

# Behandlung von Gleisabwasser unter besonderer Berücksichtigung von Glyphosat

Michael Burkhardt<sup>1</sup>, Alexander Englert<sup>1</sup>, Gunter Adolph<sup>2</sup>

<sup>1</sup> HSR Hochschule für Technik Rapperswil, Schweiz

<sup>2</sup> SBB Schweizerische Bundesbahnen AG, Schweiz

Landau, 19. Juni 2018

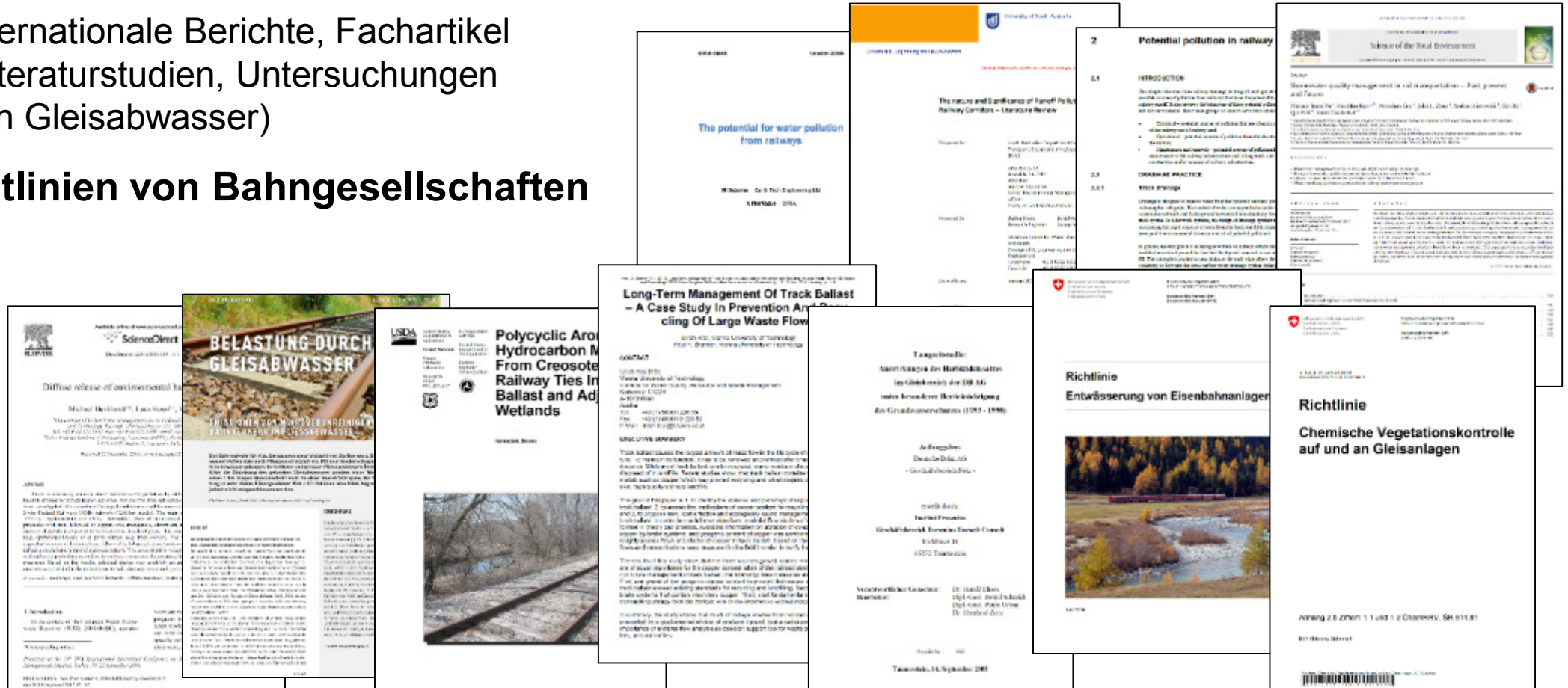


## Hintergrund: Belastung von Gleisabwasser

## ■ Zahlreiche Untersuchungen

- Internationale Berichte, Fachartikel (Literaturstudien, Untersuchungen von Gleisabwasser)

