Erfahrungen aus dem Betrieb Funnel&Gate-Systems mit Bioreaktor

Ehemalige Teerfabrik Lang, Offenbach

Tobias Bartelsen,
CDM Smith Consult GmbH

28.03.2014

Wasser

Umwelt

Infrastruktur

Energie

Bauwerke

Geotechnik

CDM Smith

CDM Smith - weltweit tätig

- Consulting, Ingenieurdienstleistungen und Projektrealisierung
- Geschäftsfelder: Wasser, Umwelt, Infrastruktur, Energie, Bauwerke und Geotechnik
- rd. 500 Mitarbeiter in Europa,
  rd. 5.000 Mitarbeiter weltweit
- Mitarbeiteraktiengesellschaft

Betriebserfahrungen aus dem Betrieb

- **Technische Optimierungsmaßnahme im Zuge des Betriebs**
- **Abbauleistung des Bioreaktors**
- **Schadstoffentwicklung im Umfeld des F&G**

Optimierungsmaßnahmen im Testbetrieb (1)

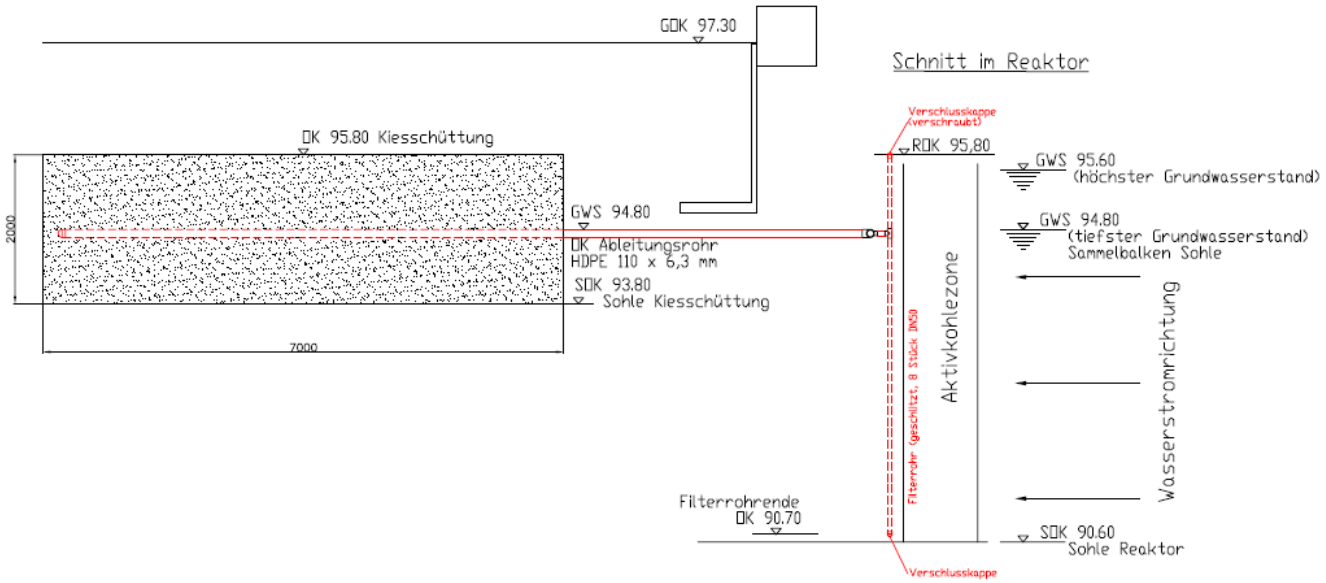
Problem:

baubedingt verminderte hydraulische Durchlässigkeit im Gate-Abstrom

→ Reduzierung des Grundwasser-Durchflusses auf 30 - 65%

Problemlösung:

Bau einer zusätzlichen Versickerungsrigole im Gate-Abstrom



Optimierungsmaßnahmen im Testbetrieb (2)

Problem:

Schwankende Durchsatzraten

→ schwankende Schadstofffrachten

→ schwankender Schadstoffabbau

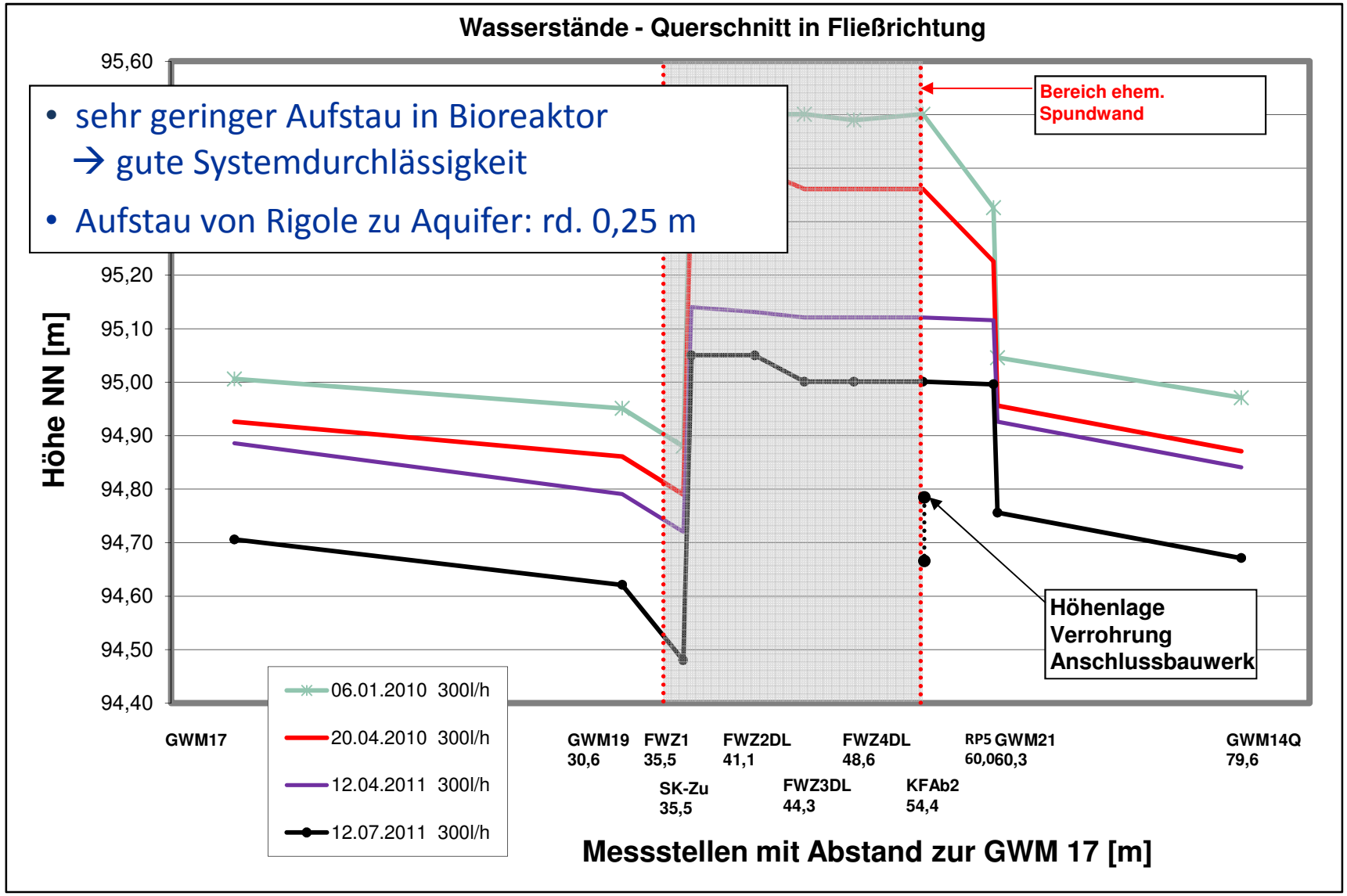
→ störanfällige Betriebsmitteldosierung (v.a. relevant bei niedrigen Durchsätzen)

Problemlösung:

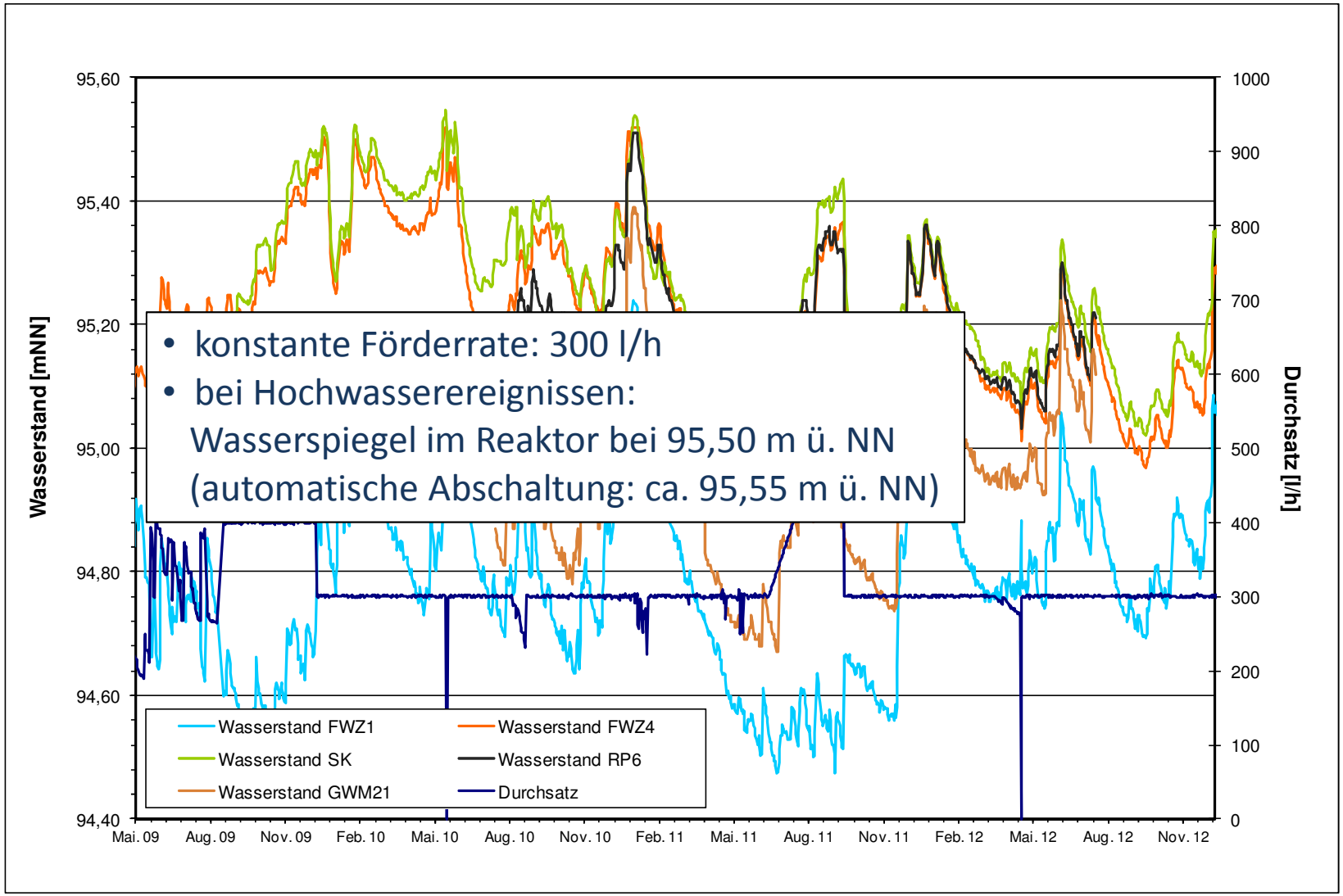
„Aktivierung“ des Systems durch Förderpumpe im Zulauf

Nebeneffekt: Steuerbarkeit der Grundwasserhydraulik
(z.B. relevant bei Wasserhaltungen im Nahebereich)

„System-Aktivierung“ durch Förderpumpe im Zulauf



Grundwasserhydraulik im Gate-Bereich



- konstante Förderrate: 300 l/h
- bei Hochwasserereignissen:
  Wasserspiegel im Reaktor bei 95,50 m ü. NN
  (automatische Abschaltung: ca. 95,55 m ü. NN)

Optimierungsmaßnahmen im Testbetrieb (3)

Problem:

verminderte hydraulische Durchlässigkeit an „Engstellen“ im Bioreaktor und im Bereich der Rigole

Problemlösung:

- Entnahme von statischen Mischern in Dosierstellen
- Erhöhung der H_2O_2-Dosierung (→ vollständiger Abbau)

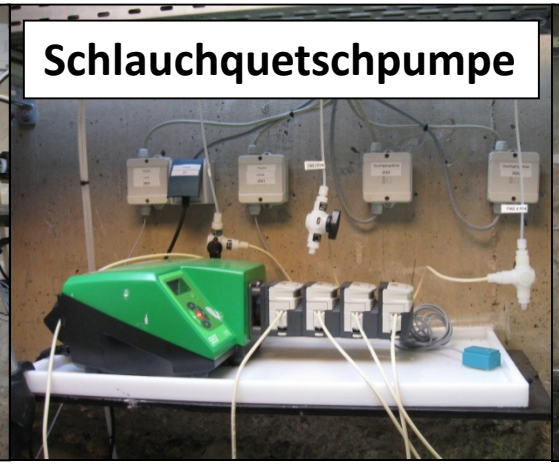
Optimierungsmaßnahmen im Testbetrieb (4)

Problem:

- schwankende und störungsanfällige Betriebsmitteldosierung durch falsche Pumpentechnik und Ausfällungen in Dosierleitungen

Problemlösung:

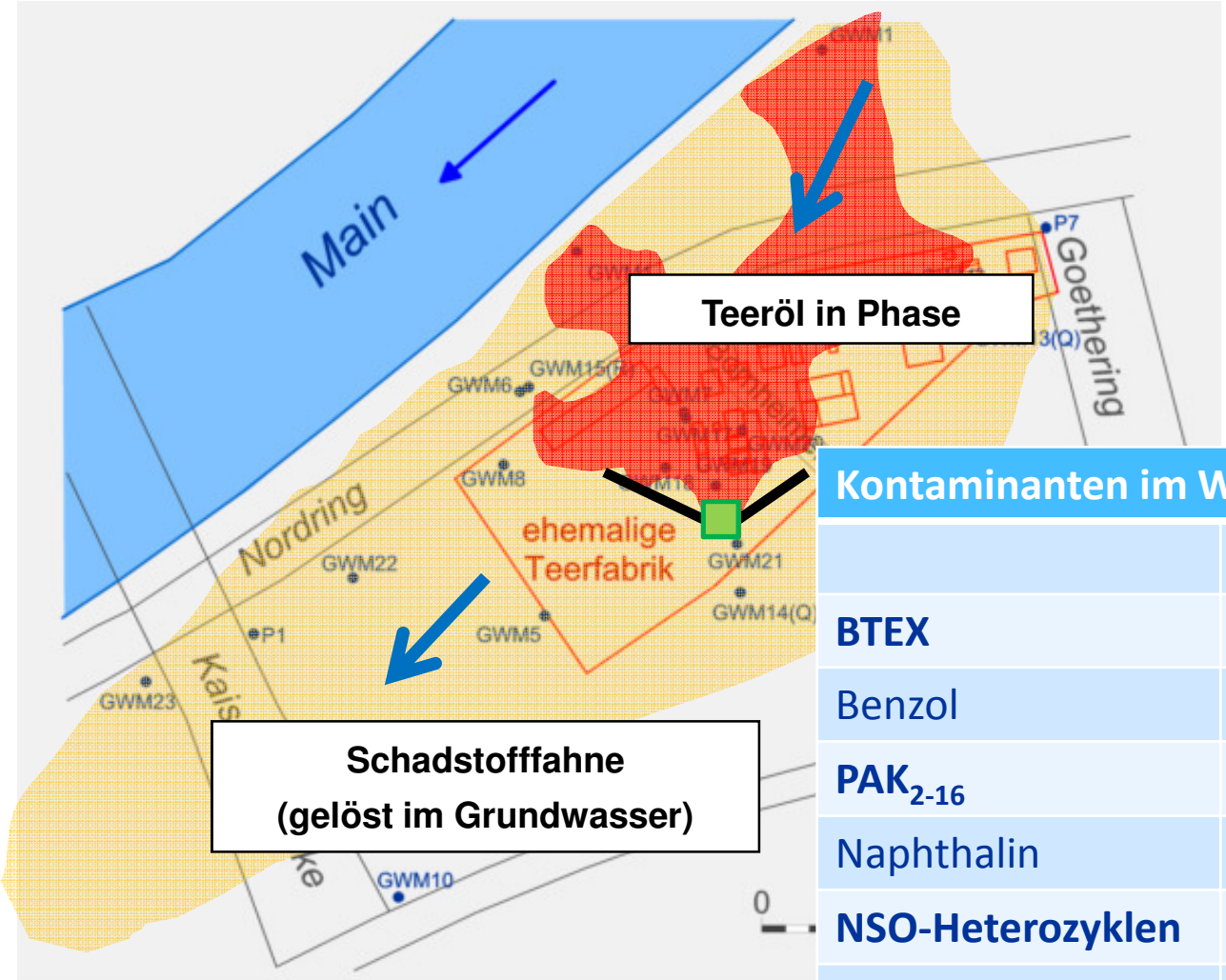
- Austausch der Membranpumpen durch störungs- und wartungsarme Schlauchquetschpumpen (optimal bei niedrigen Dosierraten)
- Installation einer Betriebswasseranlage
- Aktivierung des Anlagenzulaufs



