

# Stoffflussmodellierung zur Abschätzung der Gesamtemissionen an Mikroschadstoffen in Oberflächengewässern

Situationsanalyse am Beispiel der Nahe

## **AQUA URBANICA**

Stuttgart, 08. Oktober 2015

Dr.-Ing. Henning Knerr und Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt

Oliver Gretzschel, Dr.-Ing. Gerd Kolisch und Yannick Taudin

# Definition Mikroschadstoffe

## ■ Mikroschadstoffe

- ... die in den Gewässern in Konzentrationen im Bereich von wenigen Nano- bis Mikrogramm pro Liter vorkommen
- ... aber bereits den Ablauf grundlegender bio-chemischer Prozesse in der Natur beeinflussen können

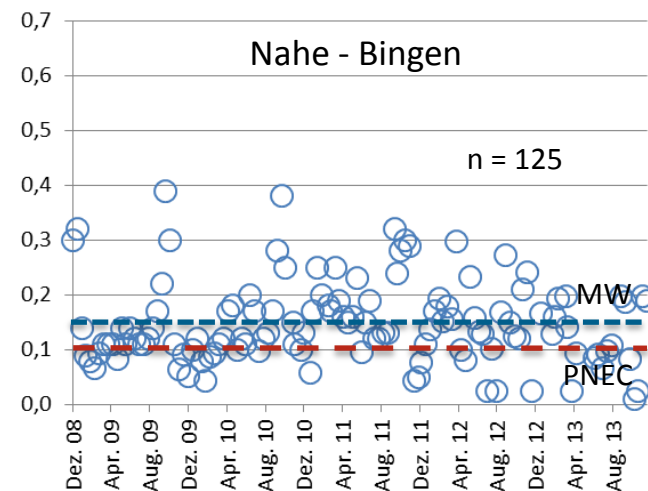
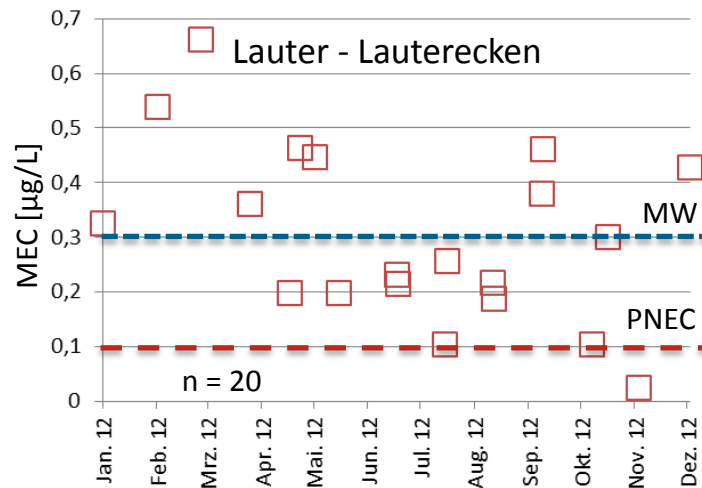
## ■ Stoffe/ Substanzen

- **synthetische Substanzen**, z. B. Arzneimittelwirkstoffe, Lebensmittelzusatzstoffe, Inhaltstoffe von Kosmetika und Reinigungsmitteln, Korrosionsschutzmittel
  - **natürliche Substanzen**, z. B. Hormone
- Produkte des täglichen Gebrauchs, Bau-Chemikalien etc.
- ... gelangen häufig unverändert/ metabolisiert in das Abwasser/ kommunale Abwasserreinigungsanlagen

# Ausgangssituation (1)

- Gewässerkonzentrationen in RLP weisen auf eine Überschreitung zukünftiger Zielwerte/ Qualitätskriterien (UQN) für die aquatische Umwelt hin

z. B. Diclofenac: PNEC = 0,1 µg/L (Null-Effekt-Konzentration)



# Ausgangssituation (1)

- Gewässerkonzentrationen in RLP weisen auf eine Überschreitung zukünftiger Zielwerte/ Qualitätskriterien (UQN) für die aquatische Umwelt hin
  - Gefahr der Schädigung der aquatischen Umwelt
  - Gefahr der Akkumulation im Wasserkreislauf
- Haupteintragspfad Arzneimittel und Diagnostika:  
**Kommunale Kläranlagen**
- Diskussion um Elimination von Mikroschadstoffen aus kommunalem Abwasser mittels weitergehender Reinigungsverfahren
- Erkenntnisse zur Wirksamkeit: Ozonung, Adsorption an Aktivkohle

