



Überblicksmessprogramm zu Vorkommen und Verbreitung multiresistenter Keime und Gene an Anlagen von EG/LV

Burkhard Teichgräber

24. Oktober 2019

1. Überblicksmessprogramm
2. Ergebnisse Fallstudie 1
3. Ergebnisse Fallstudie 2
4. Ergebnisse Fallstudie 3
5. Ergebnis Messprogramm
6. Schlussfolgerungen/offene Fragestellungen

Überblicksmessprogramm

Ziel: Hinweise auf antibiotikaresistente Bakterien und -gene in Kläranlagenabläufen und Gewässern

- Förderprojekt: Budget 105.230,00 € (80% Förderung durch MULNV)
- 3 Fallstudien:
 - Überblick anhand urban bzw. ländlich geprägten Gewässern, Seen (Phönixsee, Silbersee)
 - Hinweis auf Quellen indirekt, über die Prägung der Gewässer und den Abwasseranteil im Gewässer
 - Hinweis auf Eintragspfade direkt, über Beprobung von Kläranlagen-Ablauf
 - Vergleich verschiedener Abwasserreinigungstechniken
- Analytik (im Einklang mit Projekt und HYREKA und Untersuchungen des Landes NRW)
 - Insgesamt 17 Probenahmestellen (je 2 Proben bei TW und zusätzlich 1 Probe bei RW (bei Gewässerproben))
- Analytik durch KIT; wissenschaftliche Begleitung durch Prof. Kreuzinger (TU Wien)

1. Was finden wir?

Überblick über die Belastungssituation in unseren Gewässern

2. Was tragen unsere **Anlagen** zur Belastungssituation bei?

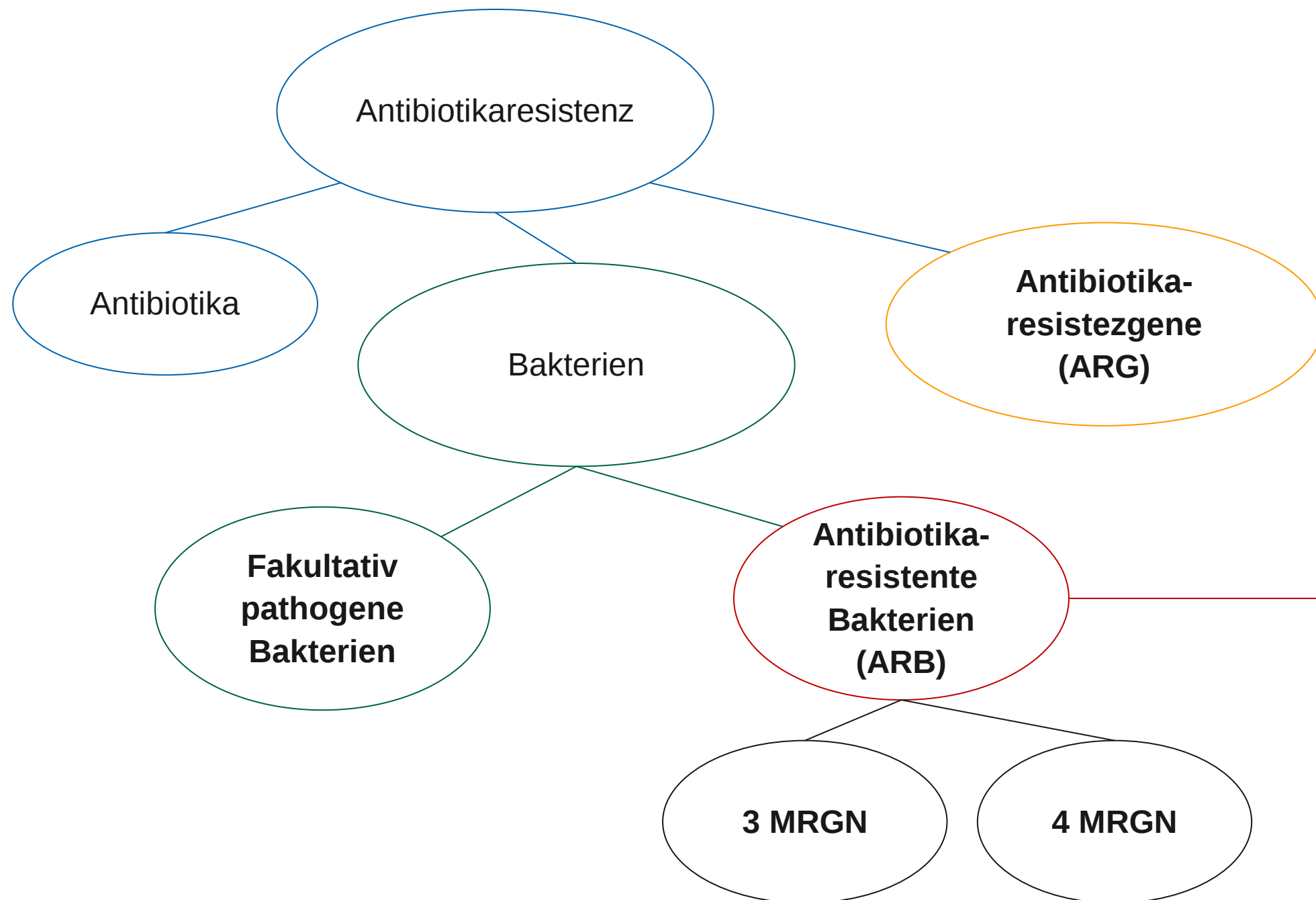
3. Welche **Hinweise** auf relevante **Eintragspfade** finden wir?

4. Welchen Einfluss haben (weitergehende) Abwasser**reinigungstechniken** auf den Eintrag von resistenten Keime und Resistenzgenen?

 **Hinweise auf Quellen und mögliche Pfade von multiresistenten Bakterien und Resistenzgenen in die Gewässer von EG/LV (und evtl. von dort weiter zum Menschen)?**

Parameter zur Antibiotikaresistenz mit medizinischer Relevanz

Fett: im Überblickmessprogramm gemessene Parameter



Aufteilungsvorschlag KIT:

- **Häufig vorkommende Resistenzgene:** blaTEM (beta-Lactamase), sul1 (Sulfonamidresistenz), tetM (Tetracyclinresistenz), ermB (Erythromycinresistenz)
- **Intermediär vorkommende Resistenzgene:** CTX-M (Cefotaximresistenz), CTX-M32 (Cefotaximresistenz), CMY-2 (beta-Lactamase), OXA-48 (Carbapenemase)
- **Selten vorkommende Resistenzgene:** NDM-1 (Carbapenemase), blaVIM2 (Imipenemresistenz), vanA (Vancomycinresistenz), KPC-II (Carbapenemase), mecA (Methicillinresistenz), mcr-1 (Colistinresistenz)

- ESBL bildende Bakterien (wie Klebsiella, Pseudomonas, E. coli),
- Methicillin resistente Staphylokokken MRSA
- Weitere Bakterien (wie Acinetobacter spp., E. coli und Coliforme, Intestinale Enterokokken, P. aeruginosa)

MRGN: MultiResistente GramNegative Stäbchenbakterien

- 3 MRGN: Resistenz gegenüber 3 Antibiotikagruppen
- 4 MRGN: Resistenz gegenüber 4 Antibiotikagruppen

- Nachweis über kulturelle Methoden und/oder molekularbiologische Verfahren (qPCR)

