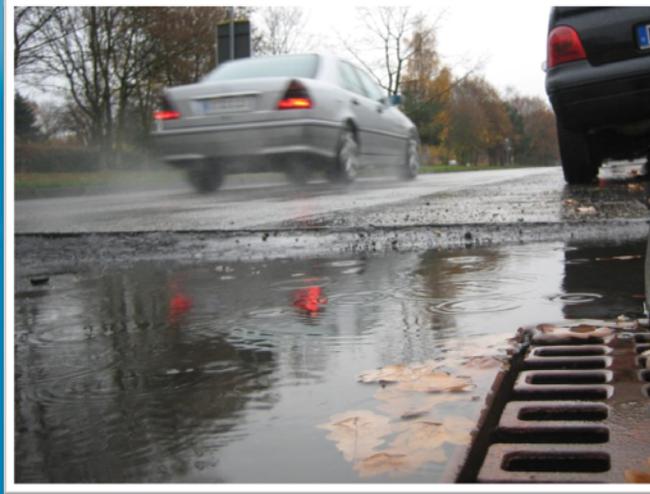


# Dezentrale Regenwasserbehandlung Aufwand und Nutzen

Dipl.-Ing. Henning Werker  
Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR



November 2006

## Gliederung

1. Anforderungen und Grundlagen
2. Ergebnisse eines Forschungsvorhabens
3. Prüfung: Hydraulische und stoffliche Leistungsfähigkeit - Labor
4. Prüfung: Einbau und betriebliche Aspekte - Praxis
5. Vergleich Dezentrale ↔ Zentrale Anlagen

**Bilder und Tabellen mit freundlicher Unterstützung von:**

- IKT, Gelsenkirchen
- Ingenieurbüro Hydro-Ingenieure, Düsseldorf
- Ingenieurbüro Grontmij DPU, Köln

## **Ableitung von Niederschlagswasser - Verfahren**

### **3 grundsätzliche Optionen:**

- ▶ Niederschlagswasserversickerung
- ▶ Niederschlagswasserentwässerung im Trennsystem
- ▶ Niederschlagswasserentwässerung im Mischsystem

### **Wasserrechtliche Anforderung:**

- ▶ vergleichbare Behandlung

## Niederschlagswasser - Verfahren

Gemäß § 18 b WHG sind Abwasseranlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser insbesondere nach §7a eingehalten werden. Im übrigen gelten a.a.R.d.T.

- ▶ Niederschlagswasserversickerung:  
RdErl. d. MUNLV vom 18.05.2003
- ▶ Mischsystem:  
RdErl. d. MURL vom 03.01.1995
- ▶ Trennsystem  
RdErl. d. MUNLV vom 26.05.2004
- ▶ Straßenabwasser  
RistWag BMVBW 2002  
Ras-EW BMVBW 2005

## Stand der Technik

Für Niederschlagswassereinleitungen sind (und werden ? ) keine überwachbaren Emissionswerte definiert.

Befestigte Flächen liefern Niederschlagswasser unterschiedlicher Verschmutzung :

- unverschmutzt → keine Behandlung
- gering verschmutzt → Behandlung
- stark verschmutzt → Ableitung Kläranlage (oder ähnliches - BFA)

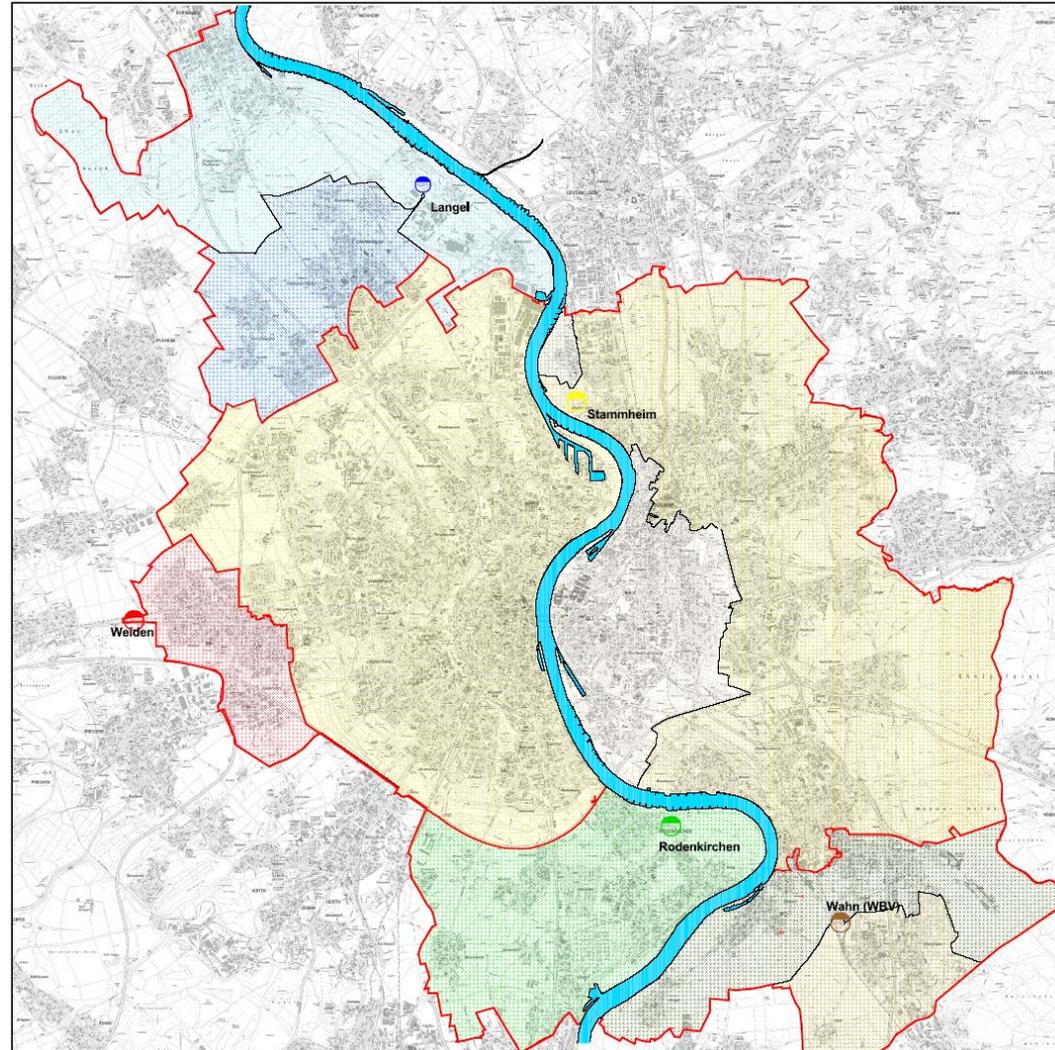
→ Abwasserbeseitigungskonzepte müssen bei Erfordernis künftige Maßnahmen zur Erfüllung rechtlicher Vorgaben ausweisen.

