

University of Stuttgart

Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and
Solid Waste Management (ISWA)



52. ESSENER TAGUNG für Wasserwirtschaft

IFWW-Förderpreis – Forum „Young Scientists“

**Organic micropollutants in urban wastewater systems
during dry and wet weather –
Occurrence, spatio-temporal distribution
and emissions to surface waters**

Dr.-Ing. Marie Launay

Motivation und Hintergrund

Emissionen organischer Spurenstoffe in urban geprägte Gewässer

- Reduzierung der Einträge organischer Spurenstoffe in Gewässer
 - Fokus aktuell hauptsächlich auf technischen Lösungen zur Weiterbehandlung des Abwassers in Kläranlagenabläufen
- Relevanz der Eintragspfade für unterschiedliche Stoffgruppen noch unzureichend geklärt
- Noch sehr wenig über das Auftreten und die Dynamik der Konzentrationen organischer Spurenstoffe in Siedlungsentwässerungssystemen und in Gewässern bekannt
 - Hohe Analysekosten und großer Aufwand von Messkampagnen bei Regenwetter



Quelle: M. Launay 2



- **Erfassung zeitlicher und räumlicher Schwankungen** organischer Spurenstoffe in städtischen Abwassersystemen und im Gewässer **während Trocken- und Regenwetter**
- Beschreibung der **Transportprozesse im Kanal** für Spurenstoffe bei Regenwetter
- **Ermittlung relativer Beiträge von Kläranlage und Mischwasserentlastungen** (MWE) an den jährlichen Emissionen von Spurenstoffen (Jahresfrachten)
- **Prüfung der Übertragbarkeit** der Ergebnisse auf andere Einzugsgebiete

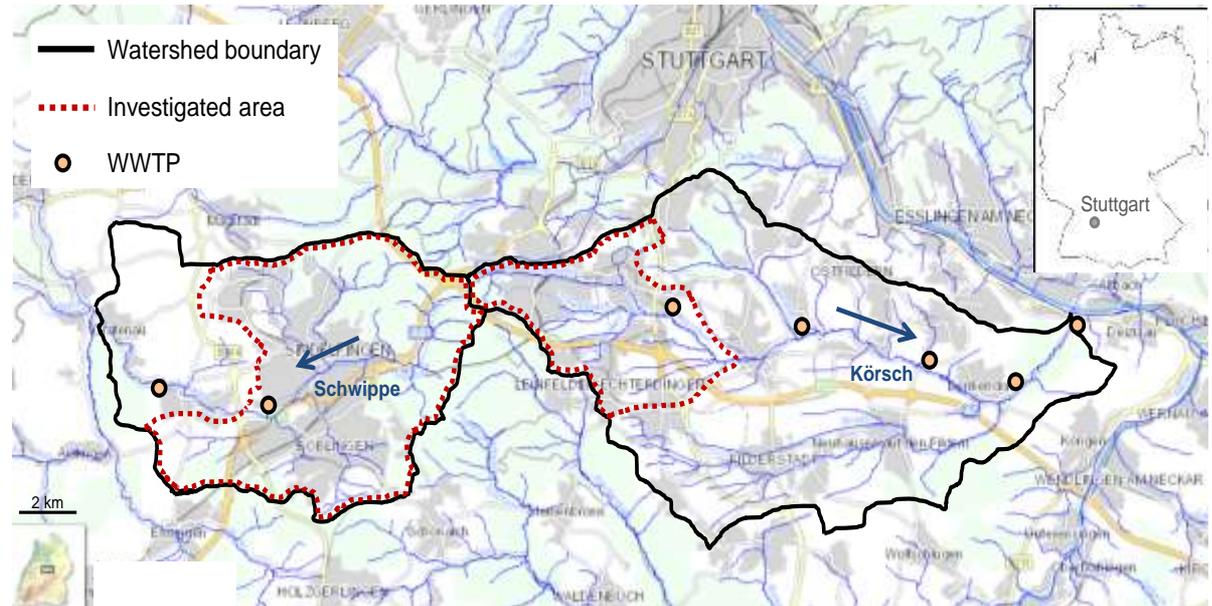
- **Intensive Monitoring-Studien in zwei urbanen Einzugsgebieten**
(Probenanzahl $n = 536$)
- **Untersuchung 71 organischer Spurenstoffe**