## ■ Richtlinien von Bahngesellschaften





# Hintergrund: Belastung von Gleisabwasser

## ■ Stoffe aus Betrieb und Unterhalt<sup>1</sup>

- Glyphosat aus Vegetationskontrolle (mit Handspritze)
  - Gute Bindung an Aluminium-/Eisenoxiden
  - Rückhalt nimmt mit steigendem pH-Wert ab.
- Schwermetalle und MKW aus Abrieb (Bremse, Fahrleitungen, etc.) und Unterhalt (Verlustschmierung, Holzschwellen etc.)
  - Akkumulation im und entlang vom Gleis

## ■ Behandlungsanforderungen an Gleisabwasser

- Schweiz: > 100'000 BRT und PSM-Ausbringen führen zu mittlerer bis hoher Belastung.
- Deutschland: Arbeitsblatt DWA-A102 stuft Gleisabwasser als stark belastet ein (im Gelbdruck)



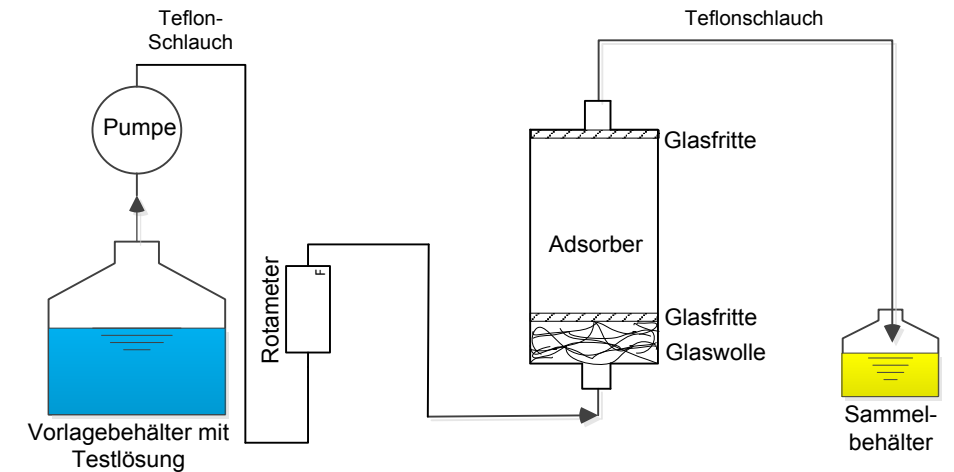
 **Anlagenkonzept für Belastungsschwerpunkte der SBB entwickeln**

Burkhardt, M., et al. (2005), Gewässerschutz an Bahnanlagen - Emittierte Stoffe im Normalbetrieb der SBB sowie Grundlagen zu deren Umweltverhalten. Bericht, Eawag, Dübendorf, Schweiz.

# Erster Schritt: Adsorbersubstrat suchen (Labortests)

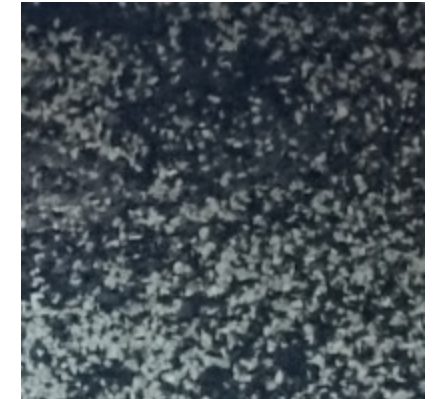
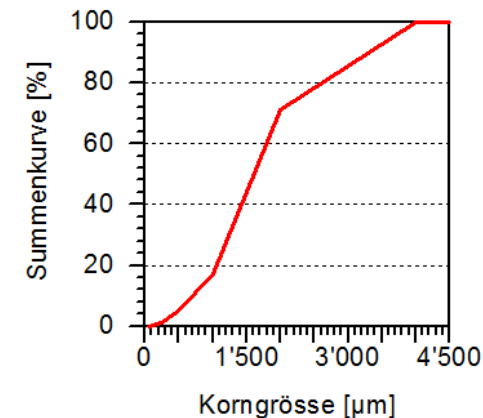
## ■ Säulenversuche zur Ermittlung des Stoffrückhalts (VSA-Leistungsprüfung<sup>1</sup>)