→ Verhältnismäßigkeit bei Maßnahmenauswahl prüfen  
= Vergleich Aufwand und Nutzen aus Sicht der Betreiber  
+ Vergleich Nutzen aus wasserwirtschaftlicher Sicht  
(Gleichwertigkeit unterschiedlicher Verfahren)

**Stadtgebiet Köln:**

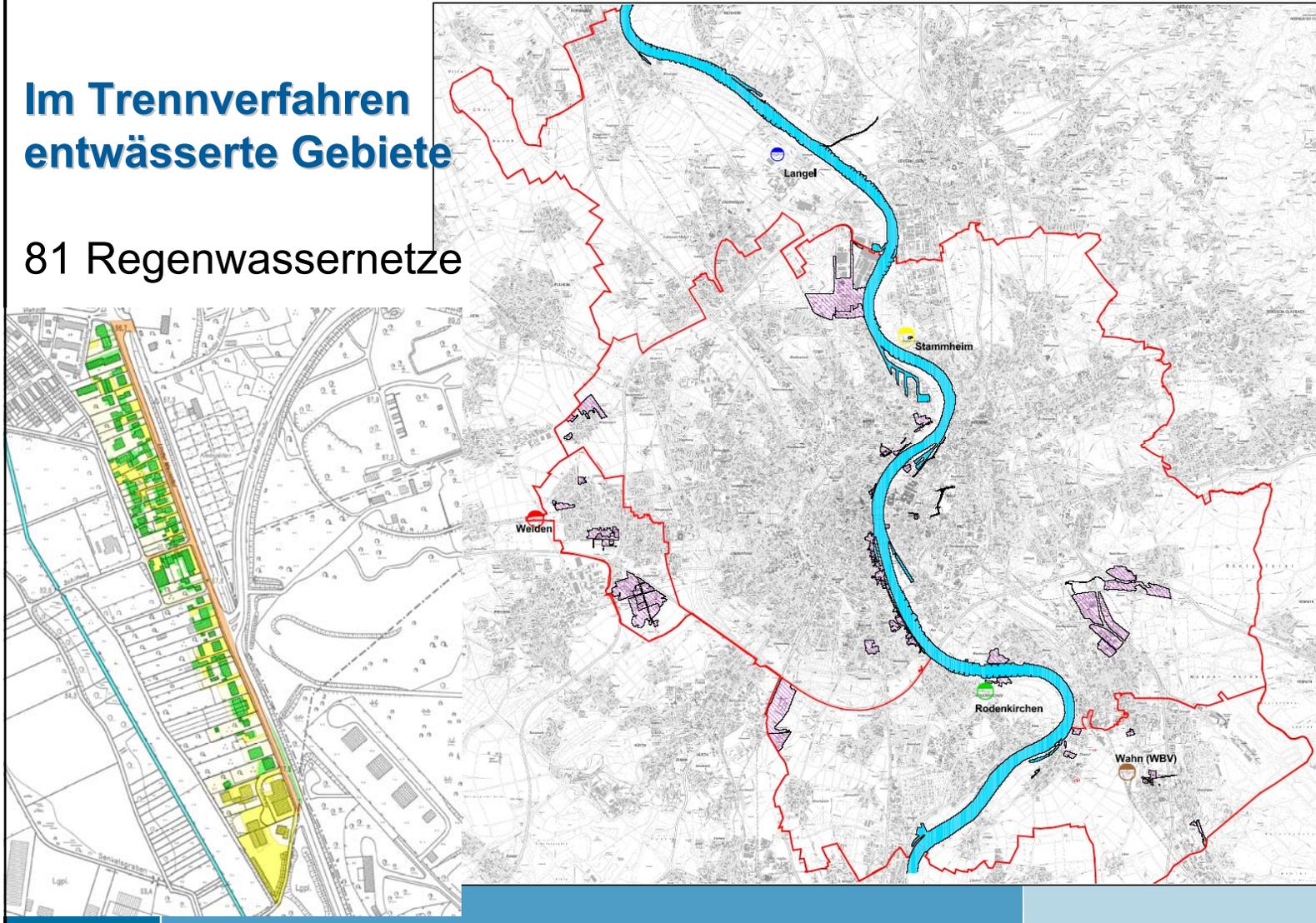
**Mischwassernetze**

9 Stück



## Im Trennverfahren entwässerte Gebiete

81 Regenwassernetze





## Forschungsvorhaben Dezentrale Regenwasserbehandlung in Trennverfahren:

### Projektbeteiligte

MUNLV NRW, LANUV NRW und Bezirksregierung  
Köln

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR Antragsteller

Stadtentwässerung Schwerte GmbH

Stadtbetriebe Königswinter

Hydro-Ingenieure GmbH

Kommunal- und Abwasserberatung (KuA)

Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT)

Grontmij Deutsche Projekt Union GmbH (DPU)

tectraa TU Kaiserslautern, Prof. Dr.-Ing. T. G. Schmitt



## Vorstellung des Forschungsvorhabens

### Schwerpunkte:

- Untersuchungen der dezentralen Anlagen in labortechnischen Versuchen zur Prüfung der hydraulischen und der stofflichen Leistungsfähigkeit
- Untersuchungen der Dauerhaftigkeit und des Betriebes in Praxisversuchen ( In Situ )
- Aussagen zur Vergleichbarkeit von dezentralen und zentralen Behandlungssystemen hinsichtlich Stoffrückhalt und dauerhaftem Betrieb



## Kommunal- und Abwasserberatung

- ➔ Durchführung einer Umfrage unter allen Kommunen in NRW:
  - Überblick über gewonnene Erfahrungen und bewährte Lösungen
  - Aufzeigen von weiteren Forschungs- und Erprobungsbedarfs



## Labortechnische Untersuchungen - IKT

### Labortechnische Untersuchungen der dezentralen Behandlungsanlagen:

- Konzeption und Aufbau der Versuchseinrichtung
- Messung der **hydraulischen Leistungsfähigkeit**
- Messung der **stofflichen (qualitative) Leistungsfähigkeit** für die Parameter AFS, KW, Zink und Kupfer



### Untersuchte Anlagen:

- Geotextilfiltersack (GIGANT-Filterelement)
- Separationsstraßenablauf
- Centrifoel®
- Innolet®
- 3P Hydrosystem
- Lamellenklärer MLK-R ®



## Hydraulische Leistungsfähigkeit – Maximalwerte vor Betriebsbeginn

**Geotextilfiltersack**  
Schoellkopf AG



**Centrifoel®**  
ROVAL GmbH



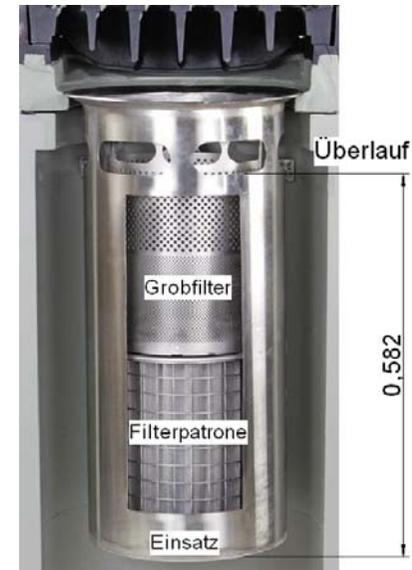
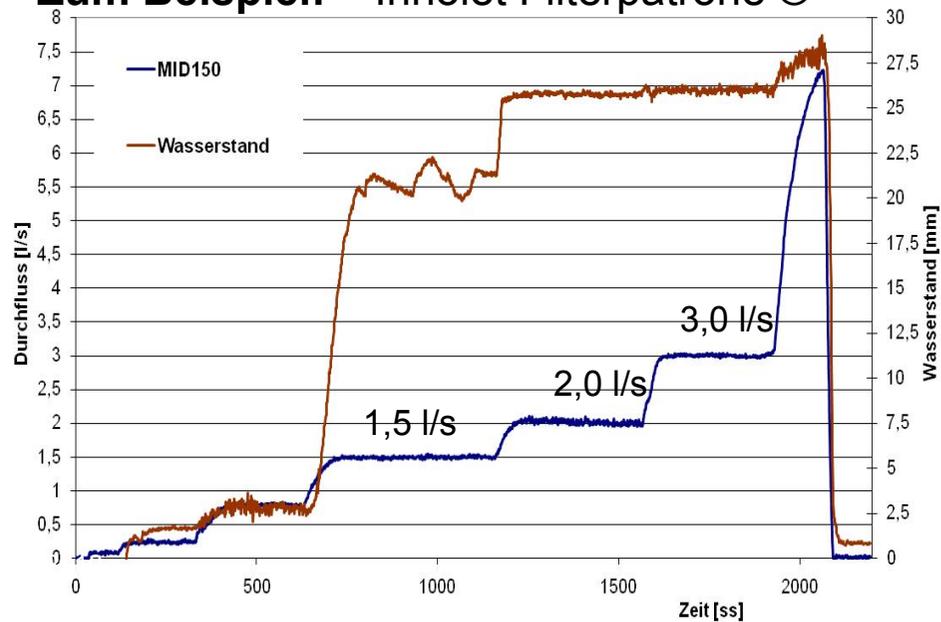
## Labortechnische Untersuchungen - Hydraulik

$Q_{zu}$  für  
 $A_u = 200 \text{ m}^2$

Regenspende

1,5 l/s	75 l/s*ha
5 l/s	250 l/s*ha
10 l/s	400 l/s*ha

### Ergebnis einer hydraulischen Messungen Zum Beispiel: Innolet Filterpatrone ®



## Stoffliche – qualitative Leistungsfähigkeit

### Parameter

#### Abfiltrierbare Stoffe – AFS

- feinkörnig (MILLSIL W4),
- Kies-Sand\_Gemisch 0,1 bis 4 mm,
- PE-Granulat (Polyethylen)
- PS-Granulat (Polystyrol)

#### Kohlenwasserstoffe – KW (in Anlehnung an DIBT- 2010 mit lt. Herstellerangaben max. anschließbare Fläche)

#### Schwermetalle - Zink und Kupfer (in Anlehnung an DIBT- 2010)

➔ **Stoffrückhalt zwischen 45% und 95%.**

### Ergebnis:

Die hier betrachteten dezentralen Anlagen führen in der Gesamtschau der unterschiedlichen problemrelevanten Stoffparameter hinsichtlich des erzielbaren Stoffrückhaltes – und umgekehrt des Stoffaustrages – zu vergleichbaren Ergebnissen wie bei zentralen Anlagen, insbesondere im Vergleich zu Regenklärbecken.

