

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



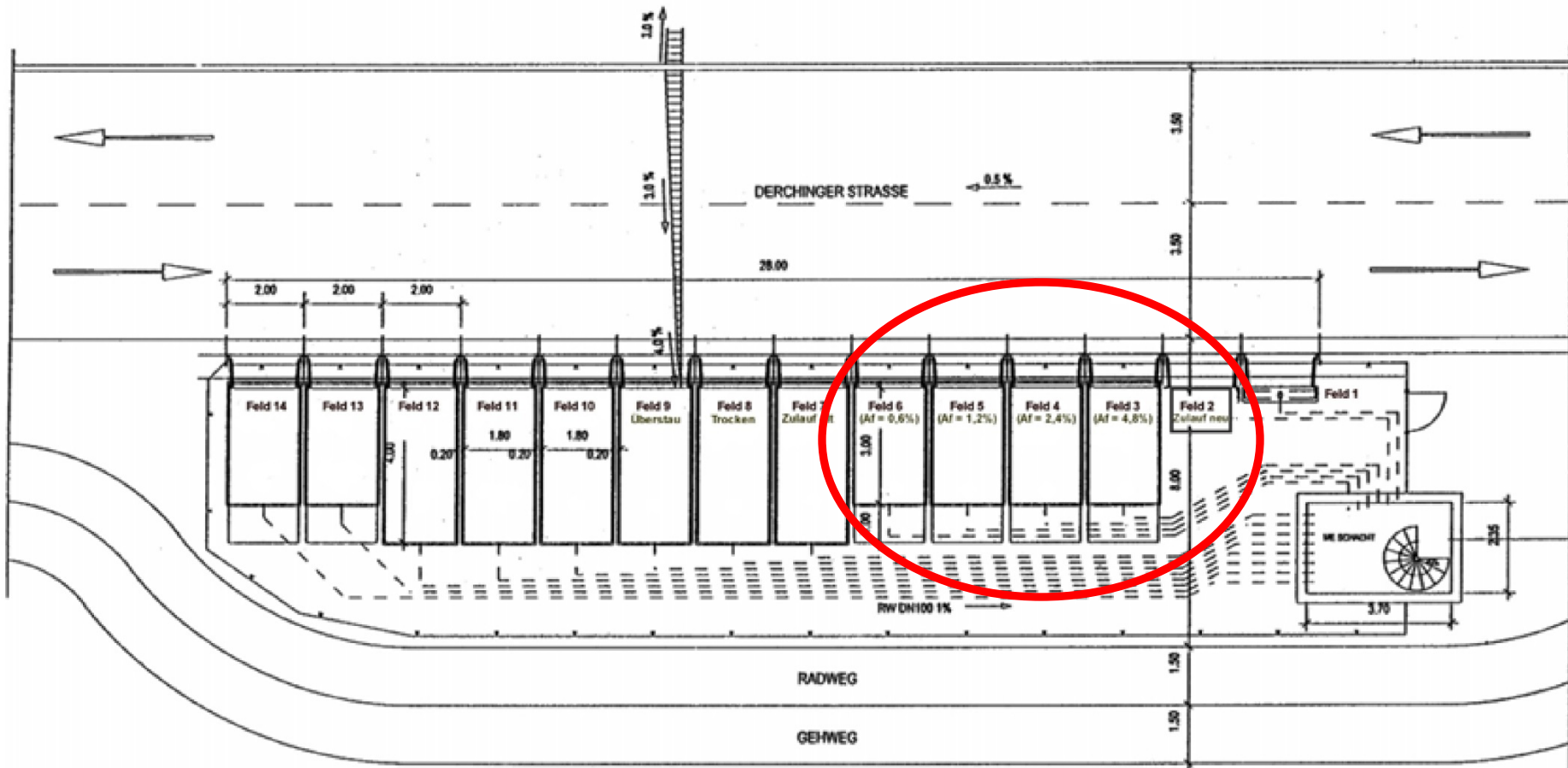
Betriebliche Aspekte der dezentralen Regenwasserbehandlung am Beispiel eines Rinnenfiltersystems

Claus Huwe

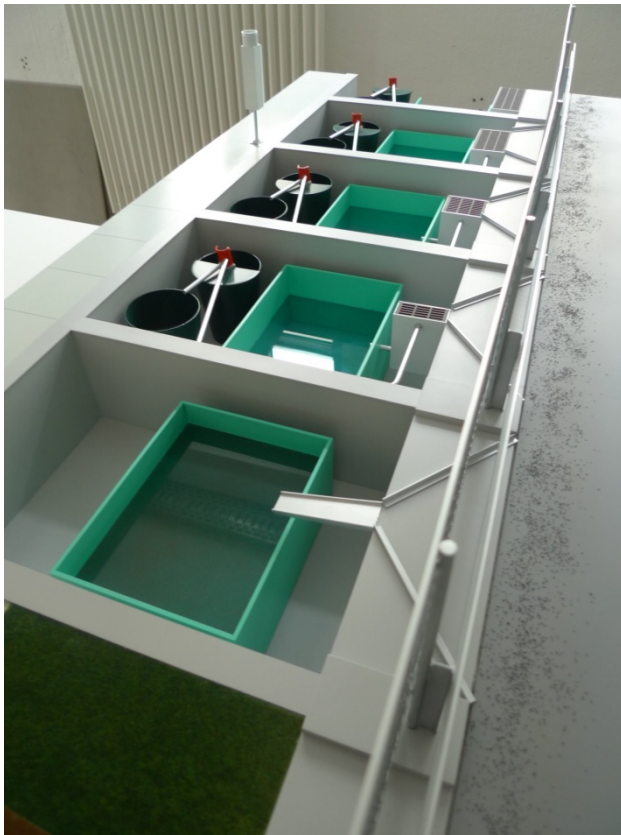
Inhalt

- **Anforderungen / Fest- und Schadstoffbelastung**
- **Betriebliche Einflussgrößen**
- **Filtration**
- **Dauereinstau oder trocken fallende Systeme**
- **Kostenbetrachtung**