- Filtergeschwindigkeiten: 8.95, 2.15, 0.895 m/h
- Stoffe: Glyphosat; Diuron, Mecoprop, Kupfer, Zink
- Matrix: pH 6 und pH 8
- Konzentrationen: 0.05 mg/L und 0.5 mg/L



## ■ Zwei Substrate (engere Auswahl)

- Mischung « AD-R »: u.a. mit GAK und GEH, bereits erfolgreich auf Spurenstoffe getestet
- Mischung « AD-N »: Neuentwicklung, hohe Wasserdurchlässigkeit ( $K_f 2.3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ )



<sup>1</sup> Burkhardt M., Schmidt S. und Bigler R. (2017b): VSA-Leistungsprüfung – Leistungsermittlung im Labor- und Feldtests für Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung . Aqua & Gas, 11:33-41.

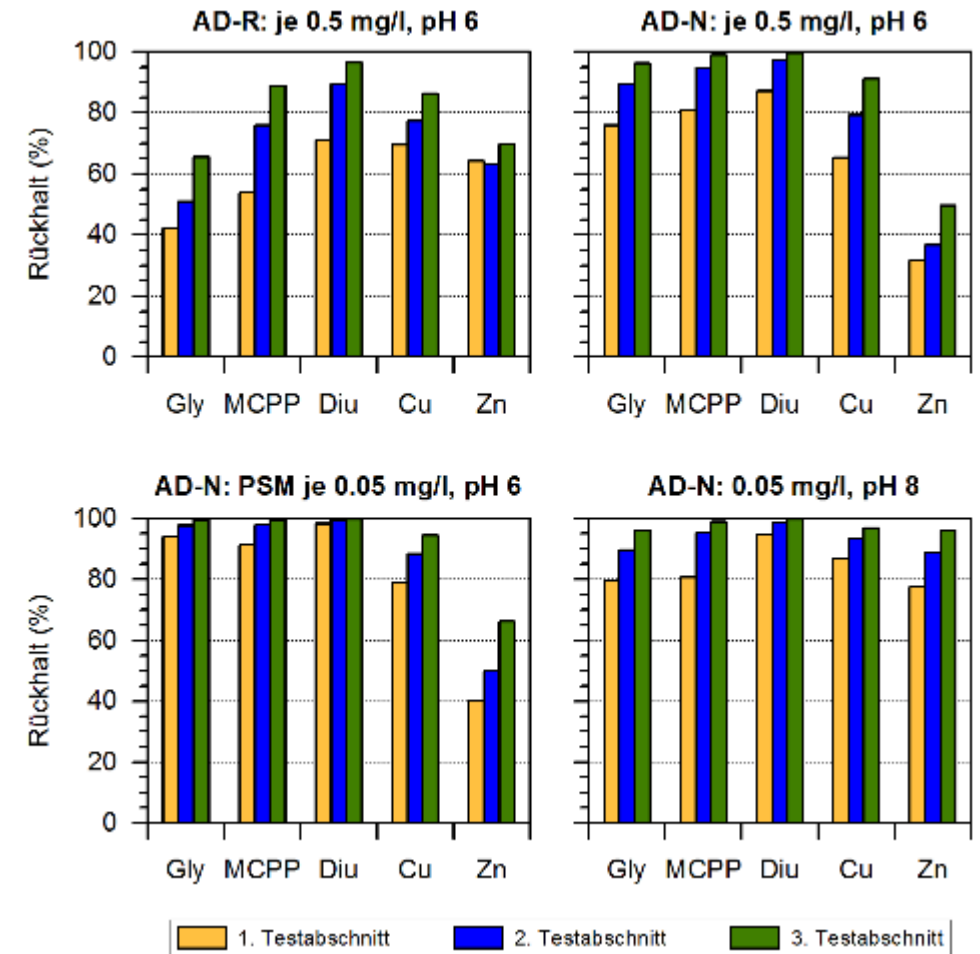
## ■ Rückhalt Glyphosat

- AD-R: 50% Rückhalt; AD-N: 85 - 95 % Rückhalt
- AD-N: Rückhalt nimmt mit zunehmender Filtergeschwindigkeit und höherem pH-Wert ab
- VSA-Anforderung «Erhöht» (>90% Rückhalt) erfüllt

