



# Retentionswirkung und Stoffrückhalt von ausgewählten wasserdurchlässig befestigten Verkehrsflächen

Dr.-Ing. Stefan Fach

entstanden am Fachgebiet Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft der Universität Duisburg-Essen

## Problematik und Zielsetzung

### Problematik

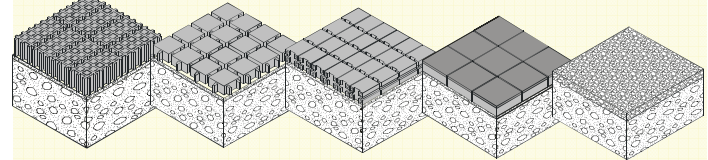
- Flächen für oberirdische Versickerung sind begrenzt
- 24 % des Abwasseranfalls aus Trennsystemen bzw. von Verkehrsflächen (MUNLV, 2005)
- Wassergefährdende Stoffe in urbanen Abflüssen

Stoff	Konz.	Grünflächen	Dächer ohne Metall	Dächer aus Metall	Verkehrsflächen
Cd	(µg/L)	0,7	0,8	0,8 – 1,0	0,8 – 1,9
Zn *)	(µg/L)	80	370	370 – 6000	400 – 585
Cu *)	(µg/L)	11	153	153 – 2600	23 – 97
Pb **)	(µg/L)	9	69	69	107 – 170
PAK <sub>EPA</sub>	(µg/L)	0,39	0,44	0,44	1,0 – 4,5
AFS	(mg/L)	12	43	43	74 – 163
pH-Wert	(-)	5,0	5,7	5,7	7,4

\*) kein gleichzeitiges Auftreten im Dachabfluss \*\*) Herkunft aus verbleitem Kraftstoff

### Bauweisen und Straßenbaustoffe

- Abflussreduzierung durch entsiegelte Anliegerstraßen
- Anliegerstraßen zählen zu den Bauklasse V und VI
- Geringste zulässige Tragschichtdicke nach RStO 01



Deckbelag	Rasengitterstein	Sickerfugenstein	Sickerfugenstein	haufwerksporiger St.	offenporiger Asphalt
Fugenanteil	greenSTON	vegraSTON	drainSTON	geoSTON	OPA PmB
Füllungsanteil	50 %	30 %	14 %	4 %	-
Bettung	Substrat 2/5	Substrat 2/5	Basalt 1/3	Basalt 1/3	-
Tragschicht/Sickerstrang		Kalkstein 0/45		Kalkstein 32/45	

der Rasengitterstein ist ohne Bewuchs untersucht worden

### Versuchslösungen und -konzept

- Zusammensetzung auf Basis der Literaturlauswertung
- Jede Versuchslösung in 5 Konzentrationsstufen
- Gegenüber natürlichen Verhältnissen stark überhöhte Konzentrationen in den Versuchslösungen
- Gleiche Lösungen für alle Versuche

Lösung	Herkunftsfläche	Inhaltsstoffe	Verhältnis
L1	Grünfläche	Zn	-
L2	Dach ohne Zinkanteil	Cu : Pb	2 : 1
L3	Dach mit Zinkanteil	Zn : Cu	2 : 1
L4	Kupferdach	Cu : Zn	2 : 1
L5	Verkehrsfläche	Zn : Pb : Cd	8 : 4 : 1
L6 *)	Verkehrsfläche	FLA : PHE	1 : 1

\*) FLA = Fluoranthren (4-Ring-KW-Stoff), PHE = Phenanthren (3-Ring-KW-Stoff)