Betrieb und Überwachung

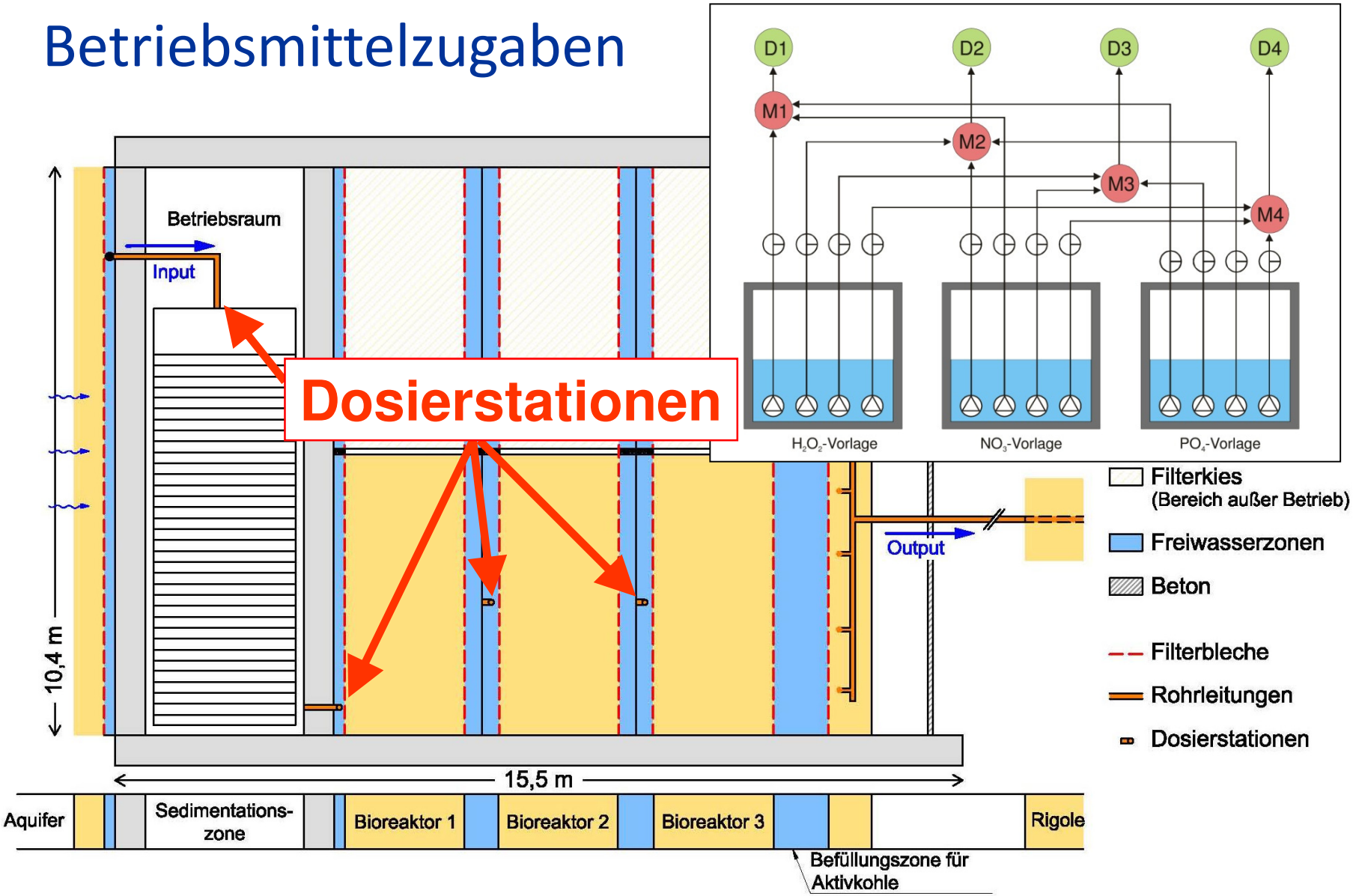
Analytische Überwachung	Messstelle	Intervall
SAK_{254nm}, Sauerstoff	Zu- und Ablauf des Gates	monatlich
Schadstoffe (PAK, BTEX, NSO-HET, Phenole)	Zulauf- und Ablauf des Gates, Ablauf Reaktorstufe 1	vierteljährlich
Relevante An- un Kationen (Fe, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat)	Zulauf- und Ablauf des Gates, Ablauf Bioreaktorstufen 1 - 3, Messstellen im Abstrom	halbjährlich
Betrieb, Wartung und Kontrolle	**Verantwortlichkeit**	**Intervall**
Überwachung der technischen Sanierungseinrichtungen (H_2O_2-Dosierung, Gebäude, etc.)	Betreiberfirma (Bauer Umwelt)	monatlich
Kontrollbegehungen, Über-wachung der Betriebsparameter / Grundwasser-Monitoring	Gutachter (CDM Smith Consult)	monatlich / jährlich

Schadenssituation (heute)