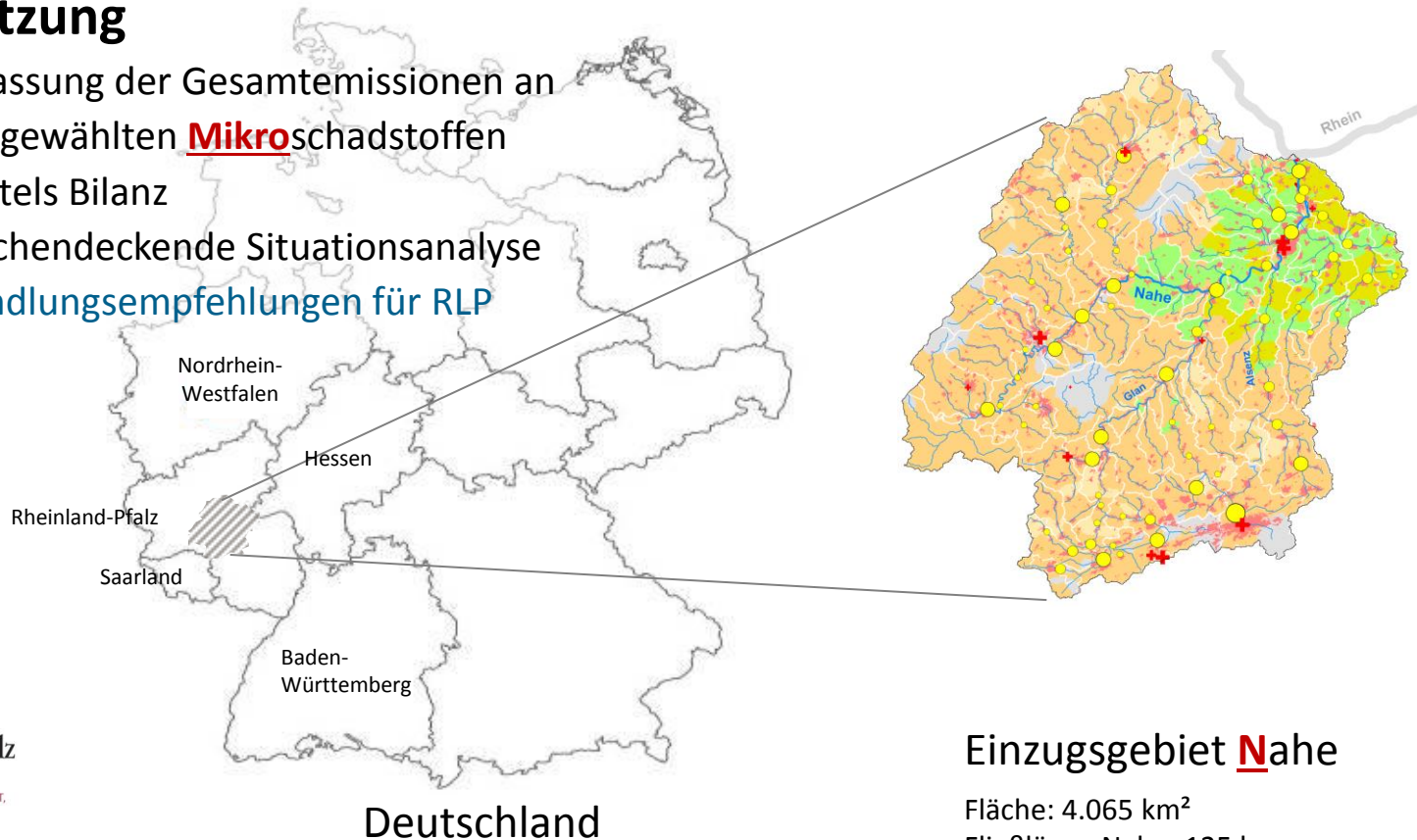
# Ausgangssituation (2)

- Emissionsmindernde Wirkung weitergehender Reinigungsstufen kann mittels einer Zulauf/ Ablauf-Bilanzierung bestimmt werden
- Notwendigkeit der Ergänzung kommunaler KAs maßgeblich abhängig von Grundbelastung der Gewässer
- Belastungssituation/ gewässerbezogene Erfordernis nur abschätzbar durch Überlagerung
  - punktueller Emissionen aus der Siedlungsgebieten
  - diffusen Einträgen aus der Landwirtschaft
  - im Gewässer ablaufenden **Abbau- und Transportmechanismen**
- Monitoringprogramme aufgrund Stoffvielfalt und Vielzahl der Eintragspfade unpraktikabel für flächendeckende Bewertung

# Forschungsprojekt Mikro\_N

## ■ Zielsetzung

- Erfassung der Gesamtemissionen an ausgewählten **Mikro**schadstoffen mittels Bilanz
  - Flächendeckende Situationsanalyse
- Handlungsempfehlungen für RLP



Förderung:



Deutschland

Einzugsgebiet **Nahe**

Fläche: 4.065 km<sup>2</sup>

Fließlänge Nahe: 125 km

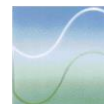
Projektpartner:



Zentrum für innovative  
AbWassertechnologien

WiW

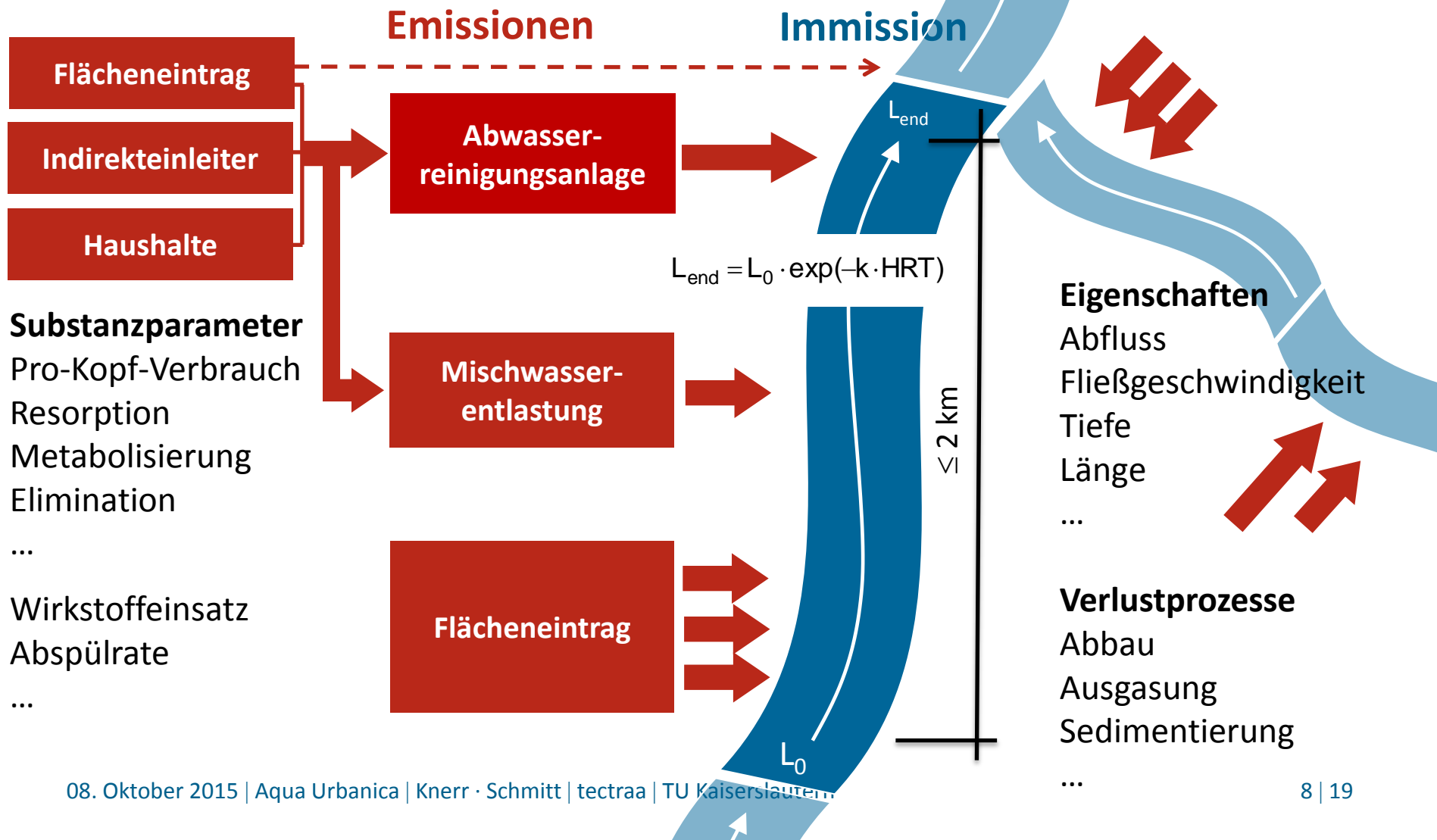
Wupperverbandsgesellschaft für  
integrale Wasserwirtschaft mbH



# Stoffflussmodell GREATER

- **Geography-referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers**
  - **Emissions- und Gewässermodul**, welches Eintragspfade und Verbleib von Chemikalien in Oberflächengewässern georeferenziert mit einer räumlichen Auflösung von maximal zwei Kilometern Flusslänge abbildet
  - **Punktuelle Einträge**: Abwasserreinigungsanlagen, Mischwasserentlastungen sowie Indirekteinleiter (Krankenhäuser, Industrie etc.)
  - **Diffuse Einträge**: Abschwemmung landwirtschaftlich genutzter Flächen
  - **Berechnung der Gewässerbelastung** (Frachten und Konzentrationen) erfolgt abschnittsweise unter Annahme eines **Fließgleichgewichts** mit **Massenerhaltung** für verschiedene hydraulische Belastungssituationen/ Abflüsse
- ➔ Durchschnittliche Belastung für den jeweiligen Abfluss und substanzspezifische Bewertung der Belastung für jeden einzelnen Gewässerabschnitt

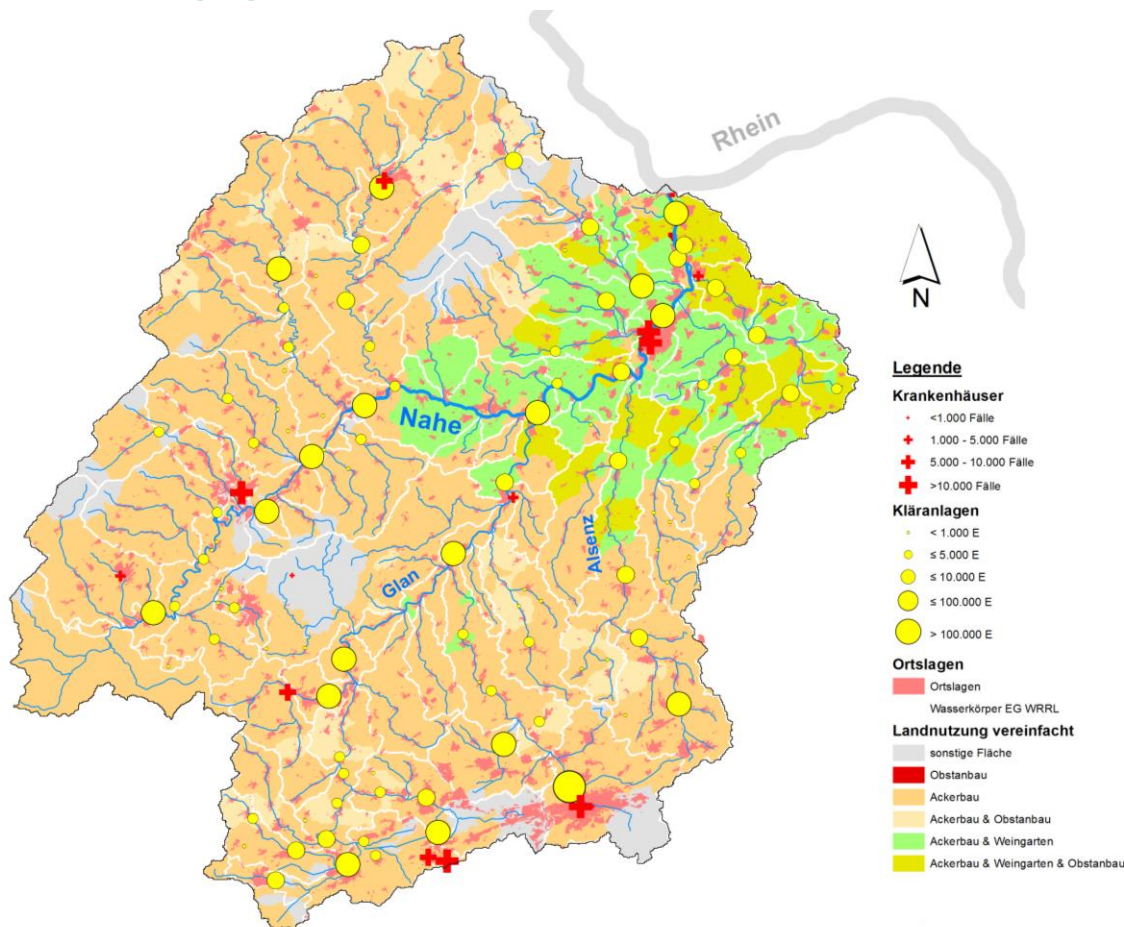
# Modellansatz GREATER





# Emissions- und Gewässermodell

## Einzugsgebiet Nahe



## Kenndaten

- Gesamtfläche: 4.065 km<sup>2</sup>
- Gewässernetz: 1.515 km, 991 Einzelabschnitte
- Fließlänge Nahe: 125 km
- Mischkanalisation
- 104 kommunale Kläranlagen
- 11 Krankenhäuser

# Risikobewertung Methodik

$$\text{Risikoquotient (RQ)} = \frac{\text{simulierte Gewässerkonzentration (PEC)}}{\text{Qualitätskriterium}}$$

- Konzentrations- bzw. substanzbezogene Risikobewertung für jeden Gewässerabschnitt
- Qualitätsziel: Vorbeugung chronischer Schädigung der Gewässerorganismen
- PEC wird dem Qualitätskriterium für das Jahresmittel (JD-UQN) bei MQ bzw. MNQ gegenübergestellt
- **RQ < 1: Qualitätskriterium unterschritten, kein Umweltrisiko**
- **RQ > 1: Qualitätskriterium nicht eingehalten, Umweltrisiko**

# Risikobewertung Qualitätskriterien/ Referenzsubstanzen

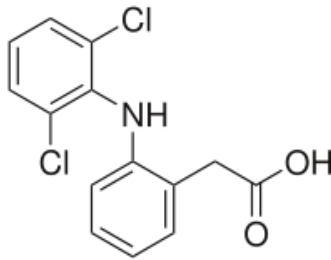
Kategorie	Substanz	Abkürzung	PNEC [µg/L]	AA-EQS* [µg/L]	GOW*** [µg/L]	WRRL [µg/L]
Arzneimittel- wirkstoffe	Amidotrizoesäure	DIATR	0,01		1,0	
	Bezafibrat	BZF		0,46		
	Carbamazepin	CBZ	0,5	0,5	0,3	
	Diclofenac	DCF	0,1	0,05	0,3	
	Metoprolol	MTP	8,0	64		
	Sulfamethoxazol	SMX		0,60		
Pestizide	Carbendazim	CBD		0,34		
	Diuron	DRN		0,02		0,2
	Glyphosat	GPS		108		
	Isoproturon	IPT		0,32		0,3
	Mecoprop	MCP				0,1**
	Terbutryn	TBT		0,065		0,065
Sons- tige	Diethyltoluamid	DEET			41	
	Perfluorooctansulfonat	PFOS			0,23	0,00065

\*ökotoxzentrum (2013), \*\* OGewV (2011), \*\*\* UBA (2014)

# Situationsanalyse Risikobewertung Diclofenac

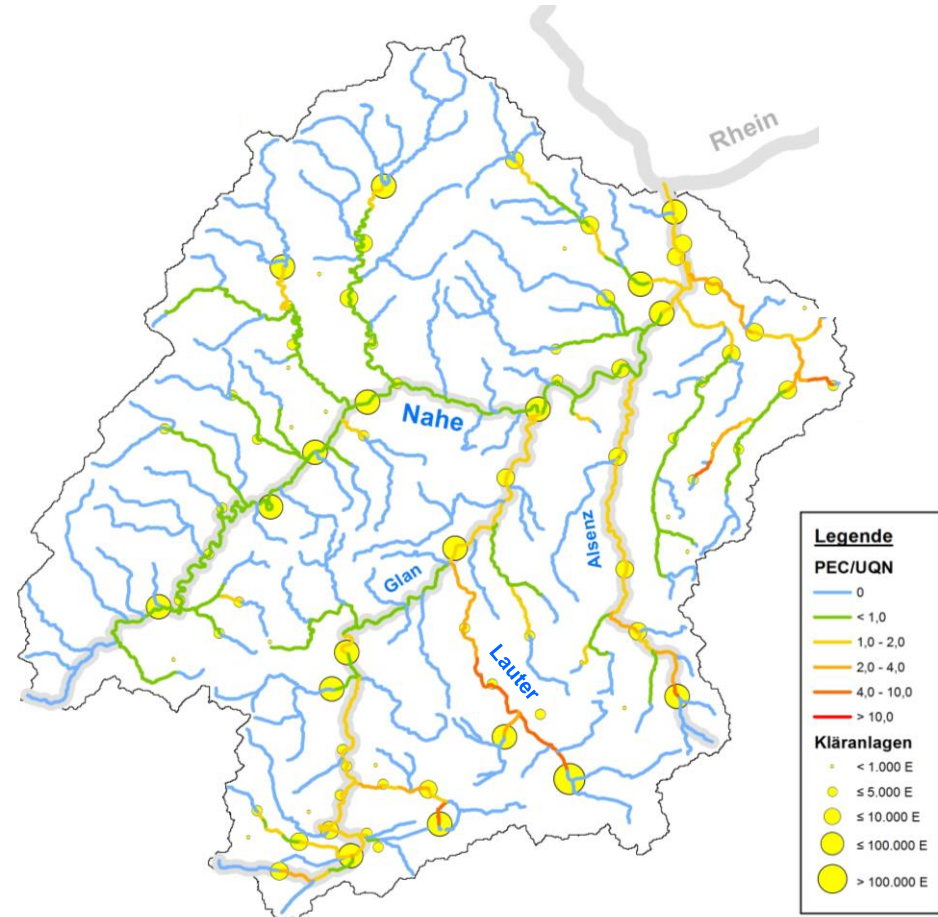
## Risikoquotient bei MQ

### Strukturformel:



### Eigenschaften:

- mittlere Resorption/ Metabolisierung im Körper (ca. 50 - 75 %)  
mittlerer Abbau in Abwasserreinigungsanlagen (ca. 35 – 55 %)
- hohe Persistenz in Umwelt
- gesundheitsgefährdend für aquatische Lebewesen

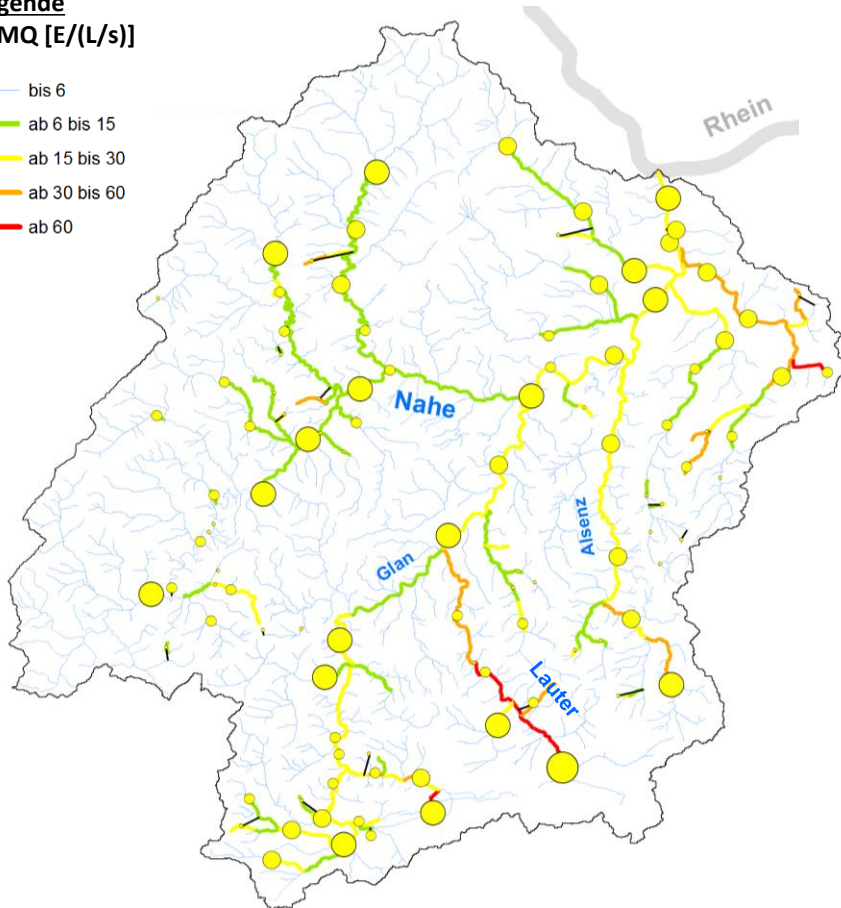


# Situationsanalyse Risikobewertung Diclofenac

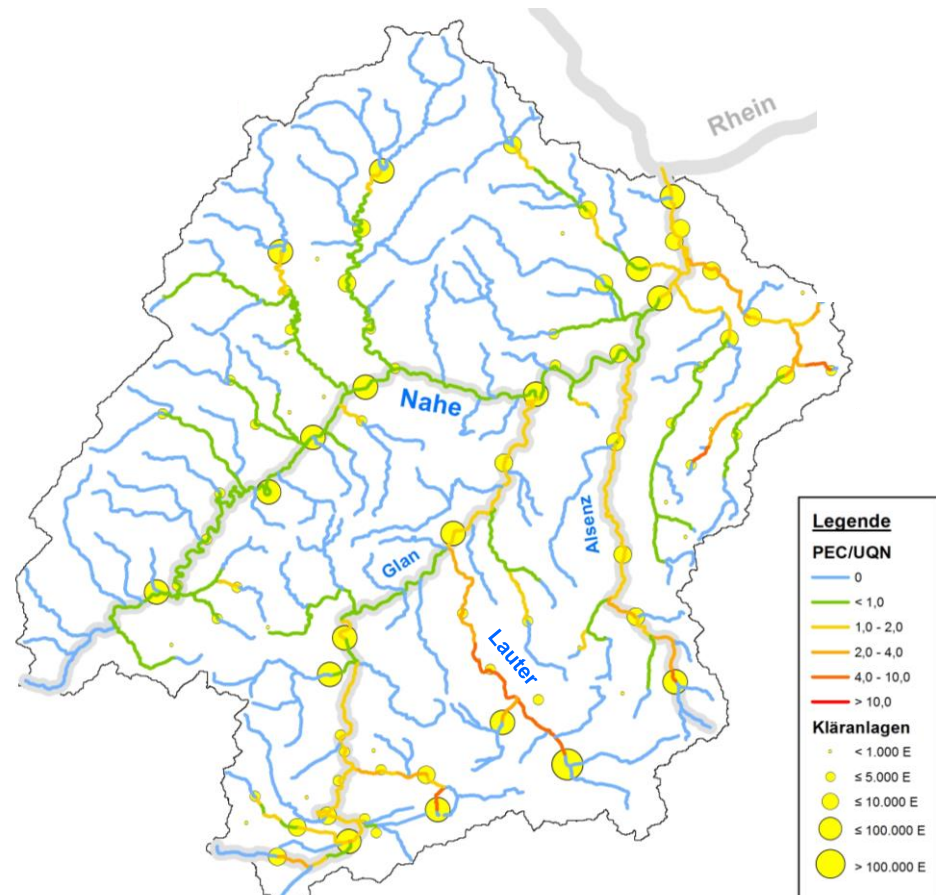
## Abwasserlast

**Legende**  
E/MQ [E/(L/s)]

- bis 6
- ab 6 bis 15
- ab 15 bis 30
- ab 30 bis 60
- ab 60

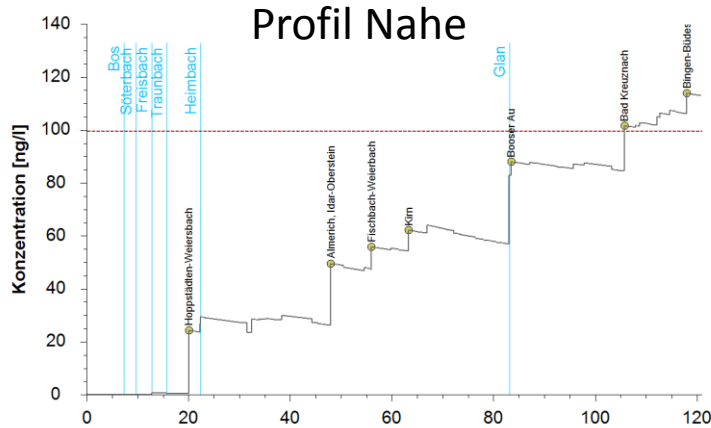


## Risikoquotient bei MQ

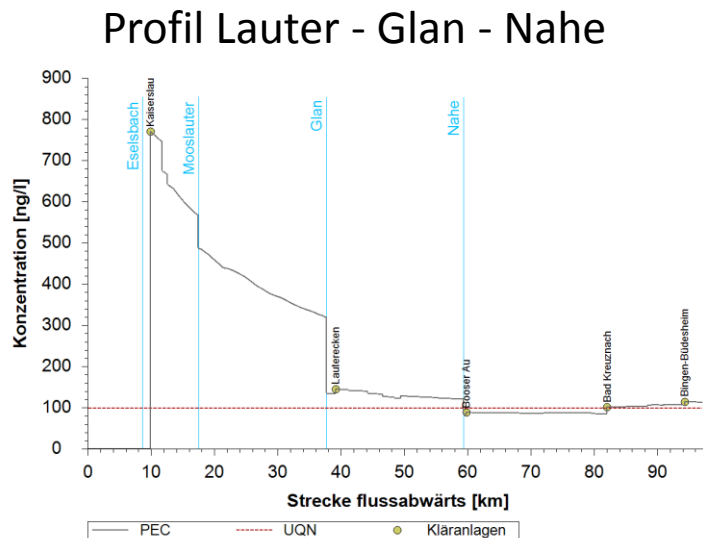
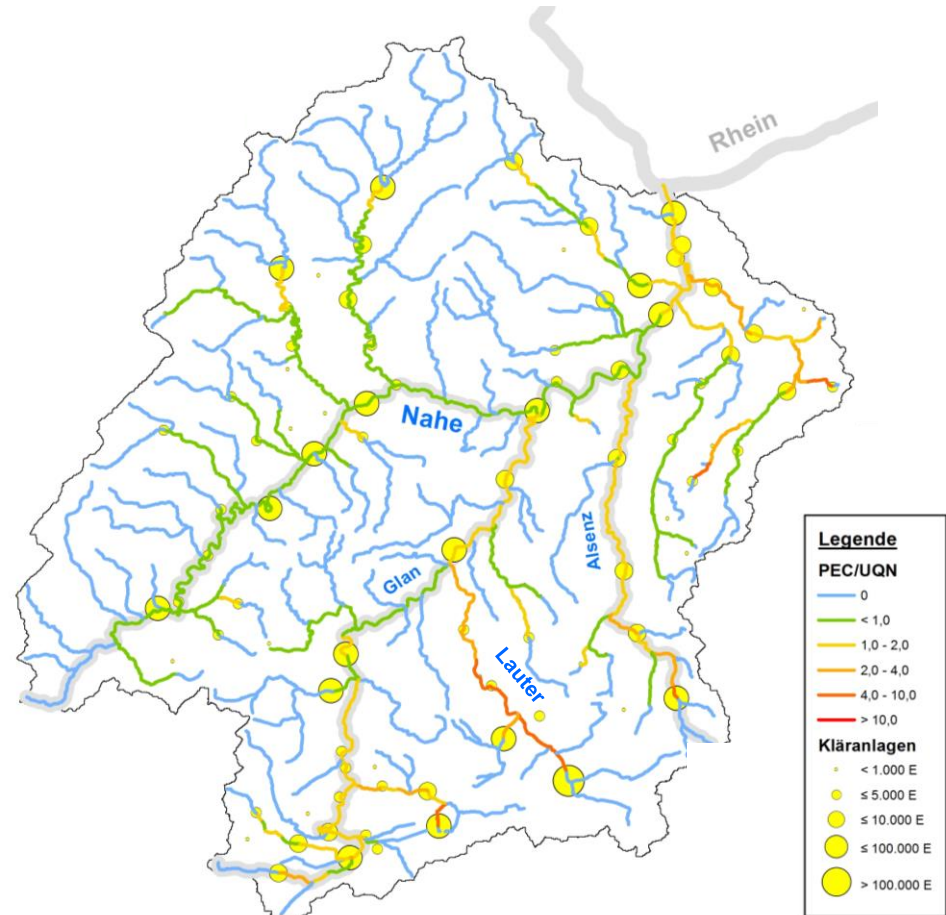




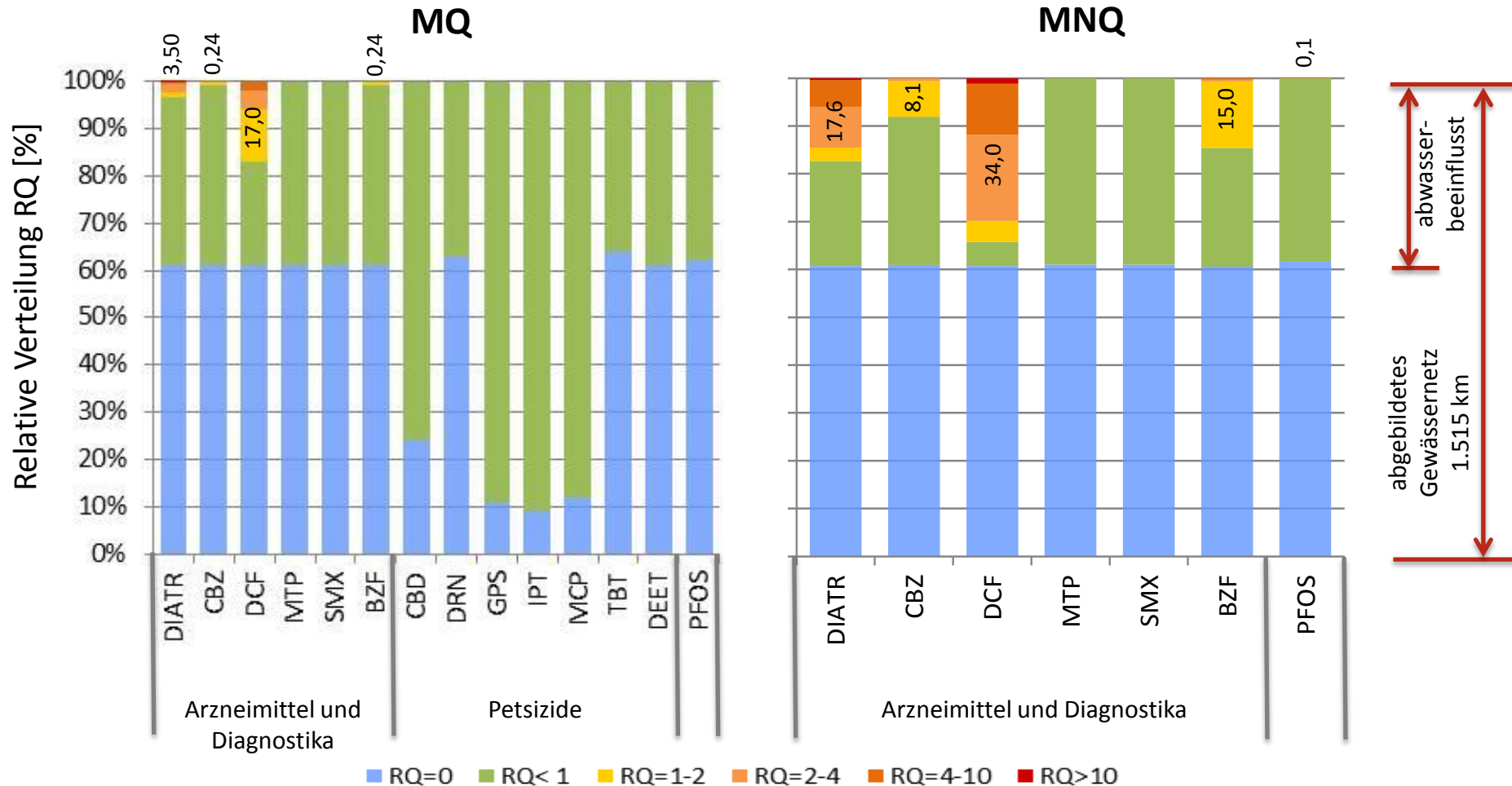
# Situationsanalyse Risikobewertung Diclofenac



## Risikoquotient bei MQ



# Situationsanalyse Risikobewertung Zusammenfassung



# Zusammenfassung (1)

- **Gewässerqualität im EZG der Nahe wird unter Berücksichtigung verschiedener Qualitätskriterien zum Schutz der aquatischen Umwelt oft nicht erreicht und kann auch zukünftig nicht eingehalten werden**
  - ... bei **MQ** ergibt sich hinsichtlich der Gewässerbelastung, insbesondere mit Amidotrizoesäure und Diclofenac deutlicher Handlungsbedarf, um einer **chronischen Schädigung** der Gewässerorganismen vorzubeugen
  - ... bei **MNQ** überschreiten auch die Stoffe Bezafibrate und Carbamazepin überschreiten häufig die Qualitätsziele
  - ... es können sogar Belastungszustände auftreten, die **akut toxisch** auf Gewässerorganismen wirken



# Zusammenfassung (2)

## → Reduktion der Mikroschadstoffeinträge in rheinland-pfälzische Gewässer erforderlich

... aus Vorsorgegründen sowie

... im Sinne eines nachhaltigen Schutzes der natürlichen Wasservorkommen

## → Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen erforderlich

- **Primärmaßnahmen**  
(Vermeidung/ Minimierung)
- **Sekundärmaßnahmen**  
(gezielte Spurenstoffelimination)



# Ausblick

- Ableitung von zielführenden Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffeintrags in Gewässer (Szenarienbetrachtung und –analyse)
- Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, Kosten und Nutzen

→ Handlungsempfehlung für Rheinland-Pfalz

## Mikro\_N Abschlusstagung:

## 25.11.2015, Kaiserslautern

# Vielen Dank

... für die Förderung



... Co-Autoren

... und für ihre Aufmerksamkeit!

**Dr.-Ing. Henning Knerr - [henning.knerr@bauing.uni-kl.de](mailto:henning.knerr@bauing.uni-kl.de)**

**Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt - [theo.schmitt@bauing.uni-kl.de](mailto:theo.schmitt@bauing.uni-kl.de)**