## In Situ Untersuchungen - Grontmij DPU

### Ziel: Planung, Bau und Betrieb

#### Auswahl der Trenngebiete für die In Situ Untersuchungen:

- Köln Porz Lind, Trenngebiet Schilfweg, 820
- Königswinter, Hauptstraße / Schallenbach



Gebiet	Verkehrsbel. [Kfz/d]	Niederschlag [mm/a]	$A_{E,k}$ [ha]	Au [ha]	Au Straße [ha]
Köln	ca. 5.000	710	6,8	3,45	0,9
Königswinter	ca. 6.500	700	0,05	0,05	0,05

## In Situ - Untersuchungen

### Einsatz von 5 Anlagentypen in zwei verschiedenen Trenngebieten:

- Die Inbetriebnahme erfolgte im November 2009
- Dauer der InSitu Versuche nunmehr über 1 Jahr (Herbst, langer Winter- und Tauperiode, Frühling, Sommer, Herbst, Winter)
- Kontinuierliche Betriebsüberwachung mit Dokumentation



#### Köln Porz Lind

- Geotextilfiltersack
- Separationsstraßen ablauf
- Centrifoel®
- Innolet®

#### Königswinter

- 3P Hydrosystem

## Betriebsergebnisse Porz-Lind

Markierung als Schutz gegen Überparken für regelmäßige Kontrollen



## Grobstoffe allgemein



## Abfiltrierbare Stoffe (AFS)



## Filtersack



## Hydraulisches Leistungsvermögen vor Ort: Prüfung mittels künstlichem Regenereignis



## Bewertungsmatrix

- **Welche Parameter werden verglichen?**
  - Hydraulik
  - Rückhaltevermögen
  - Wartung

Hydraulik	Leistungsvermögen
	Rückstauverhalten ( $>Q_{krit}$ )
	spezif. Speicherverhalten
Rückhaltevermögen	Grobstoffe allgemein
	AFS
	Leichtflüssigkeiten
Wartung	Reinigungsintervalle
	Aufwand
	Havarieverhalten
	Erreichbarkeit Verkehrsraum
	Ersatzteile

## Empfehlungen für die Intervalle der Reinigungs- und Wartungsarbeiten

Dezentrales System	Kontrolle [1/a]	Reinigung [1/a]	Wartung/ Austausch [1/a]
Geotextil-Filtersack	0	3-6	0,5
SSA	1	1	0,2
MLK	System wurde nicht im Praxistest untersucht		
Centrifoel	2	2	0,5
Innolet	3	2	0,5
3P Hydrosystem	0	1	0,33

## Abschätzung Betriebskosten

- Überwachung und Betrieb
  - Kontrolle
  - Reinigung
  - Wartung und Reparatur
- Kostenangaben des Betreiber
- Abgeschätzte Aufwände
- Ermittlung der Kosten je Anlage

Forschungsergebnisse „Dezentrale Regenwasserbehandlungsanlagen in Trennsystemen“ Investitions- und Betriebskostenabschätzung						
Anlagenart	Wirkungsweise	Mechanisch-physikalische Anlagen			Physikalisch-chem. Anlagen	Erweiterte nachsorgende Anlagen
		Hersteller	Hersteller	Hersteller	Hersteller	Hersteller
		SCHÖLLKOFF AG	ROVAL GmbH	ACO	Furka Kunststoff GmbH	3 P Technik Filterysteme GmbH
	Bezeichnung / Typ	Gestextil Filtersack	Centrifol	Separations-Strahlenablauf SSA	Insolet	3 P Hydrosystem 1000
	Kategorie III	ja	ja	ja	ja	ja
Einbau	Anlage	<b>Entwurf</b>				
	Einbau					
Material / Personal	Kontrolle	Transporter	Transporter	Transporter	Transporter	Transporter
	Reinigung	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg
	Wartung	Transporter	Transporter	Transporter	Transporter	Transporter
		Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg	Saug-/Spültzg
	Kontrolle	2 Mann	2 Mann	2 Mann	2 Mann	2 Mann
	Reinigung	2 Mann	2 Mann	2 Mann	2 Mann	3 Mann
	Wartung	2 Mann	2 Mann	2 Mann	2 Mann	3 Mann
	Kontrolle	kein	kein	kein	kein	kein
	Reinigung	kein	kein	kein	kein	kein
	Wartung	Ersatzteile	Ersatzteile	Ersatzteile	Ersatzteile	Ersatzteile
Zufuhrkosten	Kontrolle	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Reinigung	0,4	0,3	0,2	0,3	1
	Wartung	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
Fahrtkosten	Kontrolle je h	93,39 €	93,39 €	93,39 €	93,39 €	93,39 €
	Reinigung je h	114,53 €	114,53 €	114,53 €	114,53 €	149,53 €
	Wartung je h	114,53 €	114,53 €	114,53 €	114,53 €	155,76 €
Material	Kontrolle	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand
	Reinigung	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand
	Wartung	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand	nach Aufwand
Summe je Anlage	Kontrolle	9,34 €	9,34 €	9,34 €	9,34 €	9,34 €
	Reinigung	45,01 €	34,36 €	22,91 €	34,36 €	149,53 €
	Wartung	57,27 €	57,27 €	57,27 €	57,27 €	233,84 €