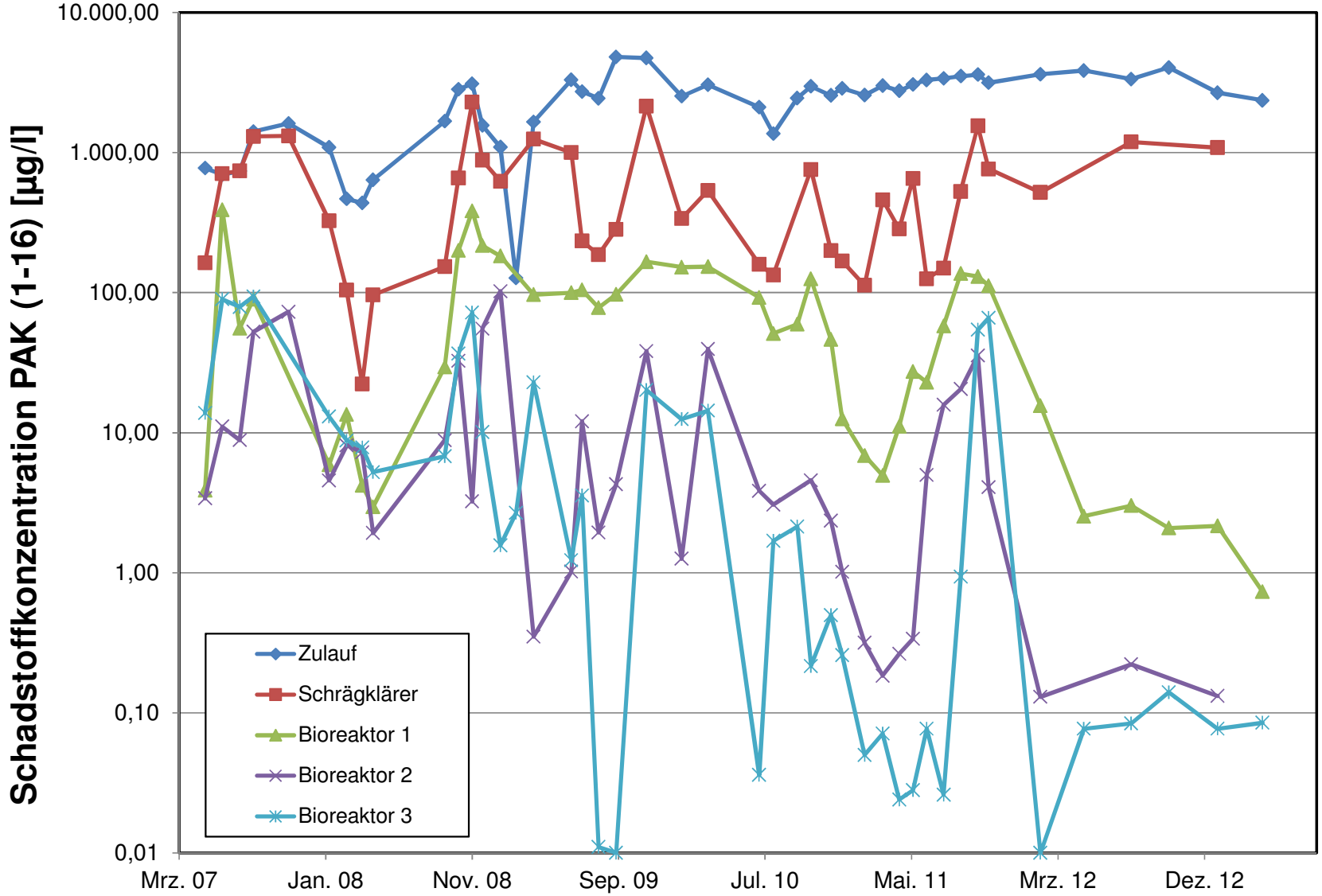


Kontaminanten im Wasser		
	IST	*Ziel*
BTEX	**8.000 µg/l**	**20 µg/l**
Benzol	3.000 µg/l	1 µg/l
PAK_{2-16}	**400 µg/l**	**0,1 µg/l**
Naphthalin	5.600 µg/l	1 µg/l
NSO-Heterozyklen	**1.500 µg/l**	**(0,1 µg/l)**
Phenole	**1.900 µg/l**	**8 µg/l**

