KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin

Neue Ansätze des Risikomanagements von Badestellen in urbanen Räumen

Berlin

05.11.2020

Wolfgang Seis, Pascale Rouault

FLUSSHYGIENE

Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen

Forschung

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

inter3 Institut für Ressourcenmanagement

IWW

Universität zu Köln

Praxis

Berliner Wasserbetriebe

Ruhrverband WISSEN.WERTE.WASSER

Dr. Schumacher Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt

Wiss. Behörden

bfg Bundesanstalt für Gewässerkunde

Umwelt Bundesamt

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Assoziierte Partner

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt | be Berlin

Münchner Stadtentwässerung

STIFTUNG ZUKUNFTBERLIN

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

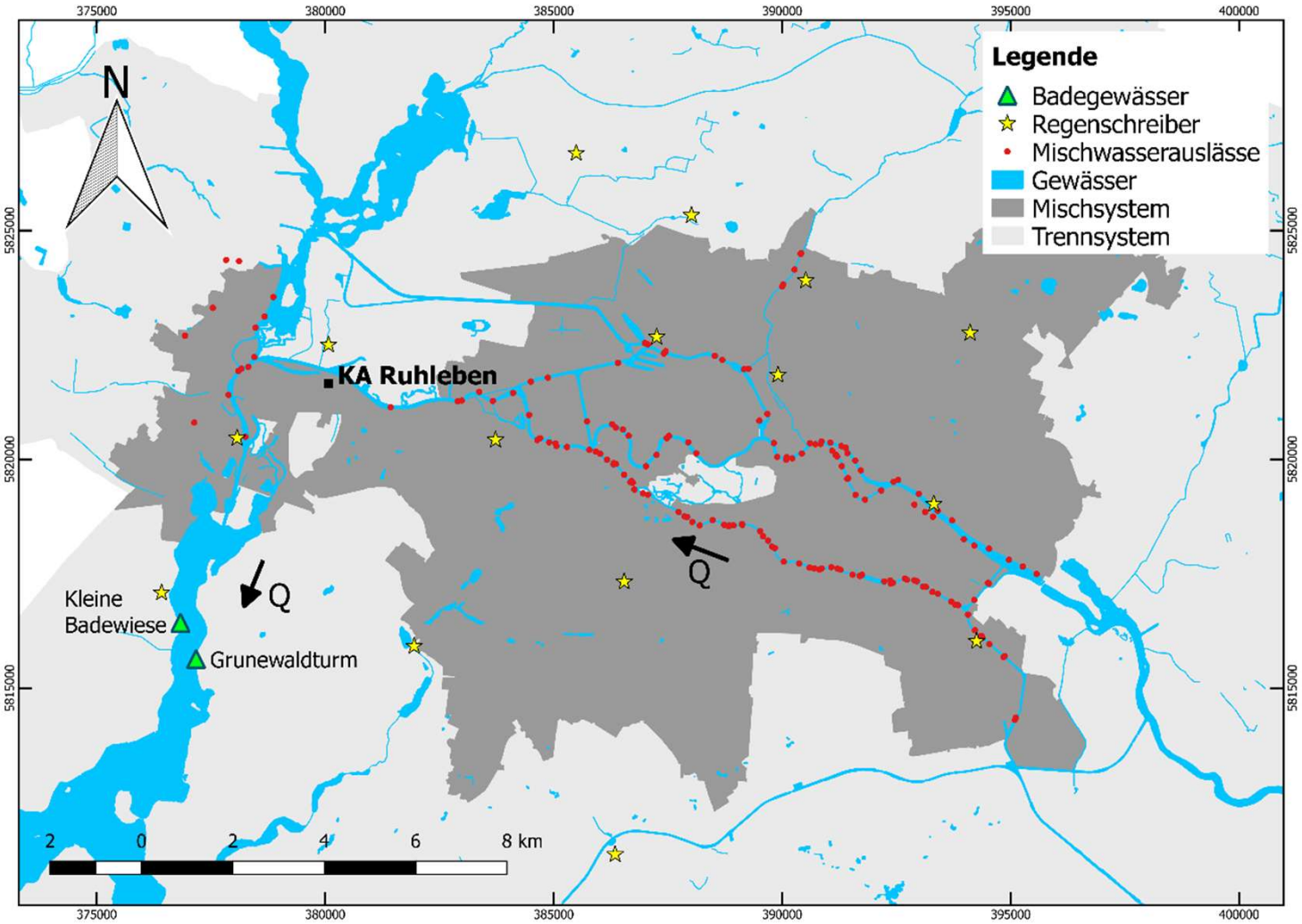
GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

NaWaM Nachhaltiges Wassermanagement

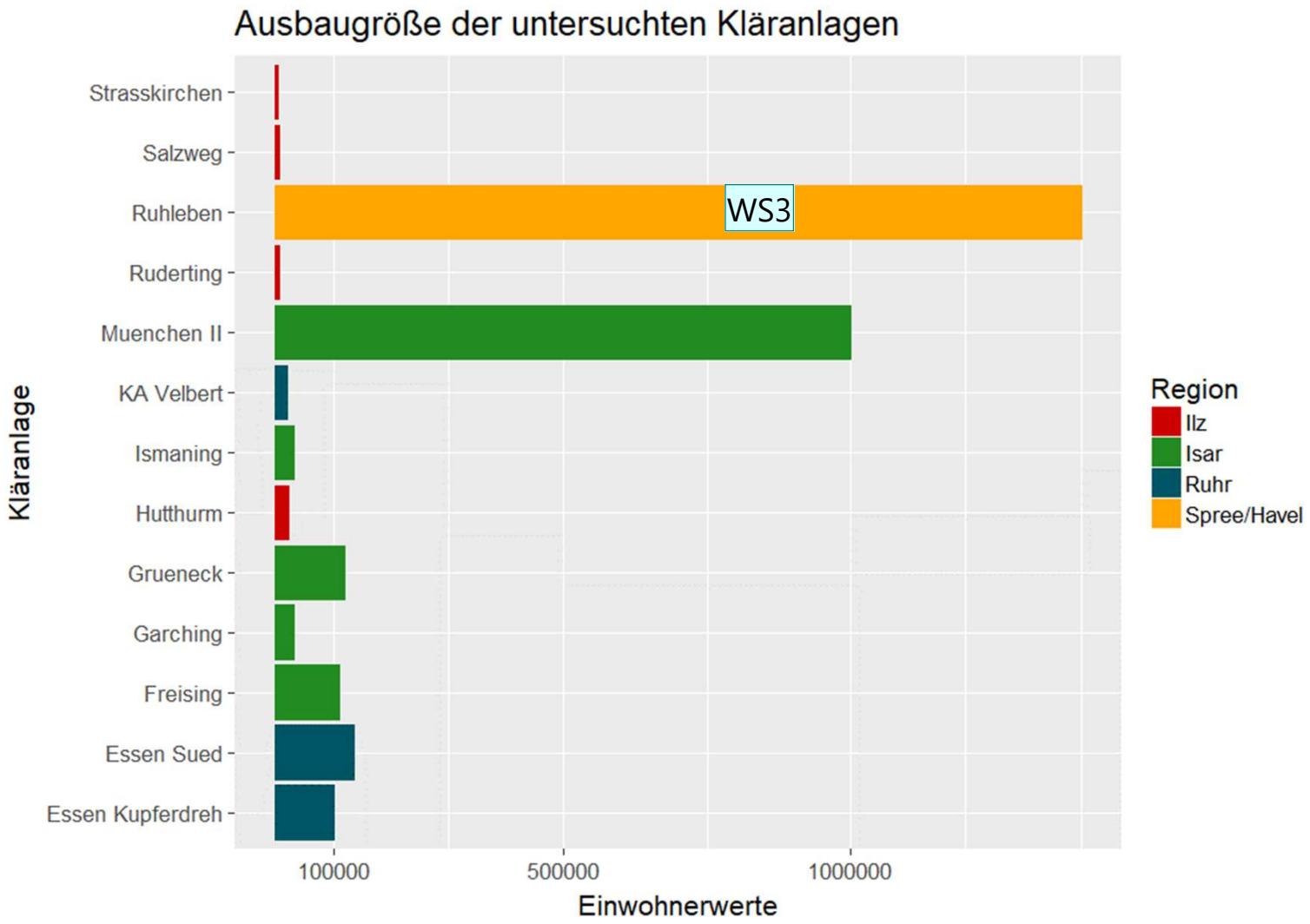
ReWaM Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland

Welche Belastung erfahren die Badegewässer?