## Vergleichbarkeit der Systeme

**Kern-Fragestellung: „Vergleichbarkeit  
dezentrale – zentrale Maßnahmen“**

- **Stoffliche und betriebliche Aspekte**
- **wirtschaftlicher Vergleich.**

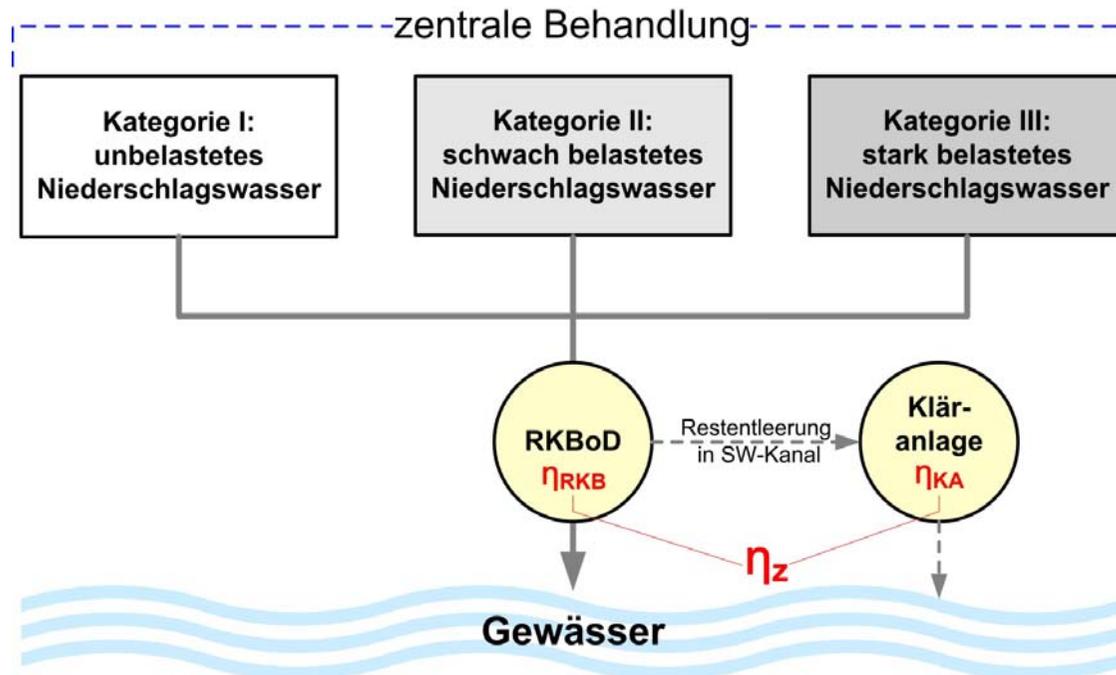


„... Nachweis der Gleichwertigkeit zu führen...für die zentralen  
Maßnahmen im Erlass Bemessungsregeln und keine Ablaufwerte  
genannt werden. Für die Gleichwertigkeit sind diese  
Reinigungsleistungen deshalb noch zu ermitteln oder wenigstens mit  
ausreichender Genauigkeit abzuschätzen.“

## Vergleichbarkeit der Systeme

### Schema zentrale Behandlung:

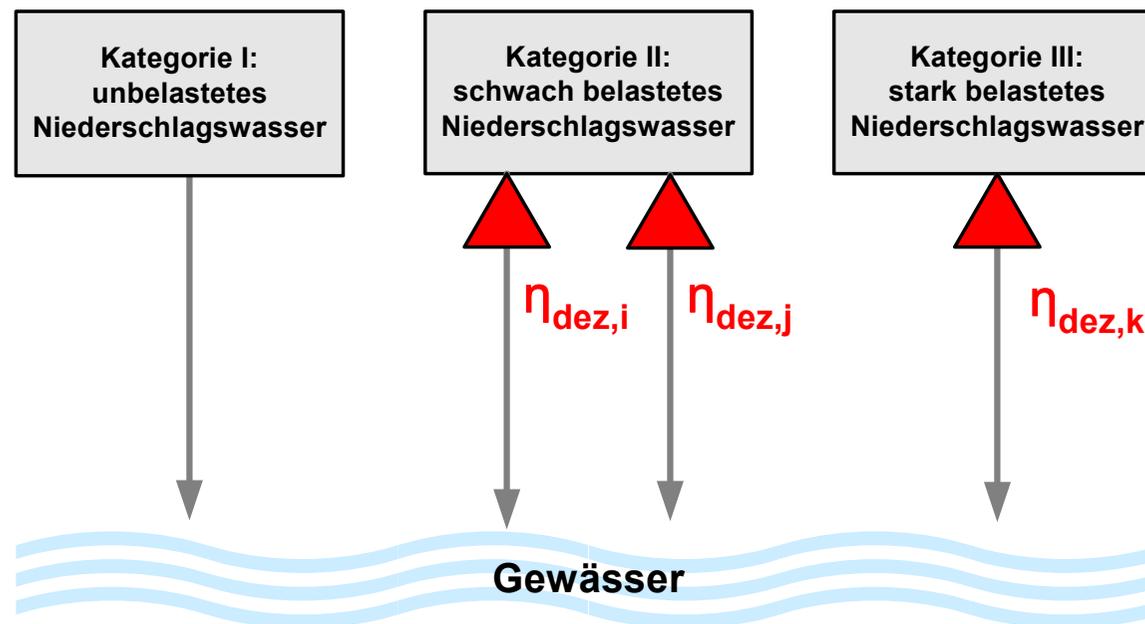
- Anschluss aller Teilflächen → „ $\eta_{\text{zentral}}$ “