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete – Urbane Einzugsgebiete im Großraum Stuttgart

Charakterisierung:

- **Urbane** Einzugsgebiete
- Hauptsächlich im **Mischsystem** entwässert
- **Keine** Kläranlage oberhalb des Einzugsgebiets
- **Hoher Abwasseranteil** im Gewässer



Quelle: LGL BW, 2016

Material und Methoden

Probenahmestrategie

- KA-Zulauf:
 - 2h- und 24h-Mischproben bei Trockenwetter
 - 2h, 6h-Mischproben bei Regenwetter
- KA-Ablauf:
 - 2h- und 24h-Mischproben bei Trockenwetter
 - 2h, 6h-Mischproben bei Regenwetter
- Entlastungskanal von RÜB:
 - 7 Entlastungen beprobt – 40% des Jahresvolumens
 - Mengenproportional
 - $n = 25$
- Gewässer:
 - 2h-Mischproben und Stichproben bei Trockenwetter
 - 2h-Mischproben und Stichproben bei Regenwetter

Probenanzahl $n = 536$
Proben homogenisiert sowie filtriert analysiert



Material und Methoden

Spurenstoffauswahl

- **11 pharmazeutische Wirkstoffe**
- **6 personal Care-Produkte**
- **2 Genuss-/Nahrungsmittel**
- **5 Röntgenkontrastmittel**
- **7 Pestizide/Herbizide**
- **18 Industriechemikalien**
- **6 PCB**
- **16 EPA-PAK**

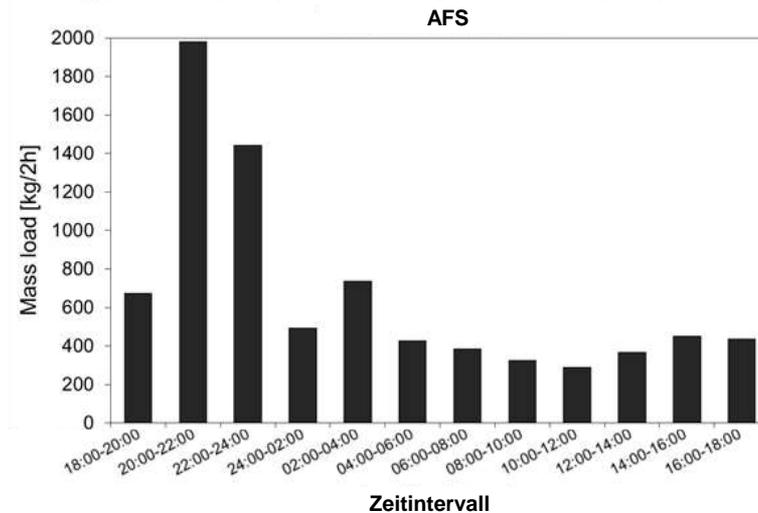
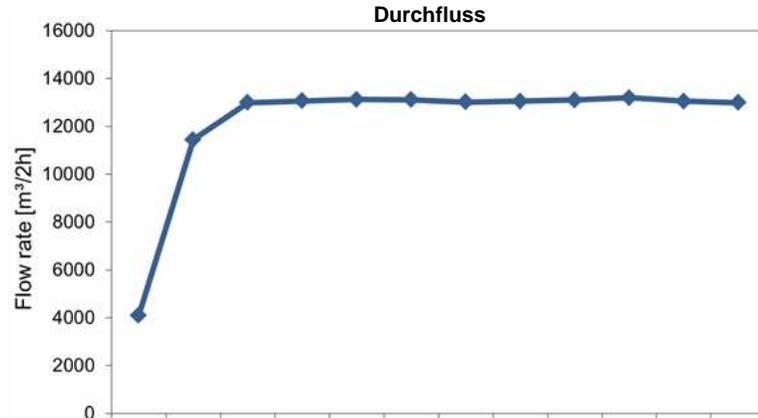
Repräsentativ für unterschiedliche Eintragspfade sowie für verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften

Analytik: Standardparameter sowie **71 organische Spurenstoffe** (homogenisierte sowie filtrierte Probe, GC-MS und LC-MS/MS), Zentrallabor der SES Stuttgart

8 Stoffe nicht nachgewiesen: PCBs, Dichlorprop, Methyltriclosan

Relevanz von chem. und phys. Prozessen in Kanalnetzen

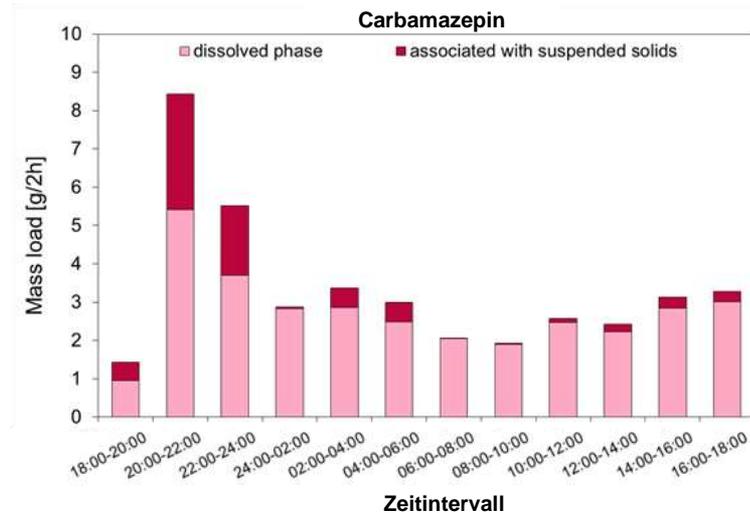
Remobilisierung von Carbamazepin im Regenwetterfall



Probenahme im KA-Zulauf:

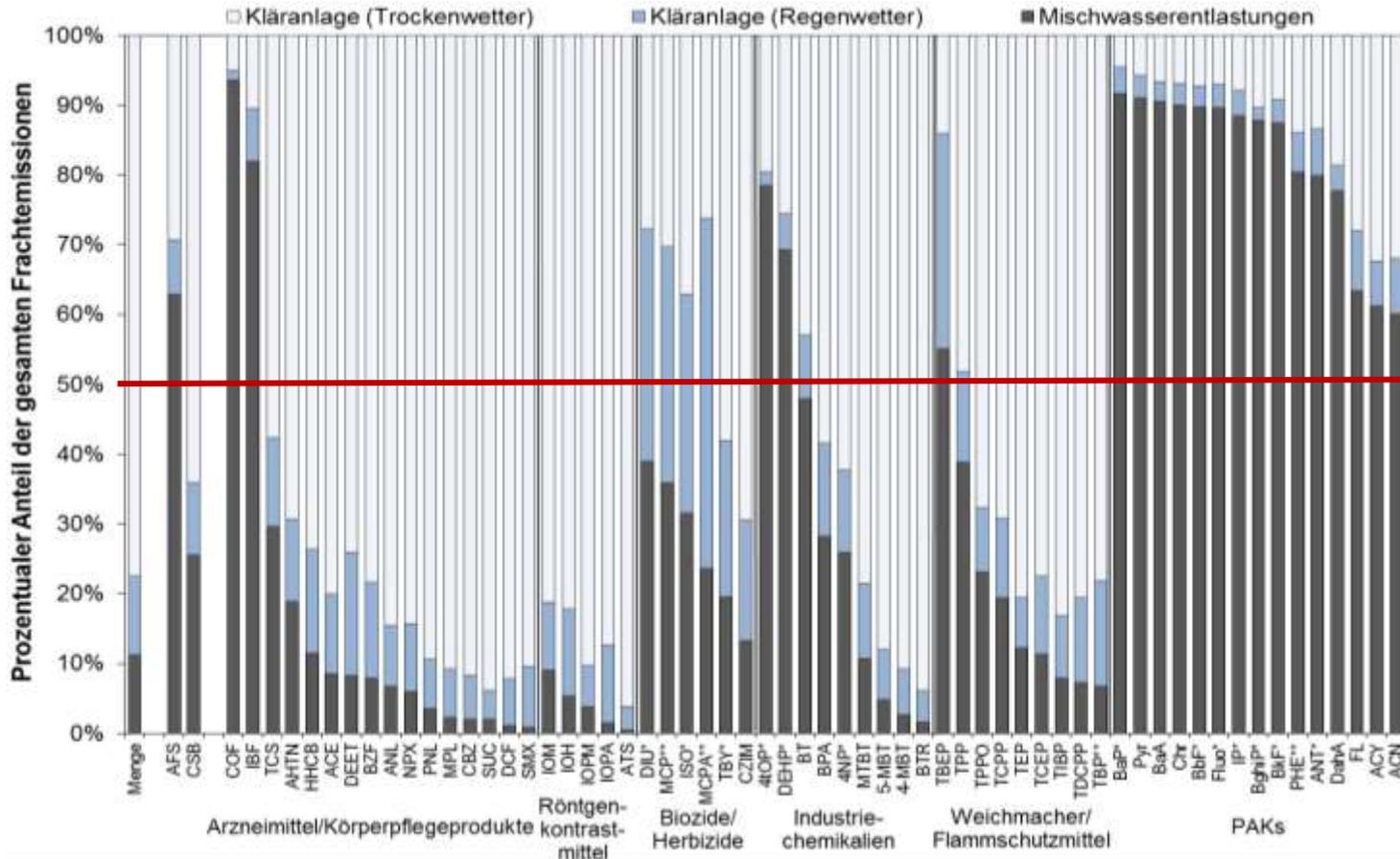
1,52 μg CBZ/g und 1,26 μg CBZ/g
→ 36% bzw. 33% assoziiert mit
Partikeln)