## Vorgehensweise

### Versuche im Labormaßstab

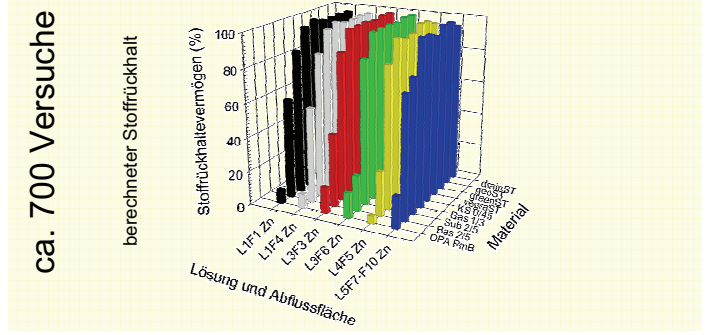
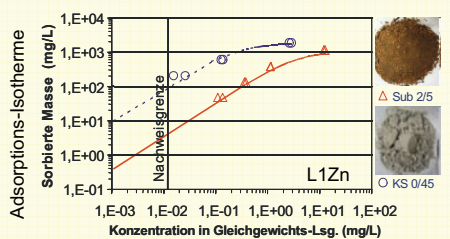


Ziel: Maximaler materialspezifischer Stoffrückhalt  
Vorteil: Geringe Probemenge, gute Reproduzierbarkeit

Probematerial:  
- Mineralstoffe als Kornfraktion < 2 mm  
- Deckbeläge zusätzlich als physikalische Modelle

Ablauf:  
- Ständige Durchmischung von Lösung und Probematerial  
- Auf Gleichgewichtszustand abgestimmte Versuchsdauer  
- Trennen von Probematerial und Lösung durch Zentrifugieren  
- Analyse der Lösung auf Wasserinhaltsstoffe

Ergebnis:  
- Adsorptionsverhalten über Langmuir-Isotherme  
- Auf Basis der Literaturdaten berechneter Stoffrückhalt



ca. 700 Versuche

### Versuche im halbtechnischen Maßstab



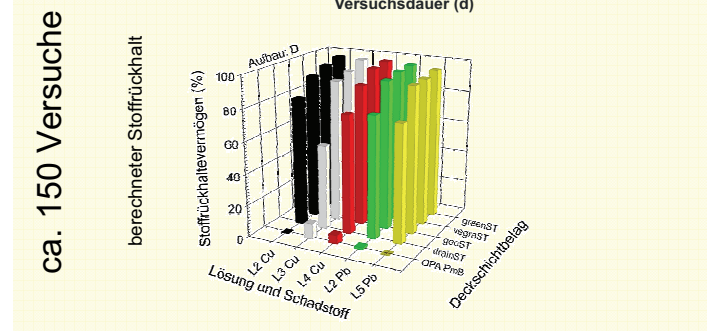
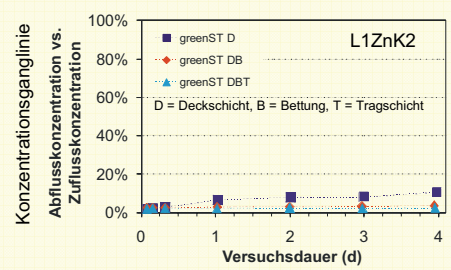
Ziel: Bauweisenspezifischer Stoffrückhalt  
Vorteil: Beaufschlagung ähnlich der Natur

Versuchsanlage:  
- Weiterentwicklung des Konzeptes für das DIBT Prüfverfahren

Probematerial:  
- Schichtweiser, regelwerkskonformer Einbau im Maßstab 1 : 1

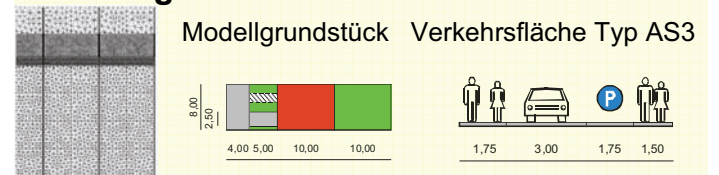
Ablauf:  
- Berechnungsdauer: 4 Tage mit Trockenphasen  
- Berechnungsmenge: mittlere Jahresniederschlagshöhe  
- Berechnungsintensität: einjährige Wiederkehrhäufigkeit  
- Beprobungsintervall: mit der Versuchsdauer ansteigend