Übersicht über die Fallstudien

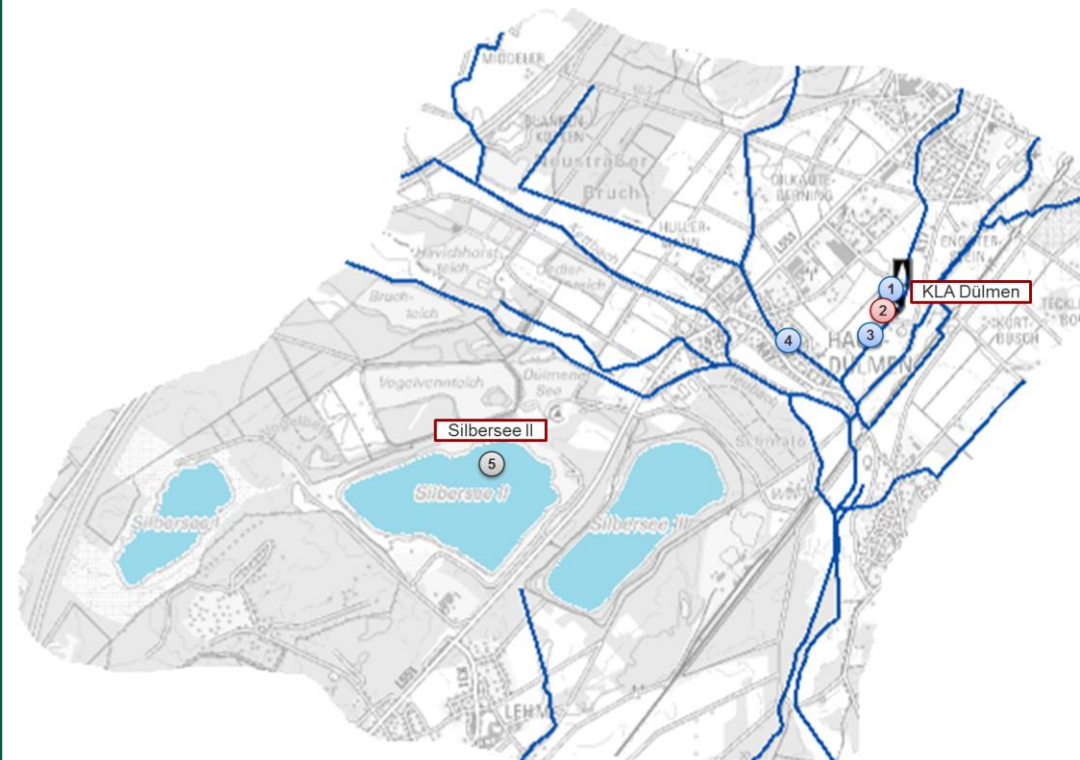
Urban

- 1 – Emscher Quellbereich
- 2 – Phönixsee
- 3 – Emscher, DO-Deusen oh
- 4 – Emscher, DO-Deusen uh
- 5 – KA DO-Deusen, Ablauf



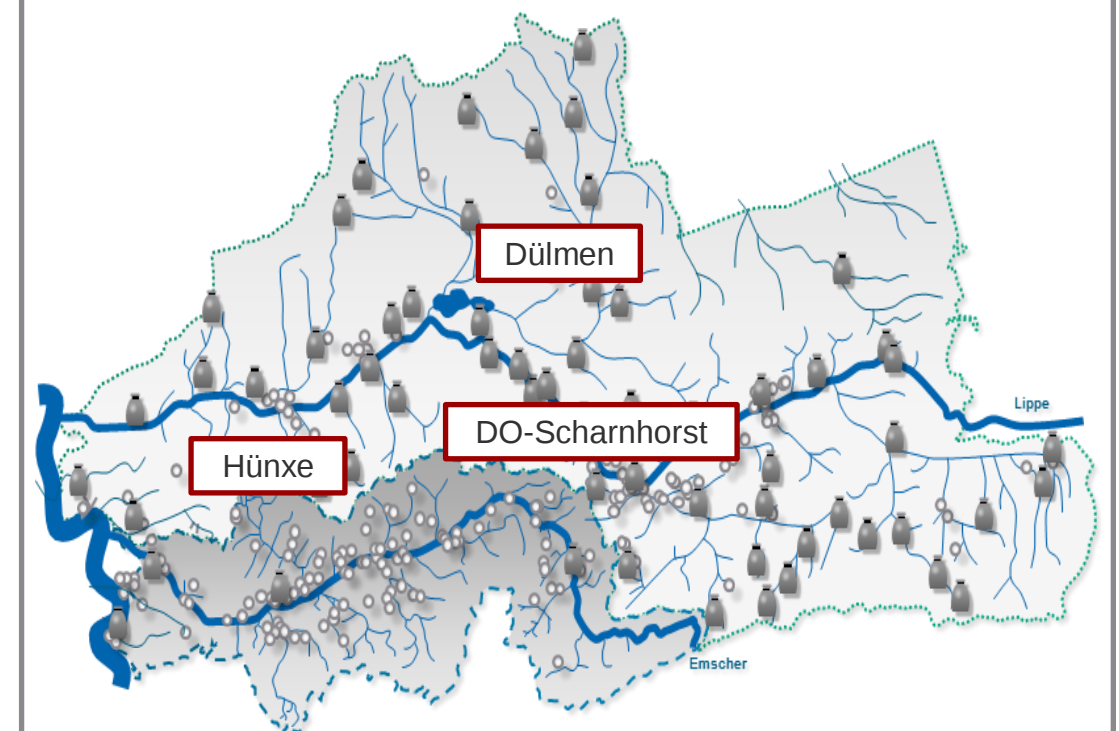
Ländlich

- 1 – Tiberbach, Dülmen oh
- 2 – KA Dülmen, Ablauf
- 3 – Tiberbach, Dülmen uh
- 4 – Neustädter Graben
- 5 – Silbersee II