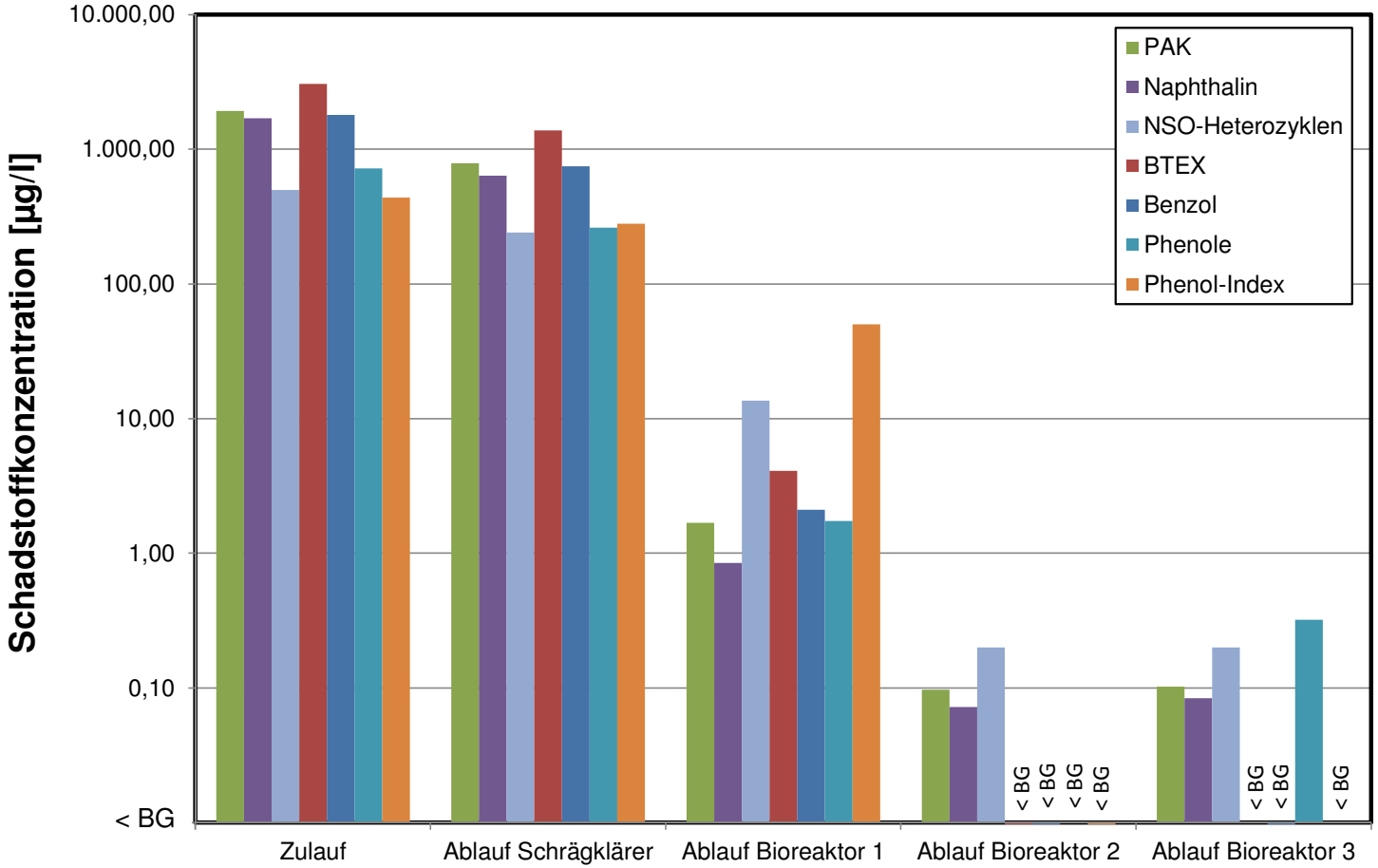
Betriebsmittelzugaben



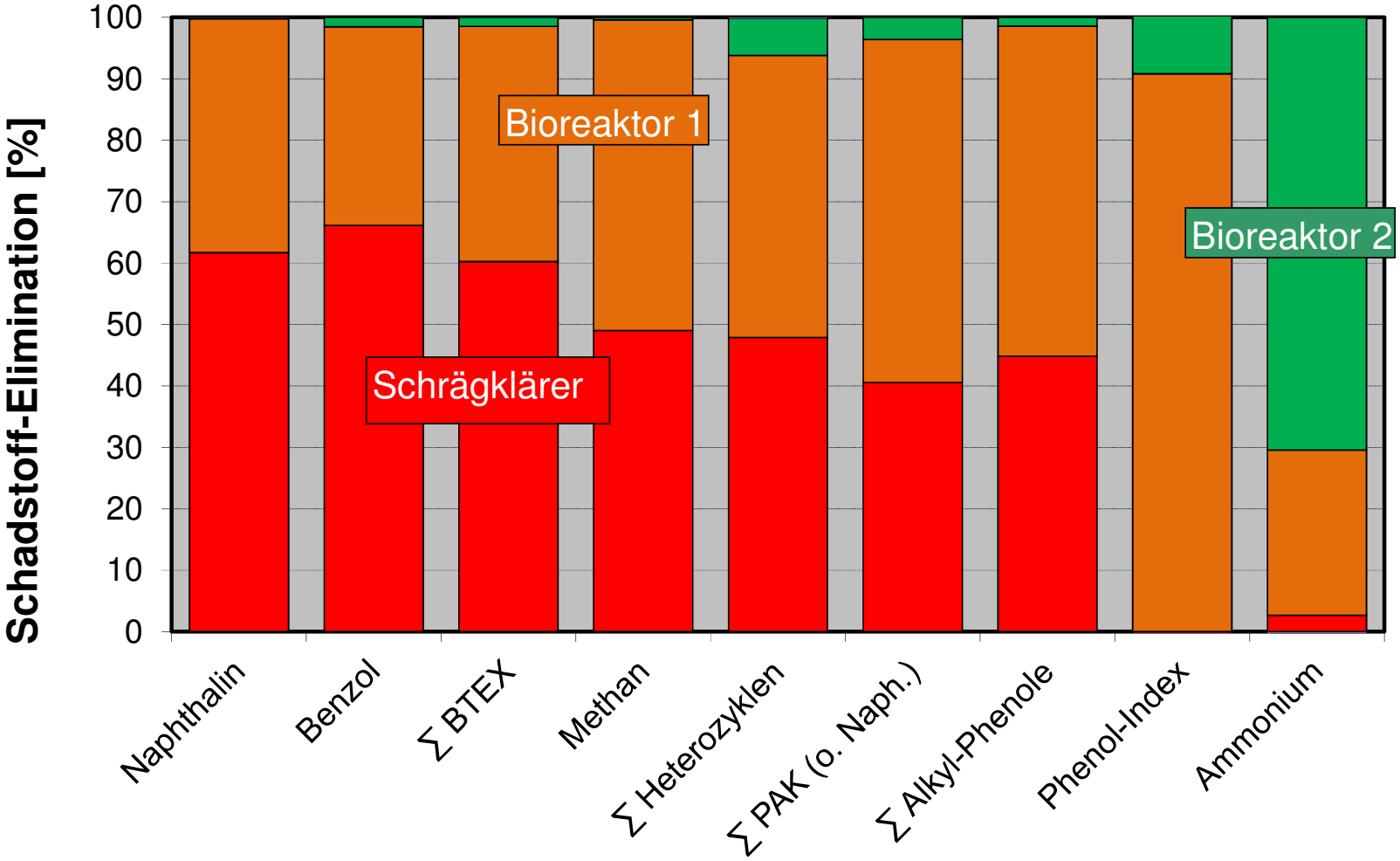
Abbauleistung des Reaktors seit Inbetriebnahme



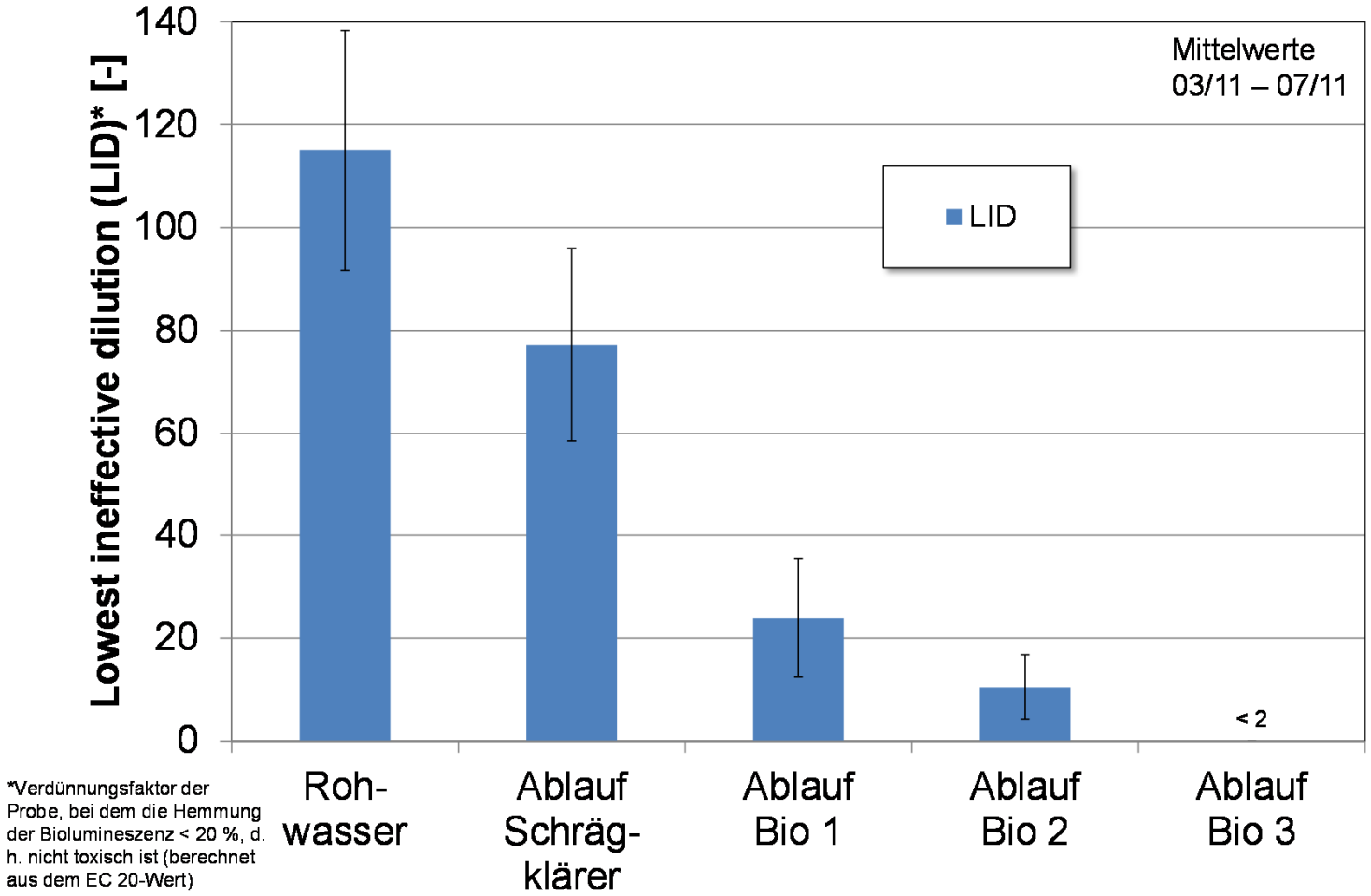
Schadstoffabbau entlang der Reaktorpassage (Juli 2013)



Schadstoffabbau entlang der Reaktorpassage (Mittelwerte 2013)