## ■ Rückhalt Kupfer und Zink

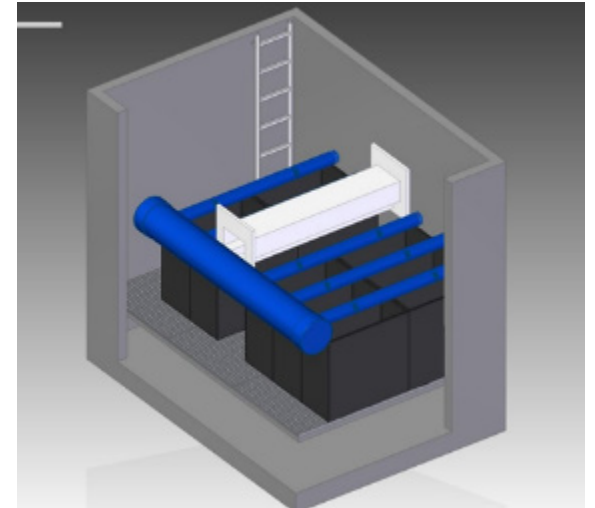
- pH 6: 35-50 % Zink, 80-90% Kupfer
- pH 8: Kupfer und Zink fallen aus, sodass Rückhalt auf Filtrationseffekt beruht
- VSA-Anforderung «Standard» (70-90% Rückhalt) nur für Kupfer erfüllt

 **Neues Substratgemisch deutlich leistungsfähiger als Referenzmaterial**



## Zweiter Schritt: Feldanlage entwickeln und testen

- **Modulare Behandlungsanlage für Standort Gelterkinden (Kanton Basel-Landschaft), Schacht 2 x 2.5 x 3 m**
  - 8 Filterboxen, je 0.32 m<sup>2</sup> Filterfläche, 100 L Substrat, 40 cm Schichthöhe
- **Überwachung mit Abflussmessung (Ultraschall), abflussproportionale Probenahme (je 1 m<sup>3</sup>), Kamera, Fernüberwachung**
  - Glyphosat / AMPA, Zink, Kupfer, AFS (Referenz- und 6 Sammelproben)
  - Leitfähigkeit, pH, Karbonathärte





## Zweiter Schritt: Feldanlage entwickeln und testen



Kamera mit IR-LED-Blitz (bei ca. 940 nm)