Versuchsanlage Augsburg



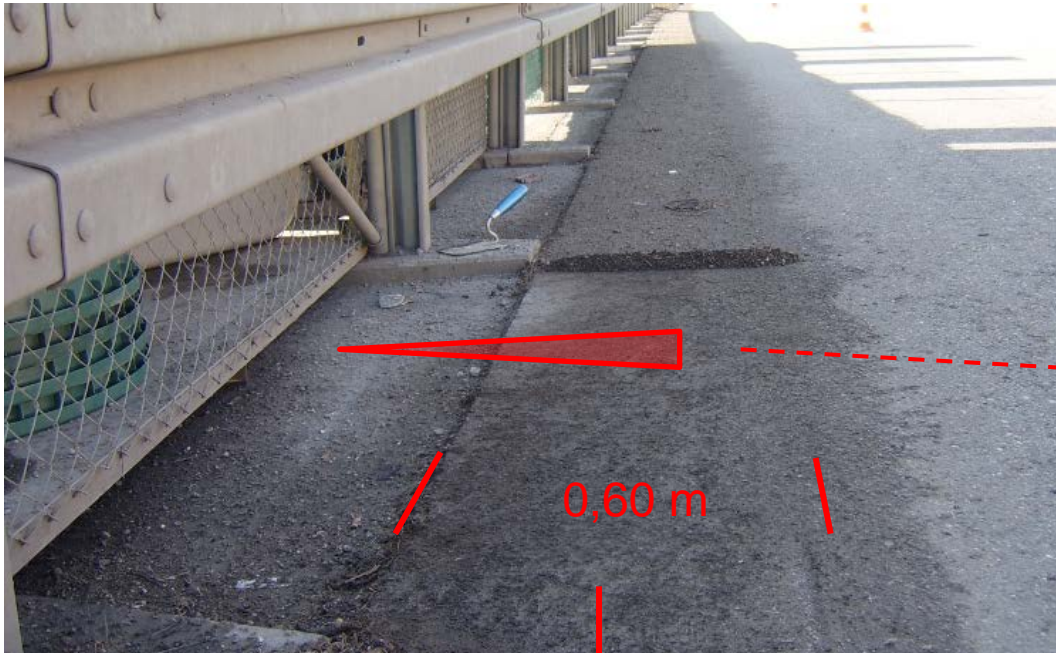
Versuchsaufbau



Behandlungskomponenten:

1. Stufe - Filtersubstratrinnensystem mit Retentionsvolumen
2. Stufe (im Überlauf) - Filtersack aus Geotextil

Feststoffe im Verkehrsflächenabfluss



Versuchsanlage Augsburg
27.02.2010

Abreicherung der Grobstoffe
entlang des Fließweges

Sand und Kies > 63 μm



8% elementares Eisen

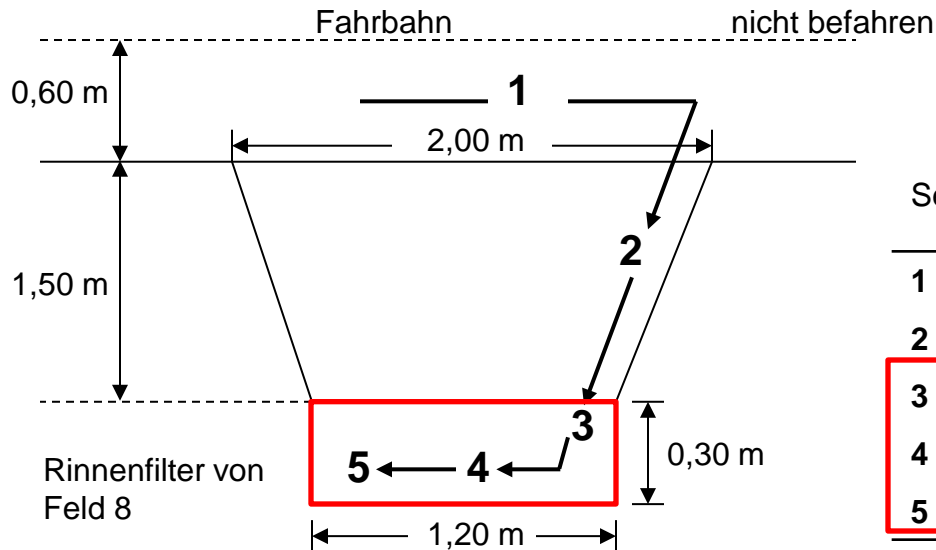


Ton und Schluff < 63 μm



Quelle: S. Fuchs
Suspended Solid Management in
Urban Systems - 10/09/2013
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Wasser und
Gewässerentwicklung

Fließweg des metallischen Eisens



Sediment	T+U in%	Fe in %	Zn in mg/kg
1 unbefahrene Fahrbahn	0,30	8,07	3394
2 Betonbankett	9,70	4,15	1156
3 Schwemmfächer	16,3	2,99	820
4 Filteroberfläche, zulaufnah	17,4	1,21	322
5 Filteroberfläche, zulauffern	17,6	0,98	211

Abfluss- und daher unbedingt Behandlungsrelevant

Probenahme von 1 und 2 Ende Quartal 2/09, Sedimentationszeit 3 Monate (Quartal 2/09)

Probenahme von 3 bis 5 Ende Quartal 3/09, Sedimentationszeit 6 Monate (Quartal 2 und 3/09)