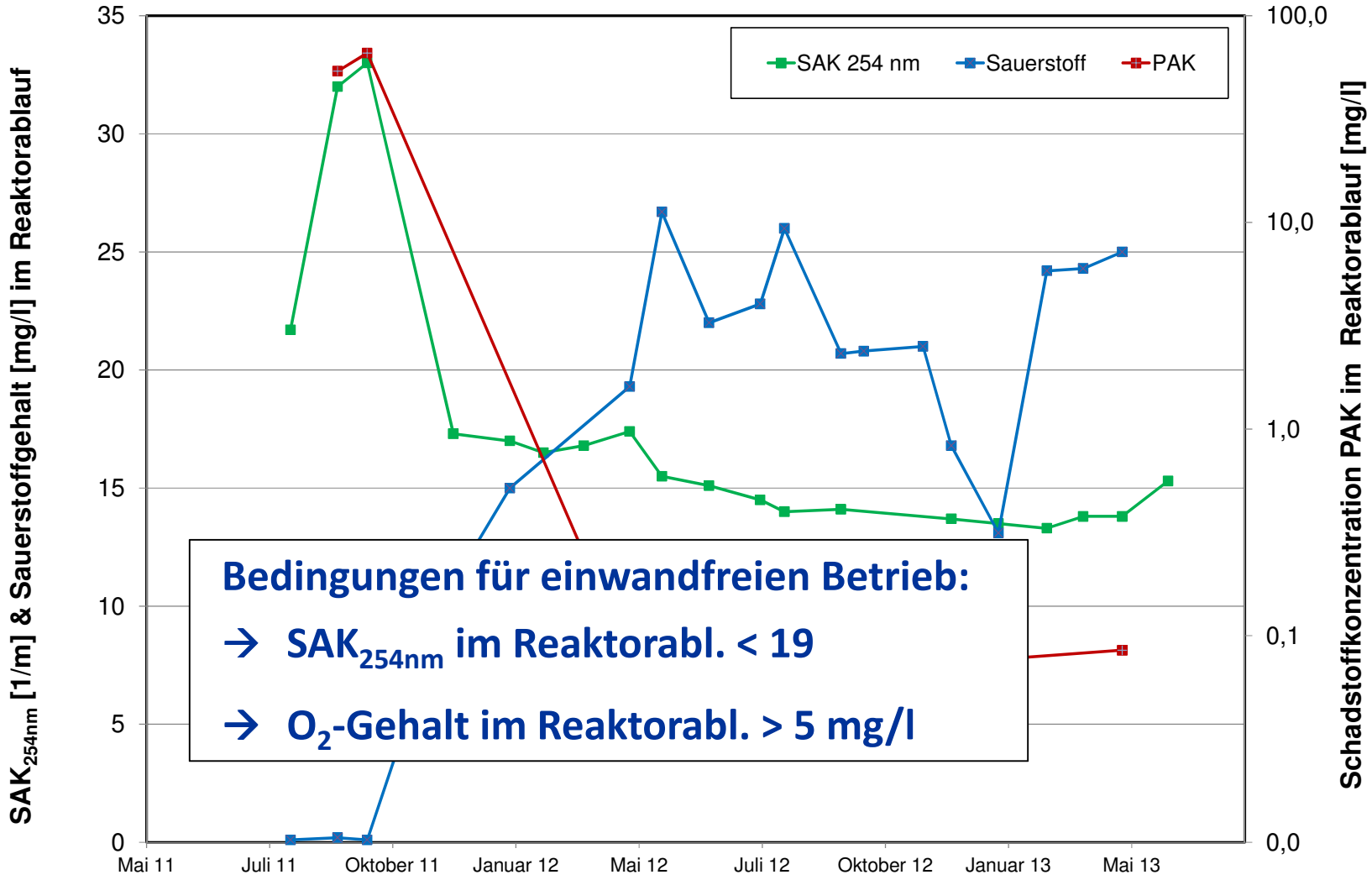


Reduktion der Toxizität entlang der Reaktorpassage (Leuchtbakterienhemmtest)



*Verdünnungsfaktor der Probe, bei dem die Hemmung der Biolumineszenz < 20 %, d. h. nicht toxisch ist (berechnet aus dem EC 20-Wert)

Identifikation von Leitparametern



Bedingungen für einwandfreien Betrieb:

→ **SAK_{254nm} im Reaktorabl. < 19**

→ **O_2-Gehalt im Reaktorabl. > 5 mg/l**

Zusammenfassung Reinigungsleistung Reaktor

→ **Eisenfällung und -sedimentation im Schrägklärer**
(Reduktion von 15 mg/L auf < 1 mg/L)

→ **Aerobe Stimulierung im Schrägklärer**
- BTEX- und Naphthalin-Reduktion über 70 %
- PAK- + NSO-HET-Reduktion ca. 50 %
- theoretischer O_2-Bedarf > CSB-Reduktion ➔ Bildung von Metaboliten

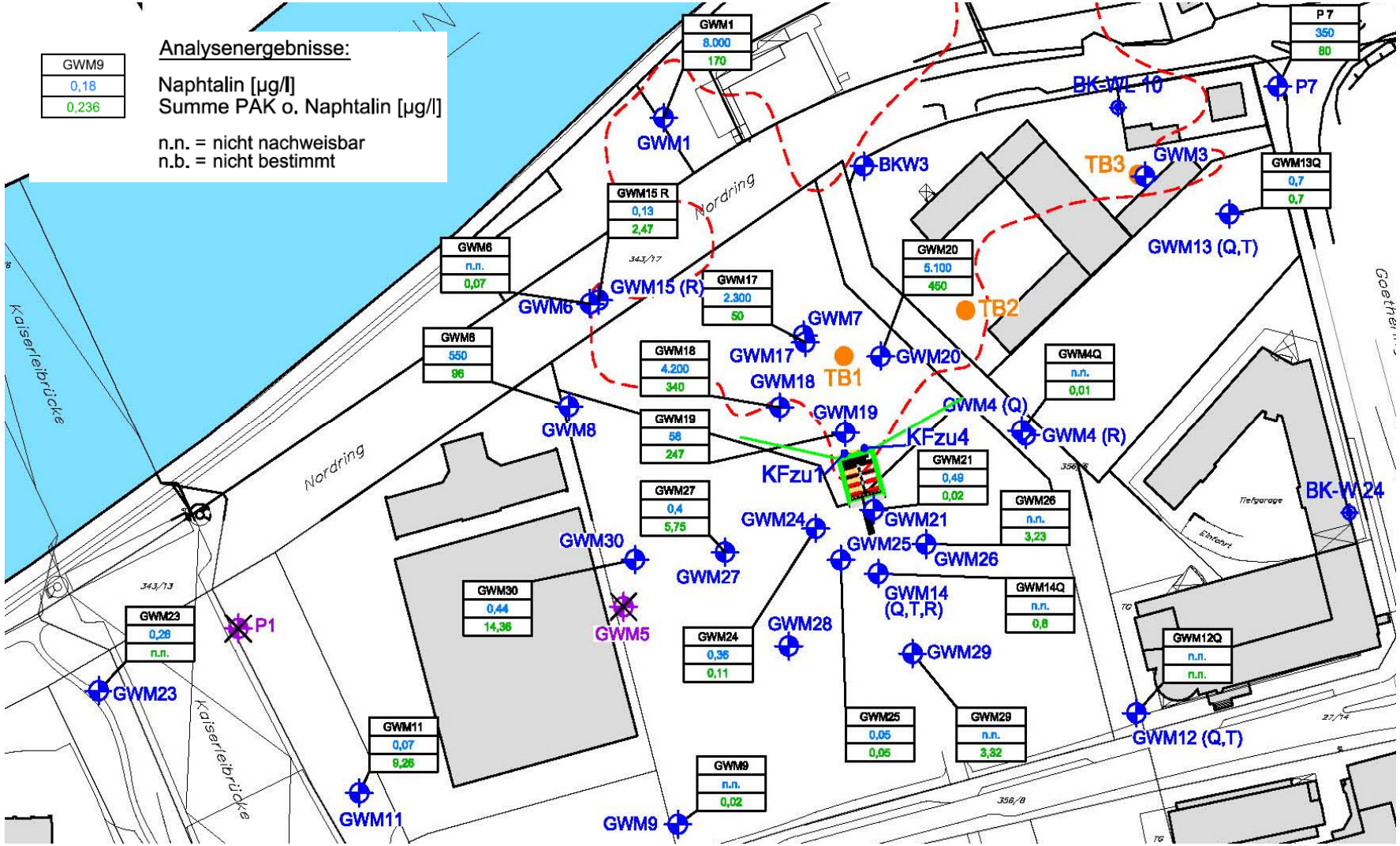
→ **Aerob (denitrifizierender) Abbau in Bioreaktor 1**
- BTEX- , PAK und NSO-HET über 95 %
- theoretischer O_2- Bedarf < CSB-Reduktion ➔ Abbau der Metaboliten

→ **Abbau Bioreaktor 2 und 3**
- vollständiger Abbau (i.d.R. > 99 %) BTEX, NSO-HET, PAK (insbesondere Acenaphthen)
- Aktivkohlestufe als „Polizeistufe“ nicht erforderlich!

