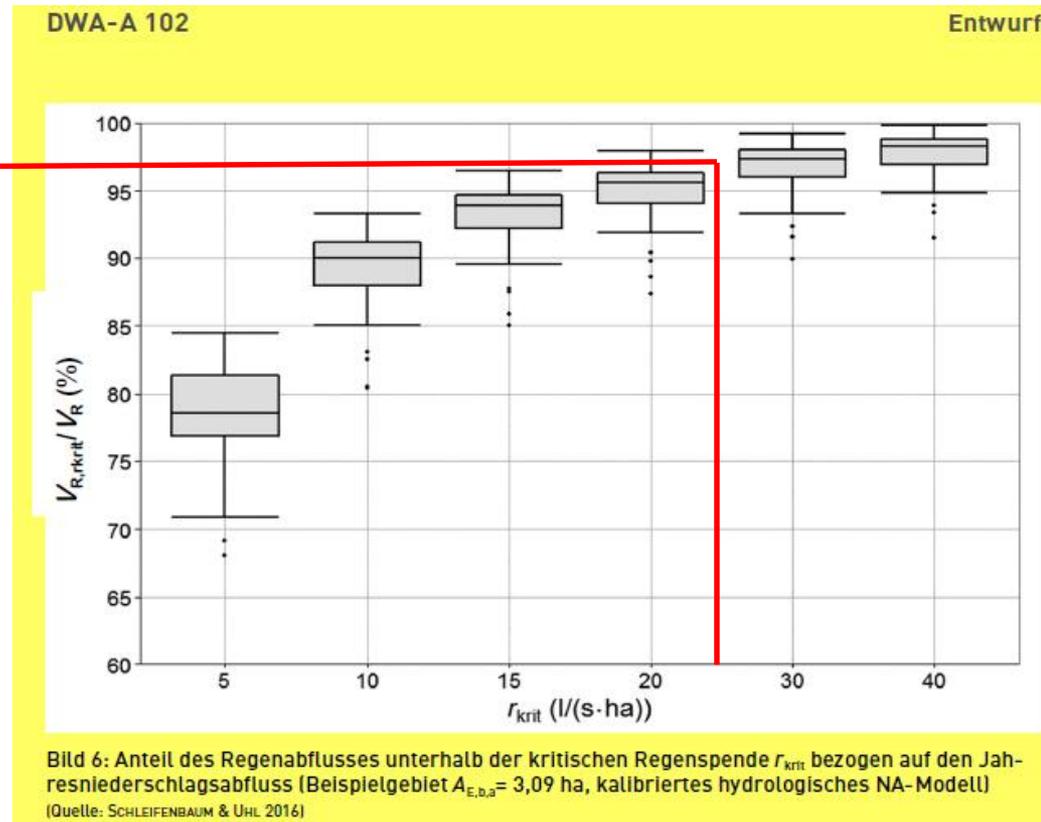
Behandelte Wassermengen bei unterschiedlicher Filterrinnenausstattung



# Der Gesamtwirkungsgrad ist vom Anlagenwirkungsgrad und dem behandelten Abflussmengenanteil abhängig

Der modellierte Niederschlagsabfluss bis zu einer kritischen Regenspende von  $25 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$  beträgt 97% vom Gesamtjahresabfluss.

97% vom Gesamtjahresabfluss behandelt mit einem Wirkungsgrad von 98% bei geeigneten Filtersystemen zum AFS63-Massenrückhalt, ergibt einen Gesamtwirkungsgrad von 95% bezogen auf die Gesamtjahresfracht AFS63.