Versuchsanlage Derchingerstraße in Augsburg

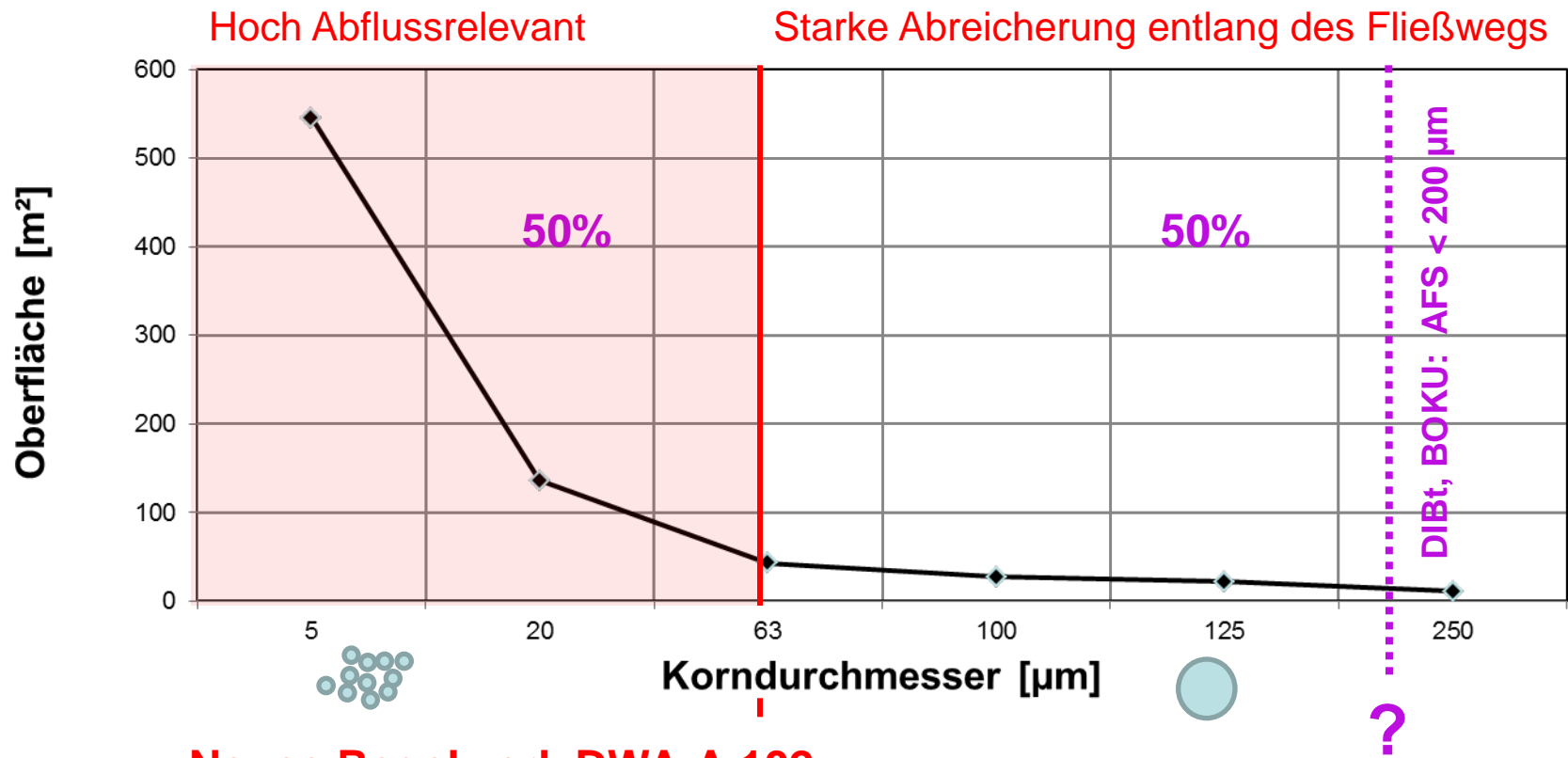


Bioplan-Landeskulturgesellschaft, Seminar Hauraton Gelsenkirchen, 13.02.2014

Partikelober- = / Adsorptionsfläche

Verhältnis Oberfläche zu Korndurchmesser

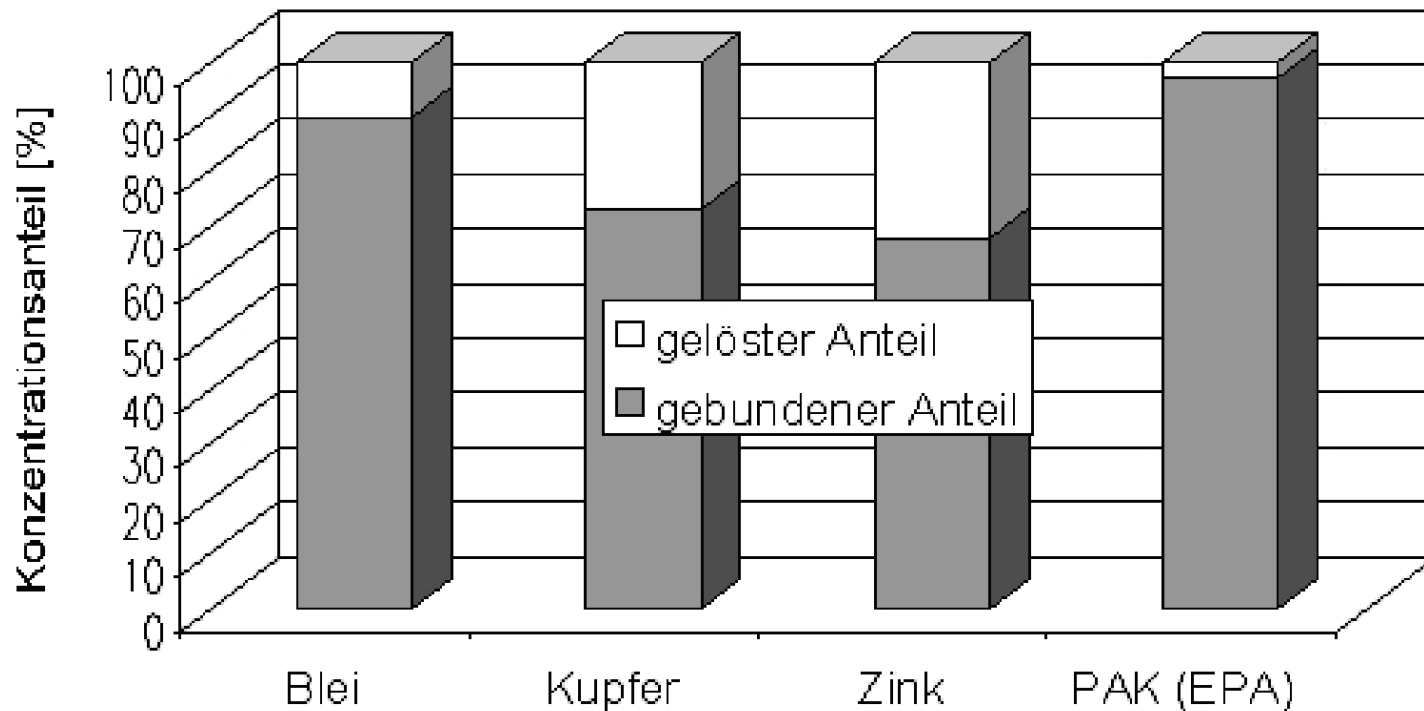
(bezogen auf 1 kg Feststoffmasse der Dichte 2,2 gr/cm³)