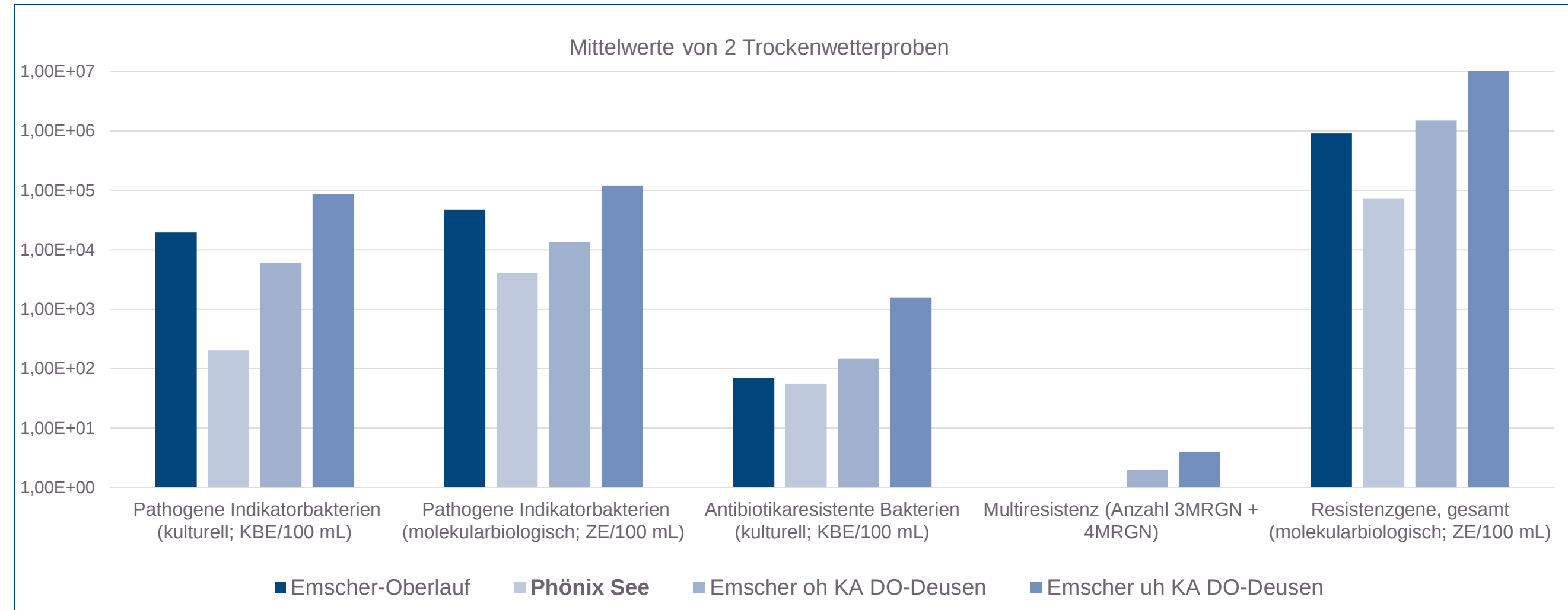
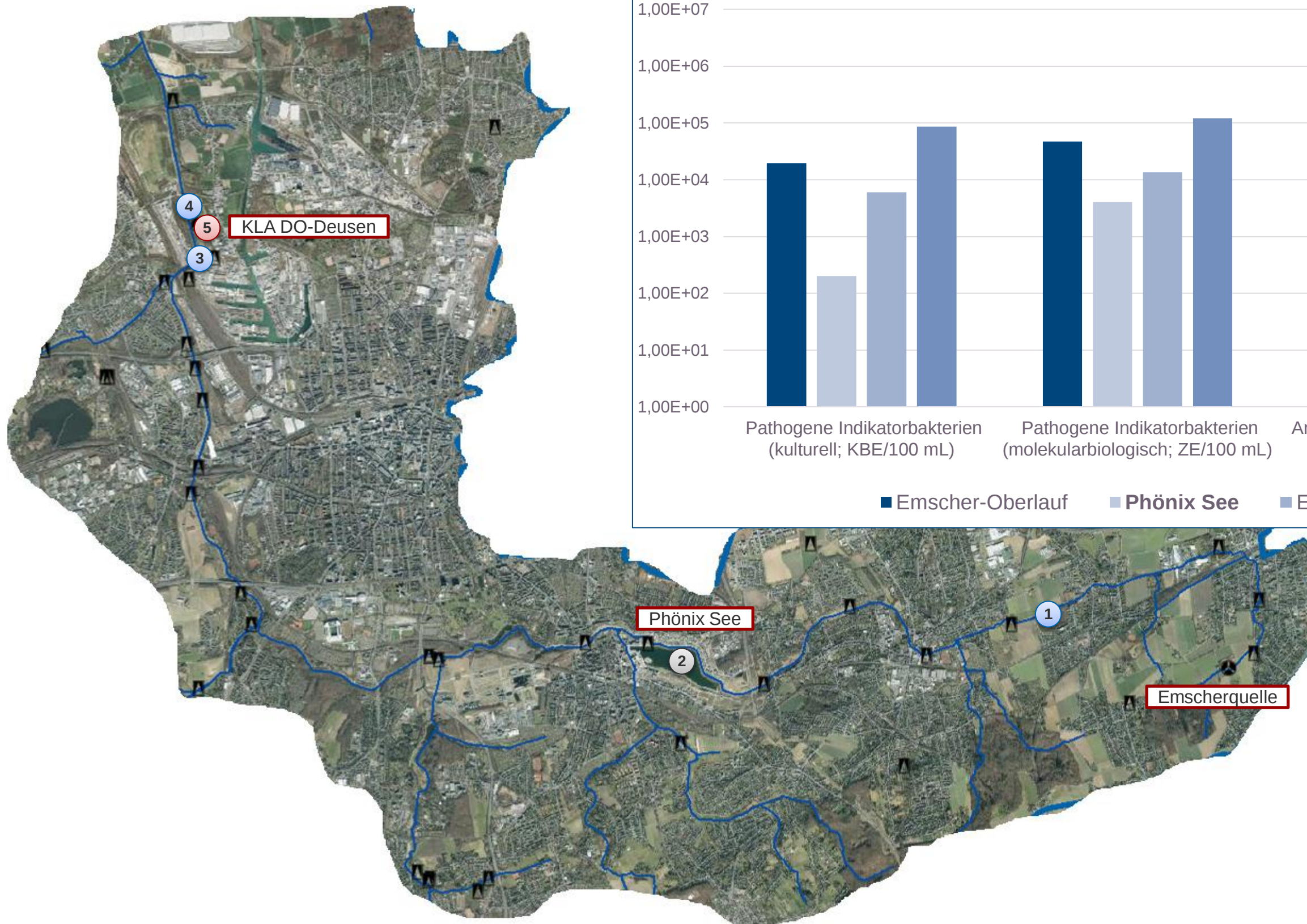
Technik

- 1 – Dülmen, NKB, PAK-SF
- 2 – DO-Scharnhorst, NKB, SF
- 3 – Hünxe, NKB, MBR



Fallstudie 1 „Emscher-Oberlauf“ (urban geprägt)

Ergebnisse Trockenwetter



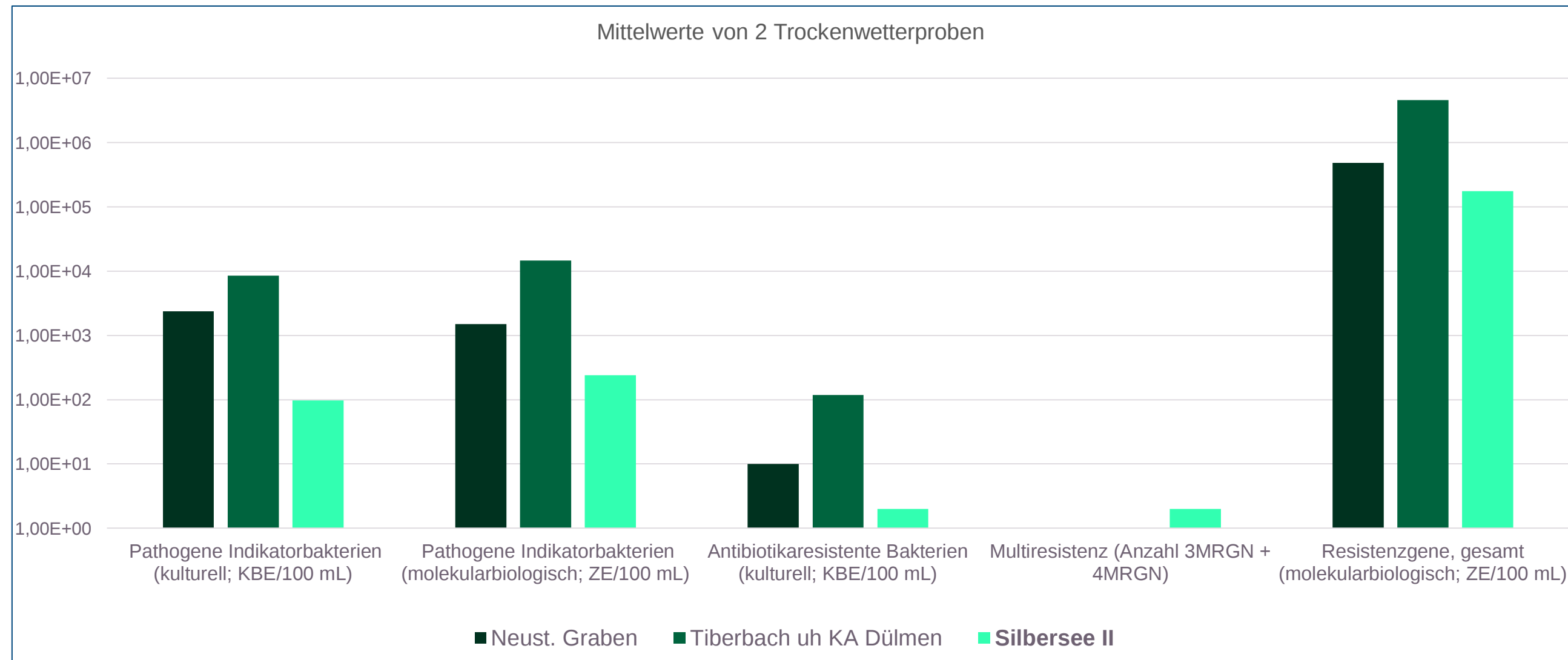
Fallstudie 1 „Emscher-Oberlauf“:

- Geringe Belastungen im Phoenix See mit Pathogenen und resistenten Bakterien
- Kein Nachweis von 3 MRGN und 4 MRGN im Phoenix See
- KLA DO-Deusen beeinflusst Emscher unterhalb der KLA
- Belastungen im Emscher-Oberlauf: Mischwassereinleitungen? Diffuse Belastung?

Fallstudie 2 „Heubach-System“ (ländlich geprägt)

Ergebnisse Trockenwetter

Mittelwerte von 2 Trockenwetterproben

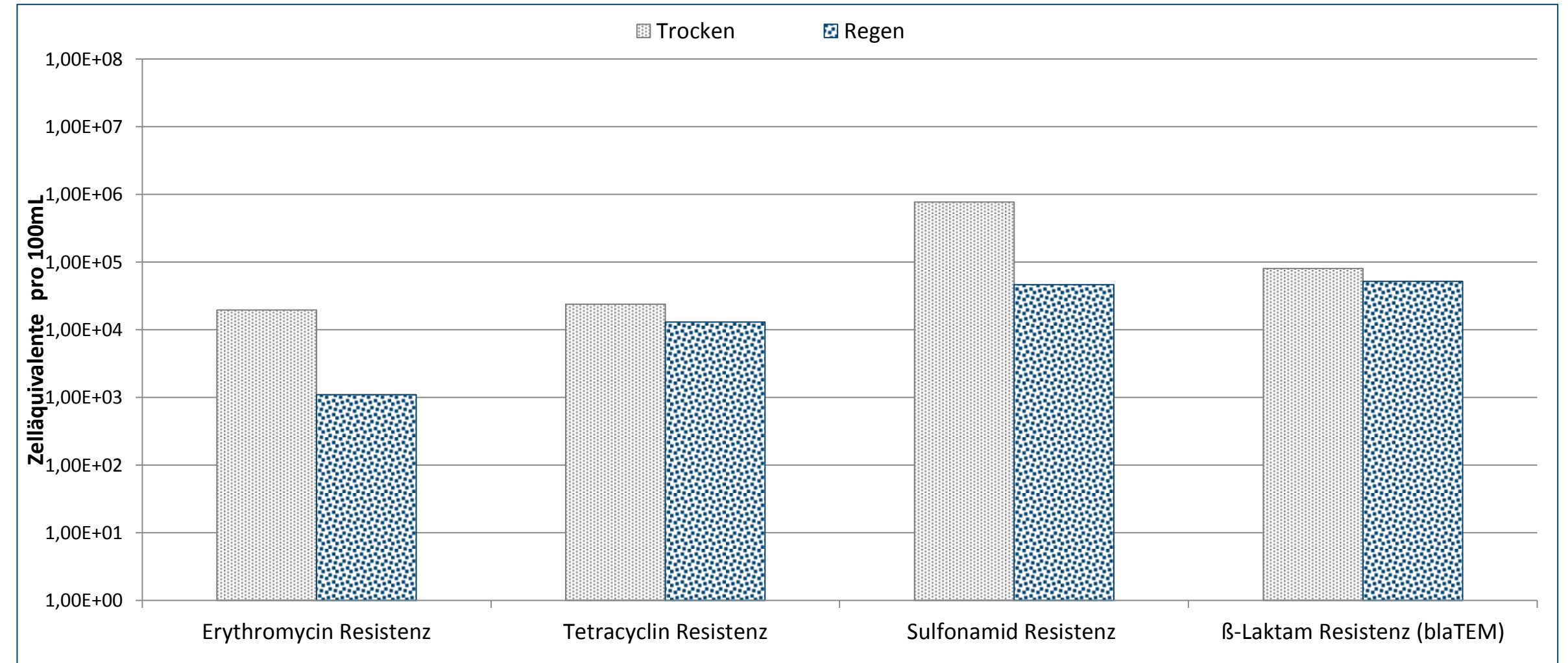
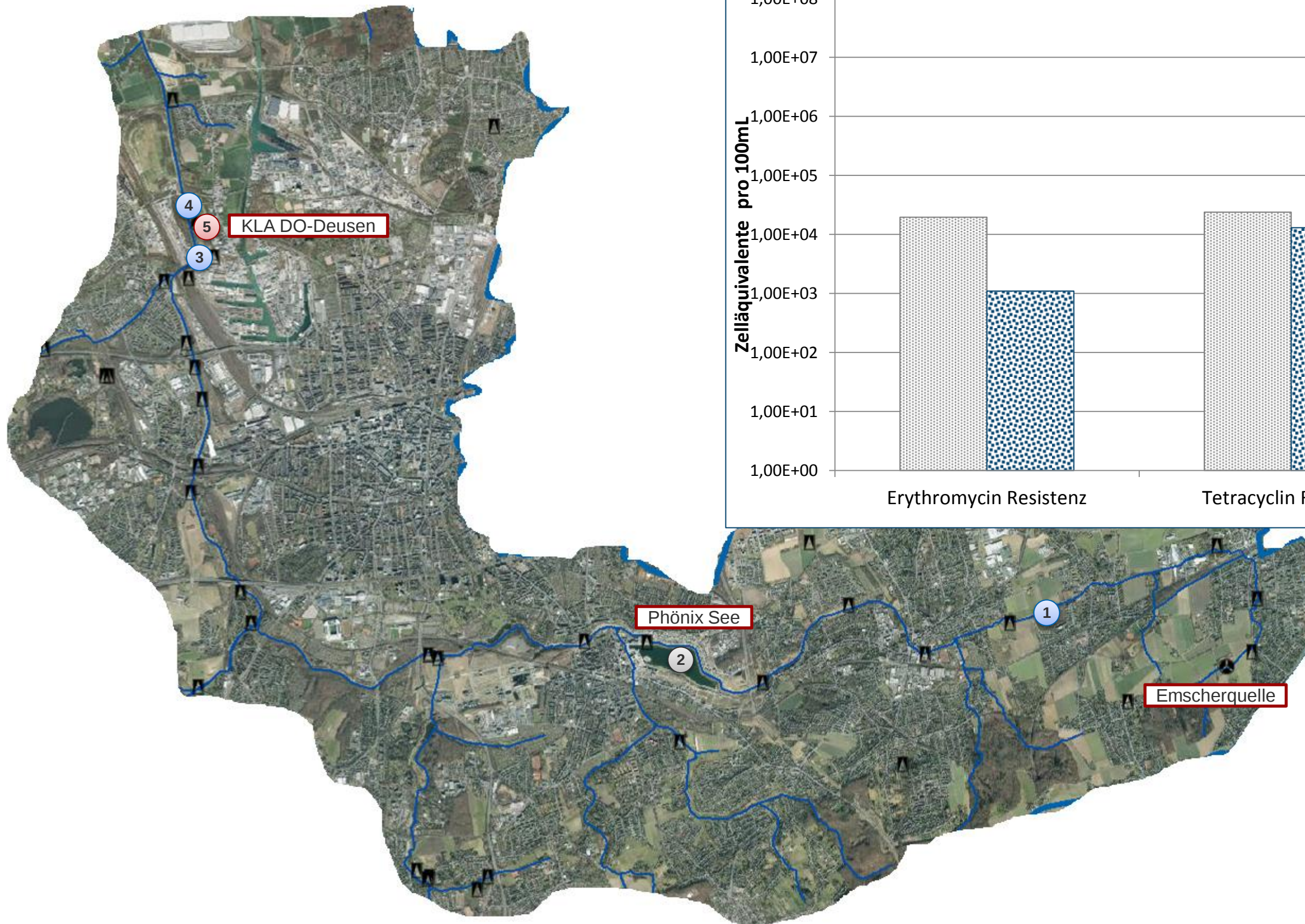