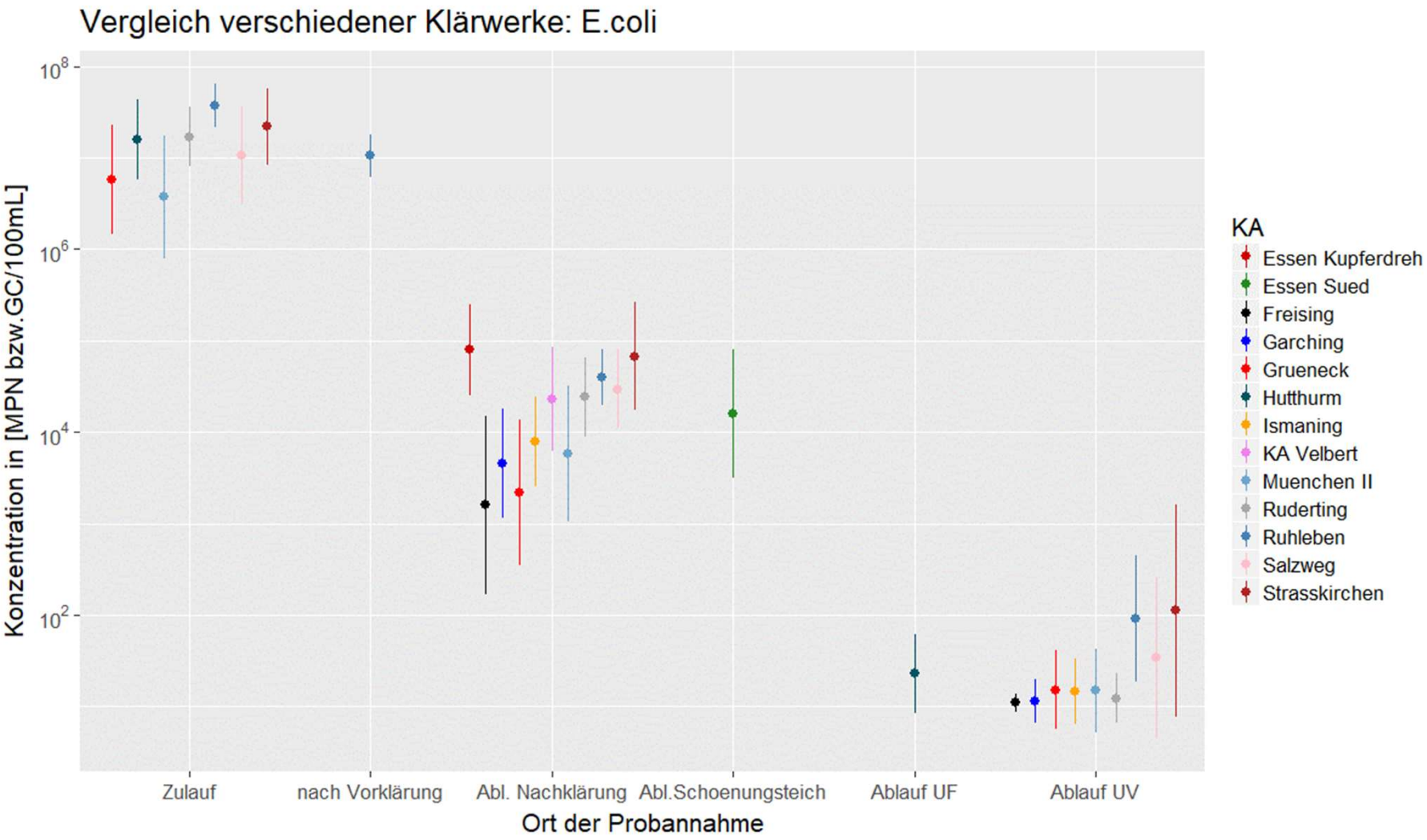
Seis, W., S. Meier, M. Osaki, L. Hemmers, D. Sagebiel, S. Hoppe, A. Köhler, R. Gnirß, P. Rouault and S. Regine (2019). "Entwicklung eines Frühwarnsystems für die Berliner Unterhavel." KW - Korrespondenz Wasserwirtschaft **September 2019**(9).

Eintragspfad Klärwerk



KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

Eintragspfad Klärwerk



Eintragspfad: Mischwasser

Isar (Regenüberlaufbecken)

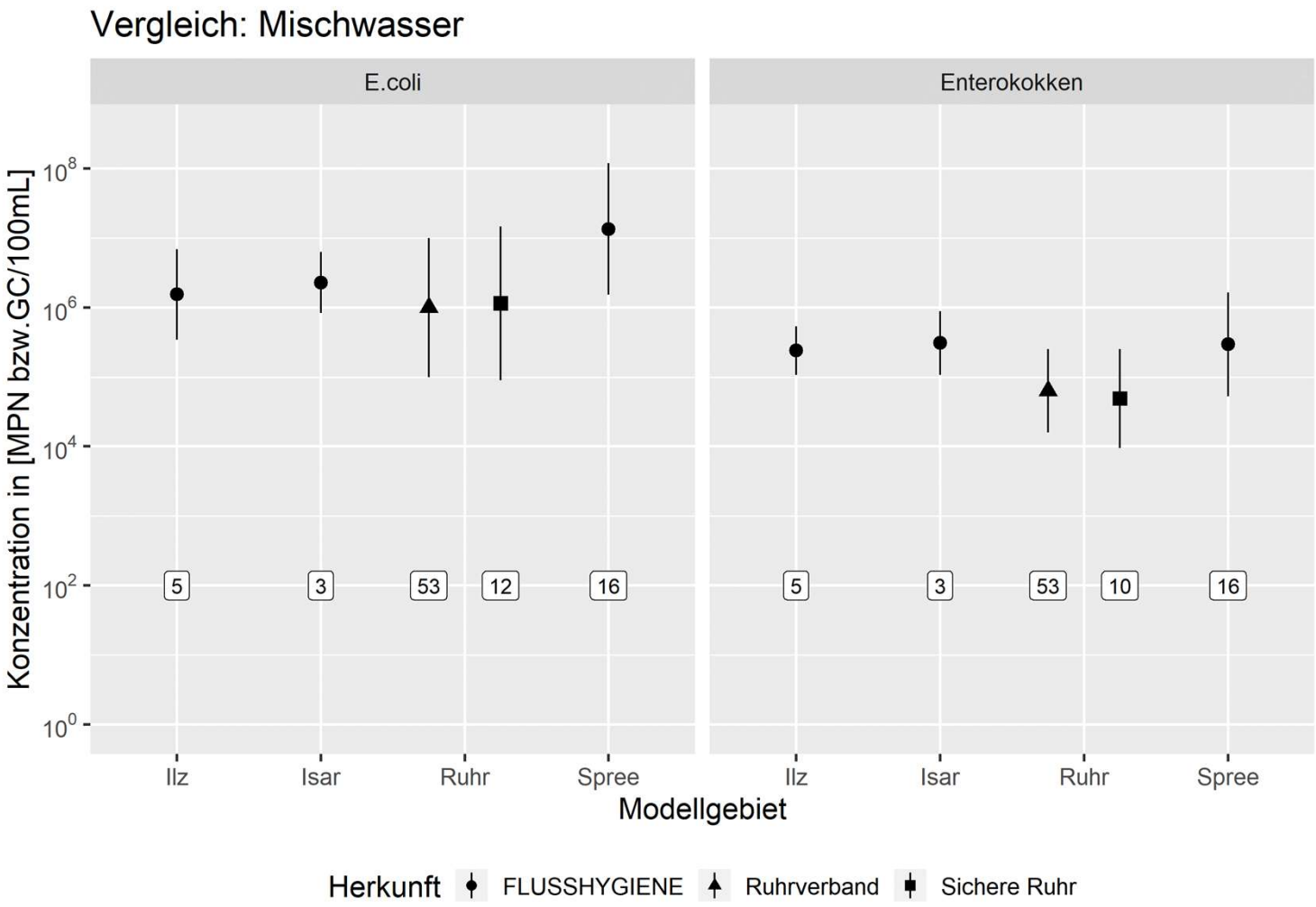
Ruhr
(Regenüberlaufbecken)