# Langjährige Sekundärfilterbildung bei der Rinnenfiltration erlaubt eine vollständige Nutzung der Abflussressourcen

Ressource	Grobpartikel	Feinpartikel	Erhöhung
Vegetationsreste	+	+	Stoffbindung, $k_f$ -Wert
Carbonat	+	+	Stoffbindung, pH-Pufferung
Eisen	+	+	Stoffbindung

Bei zentralen Filtern gelangen nur die Feinpartikel auf die Filteroberfläche

# Das abflussbürtige Eisen kann bei der dezentralen Filtration vollständig genutzt werden

- Ergebnisse einer Bankettuntersuchung an der A4, südlich Köln -

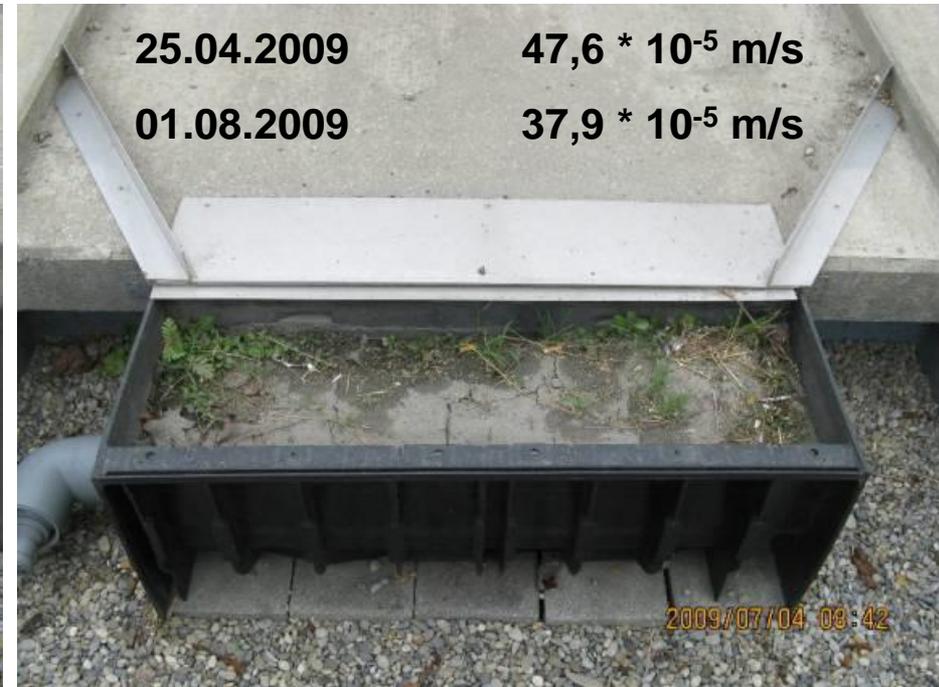
- 50% des Eisens war grobpartikulär
- Das grobpartikuläre Eisen setzt sich auf dem Bankett vollständig ab
- Das im Bankettsediment deponierte grobpartikuläre Eisen oxidiert zu Eisenhydroxid
- Das aus dem grobpartikulären Eisen gebildete Eisenhydroxid ist eine zusätzliche Binderreserve für gelöste Schwermetalle (Zn, Cd, Cu)

# Sehr geringer und sehr hoher Glühverlust von Sedimenten in Abhängigkeit der Baumzahl

Baumzahl/haA <sub>u</sub>	0	40
GV <sub>ges</sub> in %	11,3	49,8
GV <sub>T+U</sub> in %	18,5	42,4
GV <sub>S+G</sub> in %	4,73	65,4

0 Bäume, Augsburg, Derchingerstraße, 2003  
40 Bäume, Berlin, Onkeltomstraße, 2005

# Starke $k_f$ -Wert Abnahme durch Dauereinstau trotz geringer Glühverluste



Geringe Vegetationsrückstände,  $GV_{\text{ges}} = 11,3 \%$

# Hohe Stofffreisetzung aus GV-reichem Sediment in Abhängigkeit der Einstauzeit

Einstauzeit in Tagen	<7	>7
Probenanzahl	n = 15	n = 23
CSB in mg/l	55,4	104
NH <sub>4</sub> -N in mg/l	3,47	11,7
PO <sub>4</sub> -P in mg/l	0,38	0,75

GV des Sedimentes : 45,0 %  
Parkplatzabflüsse Berchem 2011 - 2016

# Trockenfallender Filterbetrieb erlaubt die Abnahme von MKW und PAK<sub>16</sub> durch Mineralisation

Depotzeit	1 Monat <sup>1</sup>	9 Jahre <sup>2</sup>
MKW in mg/kg	2.286	130
PAK <sub>16</sub> in mg/kg	11,8	1,62