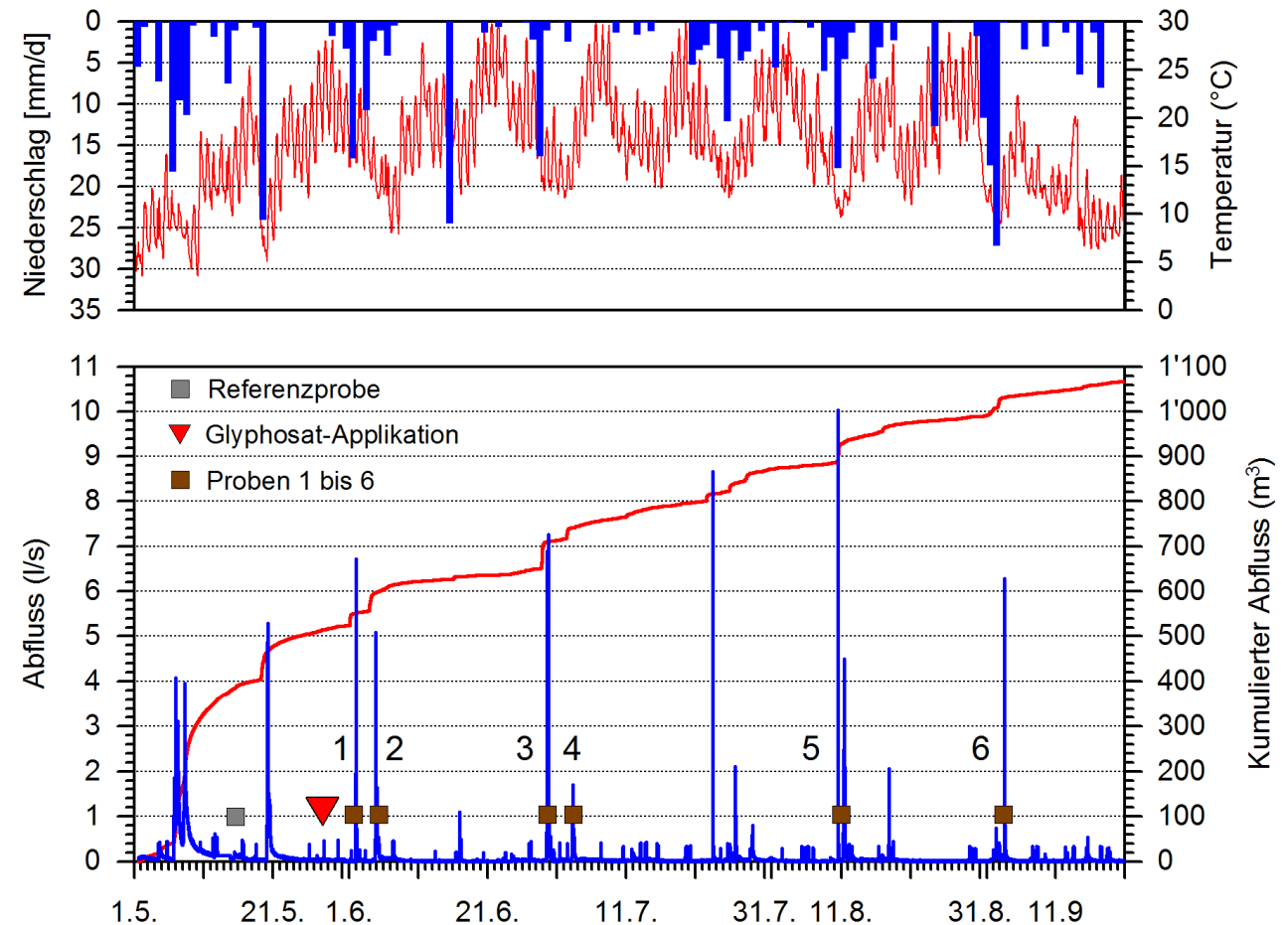
# Resultate aus Felduntersuchung

## ■ Abflussmessungen

- 1070 m<sup>3</sup> Gleisabwasser in 142 Tagen
- Abflussspitzen 5-7 L/s (Planung: 46 L/s)
- Mittlere Filtergeschwindigkeit 1.5 m/h
- Trockenwetterabfluss durch Hangwasser, Retention im Gleiskörper und lange Fließwege mit geringem Gefälle

## ■ Glyphosat-Applikation (29.5.2017)

- In 115 d rund 550 m<sup>3</sup> behandelt
- 6 analysierte Sammelproben decken 50% vom Gesamtabfluss und 80% von regengetriebener Abflussmenge ab