## Vergleichbarkeit der Systeme

### Schema dezentrale Behandlung:

- Differenzierung Kategorie I – II – III → „ $\eta$  dezentral,i“



## Vergleichbarkeit der Systeme Methodik des stofflichen Vergleiches

### Vergleichbarkeit „Schmutzstoffrückhalt“

#### → Leitparameter AFS

#### zentrale Behandlungsanlage (RKB, RBF)

- Umsetzung der Bemessungsvorschriften
- Vorgabe mittlerer Wirkungsgrad (nach Literaturrecherche)

#### → resultierender Stoffrückhalt bzw. Stoffemission (kg/a) „zentrale Lösung“

#### dezentrale Behandlungsanlagen

- problemgerechte Zuordnung zu Herkunftsflächen
- Vorgabe zur Wirksamkeit – mittlerer Wirkungsgrad
- Ermittlung und Summierung des Stoffaustrags Einzelanlagen

#### → resultierender Stoffrückhalt bzw. Stoffemission (kg/a) „zentrale Lösung“

### Betrachtung Wertespektrum „Wirksamkeit“

- derzeitiger Kenntnisstand: keine gesicherten Wirkungsgrade
- Formulierung eines Wertespektrums „von ... bis“

#### → Betrachtung / Bewertung von Szenarien

#### → Verifizierung der Methodik am Projektbeispiel

## Vergleichbarkeit der Systeme

Annahmen der Stoffkonzentrationen abh. von der Kategorie/Trennerlass:

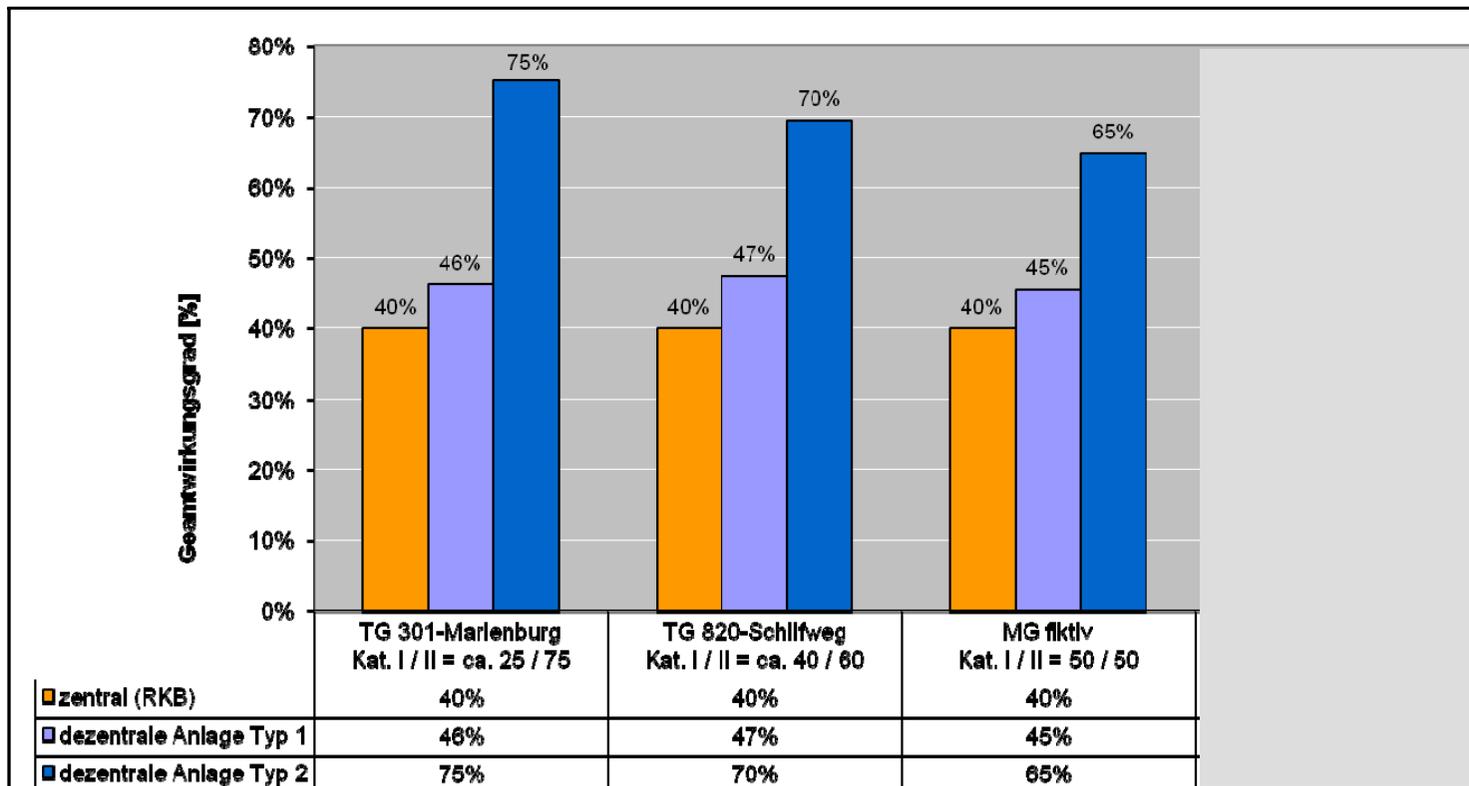
### Herkunftsflächen / Belastungskategorie

Flächen allgemein – Kategorien I und II				
Kategorie I	50	50	0,7	300
Kategorie II	200	100	1,0	600
Verkehrsflächen, Kategorien IIa, IIb, III				
Kategorie IIa	50	50	0,7	220
Kategorie IIb	200	100	1,0	440
Kategorie III (DTV > 15.000)	200	100	1,0	440
Sonderflächen - Kategorie III				
Metalldach	50	50	0,7	6.000
landwirtschaftliche Nutzung	200	150	0,7	300
weitere Flächen der Kategorie III Einzelfallbetrachtung, z.B. Flugplatz CSB bis 30.000 mg/l bei Enteisierung oder erhöhtes MKW-Aufkommen bei Start- und Landebahnen, Flächen, auf denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird → Anschluss an Schmutzwasserkanal				

Angegebene Werte sind nur als Beispiel gedacht und werden durch das Forschungsvorhaben korrigiert. Sie dienen daher nur als Anhalt.