Neues Regelwerk DWA-A 102

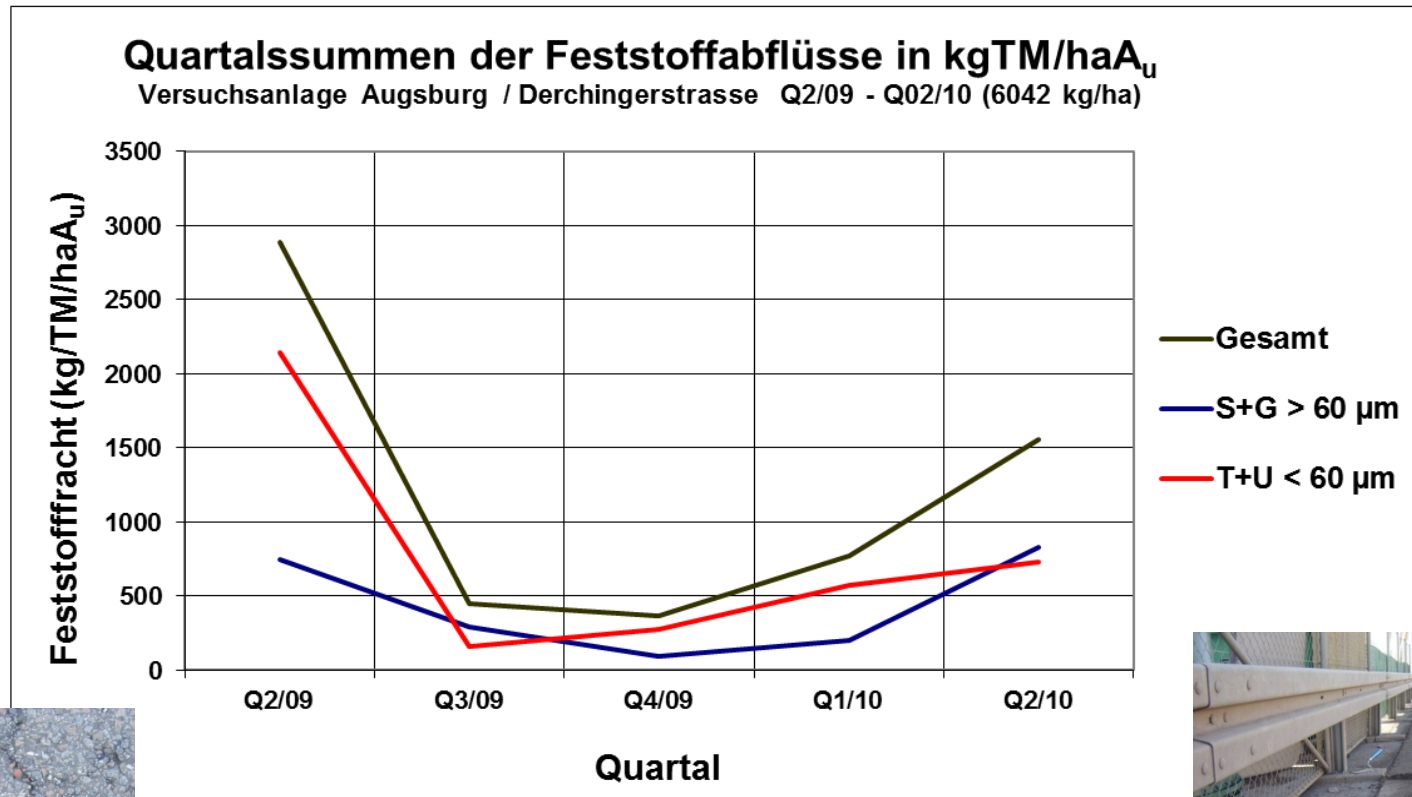
Annahme: Kugelform der Feststoffe

Schadstoffe - Gelöst & Partikulär



Quelle: Grotehusmann, D; Behandlungsanlagen für Straßenabflüsse. DWA Regenwassertage, Schleswig (2008).

Saisonalität der Feststoffabflussmengen



Feststoffschub im Frühjahr
Verstärkte Fahrbanerosion durch Frost- und Tausalzeinfluss



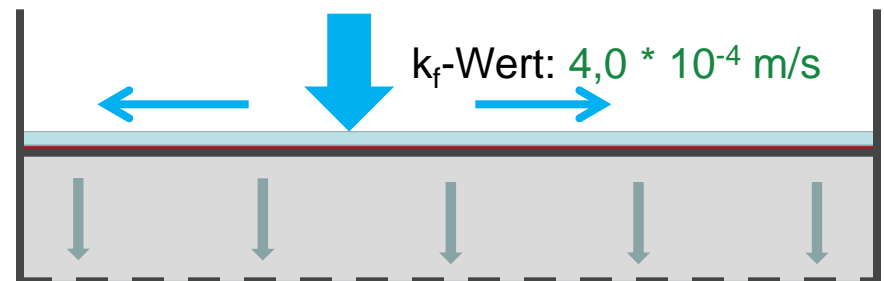
Einbausituationen

Regelfall ungleichmäßige Anströmung



Bei ungleichmäßiger Anströmung ist eine gleichmäßige Verteilung und Auslastung von Behandlungseinrichtungen zwingend erforderlich.

=> führt leicht zu einem lokalen vielfachen von 100 l/(s*ha)
= DIBt-Remobilisierungsprüfkriterium



Hydraulischer Ausgleich durch angepassten Filterstand

Einlaufintensitäten über 100 l/(s*ha) führen selbst bei Ausgangsdurchlässigkeit des Filters automatisch zu einem Einstau in einem dafür vorgesehen Retentionsvolumen

Oberflächenfiltration

Testbeaufschlagung mit feinem Quarzmehl Millisil W11 (T+U Fraktion)
(obere Korngröße $d_{95\%}$: 55 μm , mittlere Korngröße $d_{50\%}$: 22 μm)

„feinkörniges“
Filter-Substrat
(Feinkies) fG = 0 %

Ausgangsdurch-
lässigkeit:

$< 4,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$



2,4 cm/Minute



„grobkörniges“
Filter-Substrat
(Feinkies) fG > 0 %

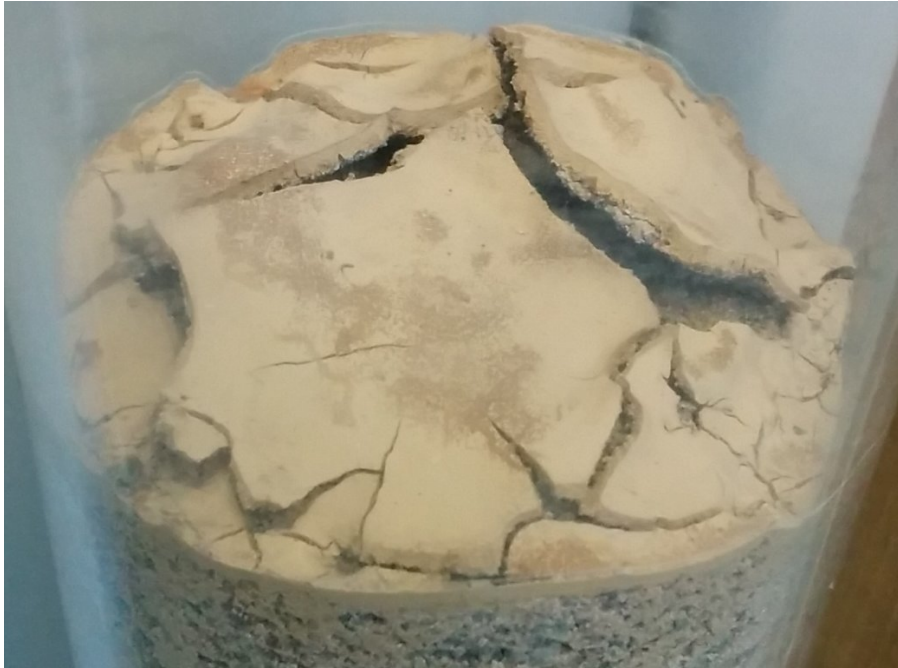
Ausgangsdurch-
lässigkeit:

$> 2,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$



12 cm/Minute

Filterkuchen



Abgetrocknetes Filter mit Filterkuchen

Hier: Löß mit hohem Schluffanteil (U): $2\ \mu\text{m} < U < 63\ \mu\text{m}$

Mit der gewählten Oberflächenfiltration wird ein Eintrag von Schlämmkorn ($T+U < 63\ \mu\text{m}$) in das Innere des Filterkörpers verhindert und ein Filterkurzschluss durch Schrumpfrissbildung ausgeschlossen

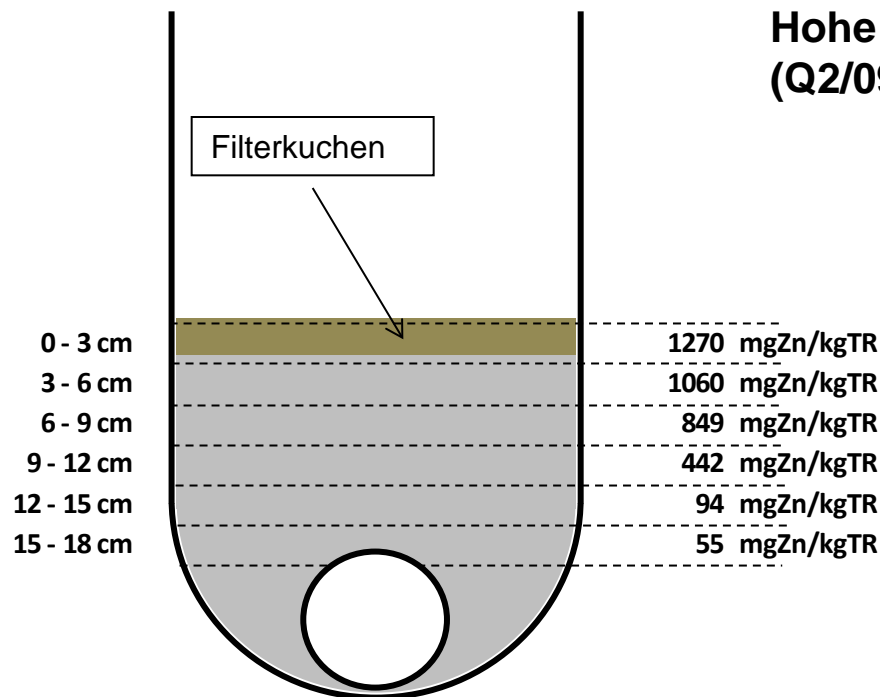


Schrumpfrisse im abgetrockneten Sediment einer Pfütze
(Feinanteile schließen sich zu größeren Aggregaten zusammen)

Zinkanreicherung

Konzentrationsgefälle von Zink im Filtersubstrat nach 49 Monaten

Realeinbau Versuchsanlage Augsburg - Feld 4: $A_f / A_u = 2,4\%$, feinkörniges Filtersubstrat $fG = 0\%$



Hohe Zulaufbelastung mit Zink und Feststoffen (Q2/09 – Q1/10):

- * **793,8 $\mu\text{gZn}_{\text{gesamt}}/\text{l}$**
- * **4833,6 kgAFS/ha*a**

Die starke Konzentrationsabnahme nach unten belegt eine rasche und hohe Bindeleistung des verwendeten Filtersubstrats.

Die geringen Zinkkonzentrationen in der unteren Hälfte deuten auf die lange Standzeit des verwendeten Filtersubstrats.

Versuchszeitraum: 01.04.2009 - 31.05.2013

Probenahme (29.05.2013) und Analytik: TU-München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft

Versuchsanlage Augsburg / Versuchsaufbau: BIOPLAN

Rückhalteleistung - Grenzwerte

Abflussgewichtete Zu- und Ablaufkonzentrationen										
(A _f = 2,4 % von A _u) April 2009 bis Juni 2010										
		Zu- und Ablaufmesswerte DRAINFIX CLEAN (Quartalsmittelwerte)					Mittelwert (gesamt)	Prüfwerte gem. BBodSchV	Geringfügigkeits- schwellenwerte LAWA / 2004	Durchgang (Mittelwerte)
		Q2/09	Q3/09	Q4/09	Q1/10	Q2/10				
Lf in µS/cm	Zulauf	151	97	1551	9658	161				
	Ablauf	223	149	1138	12357	183				
AFS in mg/l	Zulauf	2559	210	163	650	536				
	Ablauf	- ¹	- ¹	- ¹	- ¹	8				
Durchgangswerte:		-	-	-	-	0,015				0,015
Fe _{ges} in mg/l	Zulauf	35	8,06	4,92	19,7	17,2				
	Ablauf	0,72	0,35	0,47	1,15	0,1	0,56			
Durchgangswerte:		0,021	0,043	0,096	0,058	0,006				0,045
Zn _{ges} in µg/l	Zulauf	1200	390	418	1301	660				
	Ablauf	13	16	27	134	14	40,80	500	58	
Durchgangswerte:		0,011	0,041	0,065	0,103	0,021				0,048
MKW in mg/l	Zulauf	5,88	0,34	1,14	1,29	0,86				
	Ablauf	Werte an bzw. unterhalb der Nachweisgrenze < 0,1 mg/l					< 0,1	0,2	0,1	
Durchgangswerte ² :		Durchgangswerte nicht ermittelbar da Ablaufwerte < 0,1 mg/l (Nachweisgrenze)								
PAK ₁₆ in µg/l	Zulauf	13,90	2,46	2,85	14,50	3,14				
	Ablauf	-	<0,001	0,08	0,14	0,05	0,09	0,2	0,2	
Durchgangswerte:		-	0,0004	0,028	0,010	0,016				0,013
gemittelter Gesamtdurchgangswert:										0,030

¹ Regenabflussbürtige AFS nicht bestimmbar, da im 1. Betriebsjahr substratbürtige Feinpartikelausträge stattgefunden haben

² Kein Bezugswert für die Ermittlung der Durchgangswerte für MKW verfügbar. Ablaufwerte liegen unterhalb der Nachweisgrenze.

DIBt - Zulassungsprüfung

Prüfbericht Nr. 7311238-01 LGA TÜV Rheinland

Prüfgrundlage: Zulassungsgrundsätze des DIBt für "Niederschlagswasserbehandlungsanlagen", Entwurf Januar 2011, einschließlich der SVA-Beschlüsse vom 14.01.2011. Antragsgemäß wurde die Summe von 10 Jahresfrachten aufgebracht.

Parameter	DRAINFIX CLEAN		DIBt
	Rückhalteleistung (%)	Austrag (%)	Zulässiger Austrag (%)
AFS	99,5	0,46	8
MKW	99,9	0,046	20
Zn	99,8	0,11	30
Cu	99,8	0,14	20

Beaufschlagungsmengen: AFS 3.000 g Quarzmehl Millisil W4, MKW 40,8 g Heizöl EL, Zink 8.100 mg Zn_{gel} in 129,6 l H₂O, Kupfer 933 mg Cu_{gel} in 129,6 l H₂O

=> Beaufschlagungskonzentrationen: Zink 62.500 µg/l Zn_{gel}, Kupfer 7.200 µg/l Cu_{gel}, Prüffilterflächengröße: 0,125 m²;

Die Prüfreispenden betragen beim DIBt-Zulassungsverfahren 2,5 - 6,0 - 25,0 l/(s*ha); Eine Remobilisierungsprüfung findet mit 100 l/(s*ha) statt

Durchgang im Mittel:

0,0019

0,195

DIBt-Zulassung: Z-84.2-7

Zulassungsdatum: 13.10.2011



Bereich der zugelassenen Anlagen



LGA TÜV Rheinland, Würzburg, 23.05.2011

Bildung gelöster Zehr- und Nährstoffe

Anaerobe Bedingungen im Dauereinstau



Einstauwasser 30.05.2009

Gelöster CSB 34,5 mg/l

NH₄-N 1,82 mg/l

Gelöstes P 0,36 mg/l

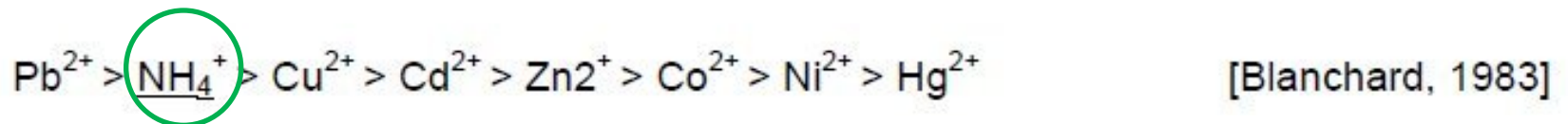
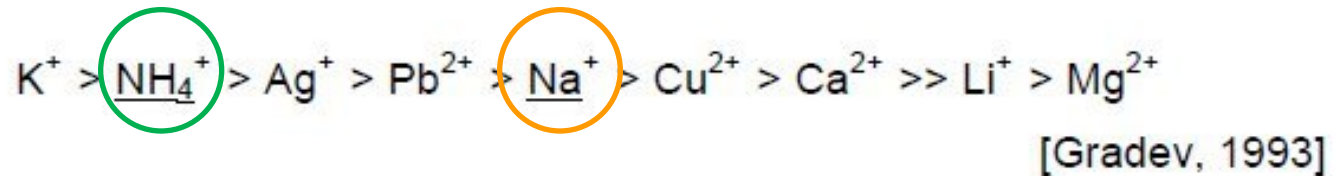
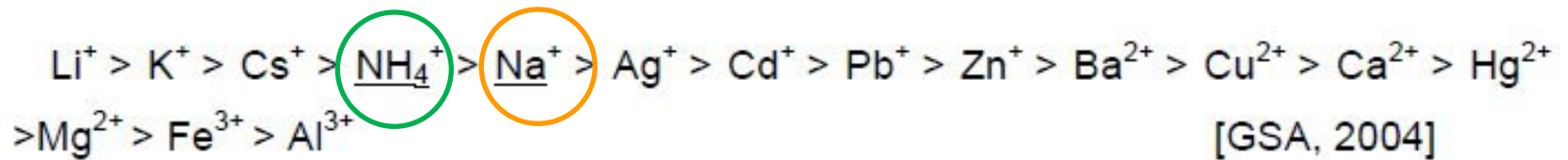
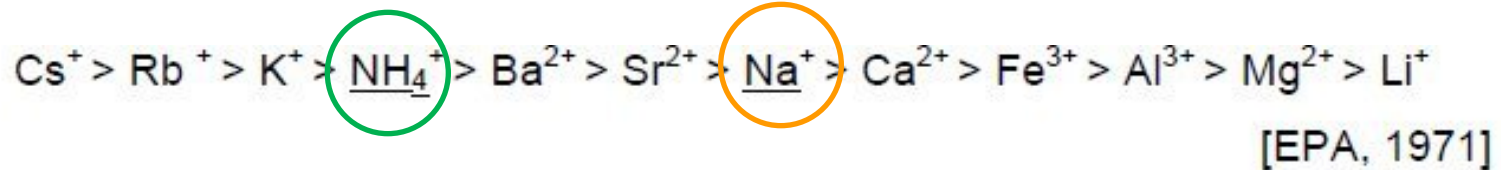
Gelöstes Fe 1,28 mg/l

z.B. Filtration im Dauereinstau => Fäulnis, Sauerstoffzehrung, Geruchsbildung
(auch Nassgullies, RKB ...)