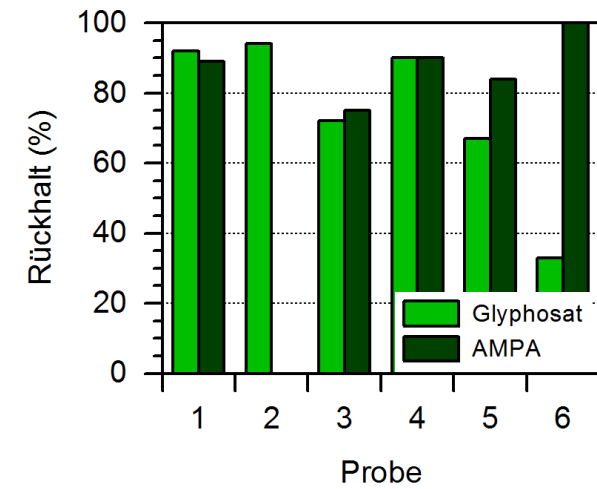
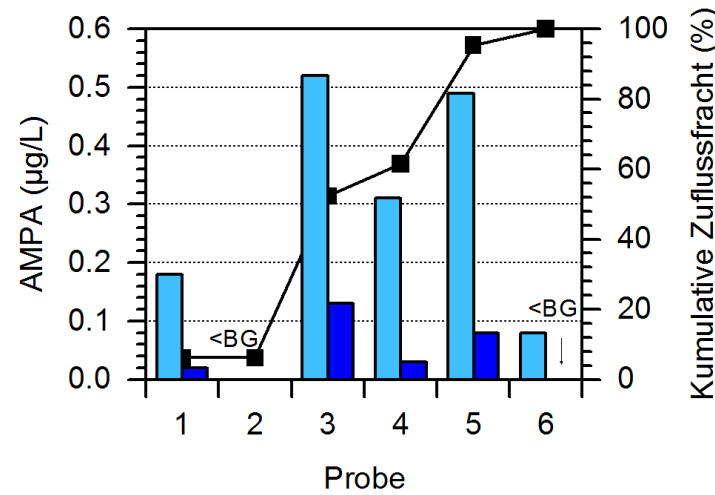
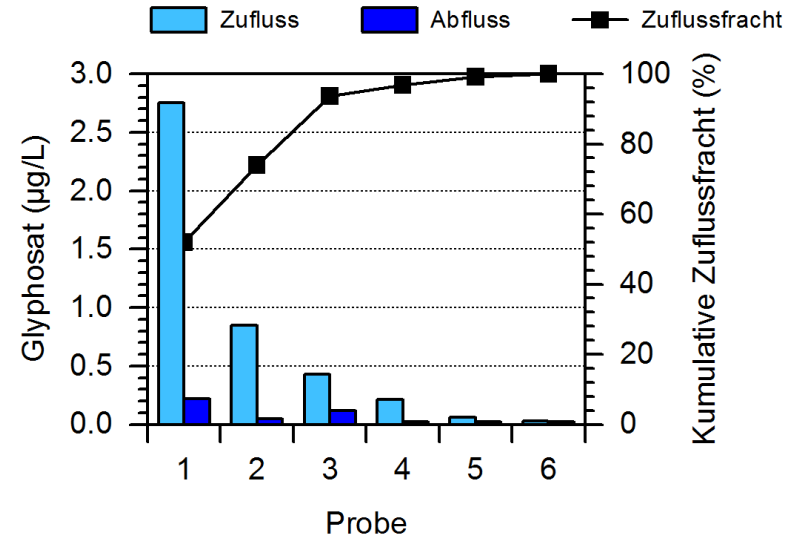
# Glyphosat und AMPA

## Konzentrationsverlauf

- Starke Abnahme der Glyphosat-Konzentration bis Bestimmungsgrenze (6.Ereignis)
- Zunahme gefolgt von Abnahme von AMPA (mikrobieller Abbau)

## Stoffrückhalt

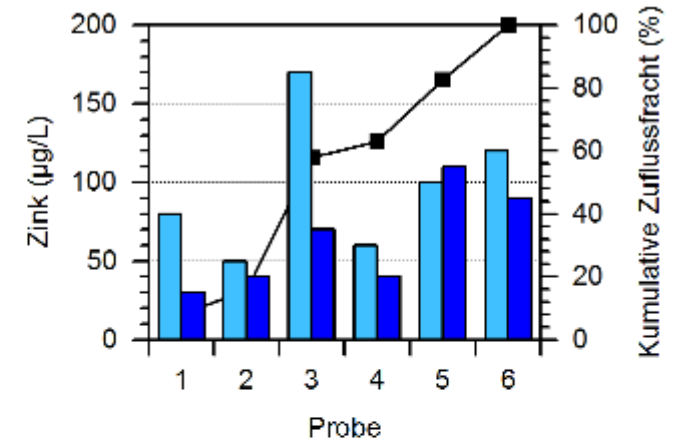
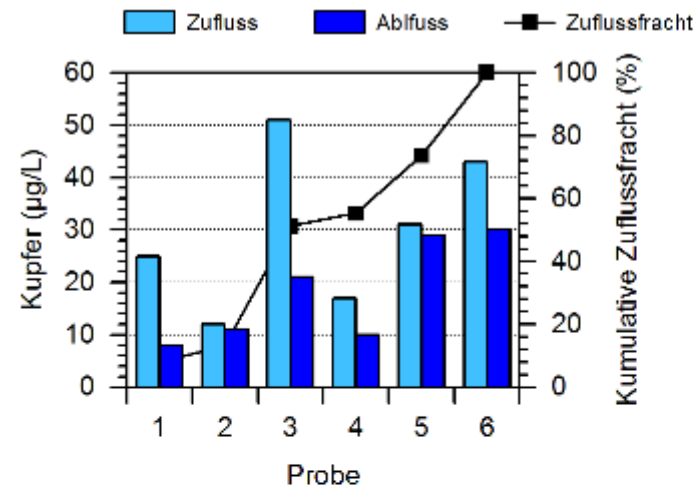
- 90% Glyphosat-Rückhalt (n=3), 2 Proben mit 70% wegen überlaufen von zwei Boxen
- AMPA-Rückhalt vergleichbar gut wie bei Glyphosat