$\text{Log } K_d = 1,88 \rightarrow 87 \text{ ng/g}$, 15 Mal
niedriger



Jahresemissionen im Gewässer

Anteil der KA und der MWE an der emittierten Jahresgesamtfracht

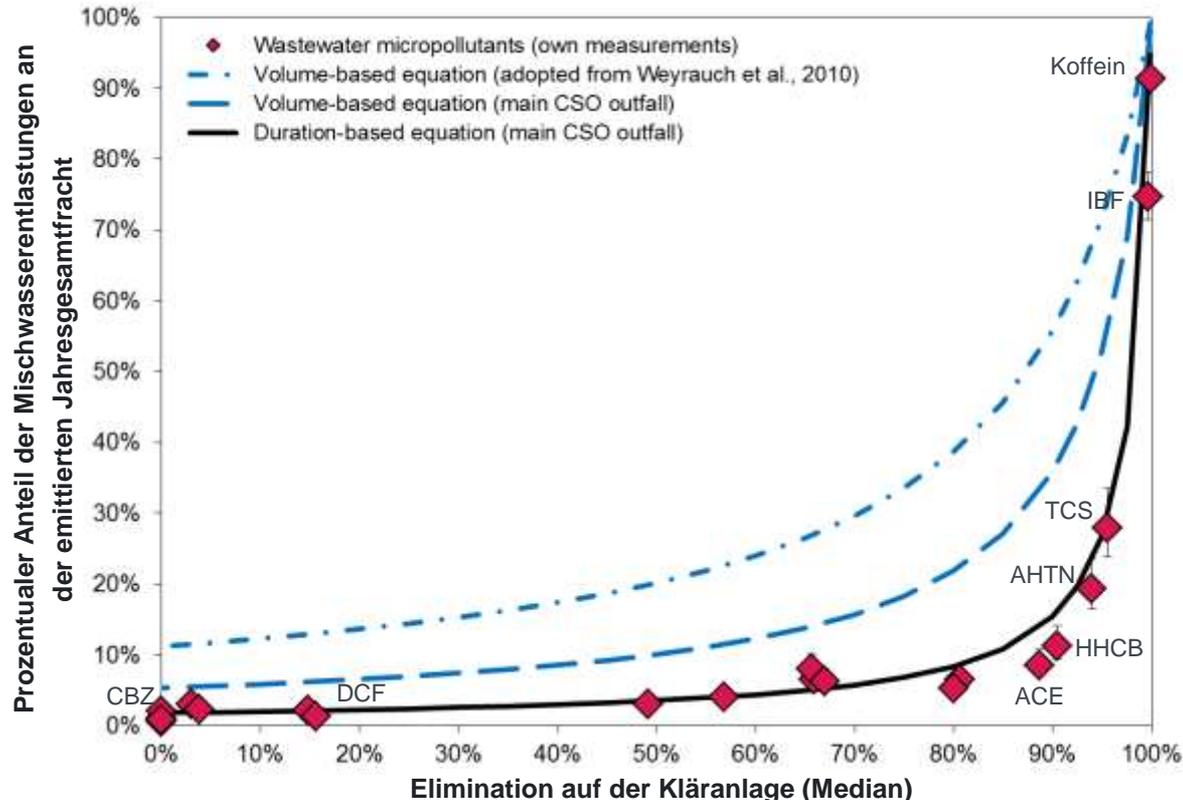


- Entlastungsmenge aller Bauwerke: 11% der gesamten Abwassermenge
- Einträge durch KA > 90% für 22 Substanzen (1 davon gesetzlich geregelt)
- Einträge durch MWE im EZG höher als durch KA für AFS und 20 Substanzen (10 davon gesetzlich geregelt)

*: UQN - WRRL
 **: UQN - OGeW

Jahresemissionen im Gewässer

Anteil der MWE an der emittierten Jahresgesamtfracht – Abwasserbürtige Stoffe



Literatur: Überschätzung des Anteils der MWE basierend auf Entlastungsvolumen

Neuer Ansatz: basierend auf Entlastungsdauer

$$\text{Anteil der MWE} = \frac{D_{\text{CSO}}}{D_{\text{CSO}} + (1 - \text{RE}) \times 8760}$$

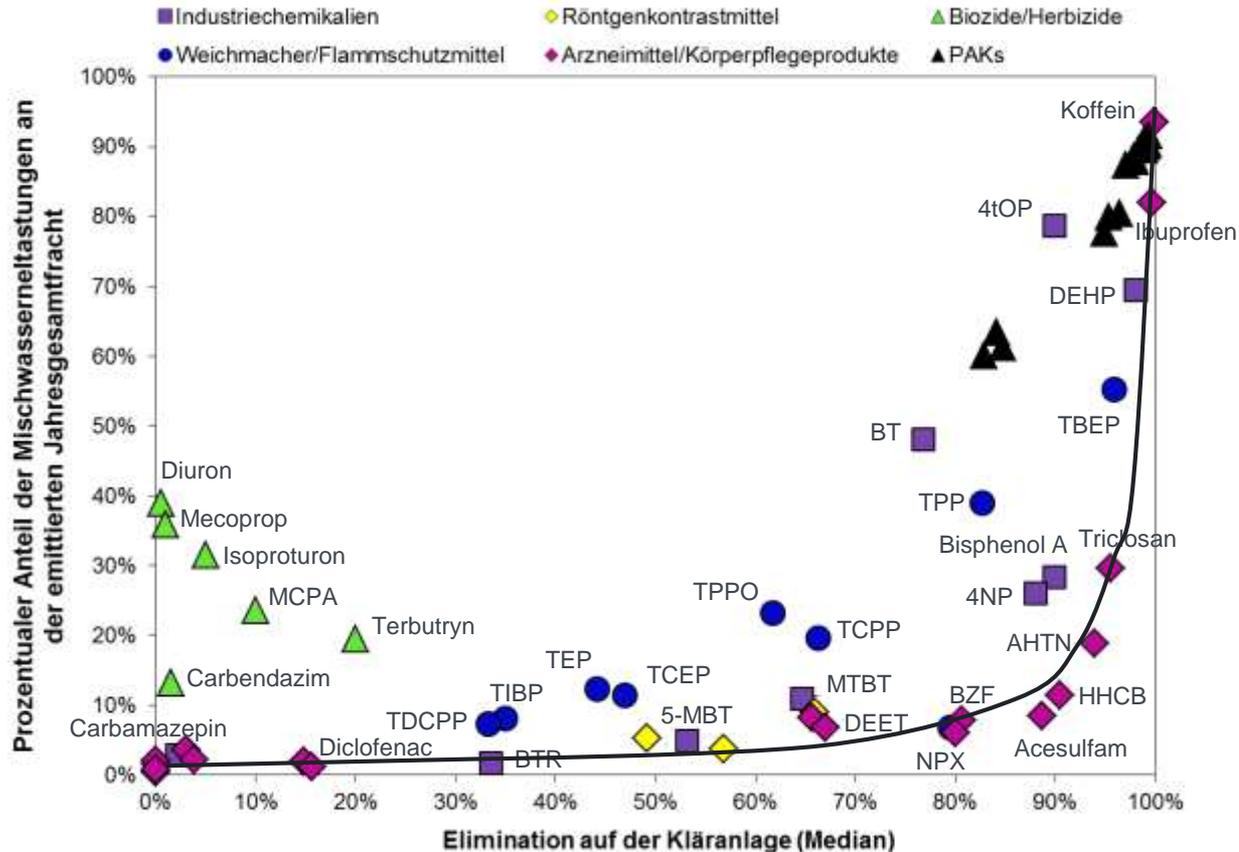
mit:

D_{CSO} : Dauer von MWE in Stunden

RE: Eliminationsrate auf der KA (Median-Wert)

Jahresemissionen im Gewässer

Anteil der Mischwasserentlastungen an der emittierten Jahresgesamtfracht



- MWE: Haupteintragspfad für Stoffe mit sehr hoher Eliminationsrate
- Herkunft des Stoffes (Schmutzwasser/ Regenabfluss) spielt eine wichtige Rolle

Zusammenfassung und Ausblick

Monitoring und Bewertung der Ist-Situation

- Erstmalig zuverlässige Monitoring-Ergebnisse zur frachtmäßigen Relevanz der Mischwasserabschläge für den Eintrag von Spurenstoffen im Gewässer
 - **MWE:** Haupteintragspfad für AFS, Koffein, Ibuprofen, 4tOP, DEHP und PAKs
 - **Kläranlage:** Haupteintragspfad für viele Pharmazeutika wie Carbamazepin, Diclofenac, Bezafibrat, Naproxen, Röntgenkontrastmittel, meiste Organophosphorverbindungen, Benzotriazol und Tolyltriazol
- Der Austrag von Schmutzwasserinhaltsstoffen über Regenentlastungen lässt sich allein auf der Basis gemessener Entlastungsdauern abschätzen
 - Entlastungsdauer → Einsatz kostengünstiger Sensoren
- Remobilisierung von Carbamazepin im Kanal während Regenereignisse
- Stichprobenhafte Untersuchungen in Gewässern unterschätzen die Bedeutung des Schadstoffeintrags von urbanen Flächen

Zusammenfassung und Ausblick

Maßnahmen zur Emissionsminderung

- Strategien zur Minderung von Spurenstoffemissionen → Austragspfade Kläranlage, Mischwasserentlastungen und Regenwassereinleitungen gleichermaßen berücksichtigen
- Abflüsse bei Regen- und Trockenwetter unterscheiden sich in der Dynamik des Anfalls und in ihrer Verschmutzung → Berücksichtigung bei der Wahl von Behandlungsverfahren
- Fehlende Erfahrungen zur Reinigungsleistung biologischer und weitergehender Behandlungsstufen bei Regenwetter → Prognose der Wirksamkeit unsicher
- Die Einhaltung von Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer erfordert integrierte Strategien für das gesamte Abwassersystem



University of Stuttgart

Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and
Solid Waste Management (ISWA)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr.-Ing. Marie Launay

Email: marie.launay@iswa.uni-stuttgart.de

Tel.: +49 711 685-65420