Quelle:



Selektivität von Zeolith (Klinoptiolith)



Betriebsdurchlässigkeit

Entwicklung der Betriebsdurchlässigkeit (k_f -Wert)

4,8% Filterfläche A_f/A_u - Feststbelastung (2/09 - 2/10): 6042 kg/ha

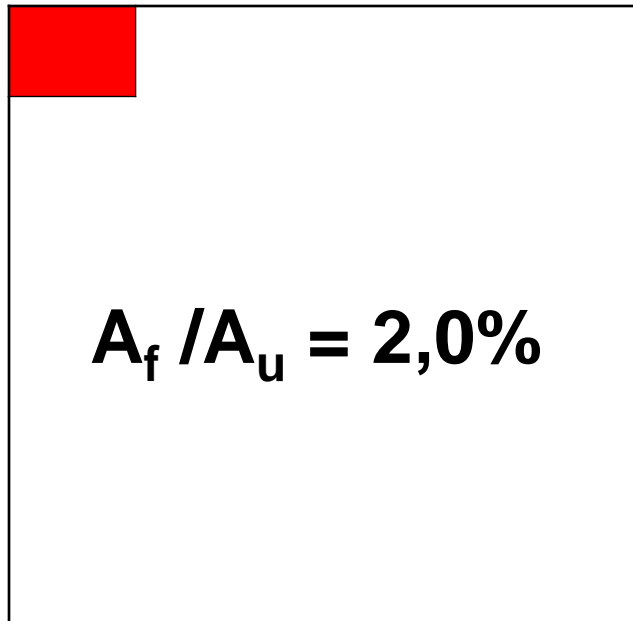
entspricht bei einem Filterflächenverhältnis von 2% einer Feststoffbelastung von 2014 kg/ha*a)



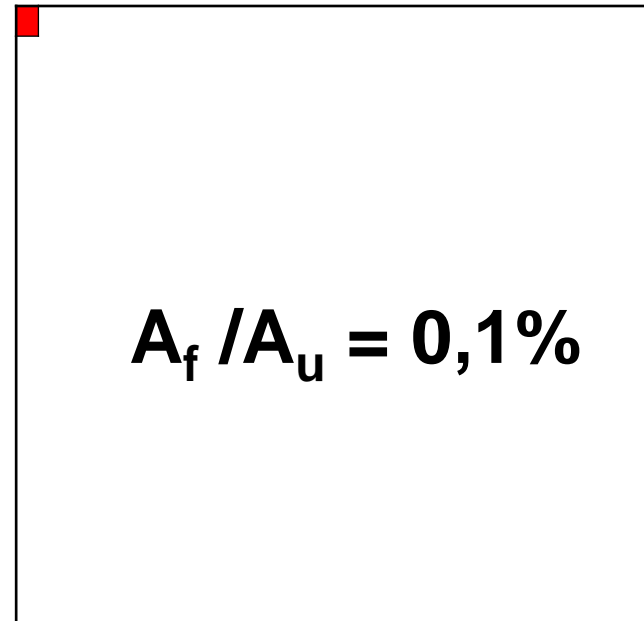
* Hoher Feststoffmengenanfall durch Aussetzung der Straßenkehrung und Auffangen des Spritz- und Gischtwassers

Anschluss- / Filterflächenverhältnis

Das Anschlussflächenverhältnis bildet eine wichtige Kenngröße für den zu erwartenden Wartungsaufwand (Reinigungsintervalle, Filterersatz etc.)



DRAINFIX CLEAN
(2% empfohlen bei einer Feststoffbelastung ab 500 kg/(ha*a))



z.B. bei Einsätzen für
Straßenabläufe und
Schachtanlagen

A_f : Filterfläche

A_u : angeschlossene Entwässerungsfläche (undurchlässiger Anteil)

Hoher Anteil Organischer Stoffe

Trocken fallendes System mit großem Filterflächenverhältnis



1. Laubfall 2012 - Bochum, 15.01.2013



2. Laubfall 2013 - Bochum, 18.12.2013

Betriebsfaktor Feststofffracht

Hohe Feststofflast durch angrenzenden Baustellenbetrieb



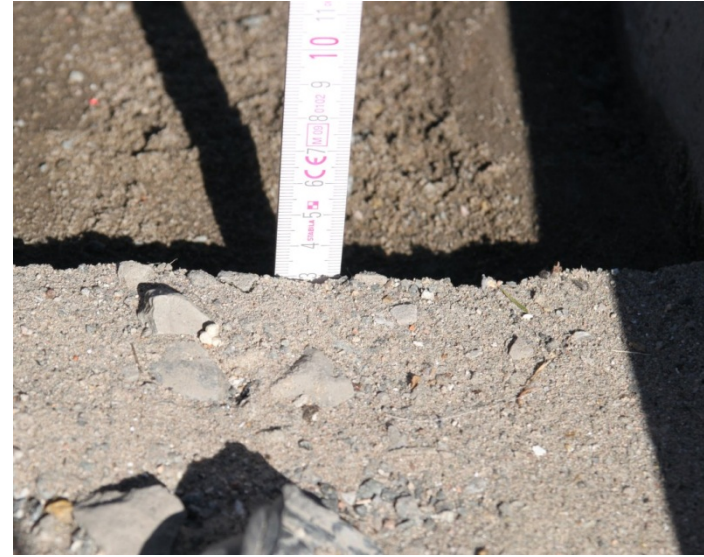
Walldorf, 18.09. 2012



Filterkuchen nach 19 Wochen Betrieb



Walldorf, 11.08.2011



Walldorf, 30.09.2011

3 cm Sedimentauflage nach 19 Wochen durch angrenzenden Baustellenbetrieb.

Filterflächenverhältnis: $A_f/A_u = 3,5\%$, Lagerdichte: $1,5 \text{ kg/dm}^3 \Rightarrow 15.750 \text{ kg/haA}_u$.