Fallstudie 2 „Heubach-System“:

- Belastungen im Neustädter Graben geringer als im Tiberbach unterhalb Kläranlage Dülmen
- Geringe Belastung Silbersee II
- Nachweis von 4 MRGN Isolat im Silbersee II (hydrologisch entkoppelt!)

Fallstudie 1 „Emscher-Oberlauf“ (urban geprägt)

Ergebnisse Regenereigniss

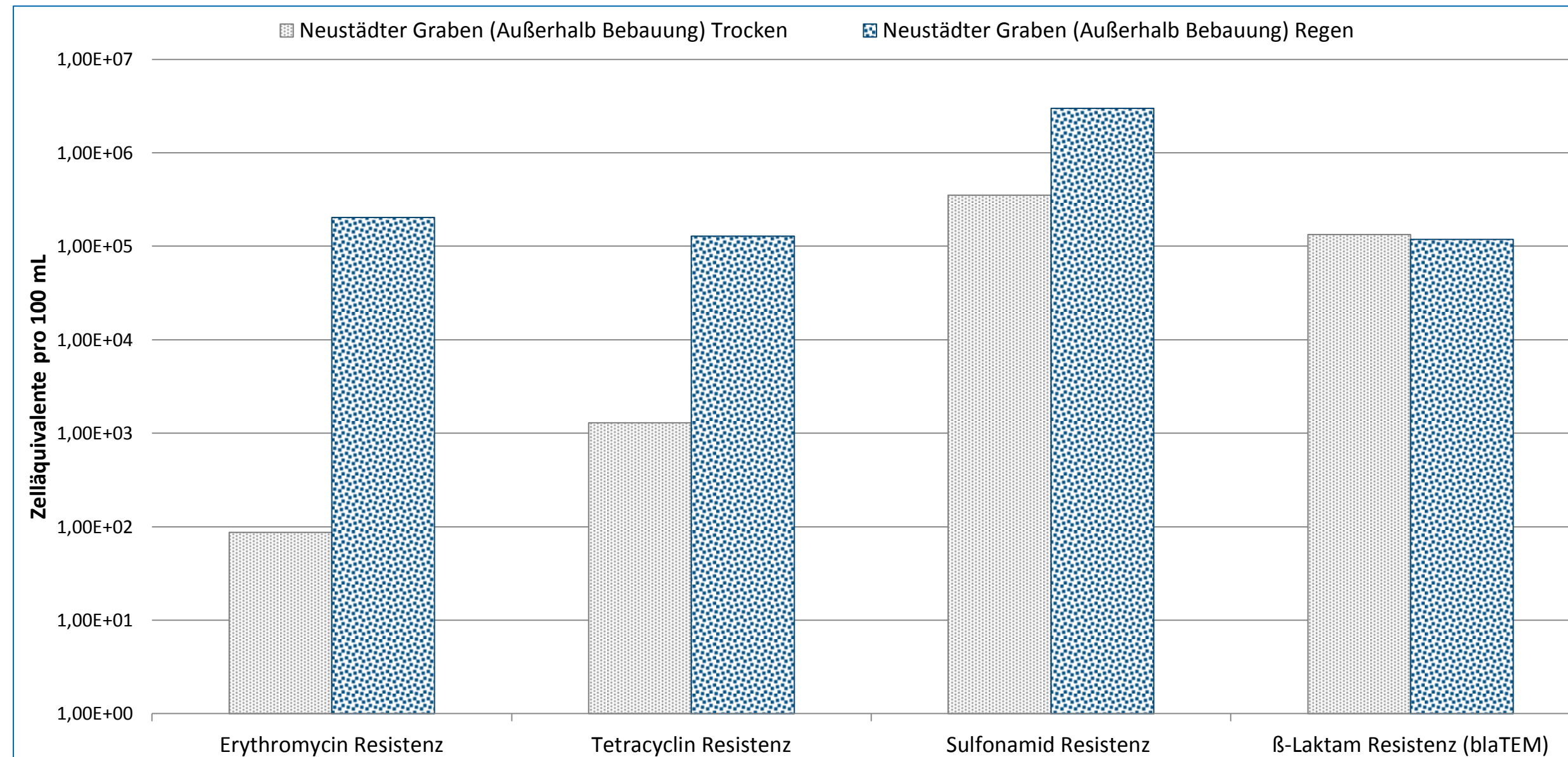


Fallstudie 1 „Emscher-Oberlauf“:

- Grundbelastung im urbanen System im Vergleich höher
- Regenereignisse führen zur Verdünnung der Antibiotika-resistenten
- Einfluss einer Mischwasserentlastung bei dieser Stichprobe nicht erkennbar

Fallstudie 2 „Heubach-System“ (ländlich geprägt)