## Vergleichbarkeit der Systeme - qualitativ

Vergleich Gesamtwirkungsgrad bei verschiedenen Flächenanteilen Kat. I / II  
für vier Beispielgebiete Nullvariante: Parameter AFS



31

## Vergleichbarkeit der Systeme - Wirtschaftlichkeit

### Zentrales Regenklärbecken

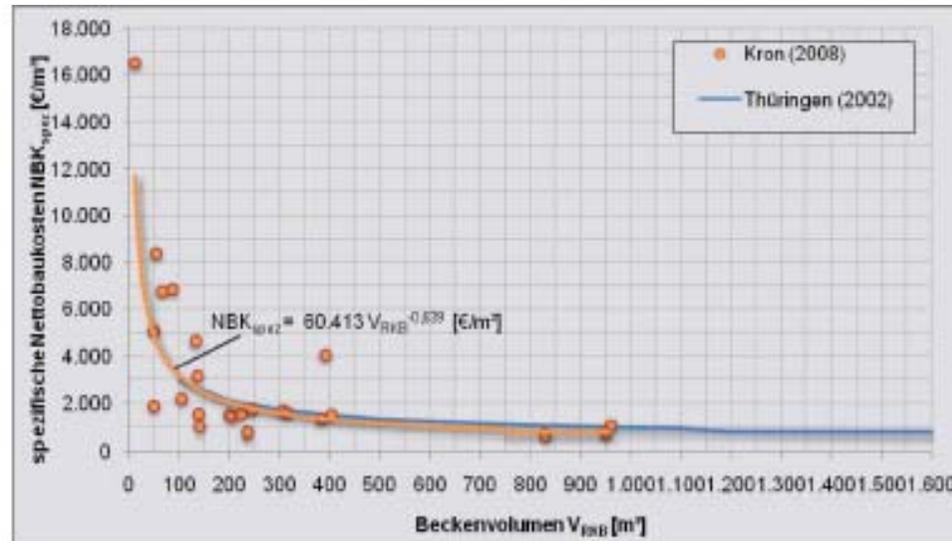


Abbildung 27: spezifische Nettobaukosten von RKB in Massivbauweise  
(Preisstand: Ende 2007) [BezReg Köln, FH-Köln, 2009]

Tabelle 9: Kostenansatz für RKB mit  $V < 50 \text{ m}^3$

	einfache Verhältnisse	schwierige Verhältnisse
Investitionskosten	150.000 €	300.000 €
Baunebenkosten 8 %	12.000 €	24.000 €
<b>Investitionskosten netto</b>	<b>162.000 €</b>	<b>324.000 €</b>

## Kostenvergleich am Beispiel Schilfweg Porz-Lind

Au klärpflichtig = 0,88 ha  
 Au, n, klärpflichtig = 3,40 ha

Hieraus ergibt sich für das Regenklärbecken  
 ein erforderliches Nutzvolumen von  
 $V_{\text{erf}} = 0,88 \text{ ha} \cdot 10 \text{ m}^3/\text{ha}$   
 $+ 3,40 \text{ ha} \cdot 5 \text{ m}^3/\text{ha} = 26 \text{ m}^3$ .

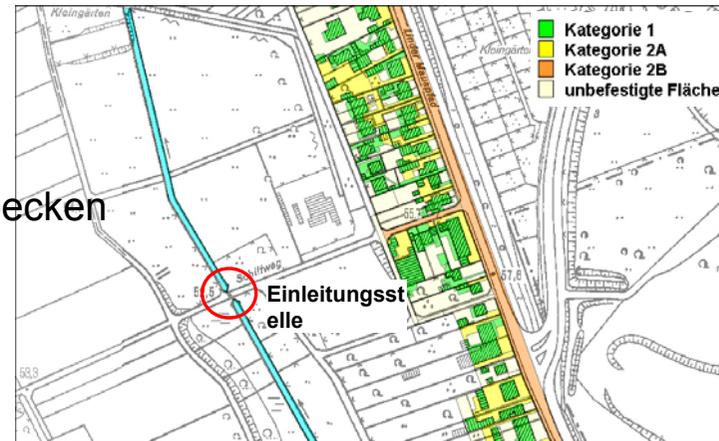


Tabelle 10: Investitionskosten für das RKB (netto)

Beschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt
Kosten für das RKB	26	m <sup>3</sup>	pschl.	162.000 €
Kosten für Kanalneubau	300	m	378 €	113.400 €
<b>Kosten gesamt netto</b>				<b>275.400 €</b>

## Dezentrale Behandlungsanlagen

Tabelle 11: erforderliche Anzahl der dezentralen Systeme

System	mögliche Anschlussfläche	Anzahl Umbau der Sinkkästen	Anzahl Sinkkästen ohne Maßnahme
Geotextil-Filtersack	120 oder 300 bzw. 400 m <sup>2</sup> <sup>1)</sup>	0	28
SSA	500 m <sup>2</sup>	28	0
Centrifoel	400 m <sup>2</sup>	28	0
Innolet	200 m <sup>2</sup> oder 400 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	8	20

1) jeweils für den Sinkkasten mit langer oder kurzer Bauform und Rechteckaufsatz bzw. in langer Bauform mit Quadrataufsatz

2) jeweils für den Sinkkasten mit langer Bauform und Rechteckaufsatz bzw. mit Quadrataufsatz