... ähnlich am RÜB KA Essen-Süd

Ilz
(Regenüberlaufbecken)

Berlin
(Entlastungskanal für MWÜ)

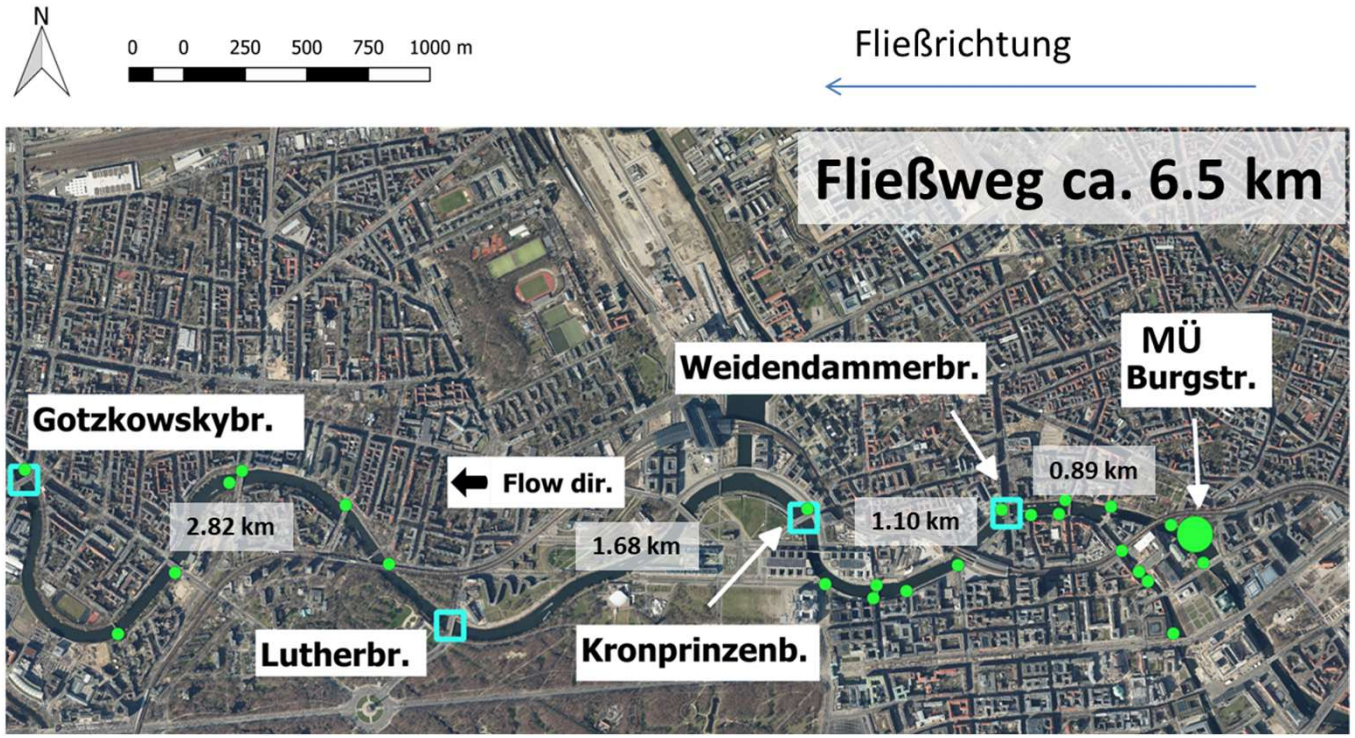
Eintragspfad: Mischwasser



Mälzer et al.2018: Angepasst aus Vortrag Abschlussveranstaltung FLUSSHYGIENE: Hygienische Verschmutzungen durch Starkregen: Erfassung von Quellen, Dynamik und Belastung

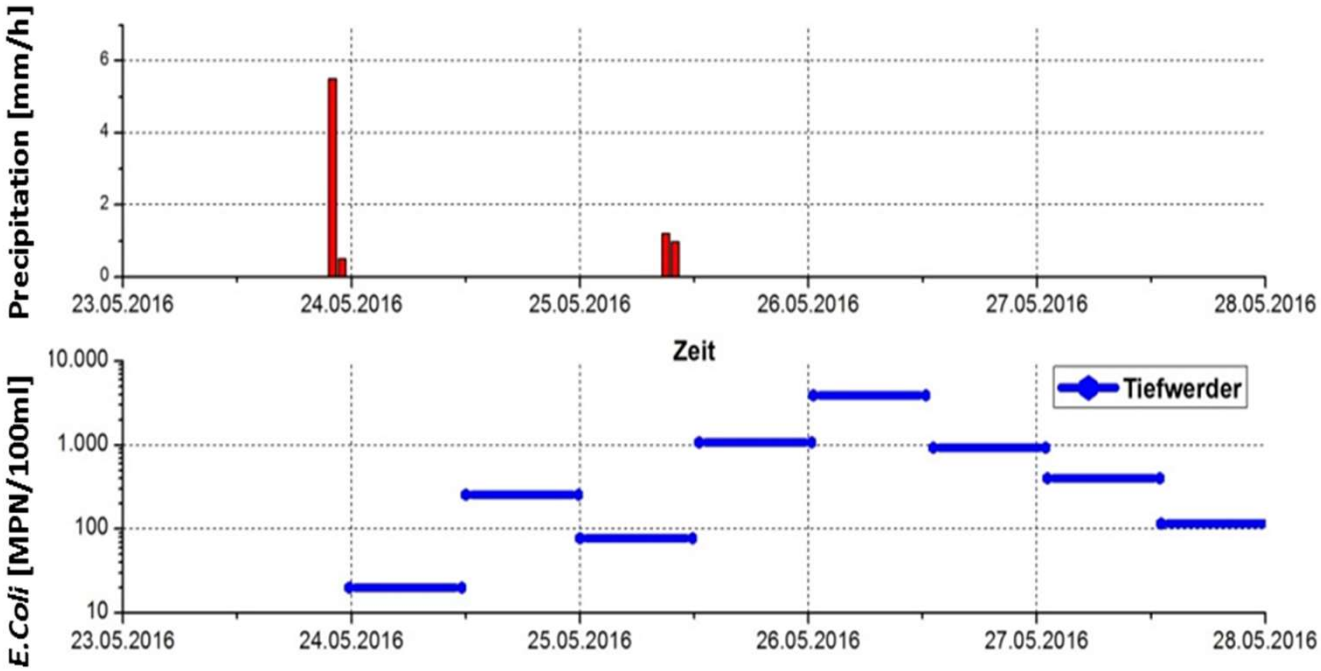
KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

Risiko durch Viren?