# Schwermetalle und abfiltrierbare Stoffe

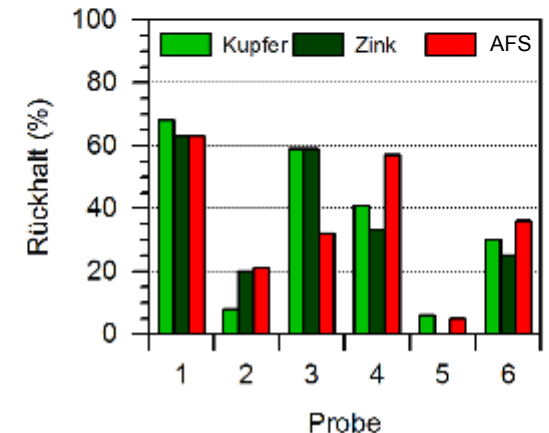
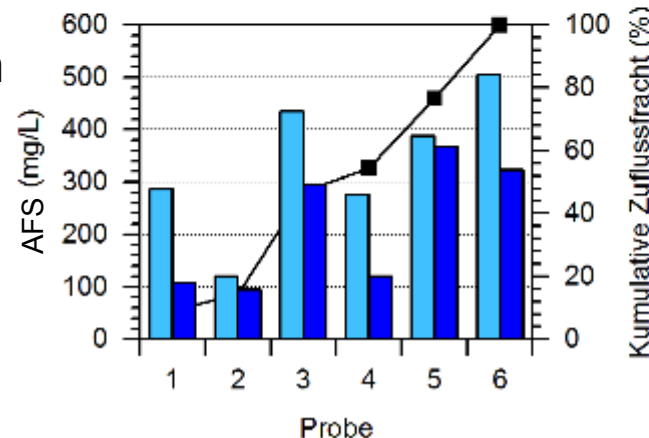
## ■ Kupfer und Zink

- Geringe, variierende Zulaufkonzentrationen (10-50 µg/L Cu , 50-170 µg/L Zn)
- Rückhalt zwischen 10-70% wegen Herkunft (Abrieb), überlaufen der Boxen und pH (7.8-8.5)



## ■ AFS

- Hohe, variierende Zulaufkonzentrationen (100-500 mg/l AFS)
- Schwankender Rückhalt wie bei Kupfer/Zink: feine Partikel, grobkörniges Adsorbersubstrat
- AFS aus Hangwasser und Stopfarbeiten