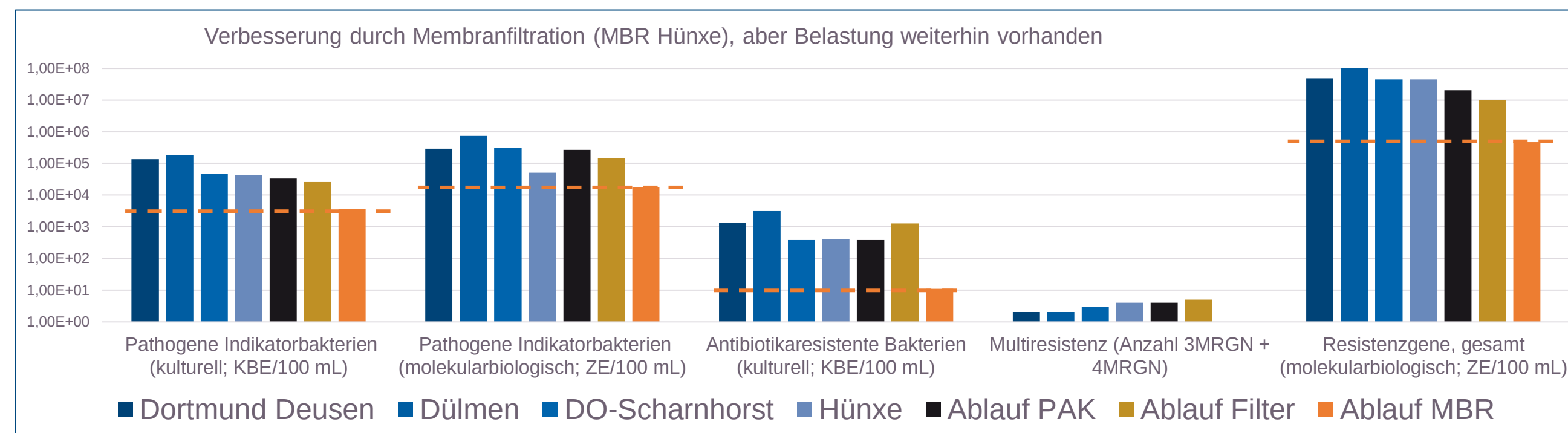
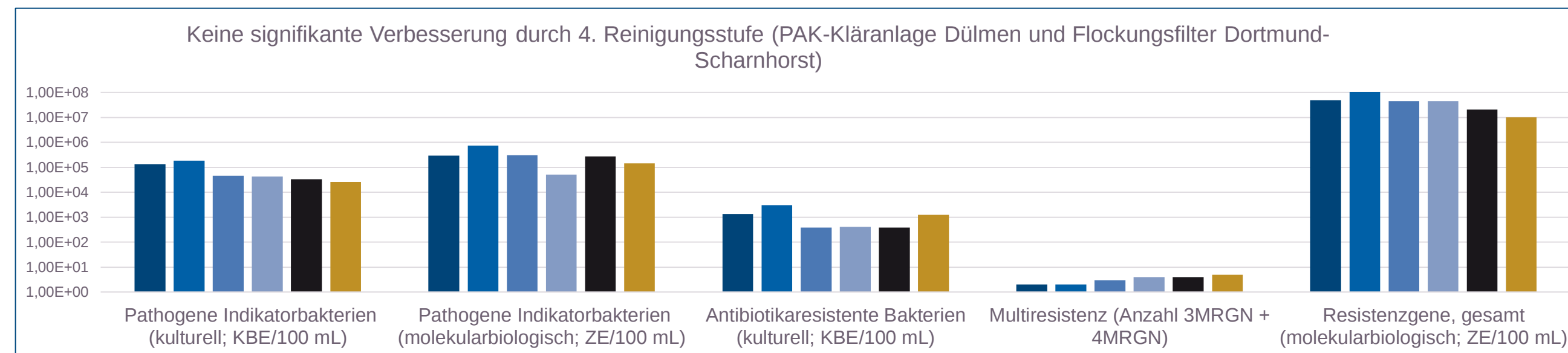
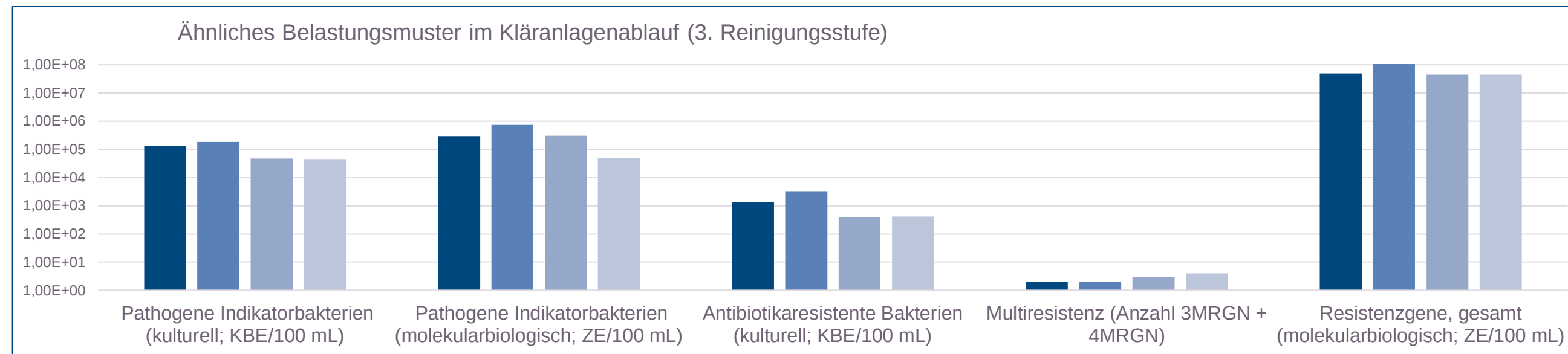
Ergebnisse Regenereigniss



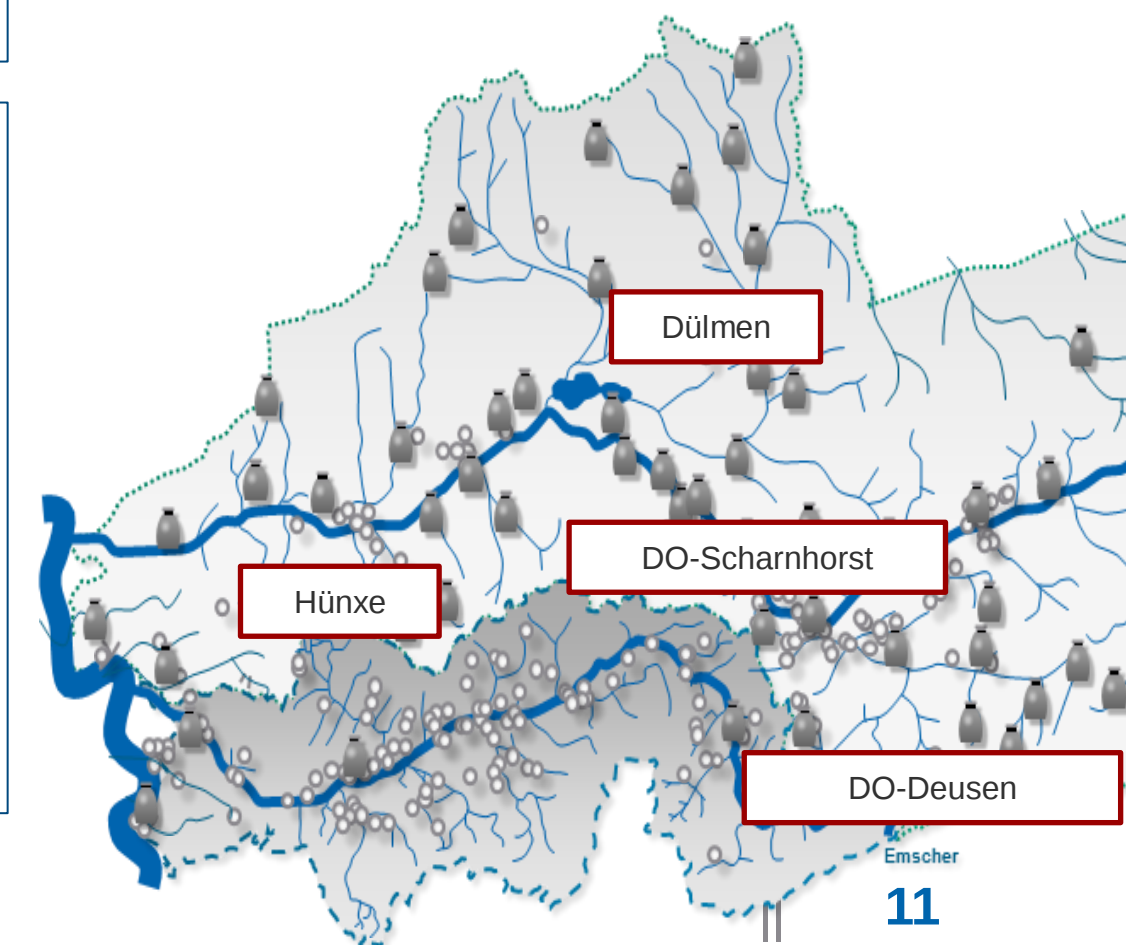
Fallstudie 2 „Neustädter Graben“:

- Grundbelastung im ländlichen System im Vergleich zum urbanen System geringer
- Regenereignisse tragen antibiotikaresistente Bakterien ein und führen zu einem Konzentrationsanstieg





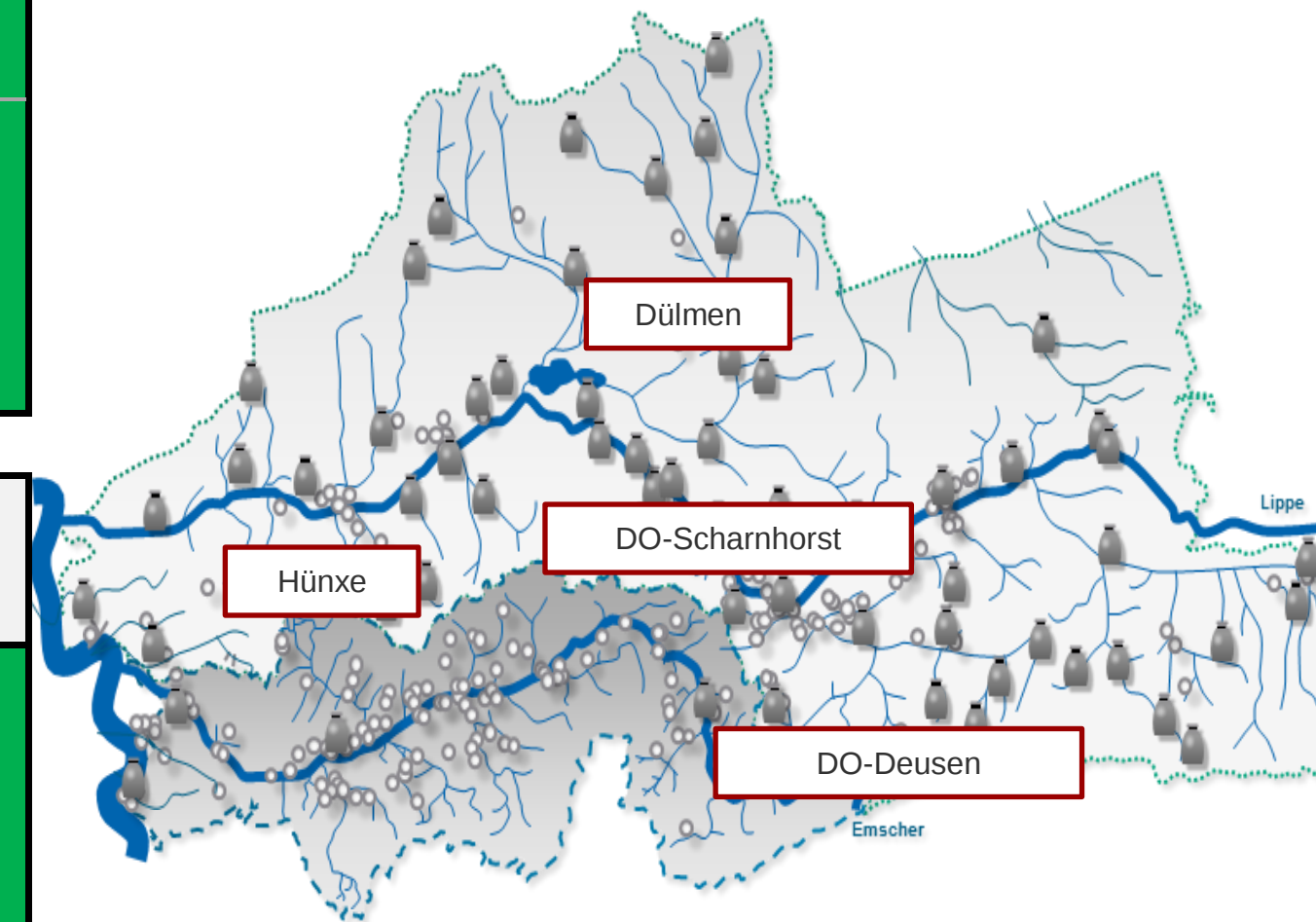
Fallstudie 3 „Technik“



Fallstudie 3 „Technik“

		Reduktion Kläranlage Dortmund Scharnhorst [%]		
	Antibiotikaresistenz	BB+NK	Sandfilter	Gesamt
häufiger	Beta-Laktam (blaTEM)	99,68%	73,55%	99,91%
	Erythromycin (ermB)	99,80%	79,22%	99,96%
	Tetracyclin (tetM)	99,64%	74,69%	99,91%
	Sulfonamid (sul1)	98,43%	79,67%	99,68%
intermediär	Beta-Laktam (CMY2)	99,68%	75,87%	99,92%
	Beta-Laktam (CTX-M)	99,47%	61,80%	99,80%
	Beta-Laktam (CTX-M32)	99,67%	66,80%	99,89%
	ESBL (blaOXA48)	99,36%	36,99%	99,60%
kritisch bewertet	Beta-Laktam (mecA)	99,01%	keine Reduktion	98,91%
	ESBL (blaNDM-1)	98,86%	100,00%	100,00%
	ESBL (blaVIM2)	99,63%	3,30%	99,64%
	Vancomycin (vanA)	98,41%	keine Reduktion	95,42%
	Colistin (mcr-1)	n.d.	n.d.	100,0 (<LOD)