Herausforderung für urbane (Fluss-) Badegewässer

Kurzzeitige Verschmutzungen nach Regenereignissen



Probennahme

- **zu selten**
- **zum falschen Zeitpunkt**

Messverfahren nach BG-RL

- **zu langsam**

Frühwarnsysteme

Problem:

Standardanalysen zu langsam (1 - 3 Tage zwischen PN und Ergebnis)

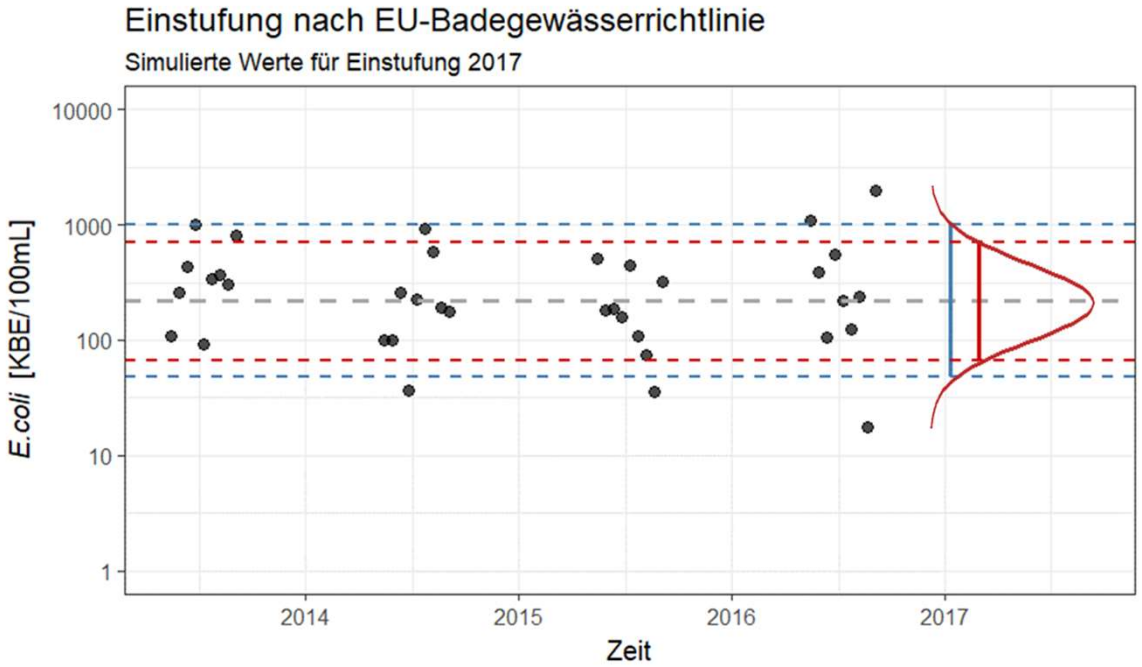
Lösungsoptionen:

- Echtzeitanalytik von Indikatoren oder geeigneten Ersatzparametern
- Vorhersagemodelle (statistisch oder deterministisch)

Basieren auf Korrelationen zwischen Zielgröße (z.B. *E.coli* Konzentration) und Vorhersagevariablen (z.B. Niederschlagsmenge)

So weit wie möglich naturgetreue Abbildung aller relevanten biologische und physikalischen Prozesse

Existierende Bewertungsgrundlagen (I)



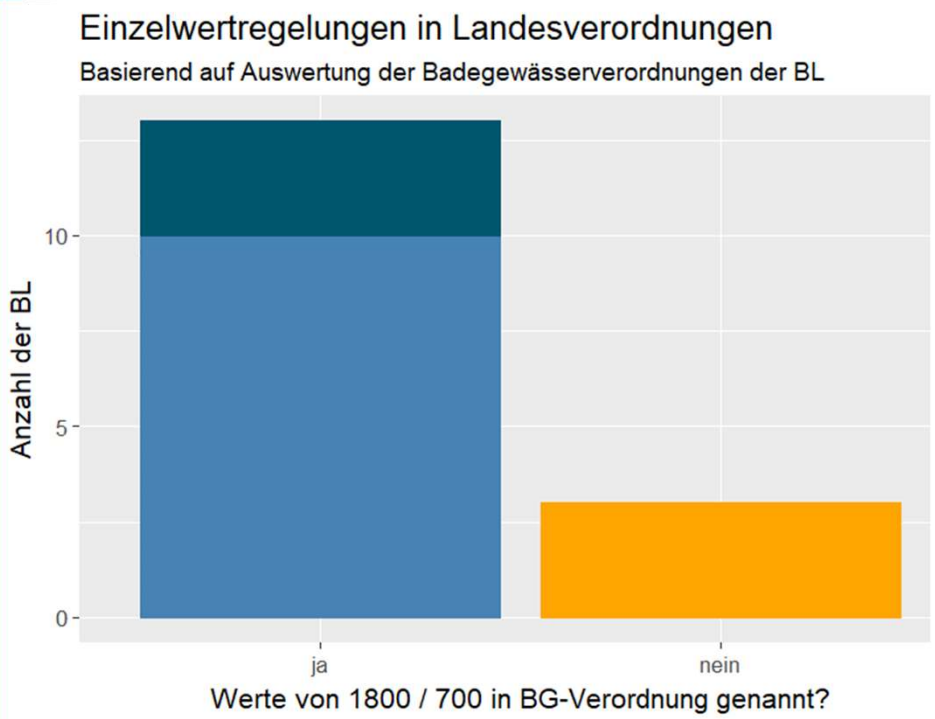
Parameter	Ausgezeichnet	Gut	ausreichend	mangelhaft
E.Coli	< 500*	< 1000*	< 900**	> 900**
Intestinale Enterokokken	< 200*	< 400*	< 330 **	> 300**

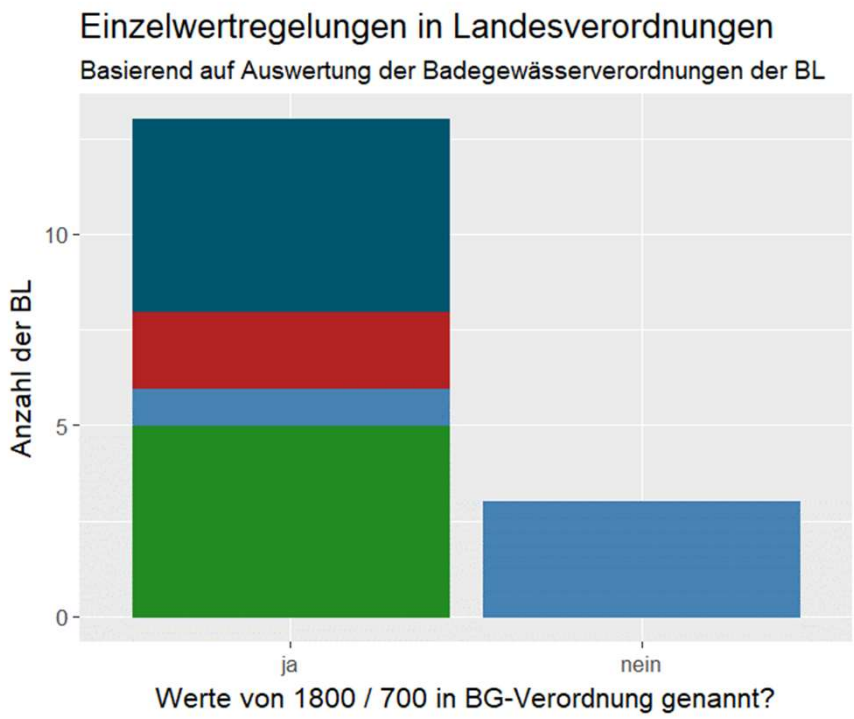
Parametrisches Perzentil (mind. 16 Werte) **(Annahme: Messwerte sind lognormalverteilt)**

90. $Percentil = Antilog(log_{10}(Mittelwert) + 1.282 \ * Stabw.)$

95. $Percentil = Antilog(log_{10}(Mittelwert) + 1.65 \ * Stabw.)$

Existierende Bewertungsgrundlagen (II)