Ergebnis:  
- Aus Konzentrationsganglinien berechneter Stoffrückhalt



ca. 150 Versuche

### Langzeitsimulation über 50 Jahre

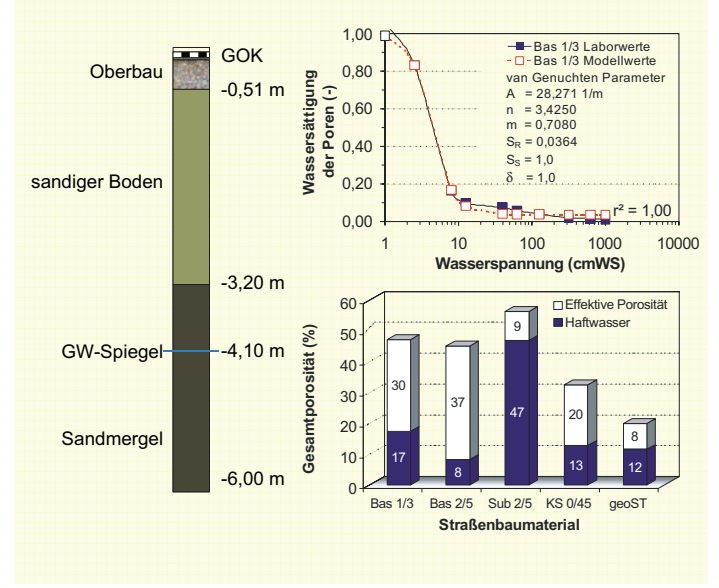


Ziel: Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten  
Vorteil: Konzentration jederzeit und jederorts abrufbar

Modell: 2D-Finite-Elemente-Netz mit ca. 4.000 Knoten  
Abbildung von Strömung und Stofftransport:  
- Strömung über Richards-Gleichung mit van Genuchten-Ansatz  
- Adsorptionsverhalten über Langmuir-Isotherme

Ablauf:  
- Kalibrierung: Oberbau an halbtechnischen Versuchen  
- Abflussmenge: Jahresniederschlag ohne Verlustansätze  
- Mischkonzentration: Modellgrundstück und Literaturdaten  
- Abflusskonzentration: C<sub>Pb</sub> 0,087; C<sub>Cu</sub> 1,688; C<sub>Zn</sub> 4,036 (mg/L)

Ergebnis:  
- Vergleich von Konzentrationen mit Grenzwerten



## Ergebniszusammenfassung

### Bewertung der ausgewählten Bauweisen

Straßenbau	entwässerte Dachfläche				Straße
	Fugenanteil	Ton, Beton, Glas	Zink	Kupfer	
drainSTON	14 %	++	++	+	++
geoSTON	(4 %)	++	++	++	++
greenSTON	50 %	++	++	+	++
vegraSTON	30 %	++	++	+	++
OPA PmB	-	+	-	-	+

++ Prüfwert und Zuordnungswert werden eingehalten  
+ Prüfwert wird eingehalten  
- Prüfwert wird überschritten

### Fazit

- Betondeckbeläge sorbieren die Fünffache Schwermetallfracht verglichen mit Asphaltdeckschichten
- Stoffrückhalt von Sickerfugenstein-Systemen stark von Fugenfüllmaterial und Fugenanteil abhängig
- Bei Pflasterbauweisen in halbtechnischen Versuchen und in der Langzeitsimulation kein Stoffdurchbruch
- In der Simulation hohe Cu und Zn-Konzentrationen im Sickerwasser infolge angeschlossener Dachflächen
- Empfehlung wasserdurchlässige Bauweisen wieder als Anlagen der Flächenversickerung zu berücksichtigen

### Pflastersysteme: Simulationsergebnisse

- Sickerwasserkonzentration – Prüfwert BBodSchV
  - am Übergang von ungesättigter zu gesättigter Zone
  - bei allen Bauweisen eingehalten
- Sorbierte Masse – Zuordnungswert Z1.1 LAGA
  - Verwertung bzw. Deponielagerung der Straßenbaustoffe
  - für Kupfer nur bei geoSTON-Bauweise eingehalten
  - für Blei und Zink bei allen Bauweisen eingehalten
- Sorbierte Masse – Vorsorgewert BBodSchV
  - zur Verhinderung einer schädlichen Bodenveränderung
  - bei allen Bauweisen eingehalten