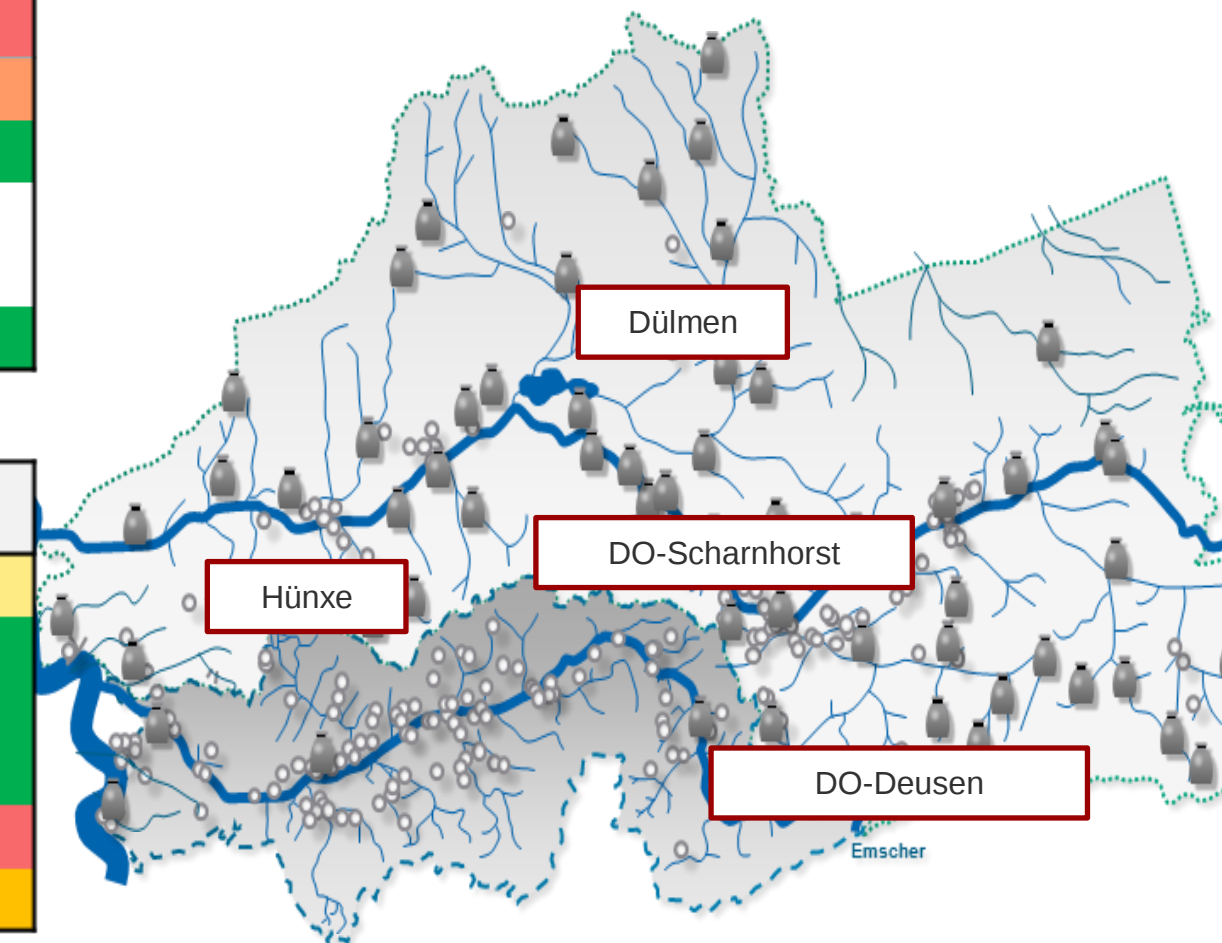
	Bakterien			
fakultativ pathogen	<i>E. faecalis</i> (ddl)	99,13%	49,59%	99,56%
	<i>E. coli</i> (yccT)	99,32%	65,05%	99,76%
	<i>P. aeruginosa</i> (ecfX)	99,38%	100,00%	100,00%
	<i>K. pneumoniae</i> (gltA)	98,86%	48,11%	99,41%
	<i>A. baumannii</i> (secE)	99,29%	56,04%	99,69%
	Intest. Enterokokken (23S)	99,63%	45,26%	99,80%



Fallstudie 3 „Technik“

		Reduktion [%]		
	Antibiotikaresistenz	Sandfilter	Pulverisierte Aktivkohle	Membranbioreaktor
häufiger	Beta-Laktam (blaTEM)	73,60	91,60	94,20
	Erythromycin (ermB)	79,20	92,50	97,40
	Tetracyclin (tetM)	74,70	89,10	98,90
	Sulfonamid (sul1)	79,70	91,20	99,00
intermediär	Beta-Laktam (CMY2)	75,90	98,90	99,70
	Beta-Laktam (CTX-M)	61,90	64,80	100,0 (<LOD)
	Beta-Laktam (CTX-M32)	66,70	93,50	99,00
	ESBL (blaOXA48)	37,00	66,60	Keine Reduktion
kritisch bewertet	Beta-Laktam (mecA)	Keine Reduktion	Keine Reduktion	77,50
	ESBL (blaNDM-1)	100,0 (<LOD)	66,20	100,0 (<LOD)
	ESBL (blaVIM2)	3,30	65,20	n.d.
	Vancomycin (vanA)	Keine Reduktion	n.d.	n.d.
	Colistin (mcr-1)	n.d.	n.d.	100,0 (<LOD)

	Bakterien			
fakultativ pathogen	<i>E. faecalis</i> (ddl)	49,60	84,60	67,00
	<i>E. coli</i> (yccT)	65,10	86,50	99,40
	<i>P. aeruginosa</i> (ecfX)	100,0 (<LOD)	64,70	100,0 (<LOD)
	<i>K. pneumoniae</i> (gltA)	47,90	84,90	100,0 (<LOD)
	<i>A. baumannii</i> (secE)	56,20	90,90	Keine Reduktion
	Intest. Enterokokken (23S)	39,70	74,90	88,90



1. Was finden wir?

- ARB und ARG an allen Messstellen nachgewiesen
- Multiresistenz-Untersuchungen zeigen eine schon häufigere Verbreitung von 3 MRGN und vereinzelt auch 4 MRGN in den analysierten Wassersystemen
- In Gewässeroberläufen etwas höheres Vorkommen als in Seen – auch MRGN

2. Was tragen unsere Anlagen zur Belastungssituation bei?

- Belastungen oberhalb und unterhalb der Kläranlage zeigen einen Einfluss durch die Kläranlage
- Grundbelastung im ländlichen System im Vergleich zum urbanen System geringer

3. Welche Hinweise auf relevante Eintragspfade finden wir?

- In ländlichen Gebieten tragen Regenereignisse antibiotikaresistente Bakterien ein und führen zu einem Konzentrationsanstieg. In den urbanen Systemen sank die Konzentration in den Gewässern

4. Welchen Einfluss haben (weitergehende) Abwasserreinigungstechniken auf den Eintrag von resistenten Keimen und Resistenzgenen?

- Pulverisierte Aktivkohle und Sandfiltration führen zu keiner signifikanten Reduzierung der Konzentrationen
- Das Membranverfahren ist gut geeignet, um antibiotikaresistente und fakulativ pathogene Bakterien zurückzuhalten

- Erfassung von urban und ländlich geprägten Kläranlageneinflüssen in Oberflächengewässern mit dem molekularbiologischen Konzept möglich
- Qualitative Multiresistenz-Untersuchungen zeigen Vorkommen von 3 MRGN und vereinzelt auch 4 MRGN in den untersuchten Wassersystemen
- Unterschiedliche Verfahren können mit diesem Konzept bewertet werden, abhängig vom gewählten Fokus (Effizienz/Risiko)
- Bewertung von Abwasserbehandlungsverfahren ist mit ausgewählten Parametern für diese Technikeffizienz bzw. Risikominimierung möglich
- Bei der erweiterten Abwasserbehandlung kann mit der Membrantechnik die größte Reduktion erreicht werden
- Ein vollständiger Rückhalt von ARB und ARG ist technisch nur schwer umsetzbar
- Ferner muss im Kontext einer Belastung der Gewässer auch die Mischwasserentlastung betrachtet werden

Risikoabschätzung?
Risikobewertung?

Dezentrale Erfassung von
HotSpots ?

Horizontaler Gentransfer in
der Kläranlage bzw. im
Gewässer?

Mischwasserentlastung oder
Kläranlagenablauf ?

Regrowth-Potential unter
praxisorientierten
Bedingungen?



Forschungsvorhaben ChARM

Einsatz von Chlordioxid und Aktivkohle in der Abwasseraufbereitung zur gleichzeitigen Elimination von Resistenzgenen und Mikroschadstoffen

- Vergleich verschiedener Verfahrenskombinationen hinsichtlich der Reduktion von Spurenstoffen, Resistenzen und ökotoxikologischen Aspekten
- Betrachtung des Regrowth-Potentials unter praxisorientierten Bedingungen
- Breites fachspezifisches Konsortium
- Die Projektskizze ist fertig gestellt und die Projektidee sowie das Konsortium wurden beim BMBF bereits vorgestellt
- Entscheidung über weitere Fördergelder erst nach Sichtung des Abschlussberichts HyReKA durch die Ministerien

**VIELEN DANK FÜR DIE
AUFMERKSAMKEIT**