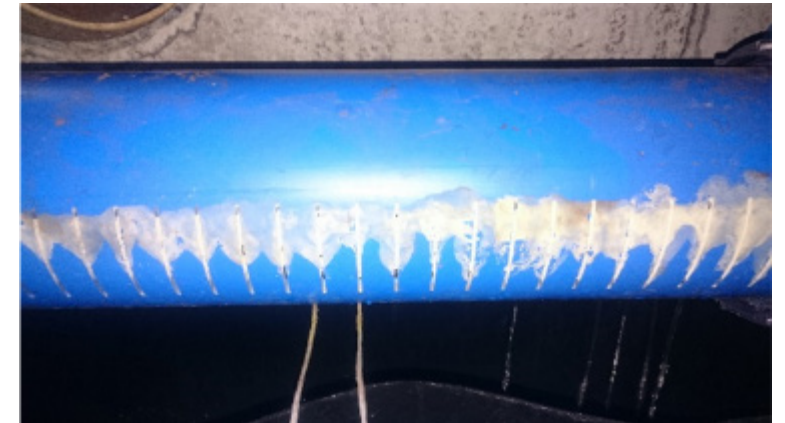
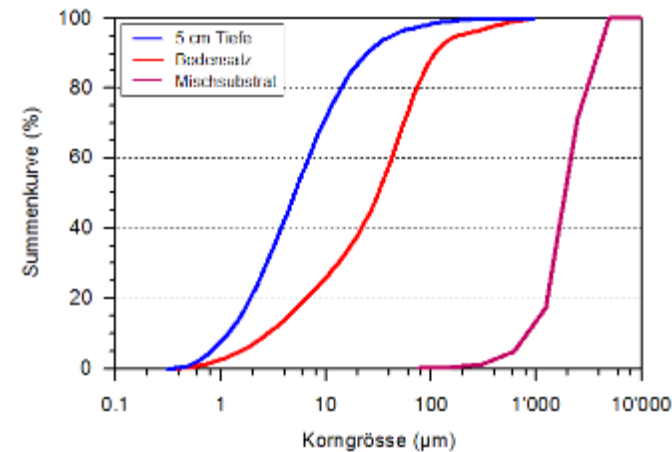
# Feinstpartikel im Gleisabwasser

## ■ Rückgang der Durchlässigkeit auf zwei Boxen wegen Ablagerungen

- Überlaufen von zwei Boxen
- Nach Auflockerung wieder hohe Sickerleistung

## ■ Wasserverteilung ungleichmässig

- Einbau unter engen Platzverhältnissen und Zusetzen der Schlitze durch Ausfällungen und Partikel



# Resultate im Überblick

## ■ Glyphosat-Fracht: Adsorptionskapazität nicht limitierend

- Rückhaltkapazität reicht theoretisch für 12 kg Glyphosat (Jahrzehnte!)

## ■ Grosse AFS-Fracht limitiert hydraulische Standzeit (je Box ca. 10 kg AFS)

- Vermeidung von AFS-haltigem Fremdwasser, Vorabscheidung zum Schutz des Substrats (Filtration)

Probe	Zufluss (m <sup>3</sup> )	Glyphosat		AMPA		Zink		Kupfer		AFS	
		(µg/l)	(mg)	(µg/l)	(mg)	(µg/l)	(g)	(µg/l)	(g)	(mg/l)	(kg)
1	24	2.75	66	0.18	4	80	1.9	25	0.6	286	7
2	33	0.85	28	<0.02	<1	50	1.7	12	0.4	120	4
3	57	0.43	25	0.52	30	170	9.7	51	2.9	436	25
4	20	0.21	4	0.31	6	60	1.2	17	0.3	276	6
5	45	0.06	3	0.49	22	100	4.5	31	1.4	388	17
6	36	0.03	1	0.08	3	120	4.0	43	2.0	504	18
Gesamt	215		127 mg		65 mg		23 g		7.6 g		77 kg



# Schlussfolgerungen

- Adsorbersubstrat weist hohen Glyphosat-Rückhalt >90% auf (auch Mecoprop, Diuron)
- Auf Schwermetall-Rückhalt optimierte Substratmischung nicht erforderlich (geringe Konzentrationen, partikuläre Form, pH 8-9)
- Einbau der Anlage in 1 Arbeitstag erledigt (modulare Bauweise)
- Mischsubstrat /Anlagenkonzept auf Markt verfügbar (Funke Kunststoffe GmbH, Hamm-Uentrup)

## Empfehlungen

- Temporäre Wasserbeschickung nach Applikation verlängert Standzeit des Adsorbermaterials
- Vorabscheidung empfehlenswert bei >100 mg/L AFS
- Abflussverhalten im Gleis (Retention, Belastung) genauer klären

➡ Geeignetes und ausbaufähiges Anlagenkonzept für Belastungsschwerpunkte





Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Mail: [michael.burkhardt@hsr.ch](mailto:michael.burkhardt@hsr.ch)