Verbot

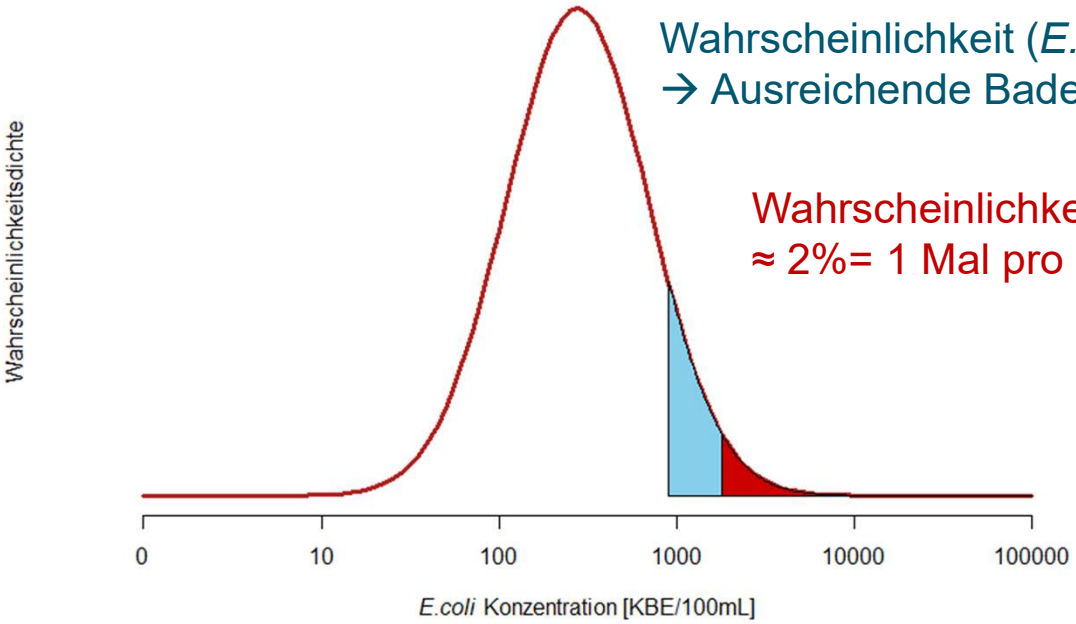
- 1 Messungen
- 2 Messungen

Freigabe

- 2 Tage < 1800/700
- Einzelprobe < 1800/700
- keine Angabe
- Werte mind. ausreichend

Herleitung der 1800/700 Schwellen

Beispielverteilung für „ausreichende Badegewässerqualität“
(90. Perzentil = 900 *E.coli* / 100mL, logarithmierte Stabw. = 0.4)



→ Wahrscheinlichkeit (*E.coli* 2 Mal > 1800 | 90.Perzentil = 900) = 0.02 x 0.02 ≈ 0.04%= 1 Mal pro 2500 Messungen

Ein zweimaliges Überschreiten in Folge der Schwellen von 1800 MPN/700 MPN für *E.coli* bzw. int. Enterokokken ist hinreichendes Indiz, dass Badegewässerqualität nicht mehr „ausreichend“ ist, bzw. es existiert zusätzliche Belastungsquelle → „kurzzeitiges Badeverbot“

Zielgröße der Vorhersage: Was soll vorhergesagt werden?

Statistische Modelle

Klassifikationsmodelle
Vorhersage von kategorischen Größen (z. B. Überschreitung, keine Überschreitung)

Modelltypen:
- Entscheidungsbäume
- Logistische Regression
- Niederschlagsgrenzen
- Neuronale Netze

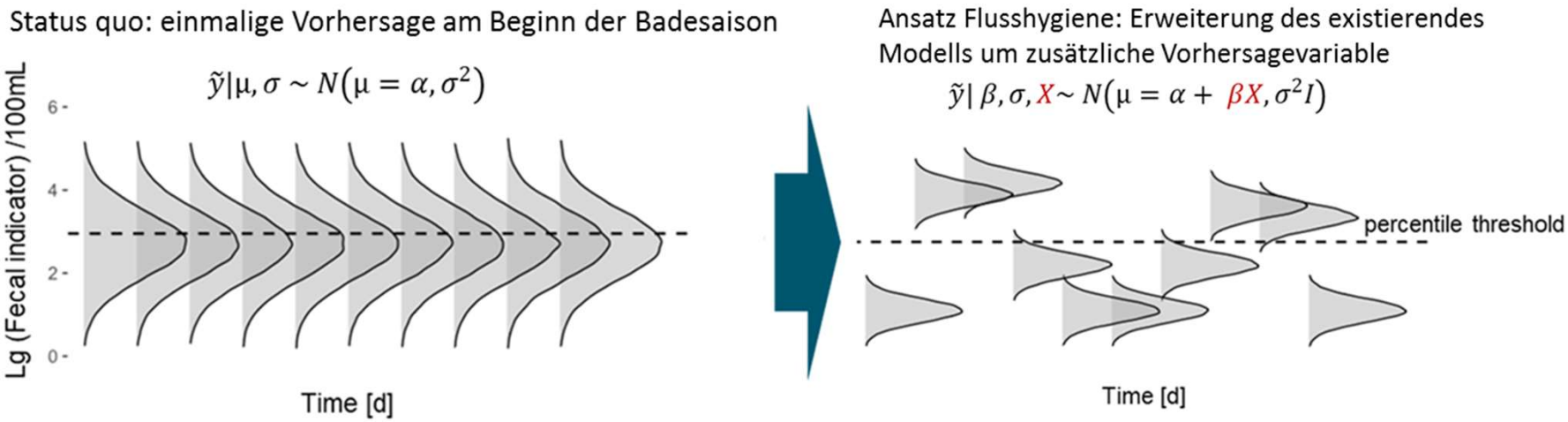
…

Regressionsmodelle
Vorhersage von kontinuierlichen Größen (z.B. *E.coli* Konzentrationen)

Modelltypen:
- (Multivariate) lineare Regression
- Random forests
- Neuronale Netze