Tabelle 12: Investitionskosten der dezentralen Systeme (netto)

System	Investitionskosten
Geotextil-Filtersack	3.100 €
SSA	142.380 €
Centrifoel	180.040 €
Innolet	59.700 €

Tabelle 13: Betriebskosten der dezentralen Systeme (netto)

System	Jahreskosten
Geotextil-Filtersack	6.575 €/a
SSA	1.225 €/a
Centrifoel	3.250 €/a
Innolet	2.525 €/a

## Vergleich der Projektkostenbarwerte

Tabelle 14: Nutzungsdauern der Anlagenteile

Anlagenteil	Nutzungsdauer
Regenklärbecken baulicher Teil	50 Jahre
Regenklärbecken maschineller Teil	10 Jahre
Regenklärbecken elektrotechn. Teil	10 Jahre
Zu- und Ablaufkanäle	50 Jahre
Sinkkästen	50 Jahre
dezentrale Systeme	10 Jahre

Eingangswerten:

- Untersuchungszeitraum 50 Jahre
- kalkulatorischer Zinssatz  $i = 3,0 \%$
- Preissteigerung 0,5 %
- Restwerte unberücksichtigt

Sinnvolle Kostenverteilung für ein Regenklärbecken:

- Bautechnik 50 % Anteile wurden in
- Maschinentechnik 25 % Berechnungen
- Elektrotechnik 25 % variiert

## Vergleich mittels Kostenbarwerten

### Variante 1:

- Wiederholungshäufigkeit für den Austausch des Geotextil-Filtersacks nicht 0,5/a sondern 1/a

### Variante 2:

- Anteil der Kosten eines Regenklärbeckens für die Bautechnik 60 %, für Maschinenteknik 20 % und für Elektrotechnik 20 %
- Nutzungsdauer für die Maschinen- und Elektrotechnik 15 Jahre

### Variante 3:

- Anteil der Kosten eines Regenklärbeckens für die Bautechnik 60 %, für Maschinenteknik 20 % und für Elektrotechnik 20 %
- Nutzungsdauer für die Maschinen- und Elektrotechnik 15 Jahre
- Nutzungsdauern der dezentralen Systeme 5 Jahre (statt 10 Jahre)

### Variante 4:

- Anteil der Kosten eines Regenklärbeckens für die Bautechnik 60 %, für Maschinenteknik 20 % und für Elektrotechnik 20 %
- Nutzungsdauer für die Maschinen- und Elektrotechnik 15 Jahre, für dezentralen Systeme Innolet/Filter sack 5 Jahre, für dezentralen Systeme SSA/Centrifoeel 20 Jahre

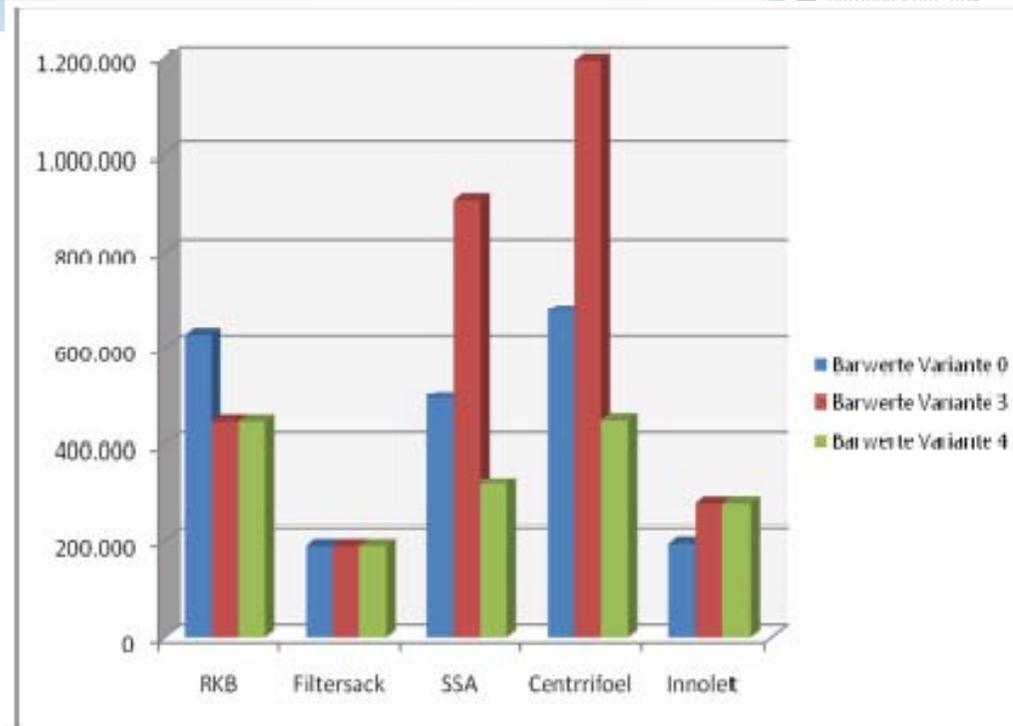


Abbildung 29: Vergleich der Projektkostenbarwerte der Varianten 0, 3 und 4

Tabelle 16: Vergleich der Projektkostenbarwerte verschiedener Varianten

System	Variante 0	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
RKB	627.640 €	627.640 €	447.185 €	447.185 €	447.185 €
Filtersack	189.985 €	212.780 €	189.985 €	189.985 €	189.985 €
SSA	497.000 €	497.000 €	497.000 €	905.860 €	317.555 €
Centrifoeel	676.900 €	676.900 €	676.900 €	1.193.845 €	449.935 €
Innolet	194.940 €	194.940 €	194.940 €	276.100 €	276.100 €

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Henning Werker [www.steb-koeln.de](http://www.steb-koeln.de)