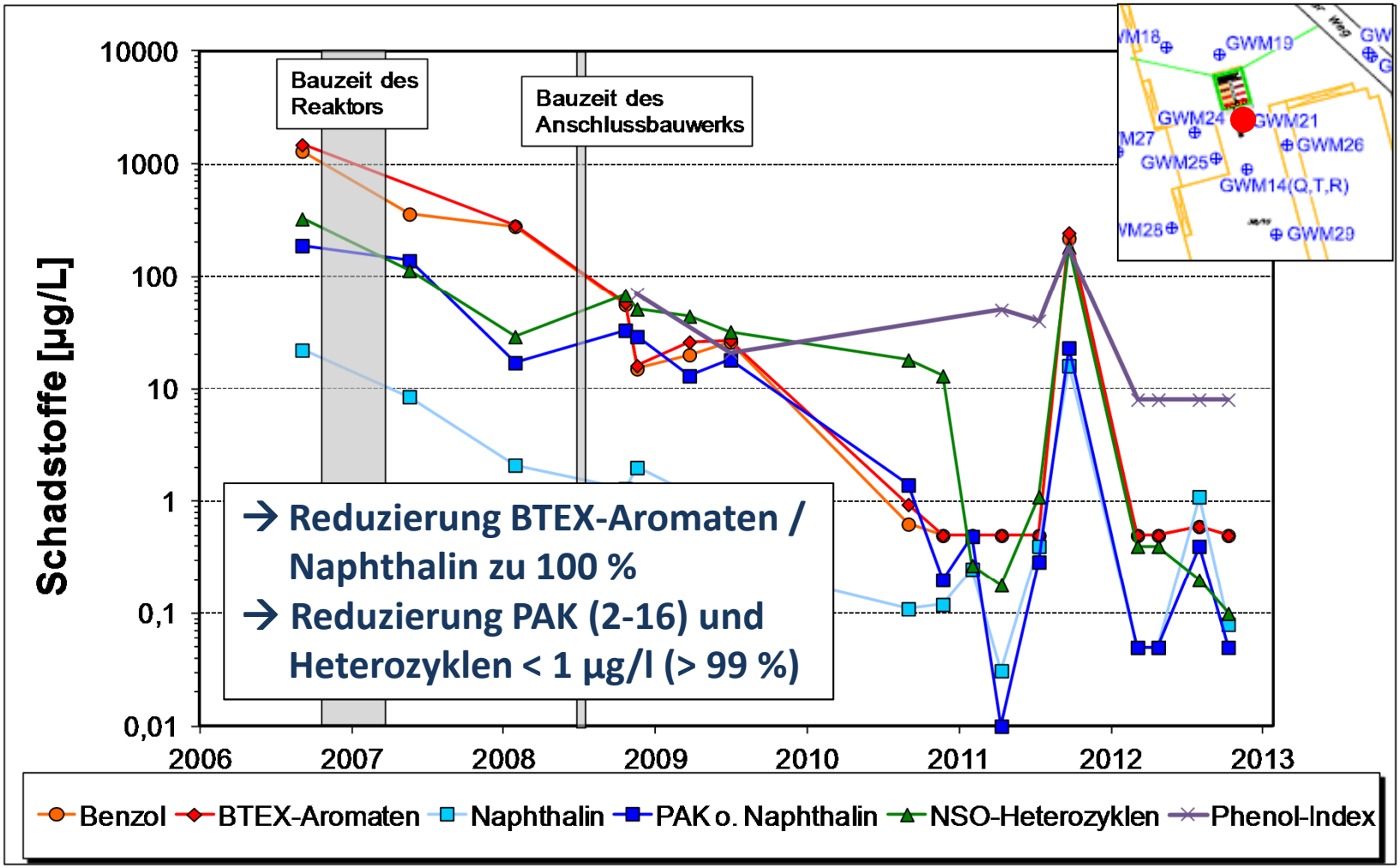
→ **Mikrobielle Nebenprozesse**
- aerober Methan-Abbau im Bioreaktor 1 + 2
- vollständige Nitrifikation in den Bioreaktoren 2 und 3

→ **Reduktion der Toxizität** (Nachweis: Leuchtbakterienhemmtest)