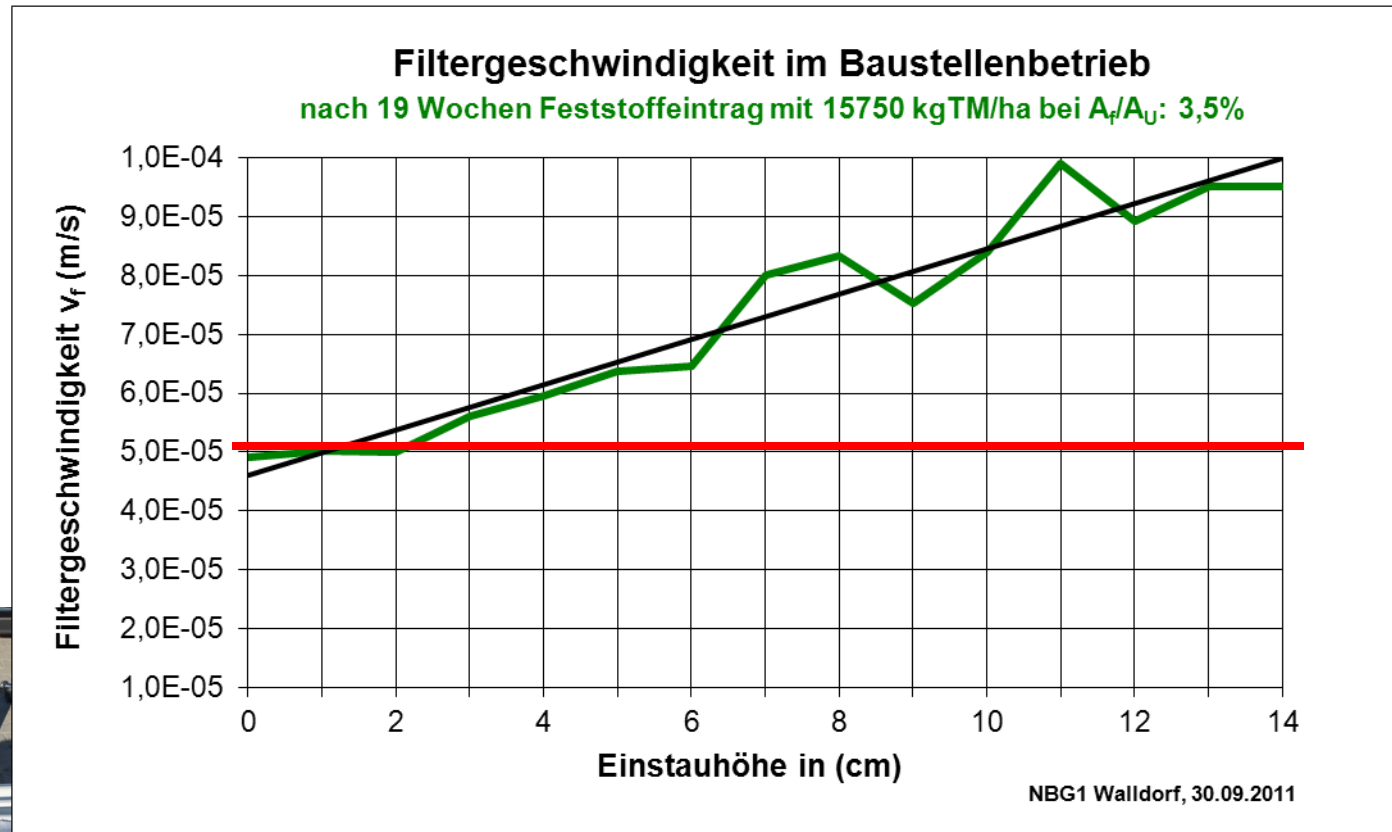
Im Vergleich zur für das DIBt-Zulassungsprüfverfahren definierten Feststoffmenge von $500 \text{ kg/haA}_u \cdot \text{a}$ entspricht diese Feststoffmenge einer Schmutzfracht von 31 Jahren.

Durchlässigkeit - 3 cm Sedimentauflage

Messung der
Filtergeschwindigkeit



Walldorf, 30.09.2011

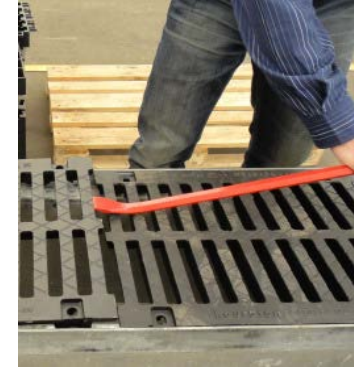


Kennlinie

Durchlässigkeit > Grenzwert - DIBt-Zulassung

Einfache und Kostengünstige Wartung

Schnellverriegelung „Side-Lock“



Schäl- und Absaughilfe



- Entsorgung des geräumten Materials
- Führung eines Wartungsbuches

Funktionsprüfung

Durchlässigkeitsprüfung nach Schälung des Feststoffeintrages



Mit $3,6 \times 10^{-4}$ m/s wurde die Ausgangsdurchlässigkeit wieder erreicht

Inspektions- und Wartungskosten

Laufende Kosten DRAINFIX CLEAN 300/400 - Vollstrombehandlung

Maßnahme	Häufigkeit	Material	Personal und Geräte	Dauer je Standort	Personal Fahrzeug	mittlere Gesamtkosten/a
Pos. 1	1 a ⁻¹	-	1 Pers.	0,7 h	50 €/h	52,50 €/a
Inspektion			Fahrzeug	0,7 h	25 €/h	
Pos. 2	0,12 a ⁻¹	-	1 Pers.	2 h	50 €/h	19,20 €/a
Räumung Rinnensediment			Saug- / Kehrfahrzeug ¹	1 h	60 €/h	
Pos. 3	0,12 a ⁻¹	570 €	1 Pers.	1 h	50 €/h	79,20 €/a
2 cm Substratersatz		(450 bis 690 €)	Transportfahrzeug	1 h	40 €/h	
Gesamtsumme bezogen auf 100 lfd. Meter DRAINFIX CLEAN						150,90 €/a

¹ Die Kosten für das Saug- / Kehrfahrzeug beinhalten 1 Person

Bezogen auf einen Feststoffanfall von 600 kgTM / (haA_u* a) bei einem Filterflächenverhältnis A_f/A_u von 2%



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit