Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER



Auswirkungen verringerter Mindestabflüsse der Ruhr auf die Konzentration kritischer Substanzen (Spurenstoffe)

Monitoring und Vermeidungsmaßnahmen

Dr. Yvonne Schneider, Ruhrverband

agw AG Spurenstoffe, 11.09.2025

Gliederung

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

1 Erhöhung der Klimaresilienz des Talsperrensystems an der Ruhr

2 Risikobewertung und Monitoringprogramm

3 Diclofenac – Messung, Modellierung und Abbau

4 PAK-Anlagen auf den KA Arnsberg-Neheim und Bestwig-Velmede als Übergangslösung

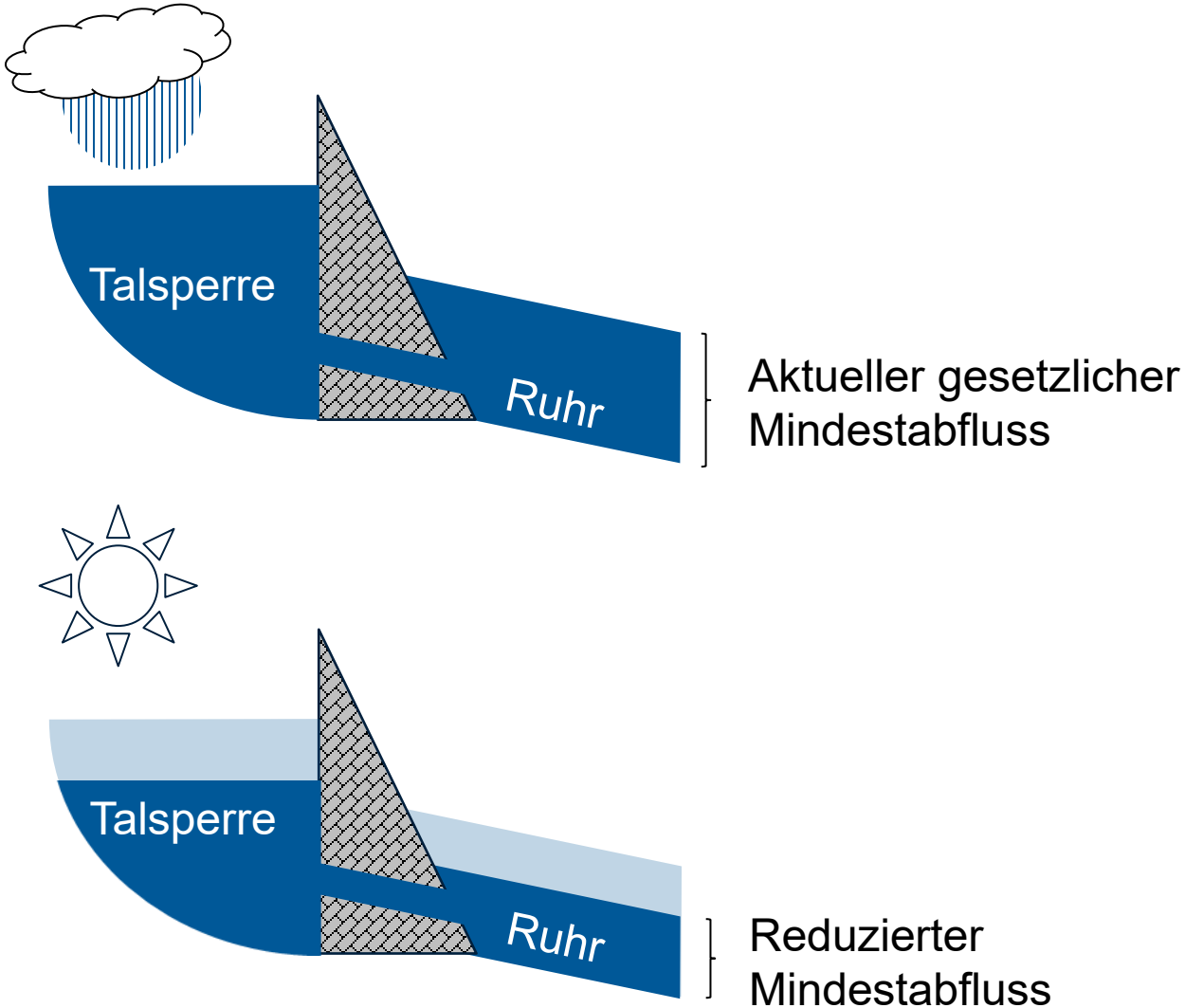
Anpassung des Mindestabflusses als Folge des Klimawandels

Hintergrund und Motivation

- Ruhrverbandsgesetz schreibt Mindestabflüsse in der Ruhr vor
  - ➢ Aufrechterhaltung durch kontrollierte Talsperrenabgaben

- Talsperrenvolumen in Trockenjahren nicht ausreichend
  - ➢ „Leerlaufen“ der Talsperren droht
  - ➢ Abfluss in der Ruhr würde ungehindert sinken
  - ➢ Versorgung mit Trink- und Brauchwasser für 4,6 Mio. Menschen gefährdet

- Lösung:
  - ➢ Verringerung des Mindestabflusses sichert Wasserversorgung und ökologisch notwendigen Abfluss



Die Auswirkungen des Klimawandels begrenzen

Erhöhung der Klimaresilienz durch angepasste Talsperrensteuerung

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

§ 2, Abs. 2 RuhrVG 1990

*„In der Ruhr ist der Abfluss gemäß Absatz 1 Nummer 1 so zu regeln, dass das täglich fortschreitende arithmetische Mittel aus fünf aufeinander folgenden Tageswerten des Abflusses an jedem Querschnitt der Ruhr unterhalb des Pegels Hattingen einen Wert von **15 m³/s** und am Pegel Villigst einen Wert von **8,4 m³/s** nicht unterschreitet.“*

Anzahl der Tage mit „Leerlaufen“ der Möhnetalsperre in Abhängigkeit der berechneten Klimaprojektionen (1990 – 2100)

	ICHEC-CCLM	ICHEC-RCA4	MIROC-CCLM	MOHC-WRF	MPI-WRF
Summe [d]	1.231	219	155	1.056	521

§ 2, Abs. 2 RuhrVG 2024

*„In der Ruhr ist der Abfluss gemäß Absatz 1 Nummer 1 so zu regeln, dass das täglich fortschreitende arithmetische Mittel aus fünf aufeinander folgenden Tageswerten des Abflusses an jedem Querschnitt der Ruhr unterhalb des Pegels Hattingen einen Wert von **12 m³/s** und am Pegel Villigst einen Wert von **5,4 m³/s** nicht unterschreitet.“*

Anzahl der Tage mit „Leerlaufen“ der Möhnetalsperre in Abhängigkeit der berechneten Klimaprojektionen (1990 – 2100)

	ICHEC-CCLM	ICHEC-RCA4	MIROC-CCLM	MOHC-WRF	MPI-WRF
Summe [d]	0	0	0	109	0

Änderung des Ruhrverbandsgesetz (RuhrVG)

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

13.06.2024: 1. Lesung, einstimmige Überweisung an den Umweltausschuss

↓

30.10.2024: Anhörung der Naturschutzverbände im Umweltausschuss

↓

20.11.2024: Beschlussfassung im Umweltausschuss

↓

04.12.2024: 2. Lesung und Verabschiedung

↓

24.12.2024: Inkrafttreten

↓

15.01.2025: Unterzeichnung der Begleitvereinbarungen Wassermenge und -güte



Quelle: *Landtag, 2024*

- Begleitvereinbarung: Abgesenkte Grenzwerte dürfen frühestens ab **1.7.2025** angesteuert werden, wenn PAK-Dosieranlagen betriebsbereit sind
- Genehmigung PAK-Anlagen: die Elimination von Diclofenac muss vor einer Reduzierung der Gewässerabflüsse vorhanden sein (Vorlaufzeit!)

Änderung des Ruhrverbandsgesetzes (RuhrVG)

Inhalte der Begleitvereinbarung Wassergüte

- **Ausbau von Kläranlagen mit 4. Reinigungsstufen**
  - Verpflichtung zum Ausbau gemäß Maßnahmenprogramm, mit vorgezogenen Zeitzielen
  - Zusätzlich Ausbau der KA Arnsberg-Neheim zum Schutz des FFH-Gebiets
  - Übergangstechnologie: PAK-Dosierung direkt in die Belebung

- **Durchführung von Maßnahmen zur Sicherung der Kohärenz des Netzes Natura 2000**
  - Maßnahmen zur Aufwertung der Nebengewässer der Ruhr Wimberbach/Mühlenbach bei Wickede sowie Walpke und Hellefelder Bach bei Arnsberg und Anbindung an die Ruhr

- **Durchführung eines chemischen und biologischen Monitorings**
  - Erweitertes chemisches Monitoring (Probenahmestellen/Häufigkeit)
  - Erweitertes biologisches Monitoring (Probenahmestellen/Häufigkeit)
  - Monitoring Fischbiozönose
  - Sauerstoffgehalt Talsperren und Staustufen

Anpassung der Mindestabflüsse als Folge des Klimawandels

Ökotoxikologische Risikobewertung – Fragestellungen

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Projekt „EKlimA“

- Für welche Substanzen überschreiten die Konzentrationen im Ruhrwasser bereits ohne Niedrigwasserführung ökotoxikologische Grenzwerte?
- Für welche Substanzen sind bei verringerten Abflussmengen erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Ruhrwasser bzw. zusätzliche Überschreitungen von Grenzwerten zu erwarten?
- Liegt im Fall von Grenzwertüberschreitungen ein erhöhtes ökotoxikologisches Risikopotential vor?

Vorgehen:

- Ermittlung von Korrelationen von Einzelstoffkonzentrationen mit der Abflussmenge im Gewässer
- Ermittlung von Jahresdurchschnitts-Risikoquotienten (JD-RQ) anhand gemessener und modellierter Einzelstoffkonzentrationen für Niedrigwasserszenarien
- Bewertung des Risikopotenzials bei abgesenkten Mindestabflüssen

Anpassung der Mindestabflüsse als Folge des Klimawandels

Ökotoxikologische Risikobewertung – Liste der Indikatorsubstanzen und Bewertung

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Projekt „EKlimA“

Substanzklasse	Indikatorsubstanz	Beurteilungswert [µg/L]	Art des Beurteilungswerts*
Metalle	Nickel	4	UQN
	Blei	1,2	UQN
	Cadmium	0,15	UQN
	Zink	10,9	OW
	Kupfer	1,1	OW
Prioritäre Stoffe	Technisches Nonylphenol	0,3	OW
	4-Nonylphenol-1-ethoxylat	0,1	PV
Endokrin wirkende Stoffe	Bisphenol A	0,1	PV
	Estron	0,1	PV
Pflanzenschutzmittel (PSM)	MCPA	2	UQN
	Mecoprop (MCPP)	0,1	UQN
	Propiconazol	1	UQN
	Desphenylchloridazon	0,1	PV
Komplexbildner	1H-Benzotriazol	10	PV
Polyaromatische Kohlenstoffe (PAK)	Benzo(a)pyren	0,00017	UQN
PSM Metabolit	Metolachlor ESA	0,1	PV
	Metazachlor ESA	0,1	PV
Antibiotika	Clarithromycin	0,1	OW
	Sulfamethoxazol	0,6	OW
	Azithromycin	0,019	OW
Psychopharmaka	Venlafaxin	0,1	PV
	Desvenlafaxin	0,1	PV
	Amisulprid	0,1	PV
Blutdrucksenker	Irbesartan[1]	0,1	PV
Betablocker	Metoprolol	8,6	OW
Antidiabetika	Metformin	0,1	PV
Metformin Metabolit	Guanylurea	0,1	PV
Nicht-steroidale Schmerzmittel (NSAID)	Diclofenac	0,05	OW
	Ibuprofen	0,01	OW
Wirkstoff Urikostatika	Oxypurinol[2]	Nicht in D4 Liste	Nicht in D4 Liste
Antiepileptika	Carbamazepin	0,5	OW
	Gabapentin	0,1	PV
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure	0,1	PV

Substanzen mit JD-RQ > 1 und negativer Korrelation mit der Abflussmenge:

- Guanylurea (Metabolit von Metformin)
- Gabapentin (Antiepileptikum)
- Amidotrizoesäure (Röntgenkontrastmittel)
- Diclofenac (nicht-steroidales Schmerzmittel)

Guanylurea, Gabapentin und Amidotrizoesäure:
Auf Basis der aktuellen Datengrundlage sind ökotoxikologische Effekte eher unwahrscheinlich

Diclofenac:
Bereits jetzt z.T. kritische Konzentrationen erreicht, deutliche Verschlechterung eher unwahrscheinlich, negative Auswirkungen auf aquatische Organismen können aber nicht ausgeschlossen werden

Anpassung der Mindestabflüsse als Folge des Klimawandels

Änderung des Ruhrverbandsgesetz: Begleitvereinbarung Wassergüte

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Begleitendes Monitoring - Übersicht

- Chemisches Monitoring
- Fisch-Monitoring
- Biologisches Monitoring
- Talsperrenmonitoring

Alle vier Monitoringprogramme sind gestartet und werden im vereinbarten Umfang umgesetzt.

Anpassung der Mindestabflüsse als Folge des Klimawandels

Änderung des Ruhrverbandsgesetzes: Begleitvereinbarung Wassergüte

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Gefordertes Untersuchungsprogramm

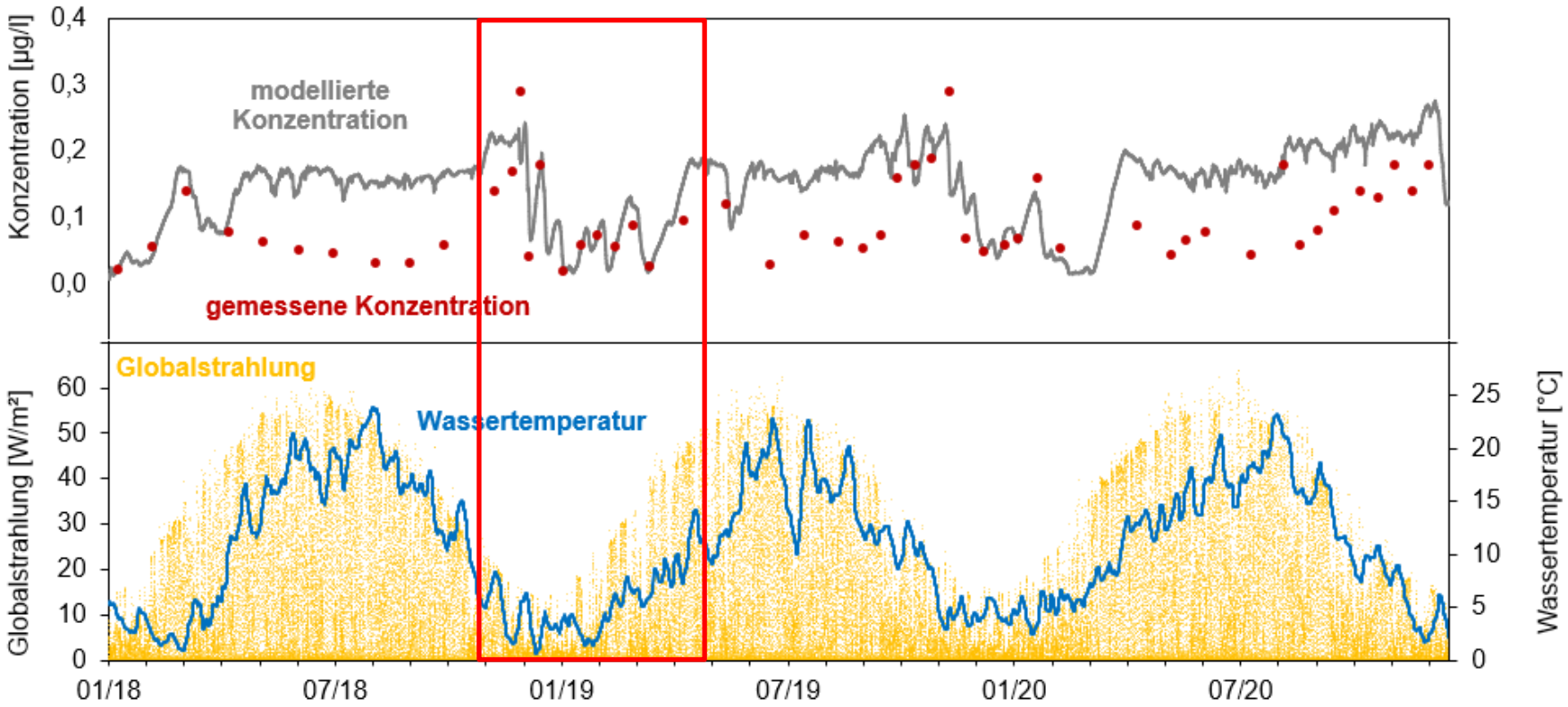
Parametergruppe	Anzahl Parameter	Leitparameter
Basiskenngrößen	15	W-Temperatur, O_2, pH-Wert, TOC, CSB
Nährstoffe	8	Pges., o-PO_4-P, NH_4-N, NO_2-N, NO_3-N
Anionen	2	Chlorid, Sulfat
Metalle	7	Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink
Antibiotika	4	Azithromycin, Clarithromycin, Sulfamethoxazol
Arzneimittelwirkstoffe und Metabolite	7	Carbamazepin, **Diclofenac**, Metoprolol, Metformin, Guanylharnstoff
Röntgenkontrastmittel	3	Amidotrizoesäure, Iopamidol, Iopromid

Anpassung der Mindestabflüsse

Diclofenac: Messung und Modellierung

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Modelltechnische Abbildung von Diclofenac mit QSim



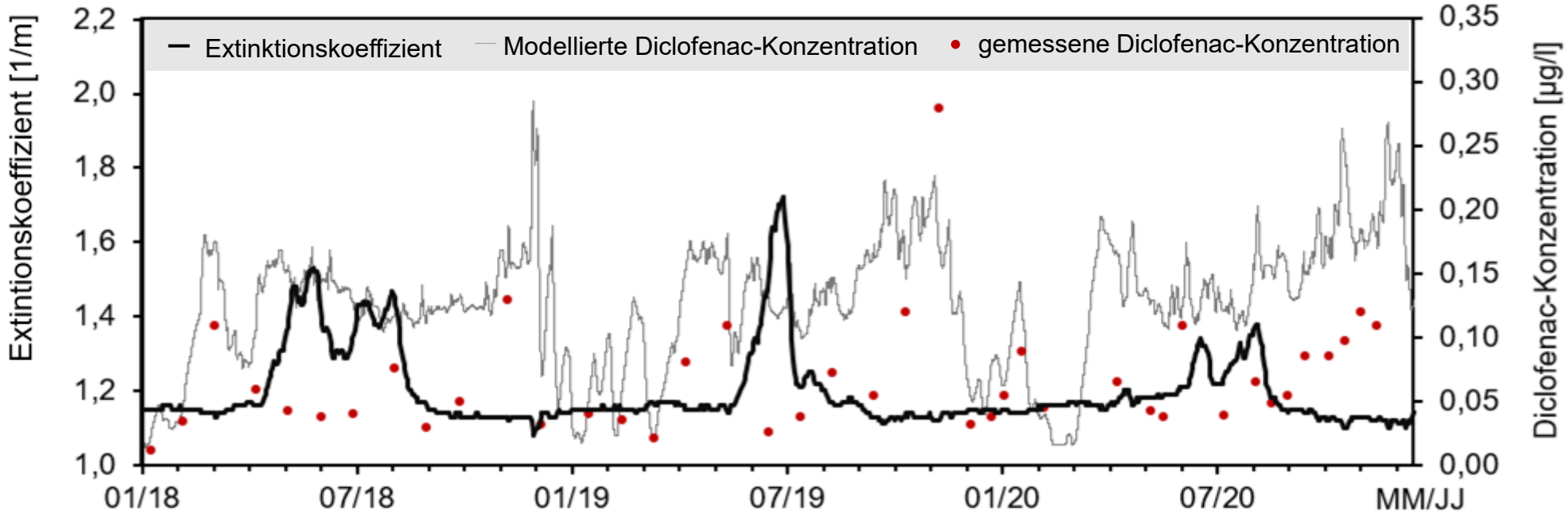
- **Wintermonate:** Konzentrationen sind gut abbildbar
- **Sommermonate:** gemessene Konzentrationen wesentlich geringer durch photokatalytischen Einfluss

Korrektur im Modell erforderlich: Extinktionskoeffizient

Anpassung der Mindestabflüsse

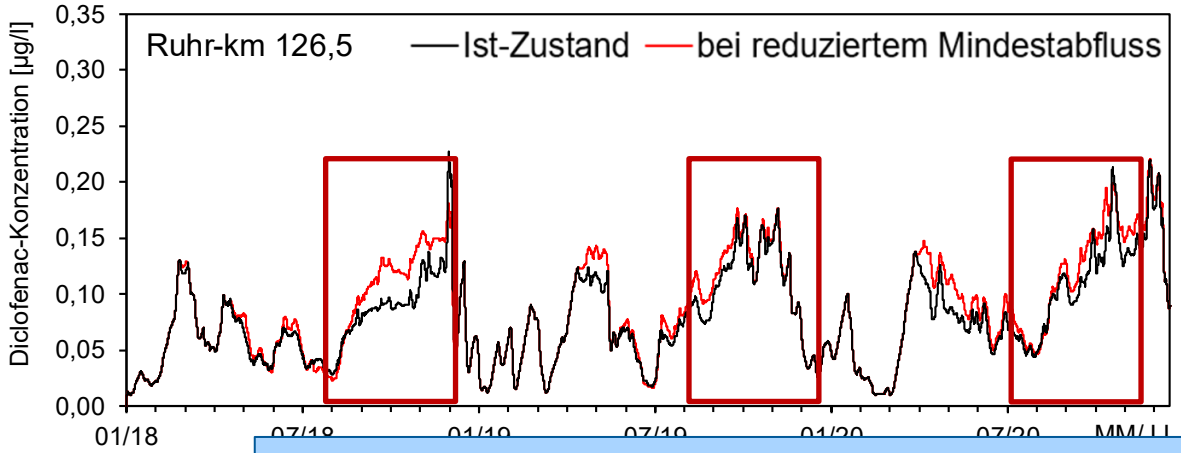
Korrektur der als Tracer modellierten Diclofenac-Konzentration

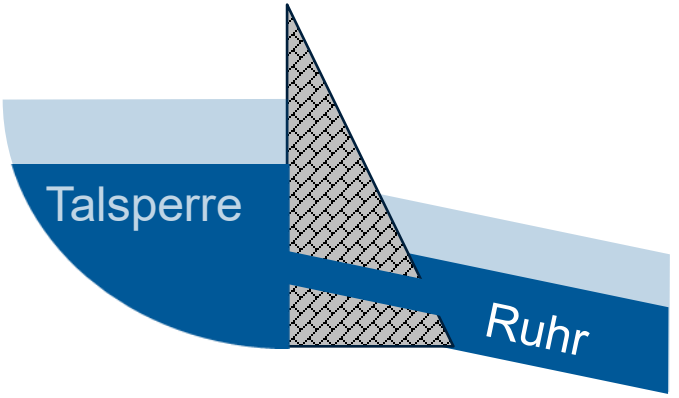
- Einfluss der Sonneneinstrahlung zu berücksichtigen
- Extinktionskoeffizient = Lichteindringtiefe
  - findet bereits Verwendung in anderen Modellen bei Modellierung von Diclofenac
- Zeit- und ortsgenaue Berechnung im QSim-Algenbaustein



Anpassung der Mindestabflüsse

Modellierte Diclofenac-Konzentration (modifiziertes Modell)

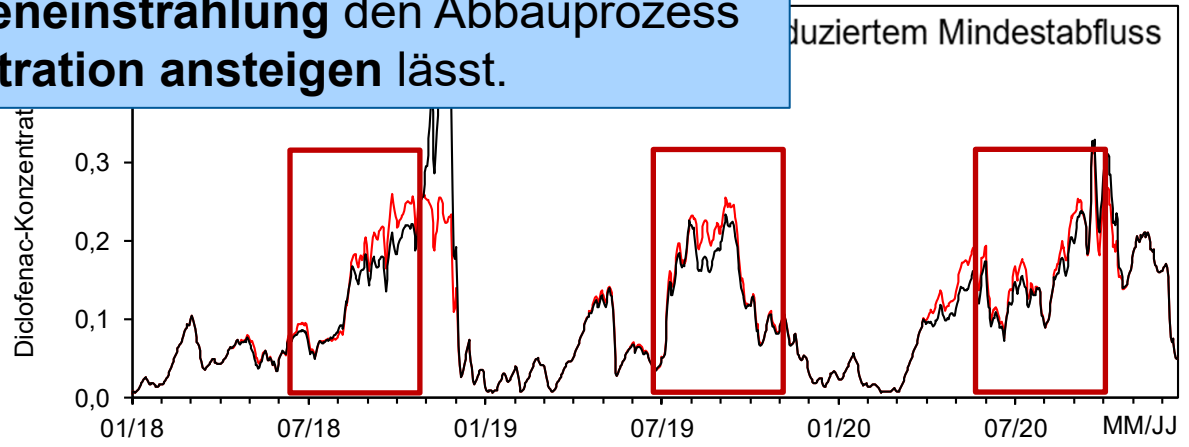




Reduzierter Mindestabfluss

Reduzierte Mindestabflüssen sind in den **abflussarmen Herbstmonaten** besonders kritisch, da die **reduzierte Sonneneinstrahlung** den Abbauprozess reduziert und somit die **Diclofenac-Konzentration ansteigen** lässt.





PAK-Anlagen als Übergangslösung

Vermeidung der Aufkonzentration von Diclofenac bei Mindestabfluss

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

KA Arnsberg-Neheim



- seit 01.07.2025 temporärer Betrieb einer PAK-Dosierung zur Fertigstellung der 4. Reinigungs-stufe (Schutz der untenliegenden FFH-Gebiete)

KA Bestwig-Velmede



- seit 01.07.2025 temporärer Betrieb einer PAK-Dosierung bis zur Fertigstellung einer 4. Reinigungs-stufe (Schutz der untenliegenden FFH-Gebiete)

PAK-Anlagen als Übergangslösung

Vermeidung der Aufkonzentration von Diclofenac bei Mindestabfluss

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

PAK-Dosierstrategie und Eliminationsleistungen lt. Begleitvereinbarung

KA Bestwig-Velmede:

- Q Pegel Oeventrop < 8 m³/s → 50 % Elimination
- Q Pegel Oeventrop < 5 m³/s → 80 % Elimination

KA Arnsberg-Neheim:

- Q Pegel Bachum < 17 m³/s → 50 % Elimination
- Q Pegel Bachum < 13 m³/s → 80 % Elimination

→ Einsatz der PAK-Dosierung vor Start der Niedrigwasserphase

Umsetzung der PAK-Anlagen als Übergangslösungen

Vermeidung der Aufkonzentration von Diclofenac bei Mindestabfluss

Zeitlicher Ablauf der Maßnahmen

- **Baubeginn** im Juni 2024
- Bauzeit < 1 Jahr
- Vorstellung **Betriebskonzept** der BR Arnsberg: Juni 2025
  - Optimierung der Schlammspiegel in den Nachklärbecken
  - Anpassung der Fällmittelzugabe
  - Anpassung bzw. Aufbau einer Polymerzugabe
  - regelmäßige Entschlammung der Schönungsteiche (KA Arnsberg-Neheim)
- **Betriebsbereitschaft** und erfolgreiche **Inbetriebnahme** zum 30. Juni 2025







Umsetzung der PAK-Anlagen als Übergangslösungen

Vermeidung der Aufkonzentration von Diclofenac bei Mindestabfluss

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Probebetrieb: erste Betriebsergebnisse

- **Besondere Herausforderungen:**
  - Dosierung von PAK in die Belebung ohne nachgeschaltete Filter und ohne Kontaktbecken
  - Sicherstellung des PAK-Rückhalts in der Nachklärung
  - Optimale Dosiermenge schrittweise ermitteln

- **Vorläufige Betriebsergebnisse:**

  KA Bestwig-Velmede:

  90% Elimination von Diclofenac bei PAK-Dosierungen von anfänglichen 30 mg/l auf 10 mgl/l

  KA Arnsberg-Neheim:

  85 % Elimination von Diclofenac bei PAK-Dosierungen von 30 mg/l

Der zweimonatige Betrieb der Interimsanlagen erfüllt die Anforderungen.
Weitere Betriebsergebnisse sind zur Validierung erforderlich.

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER



Ruhrverband
Dr. Yvonne Schneider