…

Regressionsmodellierung zur Vorhersage von Verteilungen



Regressionsmodell mit Steigung 0

Regressionsmodell mit Steigung ≠ 0

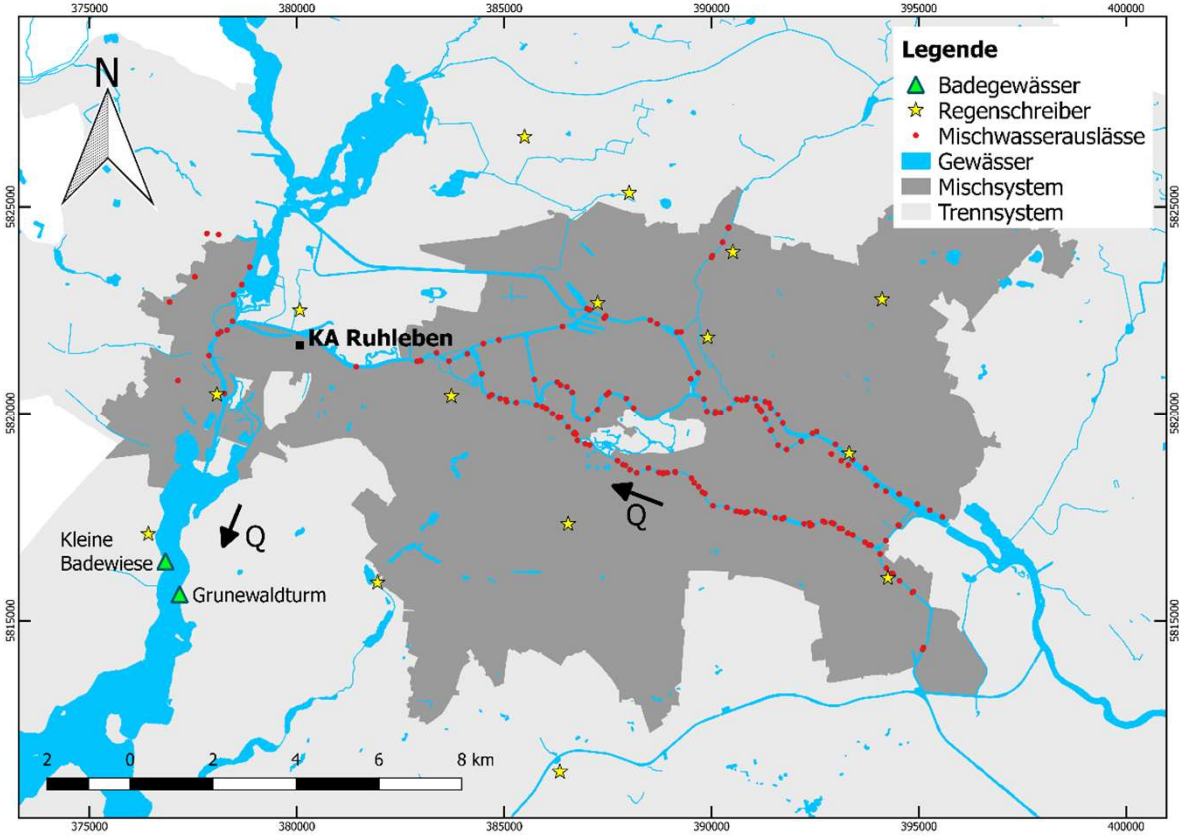
Aufbau Regressionsmodell auf Basis vorhandener Daten

Vorhersagevariablen:

- Klärwerk (WWTP) [m³/s]
- Durchfluss(Q) [m³/s]
- Regendaten (P) [mm]

Zielvariable

- *E.coli* Daten Badegewässerüberwachung (LAGeSo) (2010 – 2015)



Bestimmung der Regressionskoeffizienten α, β_i

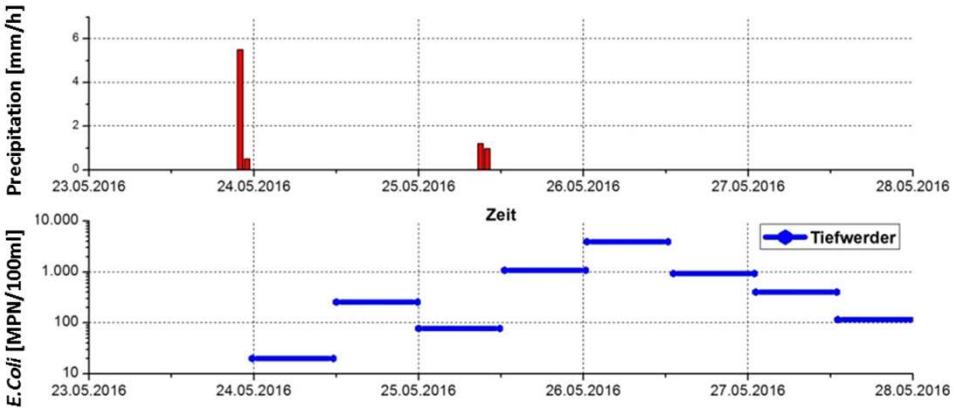
Modellvalidierung über vier Jahre

1. Validierungsperiode 2016/2017

- reguläre Überwachung (N = 40)
- 12 h Mischproben über 5 Tage nach Starkregenereignissen (> 5 mm) (N = 118)

2. Validierungsperiode 2018 / 2019:

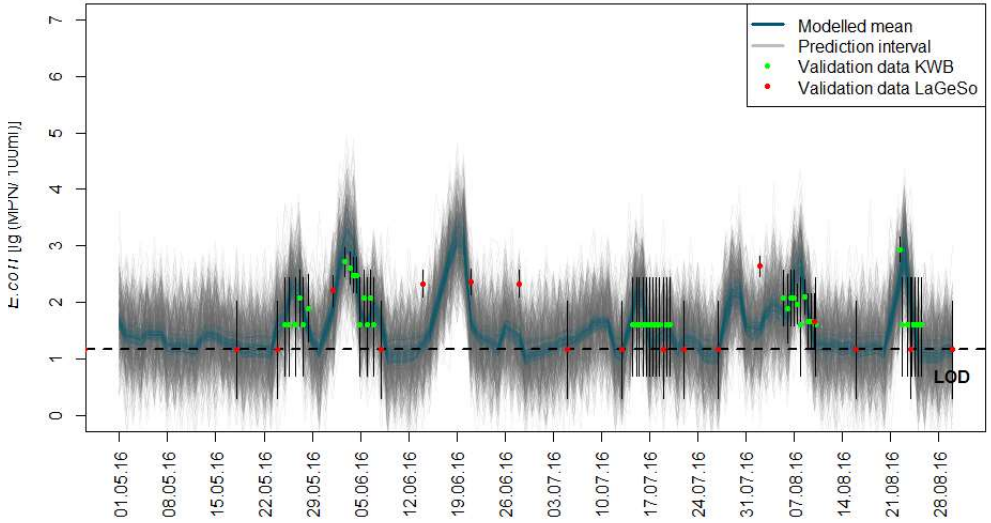
- Stündliche Stichproben nach Regenereignissen + zusätzliche Mischprob (N > 400 / Jahr)
- wöchentliche Daten der regulären Überwachung (N = 38)



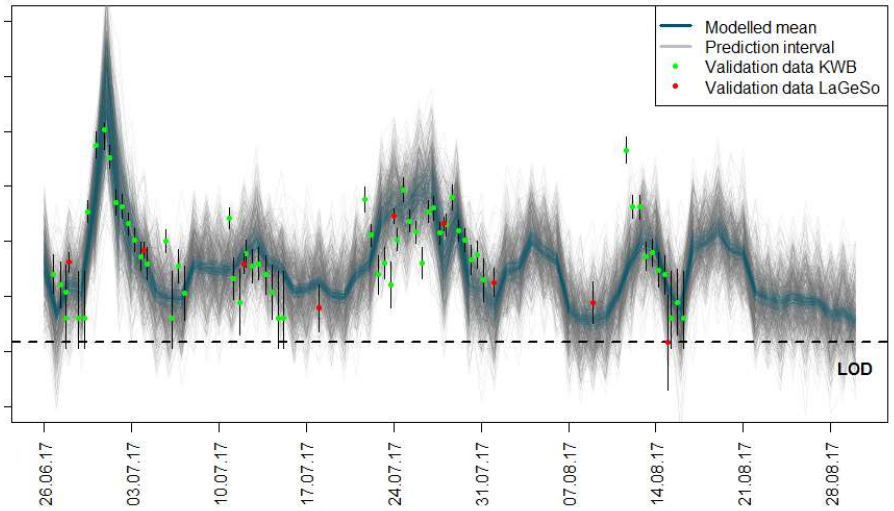
→ > 1000 Validierungsdatenpunkte

Modellvalidierung: Vergleich zu Messdaten

2016: Vergleichsweise trockenes Jahr



2017: Sehr nasses Jahr



Modellvalidierung auf Basis von Stichproben (2016, 2017):