Derchingerstraße, Augsburg

1 Mittelwert der Quartalsmischproben 3/2009 – 2/2010,  
Beprobung über Feststoffsammler mit monatlicher Räumung

2 Lysimetersediment nach 9-jährigem Betrieb, Vorhaben der LfU Bayern,  
Probenahme am 16.11.2005, n = 4, S4, S5, S9, S10

# Beispielhafte Ergebnisse von Felduntersuchungen Jahresgang der Salzkonzentration von Straßenabflüssen

Quartale	4	1	2	3
	in $\mu\text{S}/\text{cm}$			
A6, Steinsfurt	1.726	6.860	188	108
Derchingerstraße, Augsburg	1.146	6.103	186	111

A6, Steinsfurt: 2/2009 – 3/2010, nach Grotehusmann u.a. (2012)

Derchingerstraße, Augsburg, 9-jähriger Durchschnitt, nach Nadler/Meißner (2007)

# Beispielhafte Ergebnisse von Felduntersuchungen

## Salz erhöht maßgeblich die Feinpartikelfracht von Autobahnabflüssen

- nach Grotehusmann u.a. (2013) -

Autobahn	Lf <sup>1</sup>	T+U
	in $\mu\text{S/cm}$	in $\text{kg/ha}^*\text{a}$
Großburgwedel	1.521	203
Kirchhorst	2.490	321
Steinsfurt	4.293	698

<sup>1</sup> Mittelwert von Quartal 4 und 1

# Methodik der Erhebungsuntersuchung

## Untersuchungsumfang

- 16 Rinnenstandorte
- Pro Standort 3 Varianten:  
V1: Referenz, V2: FOK geharkt, V3: Sekundärfilterschicht  
aufgebracht

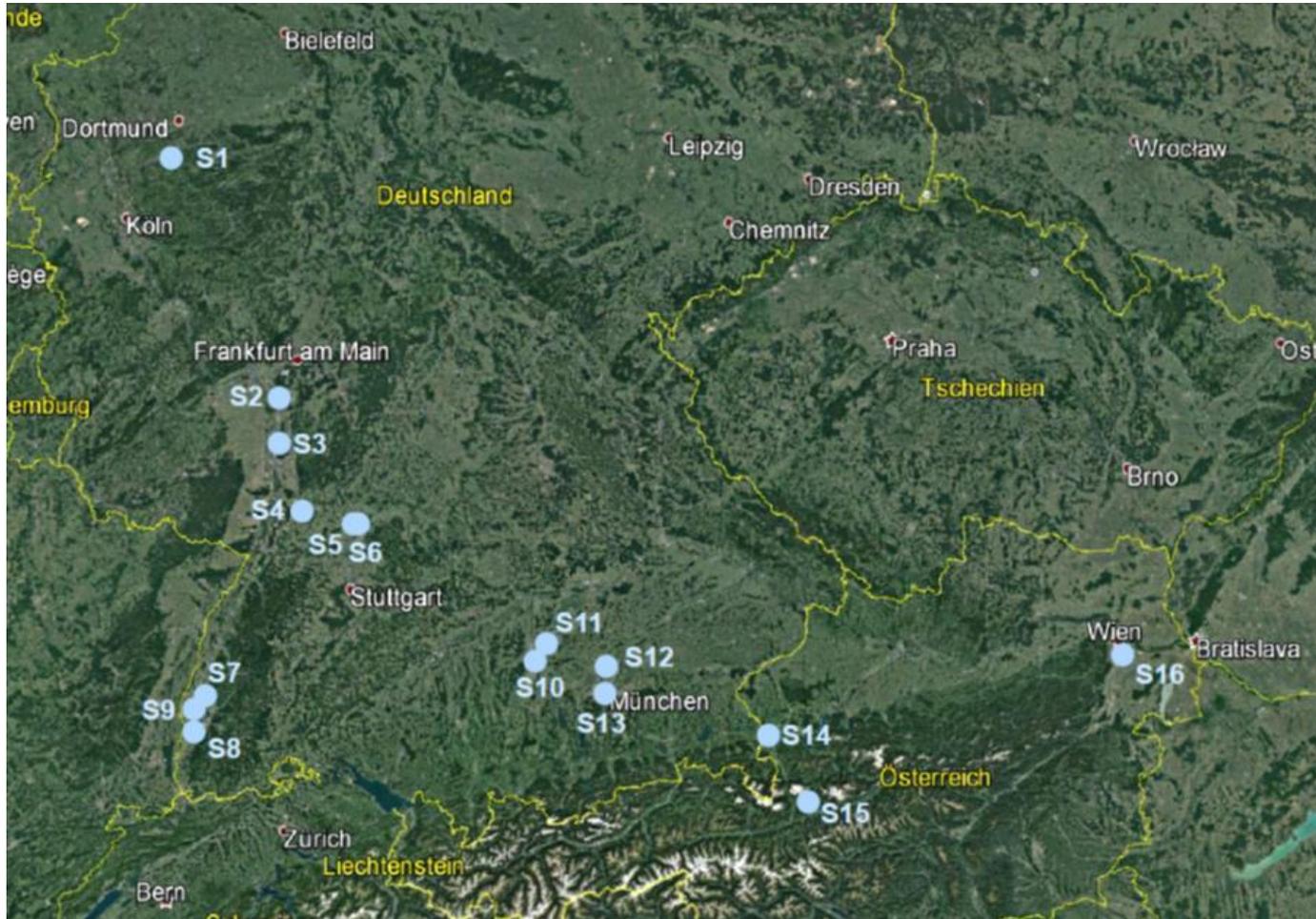
## Hydraulik

- $K_f$ -Messung über Einstau von 2 - 5 m Rinnenlänge
- $K_f$ -Messung alle 2 - 4 Monate über 30 Monate

## Stoffdepot

- Zeitintegral 2 - 8 Jahre
- Vertikale Auflösung in cm 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm

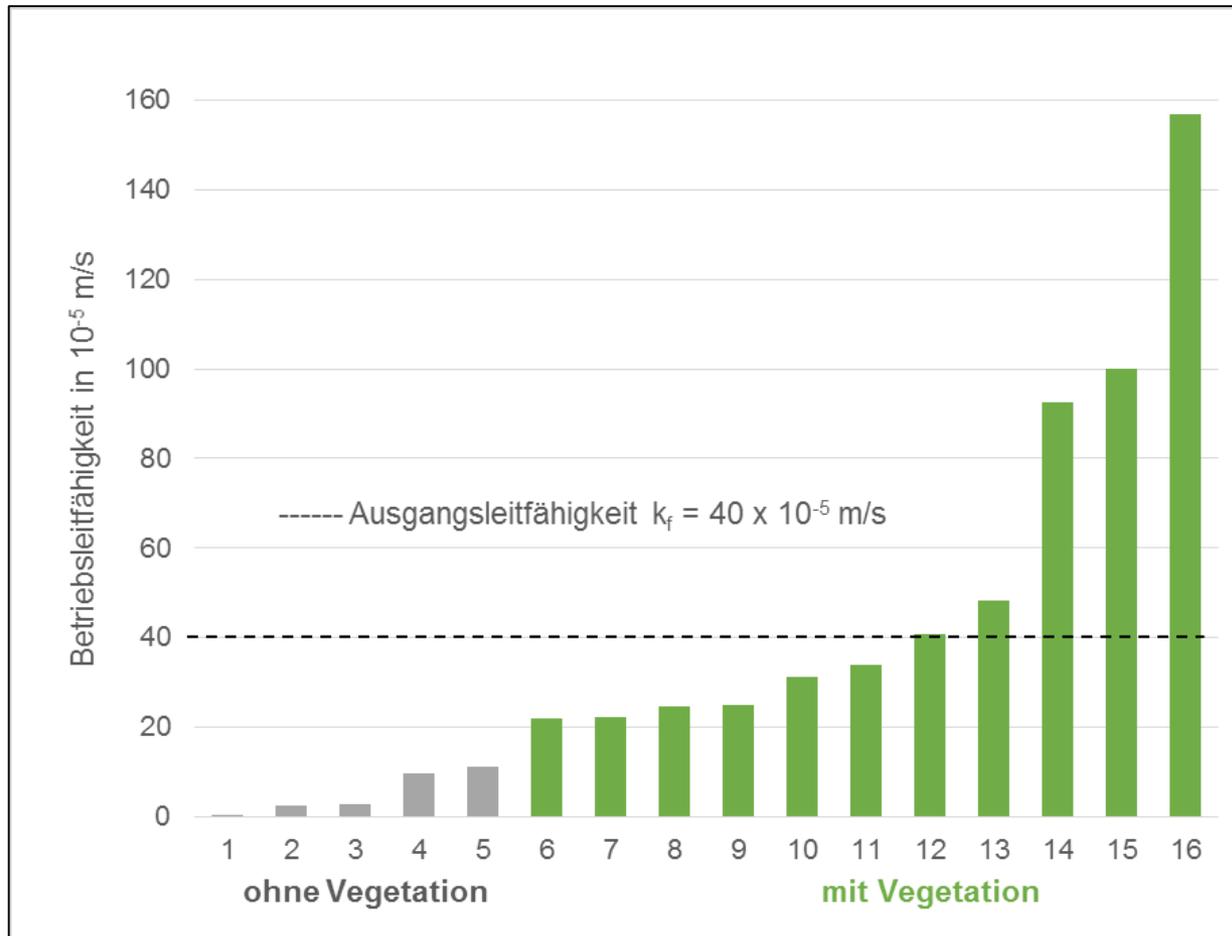
# Lage der untersuchten Standorte



# Messung der hydraulischen Filterleistung



# Hydraulische Betriebsleitfähigkeit



# Rinnenfilter mit hohem Anteil an Vegetationsresten



Oben: Schwarze Sekundärfilterschicht mit Feinpartikelaggregation bzw. hoher hydraulischer Filterleistung

Unten: Graue Primärfilterschicht

Zwischen Primär- und Sekundärfilter ist keine feinpartikuläre Sperrschicht vorhanden

# Vertikales Stoffdepot eines Rinnenfilters

bei hohem Anfall an Vegetationsresten und hoher hydraulischer Leistung ( $k_f = 157 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ) nach 4,5 Betriebsjahren

Tiefe		GV	Zn	Cd	Cu	Pb
in cm		in %	in mg/kg			
3 – 8	Sed	23,3	742	0,35	47,8	19,7
0 – 3	Sed	10,9	634	0,23	52,5	18,3
0 – 5	FiM	2,47	138	0,11	18,4	7,1
5 – 10	FiM	0,82	9,1	< 0,10	1,6	2,4
10 – 15	FiM	0,69	8,4	< 0,10	1,9	2,6

Sed: Sediment

FiM: Filtermaterial

Rinnenfilter S1, Rinne 1,  $k_f = 66 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

# Zusammenfassung

- Die vorgenommene Erhebungsuntersuchung zeigt, dass Vegetationsreste für trockenfallende Rinnenfilter nicht nur die stoffliche sondern auch die hydraulische Leistung markant erhöhen
- Bei Standorten mit hoher Feinpartikellast und wenig Vegetationsresten wird geprüft, ob die Ausbringung einer Sekundärfilterschicht die hydraulische Filterleistung dauerhaft erhöht
- Bei Rinnenfiltern mit vielen Vegetationsresten können die Betriebs- $k_f$ -Werte über dem hydraulischen Ausgangszustand liegen. Diese Rinnenfilter zeigen bisher keine Einbußen in der stofflichen Filterleistung
- Rinnenfilter sind prädestiniert auch die grobpartikulären Vegetationsreste, Carbonat und Eisen für die Filtration zu nutzen (Abflussressourcen). Die langjährige Nutzung der Sekundärfilterschicht senkt den Betriebsaufwand, schont die Sandlagerstätten, mindert die Abfallmenge und erhöht markant die hydraulische und stoffliche Filterleistung