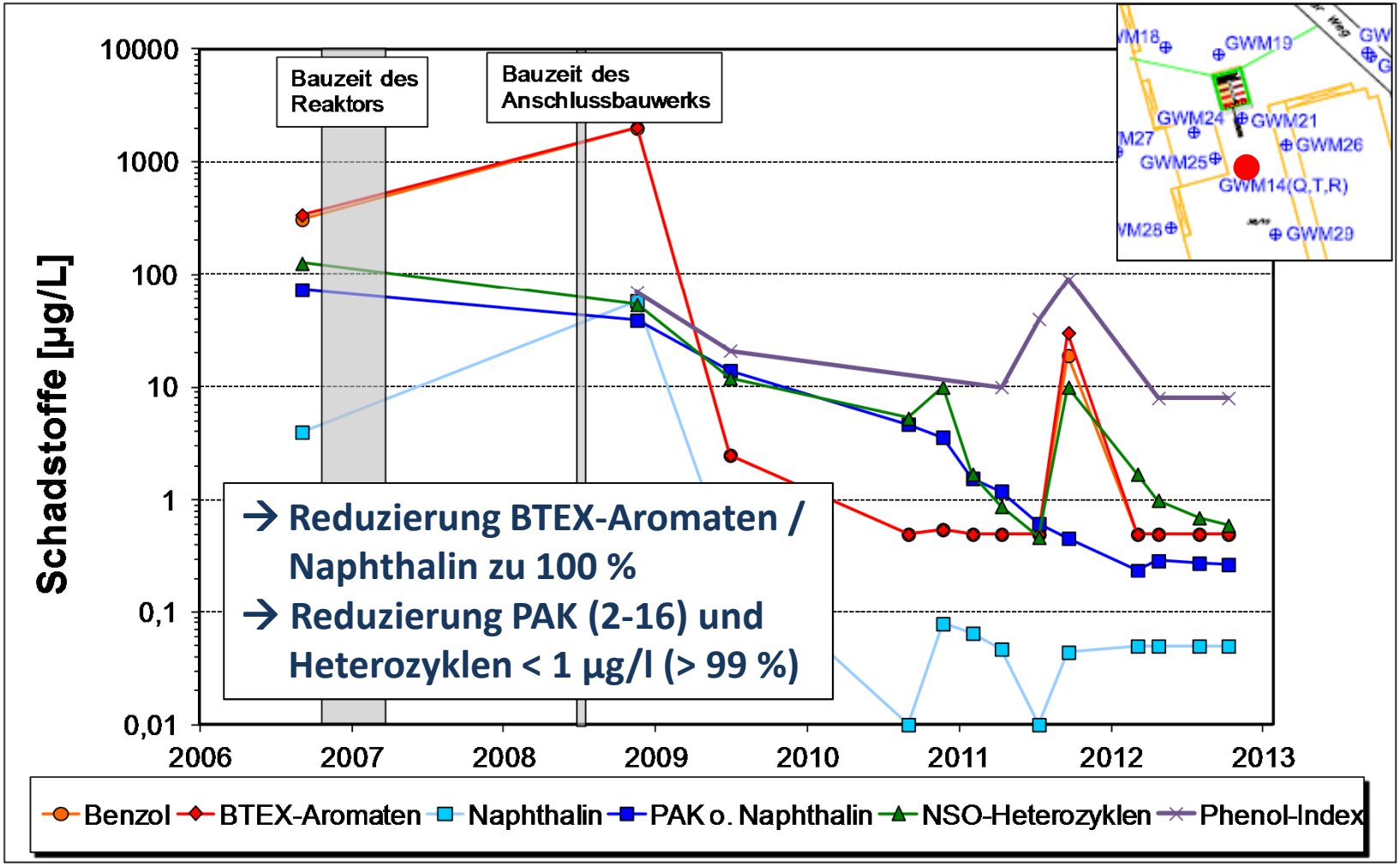
Schadstoffverteilung Grundwasser heute



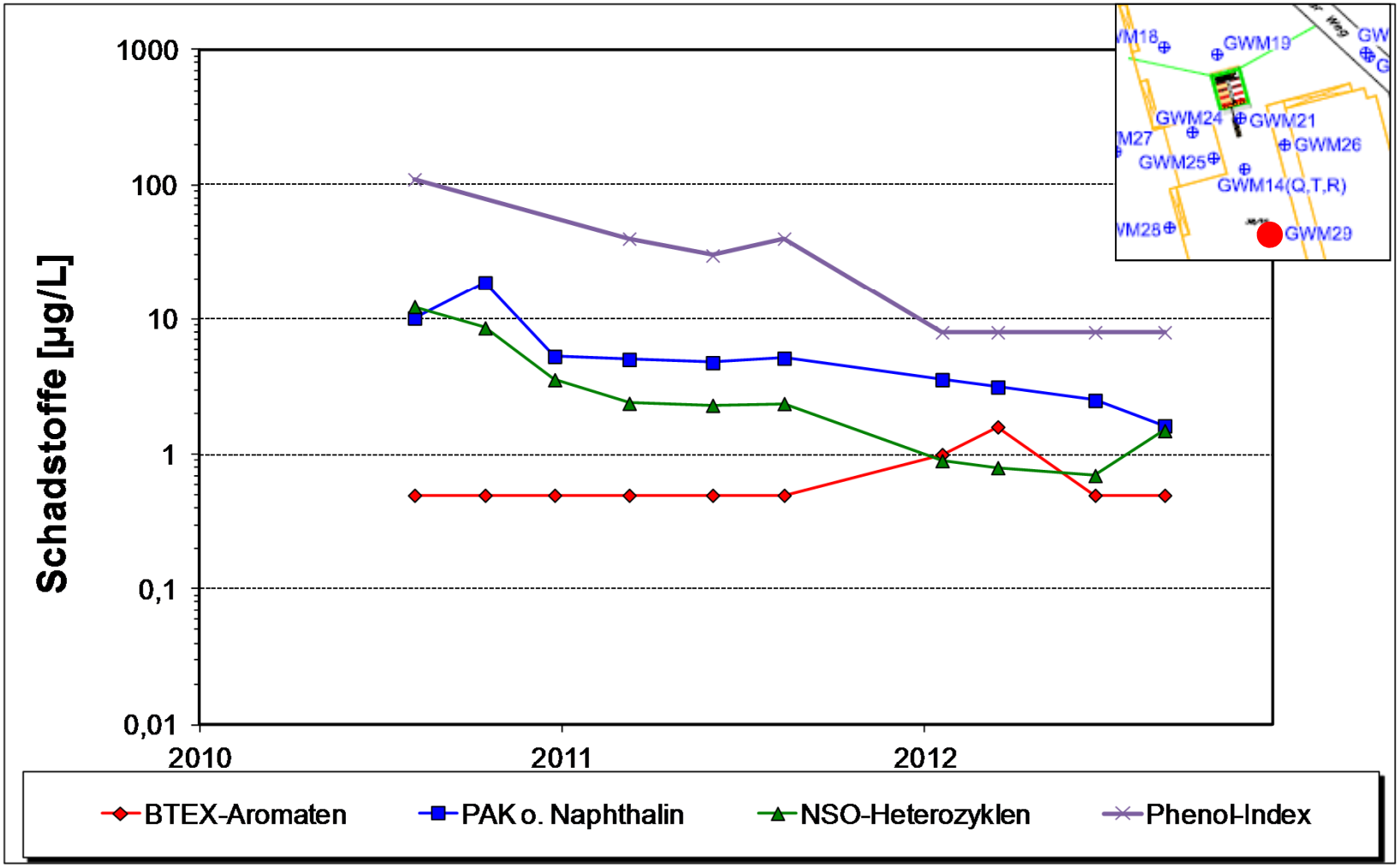
Schadstoffentwicklung im Gate-Abstrom (GWM21)



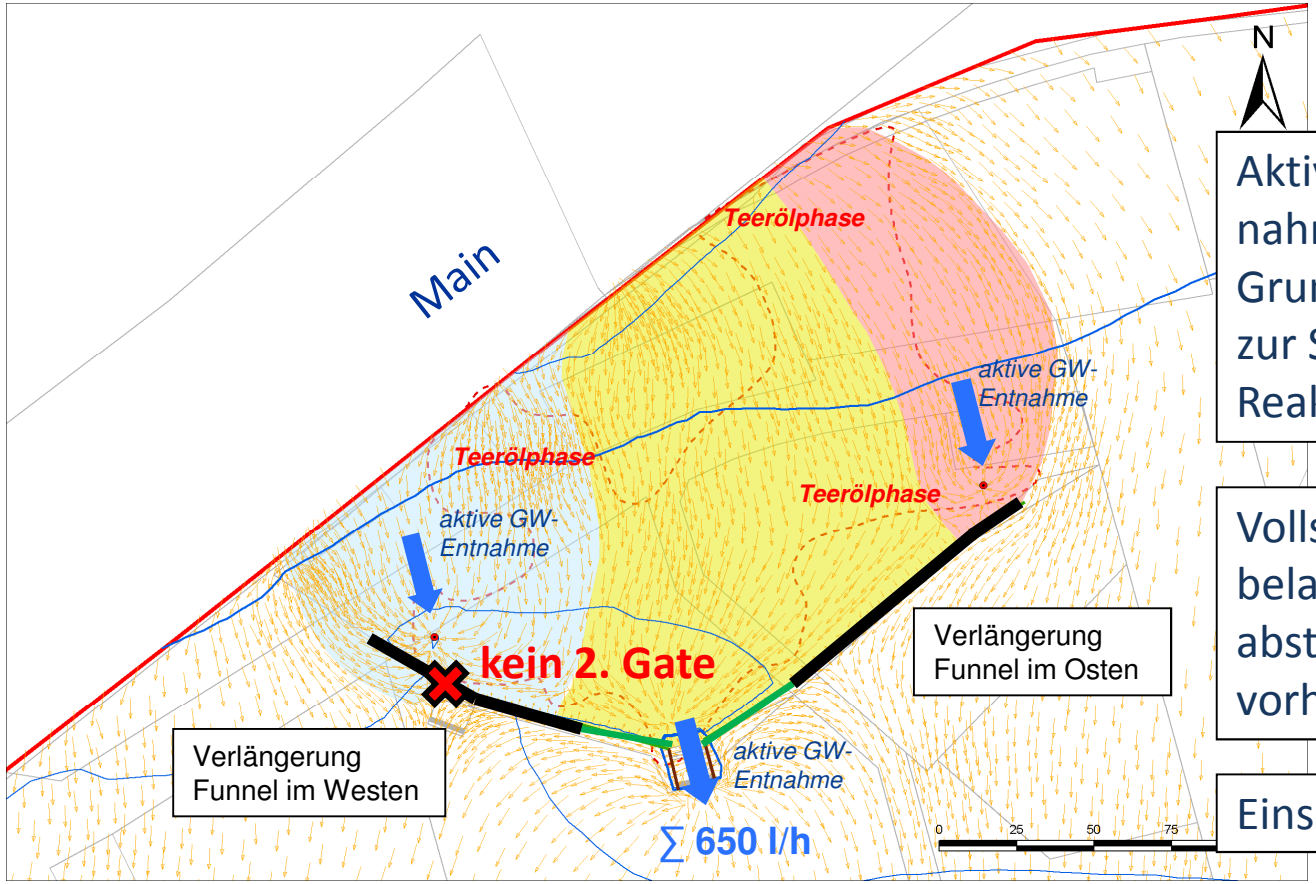
Schadstoffentwicklung im Gate-Abstrom (GWM14Q)



Schadstoffentwicklung im Gate-Abstrom (GWM29)



Geplante Erweiterung des Funnel&Gate-Systems
(Vorzugsvariante aus Variantenstudie)



Aktive Grundwasserentnahme zur „Lenkung“ der Grundwasserströmung und zur Stabilisierung der Reaktorleistung

Vollständige Fassung des belasteten Grundwasserabstroms über das vorhandene Gate

Einsparung des 2. Gates

Modellrechnung zur Systemerweiterung

Zusammenfassung und Fazit

- vollständige hydraulische Standortsicherung bei einer Erweiterung des Systems mit minimalen Wassermengen
- Verzicht auf den Einsatz von Wasseraktivkohle aufgrund der hervorragenden Reinigungsleistung
- „Aktivierung“ des Gate-Zulaufs → Kontrolle der Grundwas-serhydraulik und Stabilisierung des Reinigungsprozesses
- „Aktivierung“ des Systems an den Funnel-Enden bei der Systemerweiterung → Verzicht auf 2. Gate (ermöglicht durch die Steuerung der Grundwasserhydraulik und die hervorragenden Reinigungsleistung im bestehende Gate)
- Etablierung des ENA-Prozesses im Gate-Abstrom
- wirtschaftliche Standortsicherung und -sanierung (Abstrom)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:
Dipl.-Geow. Tobias Bartelsen, CDM Smith Nürnberg
tobias.bartelsen@cdmsmith.com