95 % der Validierungsdaten in 95% Vorhersageintervall

89 % der Validierungsdaten < 90. Perzentil

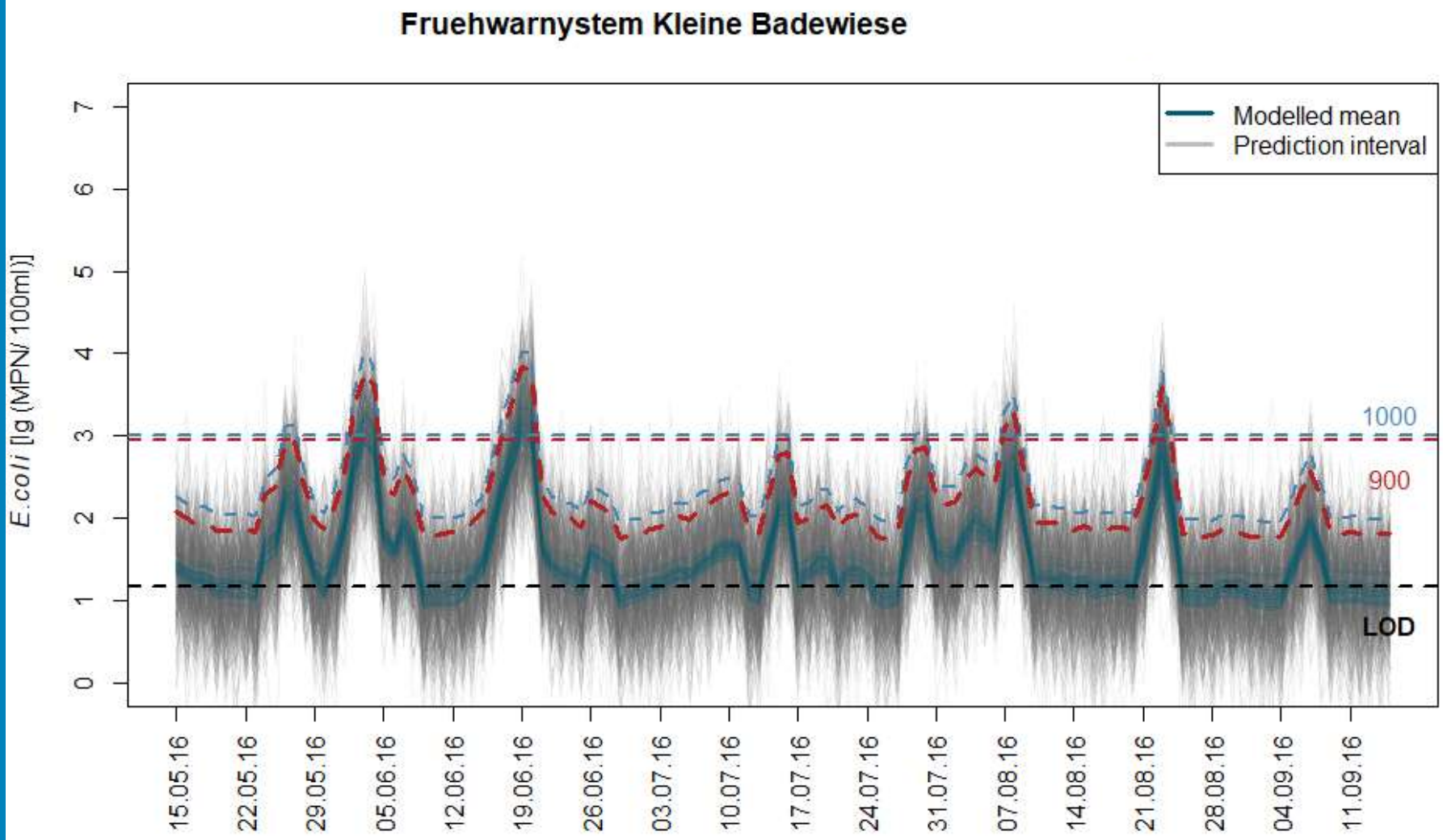
94 % der Validierungsdaten < 95. Perzentil

+ Visuelle Validierung durch Mischproben

→Vorhergesagte Verteilungen konsistent mit Validierungsdaten

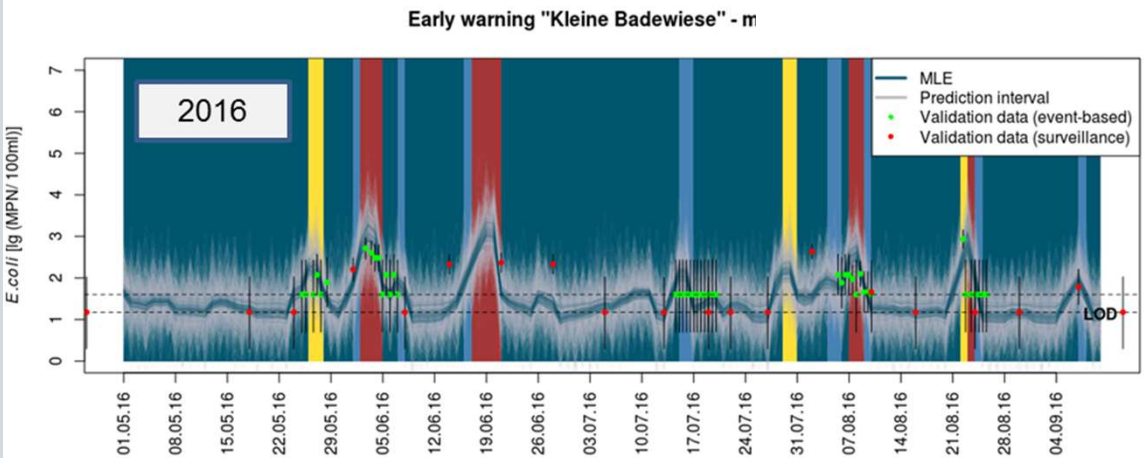
→Nutzung der vorhergesagten Perzentile zur Bewertung der Badegewässerqualität

Entscheidungskriterium (Perzentilansatz)



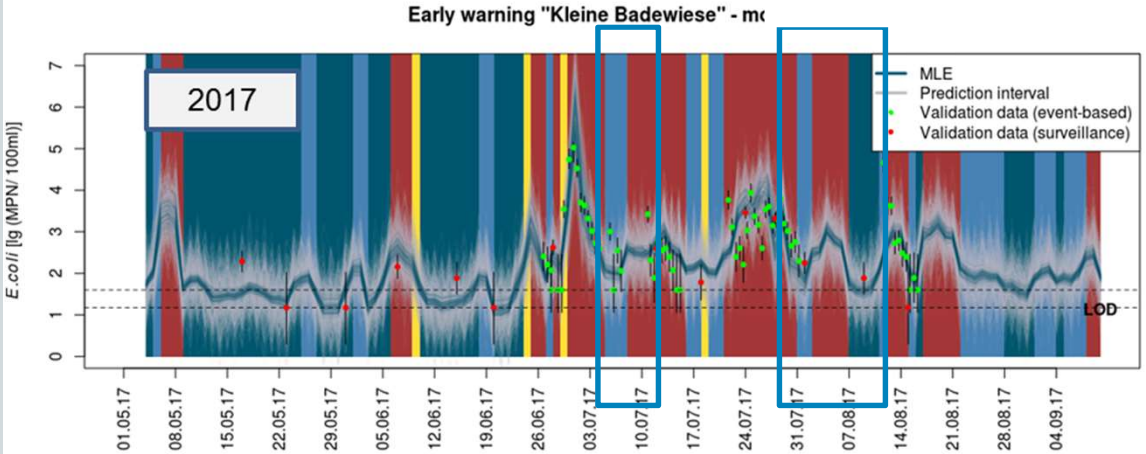
(Seis et al. 2018: Water research)

Vorhergesagte Badegewässerqualität



Langzeitbewertung: „gut“

Tage mit vorhergesagter „mangelhafter“ Qualität: 11/123



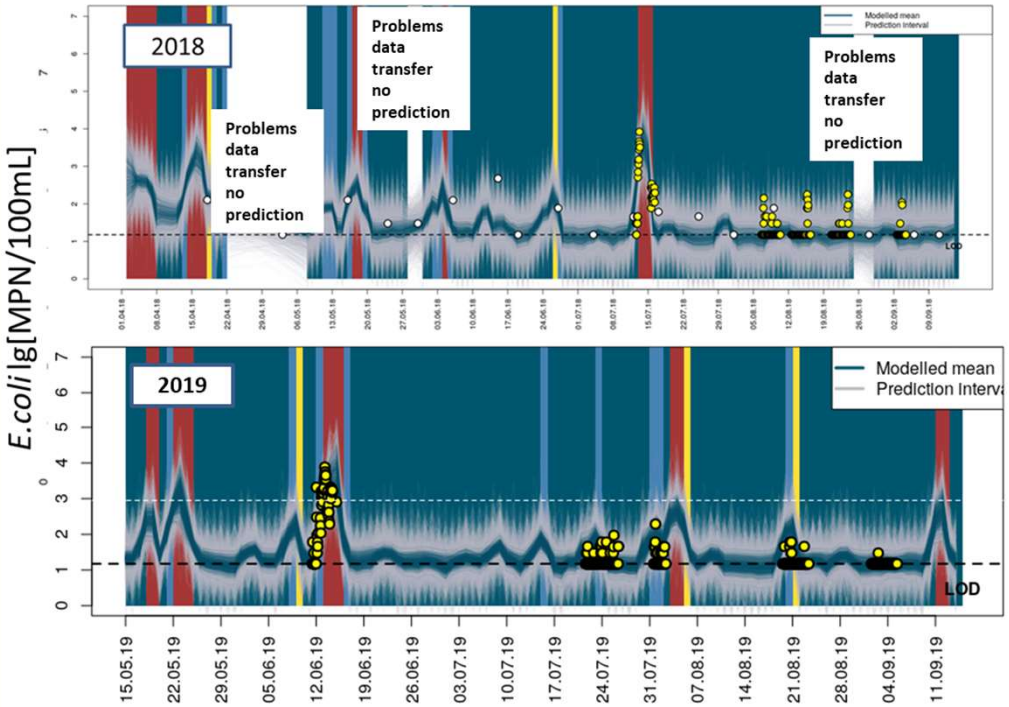
Langzeitbewertung: „ausgezeichnet“

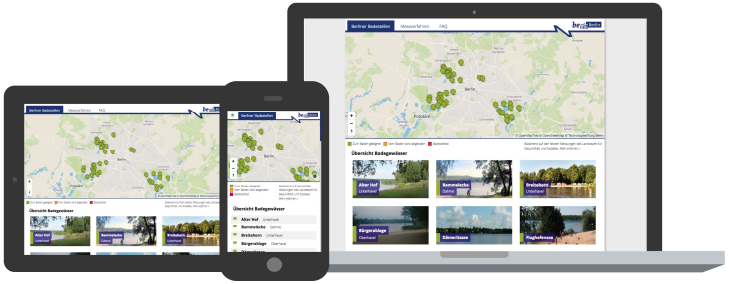
Tage mit vorhergesagter „mangelhafter“ Qualität: 42/123

ausgezeichnet	gut	ausreichend	mangelhaft
95. Perzentil < 500	95. Perzentil < 1000	90. Perzentil < 900	90. Perzentil > 900

(Seis et al. 2018: Water research)

Testlauf + Validierungsmessungen (2018, 2019)





Wasserqualität

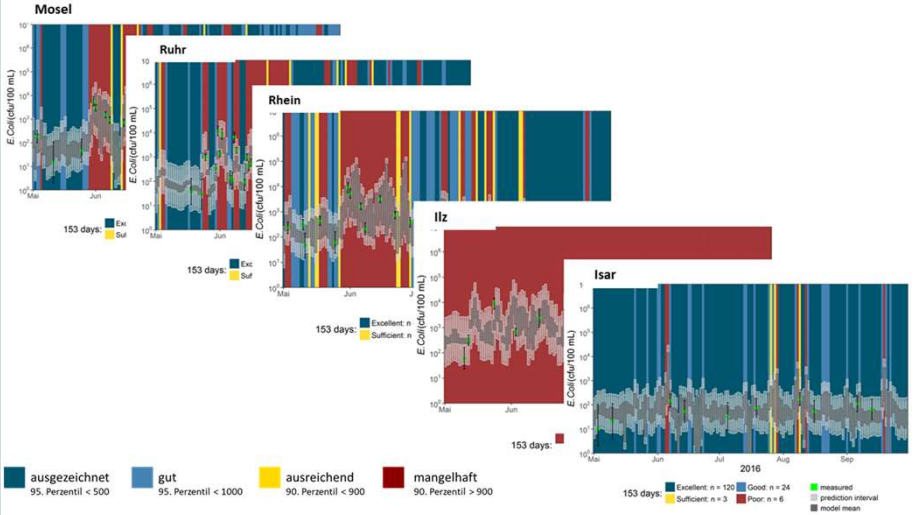
Zum Baden geeignet (Letzte Messung: 12.9.17)

Die hier angezeigte Bewertung wird unterstützt durch eine neuartige tagesaktuelle Vorhersagemethode.
Erfahren Sie mehr »

Excellent quality	Good quality	Sufficient quality	Poor quality
95th percentile< 500	95th percentile< 1000	90th percentile< 900	90th percentile> 900

KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

Übertragung durch open-source Webplattform



FLUSSHYGIENE

Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen

NaWaM

ReWaM

Aktuelles: Schnellmessgeräte zur schnellen (Ent-)Warnung im Test

Messgerät Aquabio installiert auf FLUSS BAD Testfilter © Sebastian Dörken, sbdsgn

Anleger im Spreekanal, Foto: © KWB

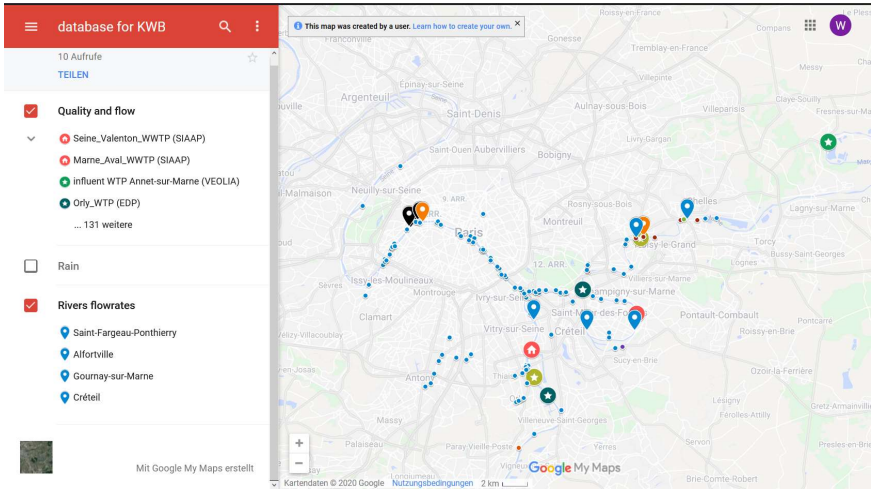
Testfilter des FLUSS BAD Projekts © Sebastian Dörken, sbdsgn

Aktuelles: Übertrag und Weiterentwicklung auf europäische Ebene

→ Aufbau eines statistischen Vorhersagemodells in Paris

→ Kombination aus Prozessmodell und statistischem Modell

→ Weiterentwicklung der FLUSSHYGIENE Webplattform



iBathwater

Digital Water .City

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

Life

KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

Zusammenfassung

- Die hygienische Wasserqualität an Badegewässern kann nach Regenereignissen großen Schwankungen unterworfen werden, und kann Risiko für Badende darstellen.
- Ein neuer Ansatz wurde entwickelt, um Badende vor fäkalen Belastung zu schützen.
- Der Ansatz folgt der Ansatz für die Langjährige Bewertung von Badegewässern.
- Die Vorhersage wurde mit Werten aus Messkampagnen über 4 Jahre validiert.
- Mit dem Ansatz wird in Berlin heute gewarnt!
- Der Ansatz wird kontinuierlich weiterentwickelt